ایران توشه

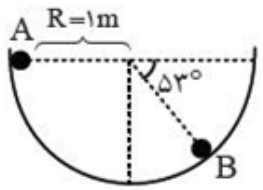
- دانلود نمونه سوالات امتحانی
- دانلود گام به گام
- دانلود آزمون گاج و قلم چی و سنجش
- دانلود فیلم و مقاله آنلیزشی
- کنکور و مشاوره

IranTooshe.Ir

@irantooshe

IranTooshe

۱ مطابق شکل گلوله‌ای به جرم m از نقطهٔ A بالای نیم‌کره بدون سرعت اولیه رها می‌شود و با تندی v به نقطهٔ B می‌رسد. اگر در طی این جابه‌جایی، بزرگی کار نیروهای اتلافی نصف بزرگی تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی گلوله باشد، v چند متر بر ثانیه است؟ (شعاع نیم‌کره یک متر است.) $\left(\sin ۵۳^\circ = ۰/۸ \, , \, g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}\right)$



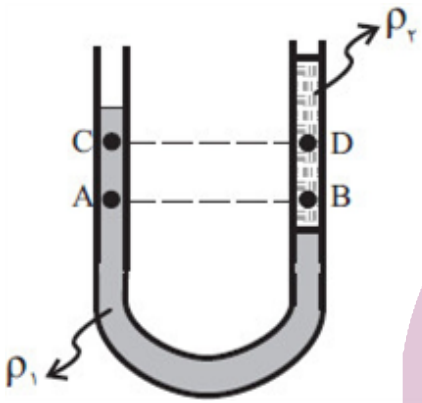
۱) $۲\sqrt{۲}$

۲) $۲\sqrt{۶}$

۳) صفر

۴) $\sqrt{۱۰}$

۲ در شکل زیر دو مایع با چگالی‌های $\rho_۱$ و $\rho_۲$ درون یک لوله U شکل در حال تعادل قرار دارند. اگر اندازهٔ اختلاف فشار دو نقطهٔ A و B برابر ۱۰۰Pa گزارش شده باشد، کدام گزینه می‌تواند اختلاف فشار بین دو نقطهٔ C و D $(P_C - P_D)$ برحسب پاسکال باشد؟



۱) -۱۲۰

۲) ۱۲۰

۳) -۸۰

۴) ۸۰

۳ درون ظرفی دو مایع مخلوط نشدنی A و B را ریخته‌ایم به‌طوری که ارتفاع مجموعهٔ دو مایع در ظرف معادل ۴۰ سانتی‌متر است. اگر فشار کل در کف ظرف برابر ۸۱/۵cmHg باشد، ارتفاع مایع A در ظرف چند سانتی‌متر است؟ (چگالی مایع A، مایع B و جیوه به‌ترتیب برابر $۰/۶۸ \frac{g}{cm^۳}$، $۲/۷۲ \frac{g}{cm^۳}$ و $۱۳/۶ \frac{g}{cm^۳}$ و فشار هوا در محل برابر با ۷۵cmHg است.)

۱) ۱۵

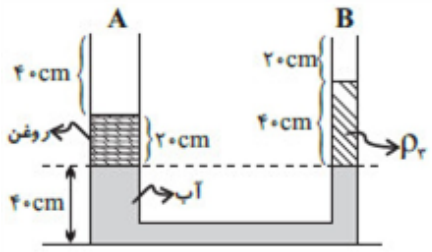
۲) ۱۰

۳) ۲۵

۴) ۳۰

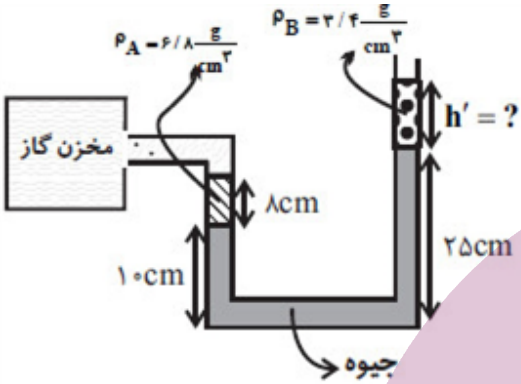
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۴ در شکل زیر، سطح مقطع لوله‌های A و B به‌ترتیب $۳۰۰\,cm^۲$ و $۱۰۰\,cm^۲$ است و در لولهٔ U شکل، آب، روغن و مایع نامعلوم فرضی $\rho_۳$ به حال تعادل قرار دارند. در لولهٔ A آن‌قدر روغن می‌ریزیم تا این لوله کاملاً پُر شود. در این صورت چند گرم از مایع $\rho_۳$ از لولهٔ B به بیرون می‌ریزد؟ (چگالی آب و روغن به‌ترتیب $۱\frac{g}{cm^۳}$ و $۰/۸\frac{g}{cm^۳}$ است.)



۱) ۴۸۰ ۲) ۴۰ ۳) ۳۲۰ ۴) ۲۴۰

۵ در شکل زیر، اگر فشار پیمانه‌ای مخزن گاز معادل با ۲۳cmHg باشد، ارتفاع h' چند سانتی‌متر است؟ ($\rho_{جیوه} = ۱۳/۶\frac{g}{cm^۳}$)



$\theta_A = ۶/۸\frac{g}{cm^۳}$ و $\rho_B = ۳/۴\frac{g}{cm^۳}$ و مایع‌ها در حال تعادل هستند.)

۱) ۴۸ ۲) ۳
۳) ۱۲ ۴) ۱۰

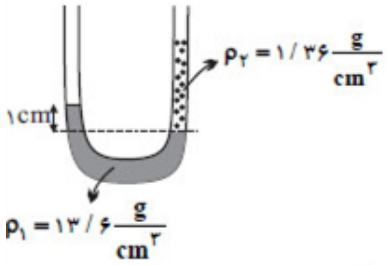
۶ قطعه فلزی توپُر، به جرم ۲۷g را به انتهای نیروسنجی متصل کرده و قطعه فلز را کاملاً وارد ظرف آبی می‌کنیم. در این حالت نیروسنج عدد ۰/۱۲N را نشان می‌دهد. اگر این قطعه را کاملاً درون مایعی به چگالی $۰/۸\frac{g}{cm^۳}$ فرو ببریم، در این حالت، نیروسنج چه عددی را برحسب نیوتون نشان می‌دهد؟

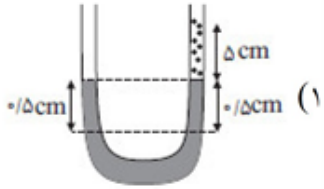
$\left(\rho_{آب} = ۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳}\,،\, g = ۱۰\frac{N}{kg}\right)$

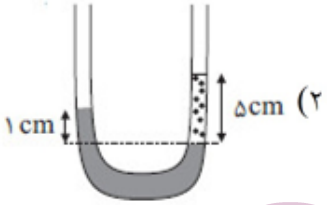
۱) ۰/۱۲ ۲) ۰/۱۵ ۳) ۰/۱ ۴) ۰/۱۶

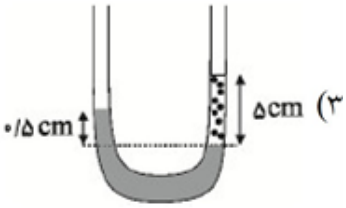
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

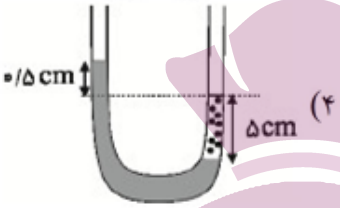
۷) در شکل زیر مایع‌ها در حال تعادل‌اند. اگر ارتفاع مایع با چگالی ρ_2 نصف شود، بعد از ایجاد تعادل، وضعیت مایع‌ها در لولهٔ U شکل به چه صورتی درمی‌آید؟



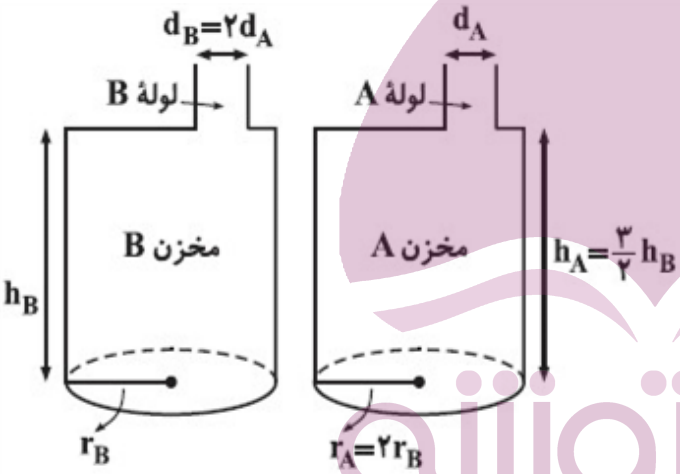
۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۸) مطابق شکل، دو مخزن استوانه‌ای A و B را که در ابتدا خالی هستند به‌ترتیب توسط لوله‌های استوانه‌ای A و B در مدت t_A و t_B پر از آب می‌کنیم. اگر تندی آب در لولهٔ A، ۲ برابر تندی آب در لولهٔ B باشد، $\frac{t_A}{t_B}$ کدام است؟



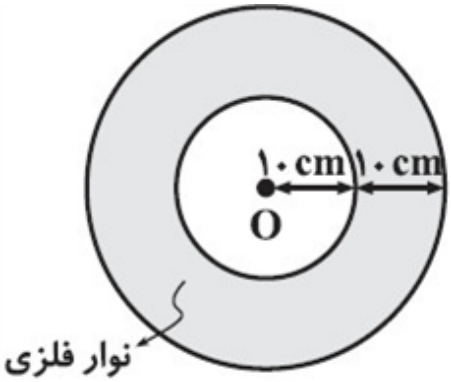
۱) ۶
۲) ۱۲
۳) ۲۴
۴) ۴۸

۹) ظرفی استوانه‌ای با مساحت قاعدهٔ $40\,cm^2$ و ارتفاع $40\,cm$ که روی سطح افقی کاملاً صافی قرار دارد، محتوی $1200\,cm^3$ مایع با ضریب انبساط حجمی $1/5 \times 10^{-3} \frac{1}{K}$ است. اگر ضریب انبساط طولی ظرف $2 \times 10^{-5} \frac{1}{K}$ باشد و دمای ظرف و مایع به‌طور یکنواخت $250\,^\circ C$ افزایش یابد، چند سانتی‌متر کعب مایع از ظرف بیرون می‌ریزد؟ (با این تغییر دما، مایع و ظرف، تغییر حالت نمی‌دهند.)

۱) ۲۶
۲) ۴۲۶
۳) ۳۶
۴) مایع از ظرف بیرون نمی‌ریزد.

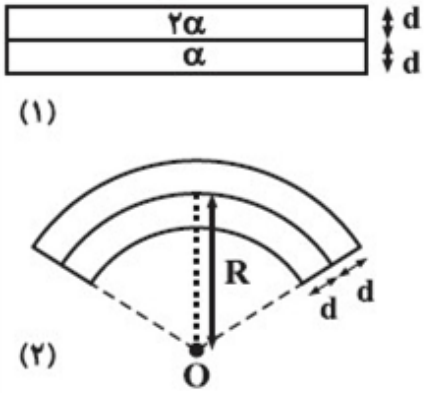
ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۱۰ مطابق شکل، یک نوار حلقوی از فلزی با ضریب انبساط طولی $۲ \times ۱۰^{-۶}\ \frac{۱}{K}$ ساخته شده است. اگر دمای آن را ۱۰۰ درجهٔ سلسیوس افزایش دهیم، میزان افزایش سطح قسمت فلزی، چند میلی‌متر مربع است؟



۱) ۱۰π ۲) ۱۶π
۳) ۱۲π ۴) ۱۸π

۱۱ مطابق شکل (۱)، دو نوار فلزی در دمای اتاق هم‌طول هستند و در این دما به هم پرچ شده‌اند. اگر دما به اندازهٔ ΔT افزایش یابد، دو نوار، مطابق شکل (۲) خم می‌شوند و به‌صورت کمانی از دایره به شعاع R درمی‌آیند. اگر $\alpha\Delta T = ۱۰^{-۳}$ باشد، $\frac{R}{d}$ کدام است؟ (از تغیر d صرف‌نظر کنید.)



۱) ۲۰۰۳ ۲) ۲۰۰۰
۳) ۱۰۰۱/۵ ۴) ۱۰۰۰

۱۲ اگر دمای یک میلهٔ فلزی را از $۲۰^\circ C$ به $۳۰^\circ C$ برسانیم، طول میله ۲mm افزایش می‌یابد. اگر دمای این میله را از $۲۰^\circ C$ به $۱۴۰^\circ F$ برسانیم، طول میله نسبت به طول آن در دمای $۲۰^\circ C$ چند میلی‌متر بلندتر خواهد شد؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۸ ۴) ۱۶

۱۳ دو میله به طول‌های $L_۱$ و $L_۲$ و ضریب‌های انبساط طول $\alpha_۱$ و $\alpha_۲$ را به هم پرچ می‌کنیم و میله‌ای به طول $L = L_۱ + L_۲$ می‌سازیم. اگر α را به عنوان ضریب انبساط طولی معادل میلهٔ ساخته شده در نظر بگیریم. کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

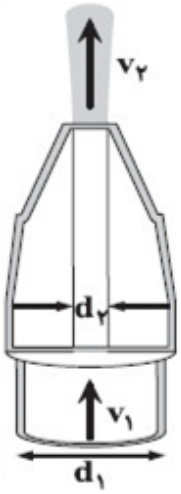
۱) $\alpha < \alpha_۱ + \alpha_۲$ ۲) $\alpha = \alpha_۱ + \alpha_۲$
۳) $\alpha > \alpha_۱ + \alpha_۲$ ۴) باید مقادیر عددی را داشته باشیم تا بتوانیم نظر دهیم.

۱۴ اگر دمای جسمی بر حسب کلوین، دو برابر شود، برحسب درجهٔ سلسیوس، کدام رابطه همواره صحیح است؟ ($\theta_۱$ دمای اولیه و $\theta_۲$ دمای نهایی جسم برحسب درجهٔ سلسیوس هستند، $\theta_۱ \neq ۰$ و صفر کلوین، $-۲۷۳^\circ C$ است.)

۱) $\frac{\theta_۲}{\theta_۱} > ۲$ ۲) $۱ < \frac{\theta_۲}{\theta_۱} \leq ۲$
۳) $\frac{\theta_۲}{\theta_۱} \leq ۱$ ۴) هیچ کدام از گزینه‌ها،همواره صحیح نیست.

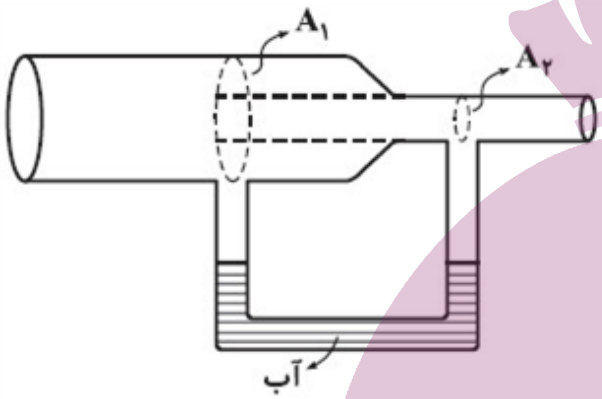
ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۱۵ شکل زیر، شیر بسته شده به انتهای لولهٔ آب را نشان می‌دهد. آب با تندی $v_1 = ۱/۲۵\frac{m}{s}$ از لوله با مقطع دایره‌ای به قطر $d_1 = ۱۰\,cm$ وارد می‌شود و از خروجی آن که سطح مقطع دایره‌ای به قطر $d_2 = ۲/۵cm$ دارد، خارج می‌شود. اگر خروجی شیر در ارتفاع ۱ متری از سطح زمین و به‌صورت عمودی نگه داشته شده باشد و آن را لحظه‌ای باز کرده و سپس ببندیم، آب حداکثر تا چه ارتفاعی از سطح زمین برحسب متر بالا می‌رود؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$ و از مقاومت هوا صرف‌نظر کنید.)



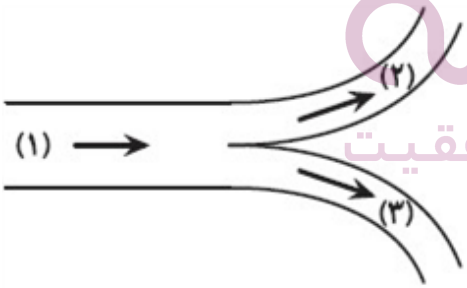
۱) ۳/۵ ۲) ۶ ۳) ۱۱ ۴) ۲۱

۱۶ مطابق شکل لولهٔ U شکل به دو نقطهٔ یک لوله با سطح مقطع‌های متفاوت متصل است و آب داخل لولهٔ U شکل در تعادل است. اگر با ورود جریان لایه‌ای هوا به داخل لوله، اختلاف فشار ۵۰۰Pa بین دو مقطع A_1 و A_2 ایجاد شود، به‌ترتیب آب در کدام سمت لولهٔ U شکل بالاتر می‌رود و اختلاف ارتفاع آب در دو شاخهٔ لولهٔ U شکل چند سانتی‌متر خواهد بود؟ (سطح مقطع دو طرف لولهٔ U شکل برابر بوده، $\rho_{آب} = ۱\frac{g}{cm^3}$ و $g = ۱۰\frac{N}{kg}$ است.)



۱) چپ، ۳ ۲) راست، ۳ ۳) چپ، ۵ ۴) راست، ۵

۱۷ آب در لولهٔ (۱) با سطح مقطع A_1 با تندی v_1 حرکت می‌کند. این لوله در نقطه‌ای انشعاب پیدا می‌کند و آب از دو لولهٔ (۲) و (۳) که سطح مقطع آن‌ها به‌ترتیب $\frac{۳}{۴}$ و $\frac{۱}{۴}$ برابر سطح مقطع لولهٔ اولیه است عبور می‌کند. اگر نسبت تندی آب در لولهٔ (۱) به تندی آب در لولهٔ (۲) برابر ۲ باشد، نسبت تندی آب در لولهٔ (۲) به تندی آب به لولهٔ (۳) کدام است؟ (لوله‌ها پر از آب هستند و جریان آب در هر سه لوله به‌صورت لایه‌ای است.)



۱) $\frac{۱}{۵}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) $\frac{۲}{۵}$ ۴) $\frac{۵}{۲}$

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۱۸) ۶۰۰ گرم از ماده‌ی A را با ۴۰ سانتی‌متر مکعب از ماده‌ی B مخلوط می‌کنیم تا آلیاژی به دست آید. اگر چگالی این آلیاژ برابر با $۱۵\frac{g}{cm^3}$ باشد، طی عمل مخلوط کردن، چند سانتی‌متر مکعب کاهش حجم اتفاق افتاده است؟

$\left(\rho_B = ۷/۵\frac{g}{cm^3}, \rho_A = ۲۰\frac{g}{cm^3}\right)$

۱) صفر ۲) ۵ ۳) ۷/۵ ۴) ۱۰

۱۹) یک طلاساز قصد تولید جواهری از ترکیب طلا و مقداری ناخالصی دارد. اگر او بخواهد این جواهر، ۹۲ گرم جرم داشته و چگالی آن $۱۱/۵\frac{g}{cm^3}$ باشد، چند گرم طلا در ساخت این قطعه باید به کار ببرد؟ (چگالی طلا و ماده‌ی ناخالصی را به ترتیب $۱۹\frac{g}{cm^3}$ و $۷\frac{g}{cm^3}$ درنظر بگیرید و از تغییر حجم صرف‌نظر کنید.)

۱) ۳۵ ۲) ۳۰ ۳) ۶۲ ۴) ۵۷

۲۰) کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح نیست؟

۱) $۱\frac{\mu g.\mu m}{ns^2} = ۱۰^{۳}N$

۲) $۱۰۰\frac{mm^3}{\mu s} = ۱۰^{-۱}\frac{m^3}{s}$

۳) $۱\frac{cg.mm^2}{hs^2} = ۱۰^{-۷}J$

۴) $۱۰^{۶}\frac{gm^2}{ms^3} = ۱۰^{۱۲}\frac{kg.m^2}{s^3}$

۲۱) کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

۱) $۱\frac{ng.mm}{\mu s^2} = ۱۰^{۳}N$

۲) $۱\frac{g.\mu m^2}{ns^3} = ۱۰^{۱۲}kg\frac{m^2}{s^3}$

۳) $۱\frac{m^2}{s^2.K} = ۱۰^{۱۵}\frac{km^2}{Ts^2.\mu K}$

۴) $۱\frac{mm^3}{ns} = ۱۰^{۸}\frac{m^3}{s}$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۲۲) دو مایع مخلوط‌شدنی A و B در اختیار داریم. اگر نصف حجم یک ظرف را از مایع A و بقیه را از مایع B پر کنیم، چگالی مخلوط $۰/۸۵۰ \frac{g}{cm^۳}$ می‌شود و در صورتی‌که $\frac{۱}{۵}$ حجم ظرف را از مایع A و بقیه را از مایع B پر کنیم، چگالی مخلوط $۰/۸۴۴ \frac{g}{cm^۳}$ می‌شود. چگالی مایع A و B به‌ترتیب از راست به چپ، چند $\frac{g}{cm^۳}$ است؟ (از تغییر حجم در اثر اختلاط صرف‌نظر شود.)

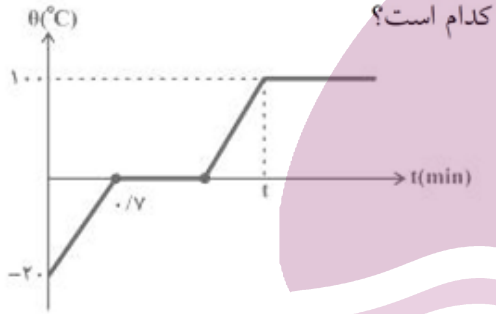
۱) ۰/۸ , ۱ ۲) ۰/۸ , ۱ ۳) ۰/۸۴ , ۰/۸۶ ۴) ۰/۸۶ , ۰/۸۴

۲۳) جسمی به جرم ۲kg را از پایین سطح شیبداری که با افق زاویهٔ ۳۰° می‌سازد، با تندی اولیهٔ $۶ \frac{m}{s}$ مماس با سطح، رو به بالا پرتاب می‌کنیم. اگر اندازهٔ نیروی اصطکاک در مقابل حرکت در هر کدام از مسیرهای رفت و برگشت، ثابت و برابر ۸N باشد، تندی جسم هنگام بازگشت به نقطهٔ پرتاب چند $\frac{m}{s}$ است؟ $\left(g = ۱۰ \frac{N}{kg}\right)$

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۴ ۴) ۵

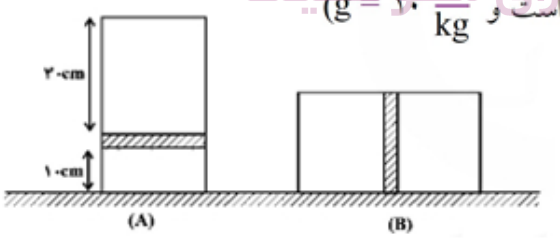
۲۴) شکل زیر نمودار تغییرات دمای یک کیلوگرم یخ را که درون آب یک گرمکن الکتریکی قرار دارد، برحسب زمان نشان می‌دهد. اگر از اتلاف انرژی گرمایی صرف نظر شود، t برحسب دقیقه کدام است؟

$\left(L_F = ۳۳۶ \frac{kJ}{kg}, c_{\text{یخ}} = ۲/۱ \frac{kJ}{kg°C}, c_{\text{آب}} = ۴/۲ \frac{kJ}{kg°C}\right)$



۱) ۶/۳
۲) ۱۳/۳
۳) ۷
۴) ۱۴

۲۵) یک سیلندر استوانه‌ی قائم توسط یک پیستون به ضخامت ناچیز و به مساحت $۱۰۰ cm^۲$ و جرم ۲kg به دو بخش که هر دو حاوی گاز کامل می‌باشند، تقسیم شده است و فشار گاز بالای پیستون ۲kPa می‌باشد. سیلندر را مطابق شکل از حالت A (عمودی) به حالت B (افقی) قرار می‌دهیم. اگر دما در طول سیلندر ثابت و یکسان باشد، پیستون چند سانتی‌متر جابه‌جا می‌شود؟ (اصطکاک پیستون با سیلندر ناچیز است و $g = ۱۰ \frac{N}{kg}$)



۱) ۱۶
۲) ۲۴
۳) ۶
۴) ۵

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۲۶ گلوله‌ای به جرم m را درون یک اتاق به ارتفاع ۲ متر از ارتفاع یک متری کف اتاق با سرعت $۱۰\ \frac{m}{s}$ در راستای قائم به سمت پایین پرتاب می‌کنیم. اگر در هر بار برخورد یا سقف یا کف اتاق نیمی از انرژی جنبشی گلوله در آن لحظه هدر شود، گلوله پس از سومین برخورد با کف اتاق حداکثر تا چه ارتفاعی برحسب سانتی‌متر نسبت به کف اتاق بالا می‌آید؟ ($g = ۱۰\ \frac{N}{kg}$ و مقاومت هوا ناچیز است.)

۱) ۶۲/۵ ۲) ۱۲۵ ۳) ۵۰ ۴) ۹۰

۲۷ بالنی با سرعت ثابت $۲۰\ \frac{m}{s}$ در راستای قائم به سمت بالا حرکت می‌کند. هنگامی که این بالن در ارتفاع ۱۰۰ متری از سطح زمین قرار دارد، گلوله‌ای از آن رها می‌شود. در لحظه‌ای که اندازه‌ی سرعت گلوله نصف اندازه‌ی سرعت آن در لحظه‌ی برخورد با سطح زمین است، ارتفاع گلوله از سطح زمین چند متر است؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$ و مقاومت هوا ناچیز فرض شود.)

۱) ۵۰ ۲) ۹۰ ۳) ۲۵ ۴) ۷۵

۲۸ کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست است؟

۱) در هر دمای دلخواه، ممکن است که هر یک از دو حالت A و B ماده یا هر دو با بخار در حال تعادل باشند.

۲) به غیر از دمای نقطه‌ی O در هر دمایی فقط یکی از حالت‌های A یا B ماده ممکن است که با بخار در حال تعادل باشد و بخش‌های $a_۱o$ و $ob_۲$ نمودار عملاً به وقوع نمی‌پیوندند.

۳) به غیر از دمای نقطه‌ی O در هر دمایی فقط یکی از حالت‌های A یا B ممکن است که با بخار در حال تعادل باشد و بخش‌های $b_۱o$ و $oa_۲$ عملاً به وقوع نمی‌پیوندند.

۲۹ در داخل یک ظرف استوانه‌ای قائم به مساحت قاعده‌ی A، مایعی به چگالی $\rho_۱$ ریخته شده است. در صورتی که مایعی به چگالی $\rho_۲$ با جرم برابر با مایع اولیه به ظرف اضافه شود، نیروی وارد بر قاعده‌ی ظرف ناشی از وزن مایع چند برابر می‌شود؟ (از فشار هوا صرف‌نظر شود.)

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) ۱

۳۰ ۲ گرم آب $۲۵^\circ C$ را روی ۱۰۰ گرم یخ $-۲۰^\circ C$ می‌ریزیم. اگر اتلاف گرما ناچیز باشد نتیجه‌ی نهایی تقریباً چیست؟ ($L_F = ۸۰\ \frac{cal}{g}$ و $c_{آب} = ۱\ \frac{cal}{g.^\circ C}$ و $c_{یخ} = ۰/۵\ \frac{cal}{g.^\circ C}$)

۱) ۱۰۲ گرم آب صفر درجه‌ی سلسیوس

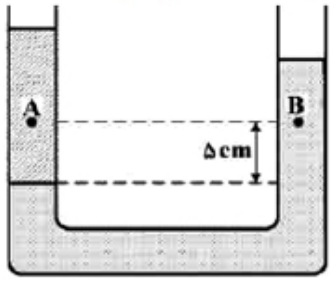
۲) ۱۰۲ گرم یخ ۱۵- درجه‌ی سلسیوس

۳) ۲ گرم آب $۵^\circ C$ و ۱۰۰ گرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس

۴) ۲ گرم آب ۱۷/۵ درجه سلسیوس و ۱۰۰ گرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس

ایران توشه

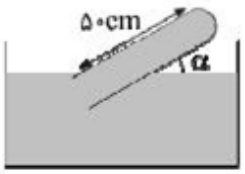
۳۱ در شکل زیر، دو مایع مخلوط نشدنی به چگالی‌های $800\ \frac{kg}{m^3}$ و $1000\ \frac{kg}{m^3}$ در یک لوله‌ی U شکل قرار دارند. اگر



فشار در نقطه‌های A و B به ترتیب P_A و P_B باشد، کدام رابطه در SI برقرار است؟

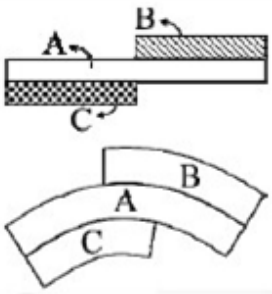
۱) $P_A = P_B$
۲) $P_A = \frac{4}{5}P_B$
۳) $P_A = P_B - 100$
۴) $P_A = P_B + 100$

۳۲ در شکل روبه‌رو، حداکثر نیروی قابل تحمل به‌وسیله‌ی ته لوله ۶۱۲ میلی‌نیوتون و مساحت آن $10\ mm^2$ می‌باشد. حداقل مقدار ممکن برای (α) چند درجه باید باشد تا لوله نشکند؟ (فشار هوا $75\ cmHg$، چگالی جیوه $13/6\ \frac{g}{cm^3}$ و $g = 10\ \frac{N}{kg}$)



۱) ۳۷
۲) ۴۵
۳) ۵۳
۴) ۶۰

۳۳ سه میله از جنس‌های مختلف را مطابق شکل به‌هم‌دیگر چسبانده‌ایم. دمای محیط را بالا می‌بریم و مشاهده می‌کنیم که میله‌ها به شکل روبه‌رو تغییر می‌کنند. چه رابطه‌ای بین ضریب انبساط خطی میله‌ها برقرار است؟



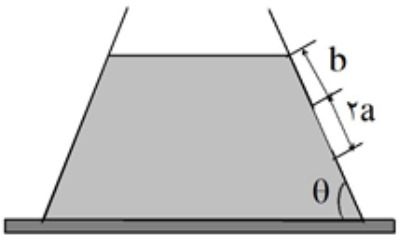
۱) $\alpha_C < \alpha_B < \alpha_A$
۲) $\alpha_C < \alpha_A < \alpha_B$
۳) $\alpha_A < \alpha_C < \alpha_B$
۴) $\alpha_C = \alpha_B < \alpha_A$

۳۴ یک ماده را در فشار ثابت گرم می‌کنیم. گرمایی را که این ماده می‌گیرد با Q و تغییر انرژی درونی آن را با ΔU نشان می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟

۱) حتماً $Q < \Delta U$
۲) حتماً $Q = \Delta U$
۳) حتماً $Q > \Delta U$
۴) اگر ضریب انبساط حجمی این ماده مثبت باشد $Q \leq \Delta U$
۵) اگر ضریب انبساط حجمی این ماده مثبت باشد $Q > \Delta U$

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۳۵ روی دیواره‌ی ظرفی مطابق شکل سوراخی دایره‌ای شکل به شعاع a ایجاد می‌کنیم. این دیواره تخت و عمود بر صفحه‌ی کاغذ است. ظرف را از آب پر می‌کنیم. برای آن‌که آب از سوراخ بیرون نریزد جسمی را روی آن قرار می‌دهیم. آب چه نیرویی به جسم وارد می‌کند؟ شتاب گرانش را g، چگالی آب را ρ و فشار هوا را P_0 بگیرید.



۱) $\pi a^2[P_0+\rho g(a+b)\sin\theta]$

۲) $\pi a^2[P_0+\rho g(a+b)\sin\theta\cos\theta]$

۳) $\pi a^2[P_0+\rho g b\sin\theta]$

۴) $\pi a^2[P_0+\rho g a\sin\theta\cos\theta]$

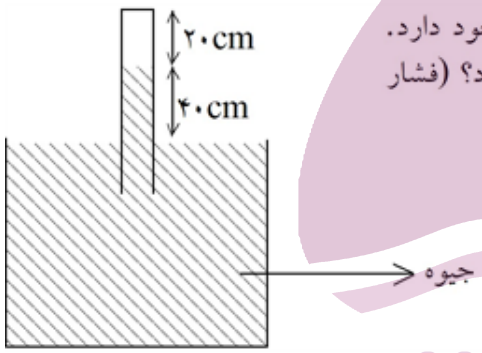
۳۶ جسمی از ارتفاع h سقوط می‌کند. در اثر سقوط از انرژی پتانسیل اولیه‌ی آن ۴۰ ژول کاسته شده و به انرژی جنبشی آن ۲۸ ژول اضافه می‌شود. اگر اندازه‌ی نیروی متوسط مقاومت هوا در مقابل حرکت جسم ۲N باشد، h چند متر است؟

۱) ۶ ۲) ۲۹ ۳) ۱۲ ۴) ۱۴

۳۷ لوله‌ی استوانه‌ای شکلی به طول ۴۰cm را که هر دو طرف آن باز است تا ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر به طور قائم در جیوه فرو می‌بریم و سپس انگشت خود را در بالای لوله قرار داده و لوله را از جیوه بیرون می‌آوریم. اگر فشار هوا در محل ۷۵cmHg باشد، و دما ثابت بماند، چند سانتی‌متر از جیوه در لوله باقی می‌ماند؟

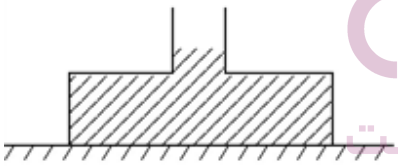
۱) ۱۰ ۲) ۱۵ ۳) ۲۰ ۴) ۲۵

۳۸ در ظرفی مطابق شکل روبرو، مقداری هوا بالای ستون جیوه در لوله وجود دارد. لوله را به آرامی چند سانتی‌متر پایین ببریم، تا ارتفاع ستون هوا نصف شود؟ (فشار هوا را ۷۶ cmHg بگیرید و دما ثابت است.)



۱) ۱۰ ۲) ۳۰ ۳) ۳۶ ۴) ۴۶

۳۹ در شکل روبرو سطح قاعده‌ی ظرف $200cm^2$ و سطح مقطع لوله‌ی بالای آن $2cm^2$ است. چند گرم آب به آب موجود در ظرف اضافه کنیم، تا نیروی وارد بر کف ظرف به اندازه‌ی ۸ نیوتن افزایش یابد؟ $(g=10\frac{m}{s^2})$



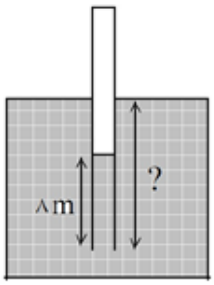
۱) ۸ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰۰ ۴) ۸۰۰

۴۰ دو استوانه‌ی همگن A و B دارای جرم و ارتفاع مساوی‌اند. استوانه‌ی A توپر و استوانه‌ی B توخالی است. اگر شعاع خارجی این دو استوانه با هم برابر و شعاع داخلی استوانه‌ی B نصف شعاع خارجی آن باشد، چگالی استوانه‌ی A چند برابر چگالی استوانه‌ی B است؟

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) $\frac{1}{4}$ ۳) $\frac{2}{3}$ ۴) $\frac{3}{4}$

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۴۱ لوله‌ای به طول $L = ۲۴m$ که یک طرف آن بسته است حاوی هوا در فشار $۱۰^۵ Pa$ است. این لوله را به‌طور قائم در یک دریاچه‌ی آب شیرین فرو می‌بریم تا وقتی‌که آب همانند شکل تا $\frac{۱}{۳}$ لوله بالا بیاید، لوله چند متر در آب فرو رفته است؟ (دما در تمام نقاط برابر و ثابت فرض می‌شود.) $\left(\rho_{آب} = ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^۳}, g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}\right)$

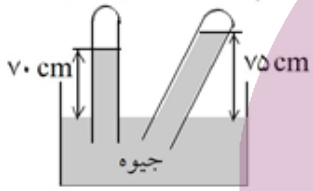


۱) ۵
۲) ۸
۳) ۱۳
۴) ۲۰

۴۲ آب در قابلمه‌ی آلومینیومی که در تماس با منبع گرما است، می‌جوشد و با آهنگ ۰/۱۸ لیتر بر دقیقه تبخیر می شود. ضخامت کف قابلمه ۴/۸mm و قطر آن ۳۰cm است. دمای ته ظرف با منبع گرما چند درجه‌ی سلسیوس است؟
دمای جوش آب $۱۰۰^\circ C$ است، $L_V = ۲۲۵۰ \frac{kJ}{kg}$ ، $\pi \cong ۳$ ، $K_{Al} = ۲۴۰ \frac{W}{m.K}$ و $\rho_{آب} = ۱ \frac{g}{cm^۳}$

۱) ۱۰۱
۲) ۱۰۲
۳) ۱۰۴
۴) ۱۰۶

۴۳ با توجه به طرح‌واره‌ی روبه‌رو که مربوط به اندازه‌گیری فشار هوای محیط می‌شود، کدام نتیجه‌ی زیر همواره درست است؟

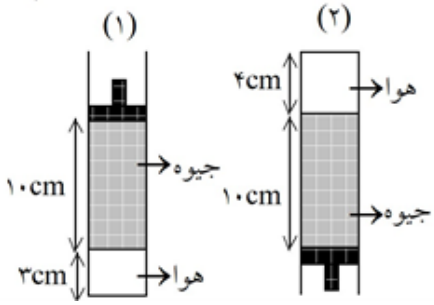


۱) فشار هوای محیط حداکثر $۷۵cmHg$ است.
۲) فشار هوای محیط قطعا $۷۵cmHg$ است.
۳) فشار هوای محیط حداقل $۷۵cmHg$ است.
۴) فشار هوای محیط قطعا $۷۰cmHg$ است.

۴۴ ظرفی با حجم مسدود و ثابت، محتوی گاز کامل با دمای ۲۷ درجه‌ی سلسیوس است. اگر دمای گاز را به ۲۲۷ درجه‌ی سلسیوس برسانیم، چگالی گاز چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{۳}{۵}$
۲) ۱
۳) $\frac{۵}{۳}$
۴) $\frac{۲۲۷}{۲۷}$

۴۵ درون لوله‌ای ۱۰cm جیوه و ۳cm هوا زیر ستون جیوه محبوس است (شکل ۱). اگر لوله مطابق شکل (۲) برگردانده شود، ارتفاع هوای محبوس در حالت تعادل ۴cm می‌شود. فشار هوای محیط چند سانتی‌متر جیوه است؟ (جرم پیستون ناچیز است.)



۱) ۴۸
۲) ۶۰
۳) ۷۰
۴) ۹۰

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۴۶ یک سر میله‌ی آلومینیومی به قطر مقطع ۴ cm و طول ۱۸ cm روی یک قالب یخ صفر درجه به جرم ۱۰۰ گرم قرار دارد. سر دیگر میله درون آب با دمای ثابت ۱۰۰°C است. چند ثانیه به طول می‌انجامد تا یخ کاملاً ذوب شود؟ (از مبادله‌ی گرمای یخ و میله با محیط صرف‌نظر شود.)

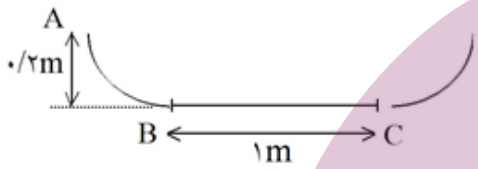
$\left(K_{Al} = ۲۴۰\ \frac{w}{m.K}\ ,\ \pi = ۳\ ,\ L_f = ۳۳۶\ \frac{kJ}{kg}\right)$

۱) ۲۱ ۲) ۵۲ ۳) ۲۱۰ ۴) ۵۲۰

۴۷ یک خانه را از دیوارهای آجری به ضخامت ۳۰ cm ساخته‌اند. و از داخل با روکش چوبی به ضخامت ۱ cm پوشانده شده است. اگر دمای سطح داخلی روکش (سمت داخل خانه) ۲۰°C و دمای سطح خارجی دیوار ۱۰°C- باشد، دمای سطح مشترک چوب با آجر تقریباً چند درجه‌ی سلیسوس است؟ (رسانندگی گرمایی آجر و چوب به‌ترتیب ۰/۶ $\frac{W}{m.K}$ و ۰/۰۸ $\frac{W}{m.K}$ است.)

۱) ۲ ۲) ۱۴ ۳) ۱۰ ۴) ۱۸

۴۸ در مسیری مطابق شکل که فقط قسمت افقی BC دارای $\mu_K = ۰/۱$ جسم دو کیلوگرمی از نقطه A رها می‌شود. تعیین کنید پس از چند بار طی کردن مسافت BC جسم می‌ایستد؟

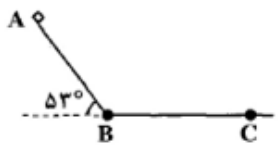


۱) دو بار و در نقطه B
۲) یک بار و در نقطه C
۳) مرتبه اول بین B و C
۴) مرتبه دوم بین B و C

۴۹ در فشار ثابت اگر دمای گازی بر حسب سلسیوس دو برابر شود، حجم گاز نسبت به حجم اولیه چگونه تغییر می‌کند؟

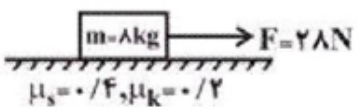
۱) $\frac{V_۲}{V_۱} = ۱$ ۲) $\frac{V_۲}{V_۱} < ۱$ ۳) $۰ < \frac{V_۲}{V_۱} < ۱$ ۴) $۱ < \frac{V_۲}{V_۱} < ۲$

۵۰ وزنه‌ای به جرم ۵ کیلوگرم از نقطه‌ی A با سرعت ۲ $\frac{m}{s}$ به حرکت در می‌آید و در نقطه‌ی C متوقف می‌شود. اگر AB = ۵ (m) ، BC = ۲۰ (m) و در مسیر AB اصطکاک ناچیز باشد، ضریب اصطکاک در مسیر BC کدام است؟ (Sin ۳۷° = ۰/۶)



۱) ۰/۲۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۴۲ ۴) ۰/۴

۵۱ مطابق شکل زیر، به جسم ساکن m نیروی افقی F = ۲۸N را وارد می‌کنیم. ۵ ثانیه بعد از اعمال نیروی F ، کار نیروی اصطکاک جنبشی چند ژول می‌شود؟ $(g = ۱۰\ \frac{N}{kg})$



۱) -۳۲ ۲) -۲۴ ۳) -۱۶ ۴) صفر

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۵۲ یک زنجیر همگن طوری روی میز بدون اصطکاکی قرار گرفته است که $\frac{۱}{۷}$ طول آن از لبه‌ی میز آویزان است. اگر طول زنجیر L و جرم آن m باشد، حداقل کار انجام شده برای بالا کشیدن قسمت آویزان به روی میز چه‌قدر است؟

$\left(g = ۹/۸ \frac{m}{s^۲}\right)$

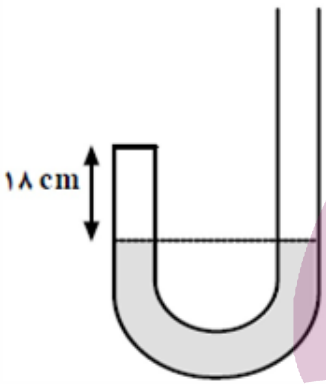
۱) $\frac{mL}{۵}$ ۲) $\frac{mL}{۱۰}$ ۳) $\frac{mL}{۲۰}$ ۴) $\frac{mL}{۲۵}$

۵۳ مساحت دریاچه‌ای $۵۰۰Km^۲$ است. در زمستان لایه‌ای از یخ صفر درجه‌ی سلسیوس به ضخامت متوسط ۱۰cm سطح دریاچه را می‌پوشاند. دریاچه در بهار چند مگاژول انرژی برای ذوب یخ جذب می‌کند؟

$(L_f = ۳۳۶ \frac{kJ}{kg}, \rho\ (\text{یخ}) = ۰/۹ \frac{g}{cm^۳})$

۱) $۱/۵۱۲ \times ۱۰^۷$ ۲) $۱/۵۱۲ \times ۱۰^{۱۰}$ ۳) $۱/۵۱۲ \times ۱۰^{۱۳}$ ۴) $۱/۵۱۲ \times ۱۰^{۱۶}$

۵۴ در شکل زیر، جیوه در دو طرف لوله‌ی U شکل در یک سطح قرار دارد و سطح مقطع اولیه‌ی $۱\ cm^۲$ است. از طرف باز لوله $۲۱\ cm^۳$ جیوه می‌ریزیم و ارتفاع هوا در طرف بسته به ۱۵ cm می‌رسد. فشار هوای محیط چند سانتی‌متر جیوه است؟ (دمای هوای داخل لوله ثابت فرض شود.)



۱) ۷۳ ۲) ۷۴ ۳) ۷۵ ۴) ۷۶

۵۵ در شرایط خلأ جسمی به جرم m را بدون سرعت اولیه از ارتفاع زیادی رها می‌کنیم. کار نیروی وزن پس از گذشت t ثانیه از شروع حرکت برابر با کدام گزینه است؟

۱) $\frac{۱}{۲}mgt^۲$ ۲) $\frac{۱}{۲}mg^۲t$ ۳) $\frac{۱}{۲}mg^۲t^۲$ ۴) $\frac{۱}{۲}mgt$

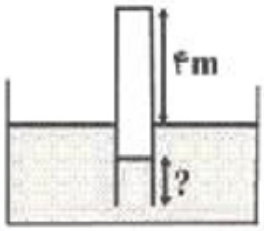
۵۶ از یک ورق مسی، دو صفحه‌ی دایره‌ای شکل به مساحت‌های $S_۱$ و $S_۲ = ۲S_۱$ بریده و جدا کرده‌ایم. حال اگر به اولی گرمای $Q_۱$ و به دومی گرمای $Q_۲ = ۲Q_۱$ را بدهیم و بر اثر این گرما، افزایش شعاع آن‌ها به‌ترتیب $\Delta R_۱$ و $\Delta R_۲$ باشد، $\frac{\Delta R_۲}{\Delta R_۱}$ چقدر است؟

۱) $\sqrt{۲}$ ۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ ۳) ۲ ۴) $\frac{۱}{۲}$

ایران توشه
تدریس ویژه برای موفقیت

۵۷

۵۸ لوله‌ای به طول ۱۶m که یک طرف آن بسته است، حاوی هوا در فشار $10^5 Pa$ است. مطابق شکل این لوله را به طور قائم در یک استخر محتوی مایعی به چگالی $2500 \frac{kg}{m^3}$ فرو می‌بریم به طوری که ۴m از طول لوله بیرون مایع بماند.



در این حالت مایع چند متر در طول لوله بالا می‌آید؟ (دما در تمام نقطه‌ها با هم برابر و ثابت فرض شود و $g=10 \frac{N}{kg}$)

۱) ۱۲ ۲) ۸
۳) ۴ ۴) ۹

۵۹ یک مخزن نفت استوانه‌ای شکل به قطر ۶m، ارتفاع ۱۰m و ضریب انبساط طولی $1\times10^{-5} \frac{1}{k}$ در نظر بگیرید. در دمای $-10^\circ C$ فاصله‌ی سطح نفت داخل مخزن تا لبه مخزن ۵۰cm است. ضریب انبساط حجمی نفت $1\times10^{-3} \frac{1}{K}$ است. در چه دمایی نفت از مخزن لبریز می‌شود؟

۱) $40/9^\circ C$ ۲) $42/6^\circ C$ ۳) $44/3^\circ C$ ۴) $46/0^\circ C$

۶۰ در مقیاس دمای بنزن ($^\circ B$)، دمای یخ زدن C_6H_6 برابر $0^\circ B$ (معادل $5/5^\circ C$) و دمای جوش آن $100^\circ B$ (معادل $80/1^\circ C$) است. در این مقیاس دمایی، دمای جوش آب چقدر است؟

۱) $114^\circ B$ ۲) $121^\circ B$ ۳) $127^\circ B$ ۴) $133^\circ B$

۶۱ بنابر یکی از نظریه‌های موجود در مورد مبدأ عالم، جهان اولیه دارای چگالی $10^{15} \frac{g}{cm^3}$ و شعاع آن برابر فاصله کنونی زمین تا خورشید بوده است. اگر ماده موجود در عالم را متشکل از پروتون، نوترون و الکترون با تعداد مساوی در نظر بگیریم، مرتبه بزرگی تعداد ذرات تشکیل‌دهنده جهان کدامیک از گزینه‌های زیر می‌باشد؟

۱) 10^{73} ۲) 10^{76} ۳) 10^{79} ۴) 10^{82}

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۶۲ سطح آب یک حوض یخ بسته است. ضخامت لایه یخ d و عمق آب زیر یخ D است. دمای هوای بالای استخر بر حسب سانتیگراد θ_1 و دمای کف استخر θ_2 می‌باشد. اگر رسانندگی گرمایی یخ و آب به ترتیب k_1 و k_2 باشند. نسبت $\frac{d}{D}$ چقدر باشد تا مقادیر d و D ثابت بمانند؟ انتقال گرما از سطح بالایی یخ و کف استخر صورت می‌گیرد.

۱) $\frac{\theta_1 k_2}{\theta_2 k_1}$ ۲) $\frac{\theta_1 k_1}{\theta_2 k_2}$ ۳) $\frac{\theta_2 k_2}{\theta_1 k_1}$ ۴) $\frac{\theta_2 k_1}{\theta_1 k_2}$

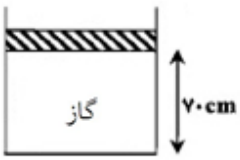
۶۳ یک ظرف محتوی یخ صفر درجه و ظرف دیگری محتوی آب جوش صد درجه موجود است. با یک میله رسانای استوانه‌ای شکل مسی دو ظرف را بهم وصل می‌کنیم. سطح جانبی میله عایق‌بندی شده است به طوری که گرما از سطح جانبی آن به محیط منتقل نمی‌شود. مشاهده می‌کنیم که یخ بعد از ۳۰ دقیقه ذوب می‌شود. اگر با میله آهنی همین تجربه را تکرار کنیم مشاهده می‌کنیم که یخ بعد از ۷۵ دقیقه ذوب می‌شود. اگر میله‌ها را به صورت سری برای انتقال گرما به‌کار بریم، یخ پس از چه مدتی ذوب می‌شود؟ سطح مقطع میله‌ها یکسان است.

۱) ۹۰ دقیقه ۲) ۱۰۵ دقیقه ۳) ۱۲۰ دقیقه ۴) ۱۳۵ دقیقه

۶۴ نصف یک ظرفی را از مایع A با چگالی ρ_A ونصف دیگر را از مایع B با چگالی ρ_B پر می‌کنیم. دو مایع با یکدیگر مخلوط می‌شوند و چگالی مخلوط $8\ \frac{g}{cm^3}$ است. اگر یک‌سوم ظرف را از مایع A و مابقی را از مایع B پر کنیم چگالی مخلوط $6\ \frac{g}{cm^3}$ می‌شود. چگالی هر یک از مایعات چند $\frac{g}{cm^3}$ است؟

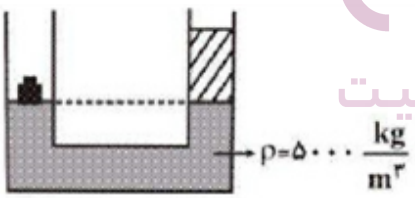
۱) ۶ و ۹ ۲) ۶ و ۱۰ ۳) ۵ و ۱۱ ۴) ۴ و ۱۲

۶۵ در شکل مقابل اصطکاک پیستون با دیواره‌ی استوانه ناچیز و وزن پیستون ۲۰۰ نیوتن و مساحت قاعده‌ی استوانه ۱۰۰ سانتی‌متر مربع و فشار هوای محیط یک اتمسفر است. اگر وزنه‌ای به وزن ۲۰۰ نیوتن روی پیستون قرار دهیم، پیستون چند سانتی‌متر پایین می‌رود؟ (دمای گاز ثابت است.)



۱) ۱۰ ۲) ۲۵ ۳) ۳۵ ۴) ۲۰

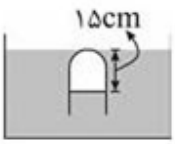
۶۶ در شکل زیر دو مایع مخلوط نشدنی، در یک لوله‌ی U شکل توسط یک وزنه‌ی ۱۵۰ گرمی که بر روی یک پیستون بدون اصطکاک و با جرم ناچیز قرار دارد، به حالت تعادل رسیده‌اند. اگر وزنه را برداریم، پیستون نسبت به حالت اولیه‌ی خود، چند سانتی‌متر جابه‌جا می‌شود تا دوباره حالت تعادل برقرار شود؟ (سطح مقطع پیستون $5\ cm^2$ است.)



۱) ۳ ۲) ۶ ۳) ۴/۵ ۴) ۷/۵

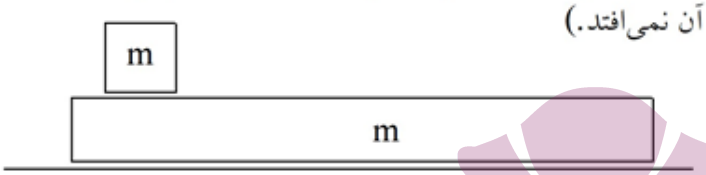
ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۶۷ مطابق شکل، لوله‌ی آزمایشی را در درون ظرف جیوه فرو می‌بریم. در این حالت فاصله‌ی سطح جیوه‌ی درون لوله تا ته لوله ۱۵cm است. لوله را چند سانتی‌متر از سطح جیوه بالا ببریم تا سطح جیوه‌ی داخل لوله با سطح جیوه‌ی داخل ظرف یکی شود؟ (تغییر دما و تغییر سطح جیوه‌ی داخل ظرف ناچیز و فشار هوای محیط ۷۵cmHg است، از خاصیت موئینگی صرف نظر شود.)



۱) ۱۸ ۲) ۳۲ ۳) ۲۴ ۴) ۳۳

۶۸ جعبه‌ای به جرم m روی جعبه‌ی دراز دیگری به جرم m قرار دارد. اصطکاک جعبه‌ی زیر با زمین ناچیز است، امّا دو جعبه با هم اصطکاک دارند. در لحظه‌ی $t = 0$ جعبه‌ی زیر ساکن است و جعبه‌ی رویی با سرعت v_0 نسبت به زمین حرکت می‌کند. کل کار نیروی اصطکاک روی جعبه‌ی بالایی از دید ناظر زمینی چقدر است؟ (فرض کنید جعبه‌ی پایینی آن قدر دراز است که جعبه‌ی بالایی از روی آن نمی‌افتد.)



۱) $-\frac{3}{8} m v_0^2$ ۲) $-\frac{1}{2} m v_0^2$

۳) $-\frac{1}{4} m v_0^2$ ۴) $-\frac{3}{4} m v_0^2$

۶۹ آب از آبشاری به ارتفاع ۱۰۰m به زمین فرو می‌ریزد. فرض کنید ضمن فرو ریختن آب ۱% آن تبخیر می‌شود، که همه‌ی گرمای لازم برای تبخیر آب از آب گرفته می‌شود. گرمای نهان تبخیر آب را ۲×۱۰^6 J/Kg، گرمای ویژه‌ی آب را ۴×۱۰^3 J/(Kg ° C)، و شتاب گرانش را ۱×۱۰^1 m / s² بگیرید. تغییر دمای آب به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

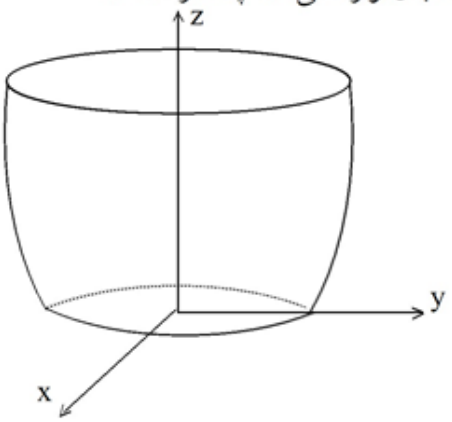
۱) ۵ °C ۲) - ۵ °C ۳) ۱۰ °C ۴) - ۱۰ °C

۷۰ مایعی به چگالی ρ کنار یک دیوار، به علّت چسبندگی، کمی از آن بالا می‌رود. مطابق شکل نقطه‌ی A نقطه‌ای درون مایع درست زیر سطح مایع است، طوری که ارتفاع آن از سطح مایع در فاصله‌ی دور از دیوار، h است. نقطه‌ی B در نزدیکی A و درست بالای سطح مایع است. شتاب گرانش g است. اختلاف فشار این دو نقطه، $P_A - P_B$ تقریباً برابر است با:

۱) ۰
۲) ρgh
۳) - ρgh

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۷۱ فنجانی مطابق شکل در نظر بگیرید. فرض کنید این فنجان از چرخاندن سهمی $z = \alpha x^{۲} - h$ در صفحه‌ی xz حول محور z ایجاد شده‌است، به طوری که بخش $z < ۰$ سهمی بریده شده و صفحه‌ی تختی کف آن چسبانده شده است. α و h مقادیر ثابت و مثبت هستند. ارتفاع فنجان H است. فنجان را با مایعی به چگالی ρ پر می‌کنیم. جرم مایع M و فشار هوای بیرونی $P_{۰}$ است. اندازه‌ی نیرویی که مایع به دیواره‌ی جانبی فنجان وارد می‌کند چه‌قدر است؟



۱) $Mg - \frac{\pi hH\rho g - P_{۰}\pi(H+h)}{\alpha}$

۲) $Mg - \frac{\pi h(H+h)\rho g - P_{۰}\pi(H+h)}{\alpha}$

۳) $Mg - \frac{\pi hH\rho g - P_{۰}\pi H}{\alpha}$

۴) $Mg - \frac{\pi h(H+h)\rho g - P_{۰}\pi h}{\alpha}$

۷۲ طول و عرض یک مستطیل با خط‌کشی با دقّت ۱mm اندازه‌گیری شده و این مقادیر گزارش شده‌است:

$a = ۲۰\,mm \pm ۱mm \quad b = ۱۰mm = \pm ۱\,mm.$

کدام گزینه مساحت مستطیل را به درستی نشان می‌دهد؟

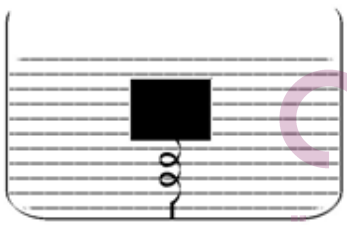
۱) $۲۰۰mm^{۲} \pm ۱mm^{۲}$

۲) $۲۰۰mm^{۲} \pm ۱۰mm^{۲}$

۳) $۲۰۰mm^{۲} \pm ۲۰mm^{۲}$

۴) $۲۰۰mm^{۲} \pm ۳۰mm^{۲}$

۷۳ درون ظرفی مقداری آب ریخته‌ایم. چگالی آب $\rho_{۰}$ است. جسمی به جرم M و چگالی $\rho_{۱}$ $(\rho_{۱} < \rho_{۰})$ به وسیله فنری که به کف ظرف متصل شده، نگه داشته شده‌است. فنر کشیده می‌شود ولی جسم از آب بیرون نمی‌آید. نیرویی که آب به کف ظرف وارد می‌کند $W_{۱}$ است. اگر به جای جسم قبلی جسم دیگری با همان جرم ولی چگالی بیش‌تر $\rho_{۲}$ $(\rho_{۲} > \rho_{۰})$ را به فنر ببندیم، فنر فشرده می‌شود ولی نه آن قدر که به کف ظرف بچسبد. در این حالت نیرویی که آب به کف ظرف وارد می‌کند $W_{۲}$ است. کدام گزینه درست است؟ در دو حالت مقدار آب یکسان است.



۱) $W_{۲} > W_{۱}$

۲) $W_{۲} = W_{۱}$

۳) $W_{۲} < W_{۱}$

۷۴ برای یک تخم‌مرغ معمولی متوسط جرم تخم‌مرغ را با M و جرم پوسته‌ی آن را با m نشان می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟ (راهنمایی: چگالی پوسته را تقریباً ۳ برابر چگالی آب بگیرید. تخم‌مرغ را به شکل کره، و ضخامت پوسته را ۰/۳mm بگیرید.)

۱) $M \cong ۶۰\,g$ و $m \cong ۲۰\,g$

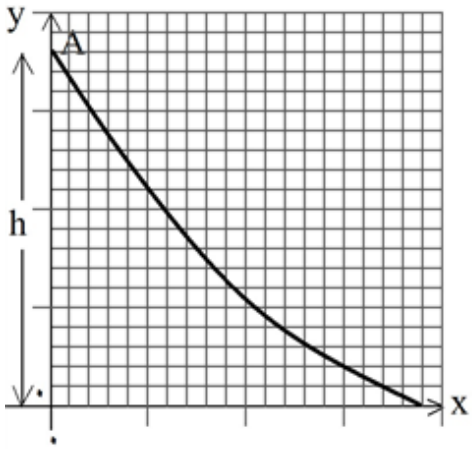
۲) $M \cong ۶۰\,g$ و $m \cong ۶\,g$

۳) $M \cong ۲۰۰\,g$ و $m \cong ۶\,g$

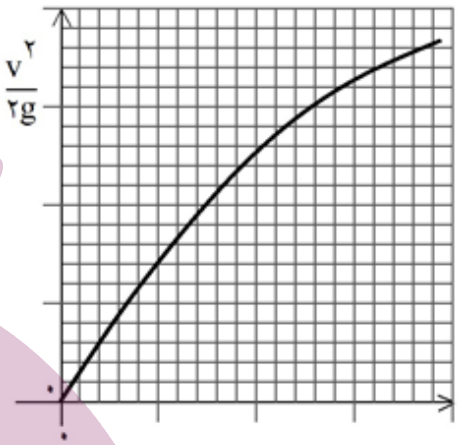
۴) $M \cong ۲۰۰\,g$ و $m \cong ۲۰\,g$

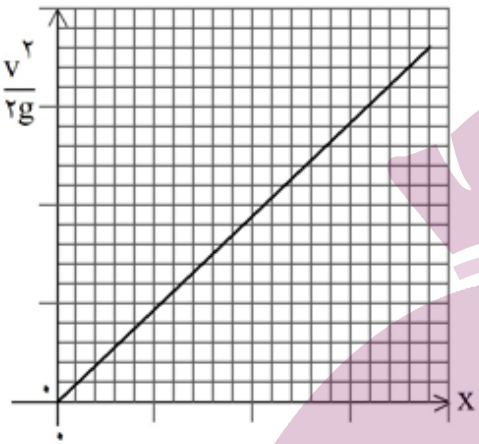
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

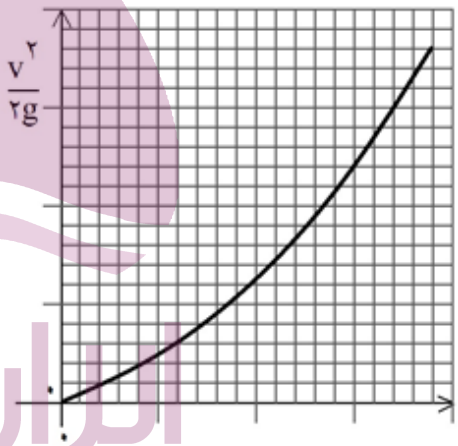
۷۵ شکل روبرو میله‌ی باریکی را نشان می‌دهد. شتاب گرانش در امتداد $y-$ است. مهره‌ی تسبیحی روی میله از نقطه‌ی $A = (0, h)$ ، با سرعت اولیه‌ی صفر رها می‌شود. اصطکاک ناچیز است.

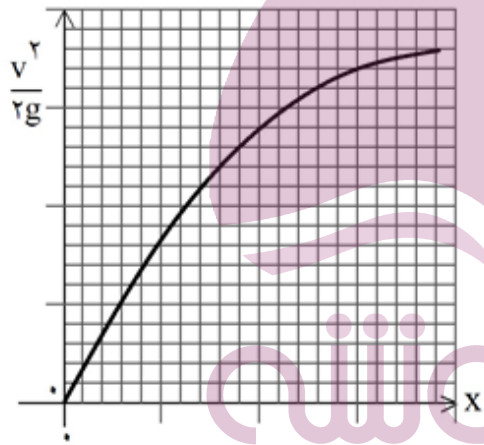


نمودار تغییرات $\frac{V^2}{2g}$ برحسب x کدام یک از شکل‌های زیر است؟ (U سرعت لحظه‌ای ذره است.)

۱)


۲)


۳)


۴)


۷۶ $60\ cm^3$ آب را روی کف زمین اتاقی به ابعاد $5m \times 4m \times 3m$ می‌ریزیم. پس از مدتی همه‌ی آب تبخیر می‌شود. فاصله‌ی متوسط بین دو مولکول مجاور آب پس از گذشتن زمان طولانی از تبخیر تقریباً چند برابر می‌شود؟

۱) ۱۰ برابر ۲) ۱۰۰ برابر ۳) ۱۰۰۰ برابر ۴) ۱۰۰۰۰ برابر

۷۷ توان الکتریکی یک لامپ کم‌مصرف، یک پنجم توان الکتریکی یک لامپ معمولی است، به شرطی که توان نوری تولیدی این دو لامپ را یکسان بگیریم. فرض کنید در ایران همه‌ی لامپ‌ها را از نوع معمولی به نوع کم‌مصرف تغییر دهند. توانی که به این خاطر صرفه‌جویی می‌شود، به کدام‌یک از این مقدارها نزدیک‌تر است؟

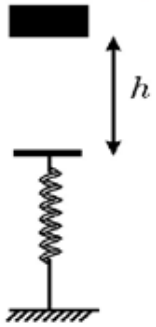
۱) $10^6\ W$ ۲) $10^{10}\ W$ ۳) $10^{14}\ W$ ۴) $10^{18}\ W$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۷۸ چگالی آب را ρ_w و چگالی برف را ρ_s بگیرید. نسبت $\frac{\rho_s}{\rho_w}$ به کدام عدد نزدیک‌تر است؟

۱) ۰/۹ ۲) ۰/۱ ۳) ۰/۰۱ ۴) ۱/۱

۷۹ جسمی به جرم m از ارتفاع h برروی فنر سبکی با ثابت k رها می‌شود. (g شتاب گرانش زمین است.) بیشینه‌ی سرعت جسم در طول مسیر هنگامی است که:



۱) جسم به فنر برخورد می‌کند.

۲) فنر به اندازه‌ی $\frac{mg}{k}$ فشرده شده است.

۳) فنر به اندازه‌ی $\frac{2mg}{k}$ فشرده شده است.

۴) فنر به اندازه‌ی $\sqrt{\frac{2mgh}{k}}$ فشرده شده است.

۸۰ انرژی پتانسیل الکتریکی یک کره‌ی رسانا به شعاع R و بار Q، دور از بارهای دیگر، برابر با $\frac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 R}$ است. اگر ۱۰۰۰ قطره‌ی کروی جیوه مشابه و با بار یکسان به هم بچسبند و یک قطره‌ی کروی بزرگ تشکیل دهند، نسبت انرژی الکتریکی قطره‌ی بزرگ به مجموع انرژی الکتریکی قطره‌های اولیه چه‌قدر خواهد بود؟ (در محاسبه‌ی مجموع انرژی قطره‌های کوچک، فرض کنید این قطره‌ها از هم دورند.)

۱) ۱ ۲) ۱۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۰۰۰

۸۱ برای باد کردن لاستیک دوچرخه‌ای از یک تلمبه استفاده می‌کنیم. حجم سیلندر این تلمبه $40cm^3$ است. می‌خواهیم با این تلمبه لاستیکی را باد بزنیم. پیش از باد زدن، حجم هوای درون لاستیک ۷۵ درصد حجم نهایی هوای درون لاستیک و فشار آن همان فشار هوای بیرون یعنی یک جو است. پس از باد زدن، حجم هوای درون لاستیک $2000cm^3$ و در این حالت مساحت محل تماس لاستیک با زمین، در اثر نیروی ۳۵۰N برابر $60cm^2$ است. از گرم شدن هوا در اثر تلمبه زدن چشم بپوشید. چند بار باید تلمبه بزنیم؟

۱) ۳۰ ۲) ۴۰ ۳) ۵۰ ۴) ۶۰

۸۲ دریاچه‌ای را در نظر بگیرید که سطح آن یخ زده است. فرض کنید دما در نقاط مختلف این دریاچه مستقل از زمان، و آب دریاچه هم ساکن است. کدام گزینه درست است؟

۱) حتماً همه‌ی دریاچه یخ زده است.

۲) دمای سطح بالایی دریاچه حتماً صفر درجه‌ی سلسیوس است.

۳) کلفتی یخ دریاچه حتماً ناچیز است.

۴) در هیچ جا ممکن نیست دمای آب دریاچه از چهار درجه‌ی سلسیوس بیش‌تر شود.

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۸۳ در ظرفی، مطابق شکل، تا ارتفاع h_0 آب ریخته‌ایم. در ته این ظرف دریچه‌ای قرار دارد که مساحت مقطع آن S است. همزمان با بازکردن دریچه، از بالا جریان آبی وارد ظرف می‌کنیم. حجم آب ورودی در واحد زمان D است. در اثر این کار، ارتفاع آب تغییر می‌کند و به مقدار h می‌رسد. کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست است؟

۱) h همواره بزرگ‌تر از h_0 است.

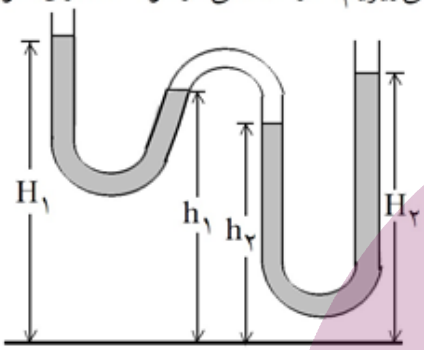
۲) h همواره کوچک‌تر از h_0 است.

۳) h متناسب است با $\frac{D}{S}$.

۴) h متناسب است با $\sqrt{\frac{D}{S}}$.

۵) h متناسب است با $\left(\frac{D}{S}\right)^2$.

۸۴ درون لوله‌ای مطابق شکل زیر، که در صفحه‌ی قائم قرار دارد، مقداری آب می‌ریزیم. در قسمتی از لوله مقداری هوا گیر افتاده است. ارتفاع سطح آزاد آب در قسمت‌های مختلف لوله، مطابق شکل، h_2 , h_1 , H_2 , H_1 است. کدام‌یک از گزینه‌های زیر الزاماً درست است؟



۱) $h_2 = h_1 < H_2 = H_1$

۲) $h_2 = h_1 = H_2 = H_1$

۳) $H_2 - h_2 = H_1 - h_1$

۴) $H_1 = H_2$ و در حالت کلی درباره‌ی $h_2 - h_1$ چیزی نمی‌توان گفت.

۸۵ فاصله‌ی پلوتون تا خورشید ۶×۱۰^{۹}km، فاصله‌ی زمین تا خورشید $۱/۵ \times ۱۰^{۸}$km و شعاع پلوتون ۱۰۰۰km است. فرض کنید همه‌ی نور خورشیدی که به پلوتون می‌رسد از آن بازمی‌تابد و به‌طور یکنواخت در فضا پخش می‌شود. شدت نور خورشید در سطح زمین را با I_1 و شدت نور خورشید بازتابیده از پلوتون در سطح زمین را با I_2 نشان می‌دهیم. (شدت نور یعنی توان نور تقسیم بر سطح عمود بر جهت تابش نور.) $\frac{I_2}{I_1}$ به کدام مقدار نزدیک‌تر است؟

۱) $۱۰^{-۸}$ ۲) $۱۰^{-۱۱}$ ۳) $۱۰^{-۱۴}$ ۴) $۱۰^{-۱۷}$

۵) $۱۰^{-۲۰}$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۸۶ طبق مشاهده، این واقعیت‌های تقریبی در مورد پستانداران دیده شده است. تعداد ضربان قلب همه‌ی پستانداران طی عمرشان یکسان است. تعداد ضربان بر زمان با توان مصرف شده بر جسم متناسب است. توانی که یک پستاندار مصرف می‌کند با جرم آن به توان $\frac{۳}{۴}$ متناسب است. جرم وال آبی ۲۰۰ تن و جرم یک پستاندار بسیار کوچک ۲ گرم است. نسبت عمر وال آبی به عمر آن پستاندار کوچک کدام است؟

۱) ۰/۰۱ ۲) ۰/۱ ۳) ۱ ۴) ۱۰

۵) ۱۰۰ ۶) ۱۰۰۰

۸۷ یک نفر که روی یک پله برقی ایستاده است، طی زمان $T_۱$ از پایین پله برقی به بالای آن می‌رسد. اگر پله برقی خاموش باشد و این شخص با سرعت v از روی پله برقی بالا برود، مدت $T_۲$ طول می‌کشد تا این شخص از پایین پله به بالای پله برسد. انرژی‌ای که این شخص در این حالت برای بالا رفتن صرف می‌کند با $E_۲$ نمایش می‌دهیم. در حالتی که پله برقی روشن است و شخص با سرعت v نسبت به پله برقی از آن بالا می‌رود، انرژی‌ای که شخص صرف می‌کند تا از پایین پله برقی به بالای آن برسد، $E_۳$ است. $\frac{E_۳}{E_۲}$ چه‌قدر است؟

۱) $\frac{T_۱}{T_۲}$ ۲) $\frac{T_۲}{T_۱}$ ۳) $\frac{T_۱}{T_۱ + T_۲}$ ۴) $\frac{T_۲}{T_۱ + T_۲}$

۸۸ روی یک گاری که در جاده‌ای افقی است، صندوقی قرار دارد. در زمان صفر، گاری و صندوق ساکن‌اند. گاری را هل می‌دهیم که در نتیجه گاری به حرکت درمی‌آید. صندوق هم مدتی روی گاری سر می‌خورد و سرانجام نسبت به گاری ساکن می‌شود. از کار نیروی اصطکاک بین گاری و زمین چشم می‌پوشیم. در زمان T، گاری و صندوق با سرعت یکسانی حرکت می‌کنند. کار نیروی خارجی (هل دادن) بین زمان صفر و T را با W، انرژی جنبشی گاری در لحظه‌ی T را با $K_۱$ و انرژی جنبشی صندوق در لحظه‌ی T را با $K_۲$ نمایش می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟

۱) $K_۱ + K_۲ < W$ ۲) $K_۱ + K_۲ = W$

۳) $K_۱ < W < K_۱ + K_۲$ ۴) $K_۱ = W$

۵) $W < K_۱$

۸۹ جسمی از ارتفاع h سقوط می‌کند. نیروی مقاومت هوای وارد بر این جسم متناسب با سرعت آن است. اگر اثر مقاومت هوا کم باشد، برای محاسبه‌ی کار مقاومت هوا می‌توان معادله‌ی حرکت ذره در حالت سقوط آزاد را به‌کار برد و نیروی مقاومت را با استفاده از همان سرعت در حالت سقوط آزاد (یعنی بدون مقاومت هوا) حساب کرد. فرض کنید چنین است. کار مقاومت هوا با h^{α} متناسب است. α کدام است؟

۱) ۲ ۲) $\frac{۳}{۲}$ ۳) ۱ ۴) $\frac{۱}{۲}$

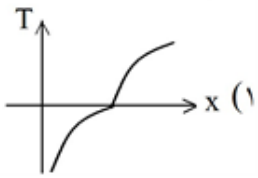
ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

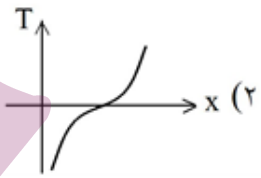
۹۰ گوی توپری به شعاع R از ارتفاع h روی یک سطح سخت می‌افتد و از روی صفحه‌ای که از مرکز گوی می گذرد، می‌شکند. برای شکستن گوی لازم است پیوند بین مولکول‌هایی که از هم دور می‌شوند بشکند و شکستن هر پیوند مقدار معینی انرژی لازم دارد که به جنس ماده مربوط است. برای گوی‌های هم‌جنس، کم‌ترین مقدار h برای شکستن گوی با R^{α} متناسب است. α چه‌قدر است؟

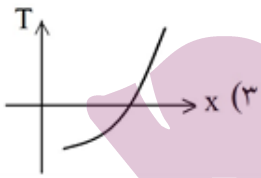
۱) -۲ ۲) -۱ ۳) ۰ ۴) ۱

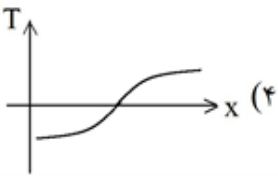
۵) ۲

۹۱ سطح یک دریاچه یخ زده است. عمق دریاچه را یکنواخت می‌گیریم و فرض می‌کنیم انتقال گرما بین دریاچه و محیط فقط از سطح و کف دریاچه انجام می‌شود. رسانندگی گرمایی یخ و آب را هم ثابت می‌گیریم. در وضعیتی که کلفتی یخ دریاچه در حال افزایش است، کدام‌یک از این گزینه‌ها ممکن است نمودار دما (T) برحسب فاصله از سطح دریاچه (x) باشد؟

۱) 

۲) 

۳) 

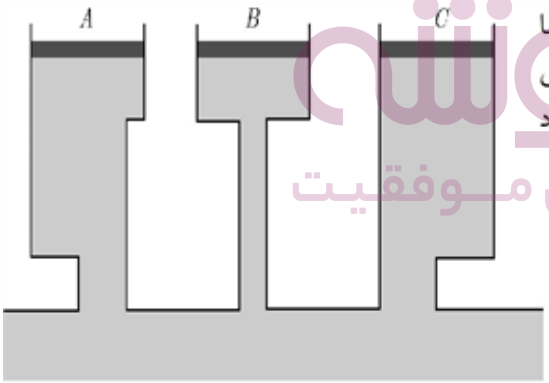
۴) 

۹۲ چگالی یک مایع تابع فشار است، به این شکل که $\frac{\rho - \rho_0}{\rho_0} = \frac{P - P_0}{B}$. در این‌جا ρ چگالی در فشار P، ρ_0 چگالی در فشار P_0 و B پارامتری به اسم مدول کپه‌ای است. برای آب، مدول کپه‌ای $۲ \times ۱۰^{۹}\ Pa$ است. چگالی آب در اقیانوس را با ρ_0 و چگالی آب در عمق $۱۰Km$ را با ρ نشان می‌دهیم. $\frac{\rho - \rho_0}{\rho_0}$ چه‌قدر است؟

۱) ۰/۰۰۰۵ ۲) ۰/۰۰۲ ۳) ۰/۰۱ ۴) ۰/۰۵

۵) ۰/۲ ۶) ۱

۹۳ در شکل زیر با بالا بردن پیستون‌ها، آب تا ارتفاع معینی در لوله‌ها بالا آمده است. پیستون‌ها سبک، بدون اصطکاک و هم‌اندازه‌اند. برای نگه داشتن پیستون‌ها در همان ارتفاع باید نیروی F به آن‌ها وارد کنیم. کدام گزینه درست است؟



۱) $F_B < F_A < F_C$

۲) $F_A = F_B = F_C \neq ۰$

۳) $F_A = F_B > F_C$

۴) $F_A = F_B = F_C = ۰$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۹۴ مقداری گاز داخل یک ظرف دربسته‌ی مکعب شکل قرار دارد. در صورتی که بدون تغییر دما، ابعاد این ظرف دو برابر شود، نیروی وارد بر هر سطح ظرف چند برابر خواهد شد؟

۱) $\sqrt{۲}$ ۲) $\frac{۱}{\sqrt{۲}}$ ۳) ۲ ۴) $\frac{۱}{۲}$

۵) ۴ ۶) $\frac{۱}{۸}$

۹۵ کدام گزینه درست است؟

۱) هر جسم جامدی را در هر فشاری که گرم کنیم، ابتدا ذوب می‌شود و سپس می‌جوشد.

۲) بعضی از جامدات در هر فشاری در اثر گرم شدن ابتدا ذوب می‌شوند و سپس می‌جوشند، برخی در هر فشاری مستقیما بخار (تصعید) می‌شوند.

۳) هر جامدی در اثر گرم شدن، اگر فشار محیط از حدی کمتر باشد، ابتدا ذوب می‌شود و سپس می‌جوشد و اگر فشار محیط از آن حد بیشتر باشد، مستقیماً تصعید می‌شود.

۴) هر جامدی در اثر گرم شدن، اگر فشار محیط از حدی کمتر باشد، مستقیماً تصعید می‌شود و اگر فشار محیط از آن حد بیشتر باشد، ابتدا ذوب می‌شود و سپس می‌جوشد.

۹۶ کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست است؟

۱) حالت A مایع و حالت B جامد است.

۲) حالت B مایع و حالت A جامد است.

۳) فقط از روی نمودار معلوم نیست که A یا B کدام جامدند، بلکه به نوع ماده بستگی دارد.

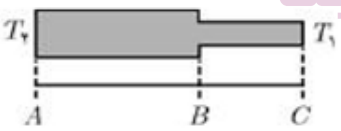
۹۷ کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست است؟

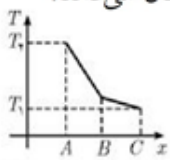
۱) در هر دمای دلخواه، ممکن است که هر یک از دو حالت A و B ماده یا هر دو با بخار در حال تعادل باشند.

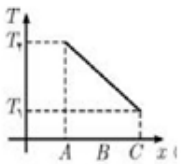
۲) به غیر از دمای نقطه‌ی O در هر دمایی فقط یکی از حالت‌های A یا B ماده ممکن است که با بخار در حال تعادل باشد و بخش‌های $a_۱o$ و $ob_۲$ نمودار عملاً به وقوع نمی‌پیوندند.

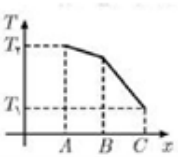
۳) به غیر از دمای نقطه‌ی O در هر دمایی فقط یکی از حالت‌های A یا B ممکن است که با بخار در حال تعادل باشد و بخش‌های $b_۱o$ و $oa_۲$ عملاً به وقوع نمی‌پیوندند.

۹۸ دو میله‌ی یکنواخت مسی با سطح مقطع‌های متفاوت مطابق شکل زیر، به یکدیگر وصل شده‌اند و دو انتهای مجموعه با دو منبع گرمایی که دماهای آن‌ها همواره $T_۱$ و $T_۲$ $(T_۲ > T_۱)$ است، در تماس‌اند. اطراف میله‌ها کاملاً عایق‌پوشی شده است. پس از گذشت مدت زمانی دمای هر نقطه‌ای از میله‌ها به مقدار ثابتی می‌رسد. کدام‌یک از نمودارهای زیر تغییرات دمای میله در طول محور را نشان می‌دهد؟



۱) 

۲) 

۳) 

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

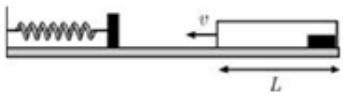
۹۹ طول دو میله آهنی و مسی در دمای θ به ترتیب l_1 و l_2 $(l_2<l_1)$ ضریب انبساط خطی آن‌ها α_1 و α_2 است. فرض کنید α_1 و α_2 مستقل از دمایند. کدام گزینه درست است؟

۱) اگر $l_2 \alpha_2 > l_1 \alpha_1$ باشد بیش ترین اختلاف طول آنها در دمای θ است.

۲) اگر $l_2 \alpha_2 > l_1 \alpha_1$ باشد، در هیچ دمایی اختلاف طول دو میله صفر نمی‌شود.

۳) اگر $l_2 \alpha_2 = l_1 \alpha_1$ باشد، دمای دیگری به جز θ وجود دارد که اختلاف طول آن‌ها در آن دما $l_2 - l_1$ شود.

۱۰۰ مطابق شکل، داخل جعبه‌ای جسمی به جرم m و به فاصله‌ی L از یک انتهای آن قرار دارد. جعبه همراه با جسم درون آن با سرعت V به سمت فنری در حرکت است. انتهای آزاد فنر را قبل از برخورد جعبه با آن مبدأ مختصات می‌گیریم. بعد از برخورد جعبه با فنر و بازگشت آن، جسم برای نخستین بار در نقطه‌ای به مختصه‌ی x ، با انتهای جعبه برخورد خواهد کرد. با چشم‌پوشی از کلیه‌ی اصطکاک‌ها، کدام گزینه درست است؟

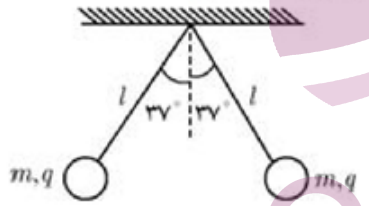


۱) $x=\frac{L}{2}$ ۲) $x>\frac{L}{2}$ ۳) $x<\frac{L}{2}$

۱۰۱ معادله‌ی مکان - زمان جسمی به جرم $2kg$ در SI به‌صورت $x=t^2-4t+6$ است. کار برآیند نیروهای وارد بر جسم در بازه‌ی زمانی $t_1=2s$ تا $t_2=5s$، چند ژول است؟

۱) ۶ ۲) ۷۲ ۳) ۱۸ ۴) ۳۶

۱۰۲ دو گلوله‌ی کوچک هریک به جرم m را به انتهای نخ‌هایی به طول l می‌بندیم و از نقطه‌ای از سقف می‌آویزیم. روی هریک از گلوله‌ها مقداری بار الکتریکی هم‌اندازه و همنام قرار داده‌ایم، طوری که به علت نیروی دافعه‌ی الکتریکی، در حالت تعادل گلوله‌ها مطابق شکل زیر از هم فاصله گرفته‌اند. یک عامل خارجی گلوله‌ها را به آرامی بالا می‌برد تا گلوله‌ها به زیر سقف برسند، طوری که نخ‌ها همواره کشیده باقی می‌مانند. این عامل خارجی، چه‌قدر کار انجام داده است؟ (انرژی پتانسیل دو بار پتانسیل q_1 و q_2 که به فاصله‌ی d از هم قرار دارند $k\frac{q_1 q_2}{d}$ است و $\sin 37^\circ = 0/6$)



۱) $1/24mgl$

۲) $2/14mgl$

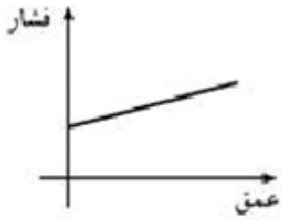
۳) $0/7mgl$

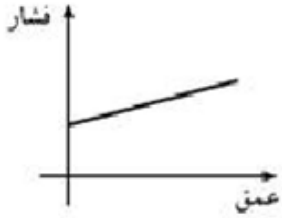
۴) $3/04mgl$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

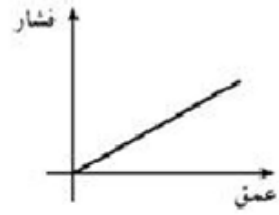
۱۰۳ چگالی مایع درون ظرفی با عمق تغییر می‌کند. بالای سطح مایع هوای آزاد قرار دارد. نمودار فشار برحسب عمق به کدام یک از شکل‌های زیر شبیه است؟

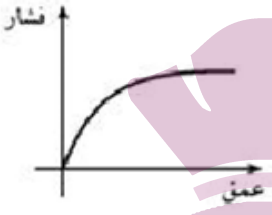
۱)

۲) 

۳) 

۴)

۵) 

۶) 

۱۰۴ دستگاهی از لایه‌ای از هوا به ضخامت ۲mm میان دو جداره‌ی بسیار نازک شیشه‌ای تشکیل شده است. اگر رسانش گرمایی شیشه و هوا به ترتیب $0/8 W/m\cdot ^\circ C$ و $0/025 W/m\cdot ^\circ C$ باشد، نسبت جریان گرما از شیشه‌ای به ضخامت ۴mm به جریان گرما از دستگاه یاد شده چقدر است؟ (مساحت شیشه و دستگاه، و نیز اختلاف دمای میان دو طرف آن‌ها برابر است.)

۱) $\frac{1}{16}$ ۲) ۱۶ ۳) $\frac{1}{32}$ ۴) ۳۲ ۵) $\frac{32}{5}$

۱۰۵ دو ظرف کروی به شعاع‌های R و ۲R را از آب با دمای معین پر می‌کنیم و آن‌ها را در یک دستگاه یخچال قرار می‌دهیم. آب درون ظرف کوچک‌تر پس از مدت T کاملاً یخ می‌زند. پس از چه مدتی آب درون ظرف بزرگ‌تر کاملاً یخ می‌زند؟ (از ظرفیت گرمایی ظرف‌ها در برابر ظرفیت گرمایی آب درون آن‌ها چشم‌پوشی کنید.)

۱) T ۲) ۲T ۳) ۴T ۴) ۸T

۱۰۶ سه ظرف استوانه‌ای A، B و C پر از آب هستند. مساحت مقطع این سه ظرف $S_A > S_B = S_C$، ارتفاع این سه ظرف $h_A = h_B < h_C$ و حجم ظرف C کم‌تر از حجم ظرف A است. این سه ظرف در هوای آزادند و آب آن‌ها به تدریج بخار می‌شود. زمان‌های لازم برای تبخیر، t_A، t_B و t_C هستند. کدام گزینه صحیح است؟

۱) $t_A > t_C > t_B$ ۲) $t_C > t_B > t_A$ ۳) $t_C > t_A = t_B$ ۴) $t_C = t_B > t_A$

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۱۰۷ در یک ظرف در بسته مقداری مایع و جامد آن، در تعادل گرمایی با هم هستند. فشار درون ظرف را زیاد می‌کنیم و دمای آن را ثابت نگاه می‌داریم. در این صورت:

۱) حتماً مقدار مایع زیاد می‌شود.

۲) حتماً مقدار جامد زیاد می‌شود.

۳) اگر چگالی مایع بیش از چگالی جامد باشد، مقدار مایع زیاد می‌شود.

۴) اگر چگالی مایع کمتر باشد، مقدار مایع زیاد می‌شود.

۱۰۸ در شکل زیر، نخست جعبه به کف ظرف چسبیده و آب زیر آن نفوذ نکرده است. در این حالت برآیند نیروهایی که آب به جعبه وارد می‌کند $\vec{F}_1$ است. جعبه را به آرامی تکان می‌دهیم تا آب زیر آن نفوذ کند و بماند. جعبه هم‌چنان در کف ظرف آب می‌ماند. در این حالت برایند نیروهایی که آب به جعبه وارد می‌کند $\vec{F}_2$ است. کدام گزینه درباره‌ی جهت $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ و مقدار آن‌ها (F_1 و F_2) درست است؟

۱) $\vec{F}_1$ به طرف پایین و $\vec{F}_2$ به طرف بالاست و $F_2 < F_1$.

۲) $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ هر دو به طرف بالا هستند و $F_1 = F_2$.

۳) $\vec{F}_1$ به طرف پایین و $\vec{F}_2$ به طرف بالاست و $F_2 = 2F_1$.

۴) $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ هر دو به طرف پایین هستند و $F_1 = F_2$.

۵) $\vec{F}_1$ به طرف پایین است و $F_2 = 0$.

۱۰۹ ابعاد دو سد مشابه است و ارتفاع آب پشت آن‌ها هم یکی است. حجم آب دریاچه‌ی پشت یکی از این سدها V و دیگری ۲V است. چگالی آب هر دو دریاچه $1000\ Kg/m^3$ است. کدام گزاره در مورد نیرویی که آب پشت هر سد بر آن وارد می‌کند، درست است؟

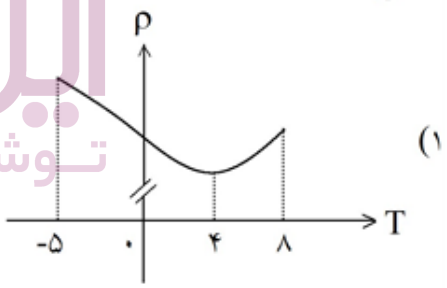
۱) بر سدی که دریاچه‌ی بزرگ‌تری دارد، نیروی دو برابر وارد می‌شود.

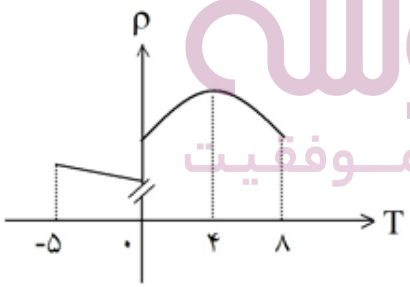
۲) بر سدی که دریاچه‌ی کوچک‌تری دارد، نیروی بیشتری وارد می‌شود.

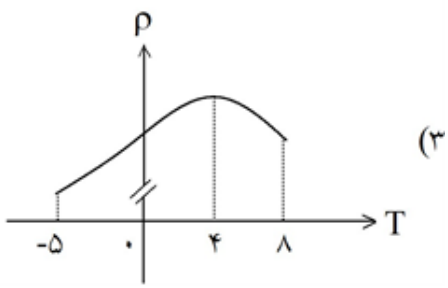
۳) بر سدی که دریاچه‌ی بزرگ‌تری دارد، اندکی بیشتر نیرو وارد می‌شود.

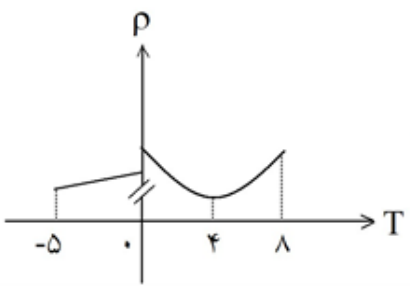
۴) نیروی وارد بر هر دو سد، یکسان است.

۱۱۰ یک کیلوگرم آب ۸° را سرد می‌کنیم تا به یخ ۵°- تبدیل شود. کدام گزینه برای تغییرات چگالی آن برحسب دما صحیح است؟

۱)


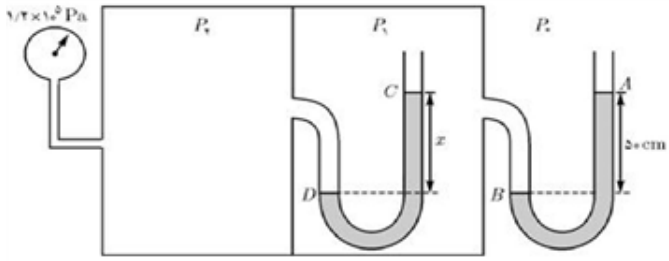
۲)


۳)


۴)


ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۱۱۱ فشار هوای جو را $10^5 Pa$ و چگالی آب را $10^3 \frac{kg}{m^3}$ فرض کنید. مقدار x چند سانتی‌متر است؟



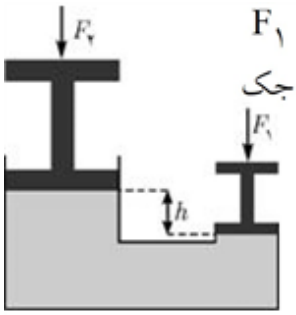
۱) ۱۵۰ ۲) ۲۵۰
۳) ۱۰۰ ۴) ۶۰

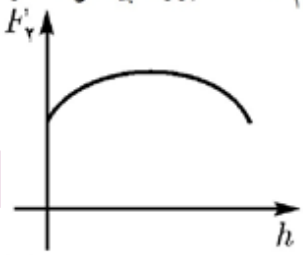
۱۱۲ یک ظرف شامل مقداری آب است که روی آن مقداری روغن قرار دارد. آب و روغن را به هم می‌زنیم تا یک مخلوط معلق تقریباً یکنواخت آب . روغن به دست آید. نقطه‌ی A به فاصله‌ی مساوی از سطح بالایی روغن و کف ظرف است. پیش از به هم زدن مخلوط فشار نقطه‌ی A برابر P بوده است. پس از تشکیل مخلوط معلق، فشار همین نقطه 'P می‌شود. کدام گزینه درست است؟

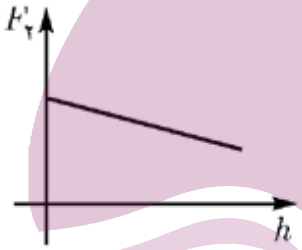
۱) حتماً P'<P ۲) حتماً P'>P ۳) P'=P

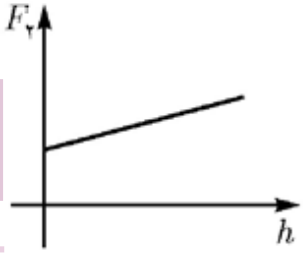
۴) اگر پیش از هم زدن، نقطه‌ی A در روغن باشد، P'>P اگر پیش از هم زدن، نقطه‌ی A در آب باشد، P'<P است.

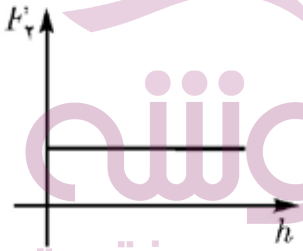
۱۱۳ شکل مقابل، طرح‌واره‌ای از یک جک روغنی است. بر پیستون طرف راست نیروی ثابت F_1 وارد می‌شود. فاصله‌ی پایین دو پیستون h است. نمودار F_2 بر حسب h ، برای تعادل جک کدام است؟ (وزن پیستون‌ها را در مقایسه با بقیه‌ی نیروها ناچیز بگیرید.)



۱)


۲)


۳)


۴)


۱۱۴ یک تکه چوب روی سطح آب درون یک ظرف شناور است. در ظرف را می‌بندیم و فشار هوای درون ظرف را زیاد می‌کنیم. کدام گزینه درست است؟

۱) چوب نه بالا و نه پایین می‌رود.

۲) چوب بالاتر می‌رود.

۳) چوب پایین‌تر می‌رود.

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۱۱۵ ظرفیت گرمایی هر جسم برابر با حاصل‌ضرب جرم در گرمای ویژه‌ی آن است. ظرفیت گرمایی مایع A برابر C_A ظرفیت گرمایی جسم B برابر C_B است. برای حل کردن B در A بدون تغییر دما، گرمای Q لازم است (اگر فرایند انحلال گرماگیر باشد، Q مثبت است و اگر فرایند انحلال گرمازا باشد، Q منفی است). ظرفیت گرمایی محلول، C است. کدام گزینه در مورد C درست است؟

۱) اگر $Q>0$، حتماً $C>C_A+C_B$.

۲) اگر $Q<0$، حتماً $C>C_A+C_B$.

۳) اگر Q نسبت به دما صعودی باشد، حتماً $C>C_A+C_B$.

۴) اگر Q نسبت به دما نزولی باشد، حتماً $C>C_A+C_B$.

۱۱۶ درون سه زودپز یکسان A، B و C مقدار مساوی آب می‌ریزیم. در زودپز A را محکم می‌کنیم. در زودپز B را می‌بندیم اما آن را محکم نمی‌کنیم. در زودپز C را نمی‌گذاریم. سه زودپز را روی شعله‌های یکسانی می‌گذاریم. آب کدام‌یک زودتر جوش می‌آید؟

۱) A ۲) B ۳) C ۴) هر سه با هم جوش می‌آیند.

۱۱۷ دو جانور چهارپا تقریباً باهم متشابه‌اند. قد یکی ازآن‌ها دو برابر قد دیگری است. نسبت قطر پای این دو جانور چه‌قدر باشد تا فشار وارد بر پاهای آن دو یکی باشد؟

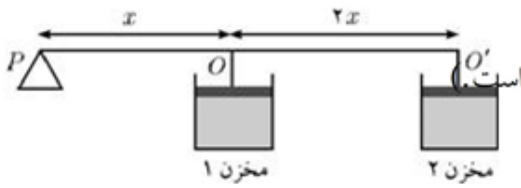
۱) ۱ ۲) $\sqrt{2}$ ۳) ۲ ۴) $\sqrt{8}$

۵) ۴

۱۱۸ اخترشناسان شعاع جهان قابل رؤیت را 10^{10} سال نوری تخمین زده‌اند. برآوردشده است که در جهان حدود 10^{11} کهکشان و در هر کهکشان حدود 10^{11} ستاره مانند خورشید وجود دارد. چگالی متوسط جهان برحسب $\frac{kg}{m^3}$ به کدام‌یک از اعداد زیر نزدیک‌تر است؟ (جرم خورشید را $2\times10^{30}\,kg$ و سرعت نور را $3\times10^{8}\,\frac{m}{s}$ بگیرید.)

۱) 10^{-38} ۲) 10^{-32} ۳) 10^{-26} ۴) 10^{-20}

۱۱۹ در شکل زیر، مقداری گاز کامل در دما و فشار یکسان درون مخزن‌های ۱ و ۲ در زیر پیستون‌های سبک محبوس است. میله‌ای در نقطه‌های O و O' به پیستون‌ها متصل است و می‌تواند حول تکیه‌گاه P بچرخد. اگر دمای مخزن ۱ را $60^\circ C$ اضافه کنیم، دمای مخزن ۲ چه‌قدر باید تغییر کند، تا میله افقی باقی بماند؟ (از جرم میله چشم بپوشید. برای یک میله‌ی در حال تعادل، گشتاور $\left(\sum \vec{r_i}\times\vec{F_i}\right)$ برابر صفر است که $\vec{r_i}$ بردار مکان نقطه اثر نیروی $\vec{F_i}$ نسبت به یک مبدا دلخواه است.)

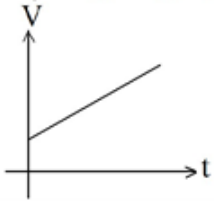


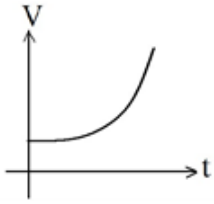
۱) ۲۰ درجه افزایش یابد. ۲) ۲۰ درجه کاهش یابد.

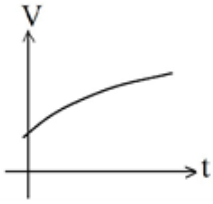
۳) ۶۰ درجه کاهش یابد. ۴) ۴۰ درجه کاهش یابد.

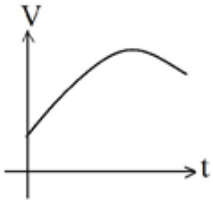
ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۱۲۰ فرض کنید بیشینه‌ی توان مفید یک ماشین P در سرعت‌های کم فقط تابع سرعت آن V است. فرض کنید این بستگی به شکل $P = \alpha V^2$ است که α مقدار ثابتی است. این ماشین با توان بیشینه بالا می‌رود. نمودار سرعت بر حسب زمان t برای این ماشین کدام است؟

۱) 

۲) 

۳) 

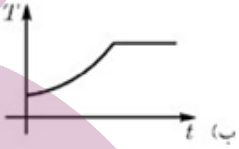
۴) 

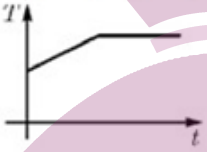
۱۲۱ جسمی در $t = 0$ از حالت سکون شروع به حرکت می‌کند. اگر در طول حرکت توان کل داده شده به جسم ثابت باشد، سرعت جسم:

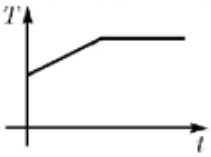
۱) متناسب با زمان است.
۲) متناسب با جذر زمان است.
۳) ثابت است.
۴) متناسب با مربع زمان است.

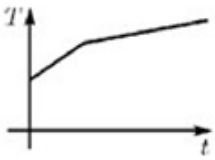
۱۲۲ یک کتری آب را روی اجاق می‌گذاریم. شعله‌ی اجاق تقریباً ثابت است. با فرض این که مقدار آبی که قبل از جوشیدن آب تبخیر می‌شود ناچیز باشد، کدام‌یک از نمودارهای زیر به نمودار دمای آب T بر حسب زمان t نزدیک‌تر است؟

۱)

۲) 

۳) 

۴) 

۵) 

۱۲۳ یک مکعب چوبی به ضلع ۱m روی آب شناور است. ارتفاع بخش بیرون از آب مکعب ۲۰cm است. فشار جو را 10^5 Pa بگیرید. نیرویی که آب براین مکعب وارد می‌کند، چقدر است؟

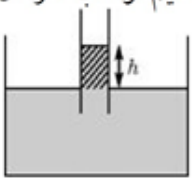
۱) ۸۰۰۰N
۲) ۱۰۸۰۰۰N
۳) ۲۰۸۰۰N
۴) ۴۴۰۸۰۰N

۱۲۴ فشار هوا در سطح زمین، P_0 در ارتفاع h_1 از سطح زمین، P_1، و در ته چاهی به عمق h_2، P_2 است. اگر دما زیاد شود P_0 ثابت بماند:

۱) P_1 و P_2 هر دو کم می‌شوند.
۲) P_1 کم و P_2 زیاد می‌شود.
۳) P_1 زیاد و P_2 کم می‌شود.
۴) P_1 و P_2 هر دو زیاد می‌شوند.

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۱۲۵ لوله‌ی موئینی را مطابق شکل زیر در آب فرو می‌بریم. در اثر این‌کار، آب تا ارتفاع h در لوله بالا می‌رود. علت این پدیده آن است که به خاطر تماس آب با سطح درونی لوله، نوعی انرژی پتانسیل در دستگاه بوجود می‌آید که مقدار آن از رابطه‌ی $E_1 = -\beta S$ به دست می‌آید. در این جا S مساحت جانبی ستون سایه زده شده و β ضریبی ثابت است، که به جنس لوله و مایع (در این مورد، آب) بستگی دارد. ستون آب بالا آمده، به جز انرژی E_1 یک انرژی پتانسیل گرانشی هم دارد که ناشی از بالا آمدن آب در لوله نسبت به سطح آب در ظرف است. حالت تعادل دستگاه جایی است که مجموع این دو انرژی کمینه شود. اکنون فرض کنید لوله‌ای به قطر d را در آب فرو کنیم و آب در آن به ارتفاع h، نسبت به سطح آب ظرف، بالا رود. اگر لوله‌ای از همان جنس و با قطر $2d$ در آب فرو کنیم، آب تا چه ارتفاعی بالا می‌آید؟



۱) $\frac{h}{4}$ ۲) $\frac{h}{2}$ ۳) h ۴) $\sqrt{2}h$ ۵) $2h$

۱۲۶ جسمی به جرم m، مطابق شکل زیر روی سطح داخلی نیم‌کره‌ای به جرم M و به شعاع R قرار دارد. سطح نیم‌کره را بدون اصطکاک در نظر بگیرید. جرم m از نقطه‌ی A از حالت سکون رها می‌شود.

این مجموعه روی یک ترازو قرار دارد. عددی که ترازو نشان می‌دهد:

۱) ثابت و برابر $(M + m)g$ است.

۲) متغیر و بیش‌ترین مقدار آن $(M + m)g$ است.

۳) متغیر و بیش‌ترین مقدار آن $(M + 2m)g$ است.

۴) متغیر و بیش‌ترین مقدار آن $(M + 3m)g$ است.

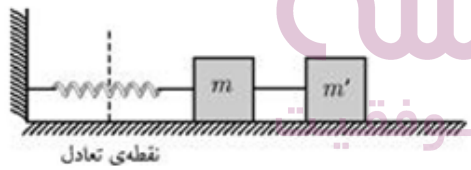
۱۲۷ تعدادی گلوله با سرعت‌های اولیه‌ی غیرصفر، هم‌زمان شروع به حرکت می‌کنند. این گلوله‌ها در مدت حرکتشان تحت اثر نیروهایی برابر، ثابت و در جهت عکس سرعتشان قرار دارند. کدام گلوله تا زمان توقف مسافت بیش‌تری می‌پیماید؟

۱) گلوله‌ای که جرمش از همه کم‌تر است. ۲) گلوله‌ای که جرمش از همه بیش‌تر است.

۳) گلوله‌ای که سرعتش از همه بیش‌تر است. ۴) گلوله‌ای که تکانهش از همه بیش‌تر است.

۵) گلوله‌ای که انرژی آن از همه بیش‌تر است.

۱۲۸ در شکل زیر m و m' با میله‌ی سبکی به هم متصل‌اند. دستگاه حول نقطه‌ی تعادل نوسان می‌کند. لحظه‌ای که جرم‌ها به دورترین فاصله از نقطه‌ی تعادل می‌رسند، جرم m' را جدا می‌کنیم. دامنه‌ی نوسان جرم m چه‌قدر می‌شود؟



۱) کم‌تر می‌شود.

۲) بیش‌تر می‌شود.

۳) تغییر نمی‌کند.

۴) بدون داشتن ثابت فنر و جرم‌ها نمی‌توان پاسخ داد.

۱۲۹ سطح یک تخته به ضخامت $30\,cm$ که بر سطح آب شناور است، حداقل چند مترمربع باید باشد تا اگر شخصی به جرم $60\,kg$ روی آن بایستد، خیس نشود؟ (چگالی تخته و آب به‌ترتیب $0/6\,g/cm^3$ و $1\,g/cm^3$ است.)

۱) $0/2$ ۲) $0/3$ ۳) $0/4$ ۴) $0/5$

۱۳۰ در اندازه‌گیری سه طول مختلف، اعداد ۱۳/۶، ۲۲۳ و ۰/۰۸ سانتی‌متر به‌دست آمده است. حاصل‌جمع این سه طول کدام‌یک از مقادیر زیر است؟

۱) ۲۳۶ ۲) ۲۳۶/۶۸ ۳) ۲۳۶/۷ ۴) ۲۳۷

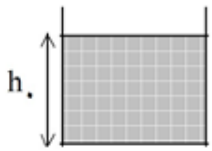
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۱۳۱ ارتفاع تابی نسبت به زمین از ۰/۵m تا ۲m تغییر می‌کند. حداکثر سرعت تاب برابر است با:

۱) $۵/۴\frac{m}{s}$ ۲) $۷/۷\frac{m}{s}$

۳) $۲۹/۴\frac{m}{s}$ ۴) بستگی به جرم محتویات تاب دارد.

۱۳۲ مطابق شکل زیر، مایعی به ضریب انبساط حجمی a درون ظرفی شیشه‌ای به ضریب انبساط حجمی k قرار دارد. دمای ظرف و مایع داخل آن به اندازه‌ی $\Delta\theta$ بالا می‌رود. اگر ارتفاع اولیه‌ی مایع درون ظرف $h_۰$ باشد، خواهیم داشت $h = h_۰(۱ + b\Delta\theta)$ به طوری‌که:



۱) $b \cong a - k$ ۲) $b \cong a - \frac{۲}{۳}k$

۳) $b \cong a$ ۴) $b \cong a + \frac{k}{۳}$

۱۳۳ یک دماسنج جیوه‌ای را به این شکل مدرج می‌کنیم که نقطه‌ی ذوب یخ را صفر و نقطه‌ی جوش آب را صد قرار دهیم و بین آن‌ها را به صد قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم. حال دماسنج دیگری را که در آن مایع غیرمشخص است به کمک این دماسنج جیوه‌ای مدرج می‌کنیم. به این ترتیب که در مجاورت اجسام مختلف، هر دمایی را که دماسنج جیوه‌ای نشان می‌دهد، روی دماسنج جدید می‌نویسیم. کدام‌یک از احکام زیر درست است؟

۱) در دماسنج جدید نیز بین نقطه‌ی ذوب یخ و جوش آب به صد قسمت مساوی تقسیم شده است.

۲) ممکن است در دماسنج جدید فاصله‌ی درجات متوالی یکسان نباشد.

۳) ممکن است که دماسنج جدید دو دمای مختلف را در یک نقطه نشان دهد.

۴) موارد ۲ و ۳درست است.

۱۳۴ بیشینه‌ی توان نیروگاه شهید رجایی ۲۰۰۰MW است. فرض کنید بخواهیم همین توان را با شکافت هسته‌ای اورانیم تهیه کنیم. اورانیم طبیعی دو ایزوتوپ ^{۲۳۵}U با عدد جرمی ۲۳۵ و ^{۲۳۸}U با عدد جرمی ۲۳۸ دارد. ^{۲۳۵}U شکافت‌پذیر است و در اثر شکافت هر اتم ^{۲۳۵}U مقدار $۳\times۱۰^{-۱۱}J$ انرژی تولید می‌شود. این ایزوتوپ ۰/۷ درصد اورانیم طبیعی را تشکیل می‌دهد. جرم اورانیم طبیعی لازم برای تولید ۲۰۰۰MW توان طی یک سال به کدام مقدار زیر نزدیک‌تر است؟

۱) $۱۰^{۵}Kg$ ۲) $۱۰^{۳}Kg$ ۳) $۱۰Kg$ ۴) $۱۰^{-۱}Kg$

۵) $۱۰^{-۳}Kg$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۱۳۵ دو جسم یکسان با جرم $1kg$ به فنری بسته شده و روی میز بدون اصطکاکی قرار داده شده‌اند. معادله‌ی سرعت-زمان این دو جسم به صورت زیر است:

$$V_1 = 1 + 2\cos\left(\frac{t}{2}\right) \qquad V_2 = 1 - 2\cos\left(\frac{t}{2}\right)$$

در این رابطه‌ها سرعت برحسب $\frac{m}{s}$ و زمان برحسب s است. اگر در $t=0$ انرژی پتانسیل ذخیره شده در فنر صفر باشد، حداکثر انرژی پتانسیل ذخیره شده در فنر چه‌قدر است؟

۱) $5J$ ۲) $4J$ ۳) صفر ۴) $-4J$ ۵) $-5J$

۱۳۶ در تهران حدود دو میلیون خودرو داریم. هنگام تاریکی هوا، خودروها چراغ‌های خود را با توان متوسط $100W$ روشن می‌کنند. در موتور این خودروها با سوزاندن هر لیتر مواد سوختنی مقدار $4\times10^{7}J$ انرژی تولید می‌شود. بازده موتور خودروها حدود ۲۰ درصد است. اگر هر خودرو روزانه یک ساعت چراغ خود را روشن کند، افزایش مصرف روزانه‌ی مواد سوختنی خودروهای تهران به علت روشن‌کردن چراغ‌ها حدوداً چند لیتر است؟

۱) 10^{5} ۲) 10^{4} ۳) 10^{3} ۴) 10^{2}

۱۳۷ جسمی از انتهای یک فنر قائم، آویزان است. سر دیگر فنر ثابت است. جسم را طوری نگه می‌داریم که فنر نه کشیده و نه فشرده شود. از این حالت جسم را رها می‌کنیم. معادله‌ی حرکت جسم به شکل $y=b+c\cos(\omega t)$ است. در این‌جا y ارتفاع جسم از سطح زمین است و b،c و ω مقادیری ثابت‌اند. می‌دانیم شتاب لحظه‌ای هر جسمی برابر است با مشتق دوم مکان آن نسبت به زمان اندازه‌ی شتاب گرانش زمین را g و جهت مثبت را رو به بالا بگیرید. (یعنی شتاب جسمی که سقوط آزاد می‌کند $-g$ است.) شتاب این جسم در پایین‌ترین نقطه‌ی مسیرش چه‌قدر است؟

۱) $-2g$ ۲) $-g$ ۳) 0 ۴) g ۵) $2g$

۱۳۸ یک گاز کامل به حجم V_0 و فشار P_0 منبسط می‌شود به طوری که فشار آن (P) بر حسب حجم آن (V) به شکل $P=P_0-\alpha(V-V_0)$ است، که α یک ثابت مثبت است. برای آن‌که دمای این گاز در این فرایند همواره کم شود، لازم است:

۱) $\alpha>\frac{P_0}{V_0}$ ۲) $\alpha>\frac{2P_0}{V_0}$ ۳) $\alpha<\frac{P_0}{V_0}$ ۴) $\alpha<\frac{2P_0}{V_0}$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

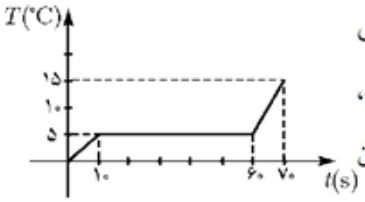
۱۳۹ یک مکعب مسی را درون مقداری آب که از آن گرم‌تر است، می‌اندازیم. جرم مکعب و آب مساوی و انرژی هدر رفته ناچیز است. کدام گزینه درست است؟

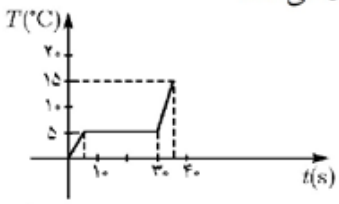
۱) قدرمطلق تغییر انرژی درونی مس و آب برابر و قدرمطلق تغییر دمای آن‌ها هم برابر است.
۲) قدرمطلق تغییر انرژی درونی مس و آب نابرابر و قدرمطلق تغییر دمای آن‌ها برابر است.
۳) قدرمطلق تغییر انرژی درونی مس و آب برابر و قدرمطلق تغییر دمای آن‌ها نابرابر است.
۴) قدرمطلق تغییر انرژی درونی مس و آب نابرابر و قدرمطلق تغییر دمای آن‌ها نابرابر است.

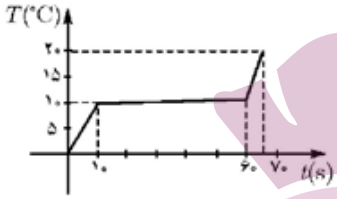
۱۴۰ در یک مخلوط آب و الکل، نسبت جرم الکل به جرم مخلوط کسر جرمی الکل نامیده می‌شود. نقطه‌ی جوش مخلوط آب و الکل به کسر جرمی الکل بستگی دارد. اگر کسر جرمی الکل در مخلوط از مقدار معین x کم‌تر باشد، با افزایش کسر جرمی الکل، نقطه‌ی جوش مخلوط کم می‌شود. ضمناً کسر جرمی الکل در بخار حاصل از مخلوط آب و الکل بیش تر از کسر جرمی الکل در مخلوط است. یک مخلوط آب و الکل در نظر بگیرید که کسر جرمی الکل آن کمتر از xاست. این مخلوط را می‌جوشانیم. با گذشت زمان نقطه‌ی جوش مخلوط:

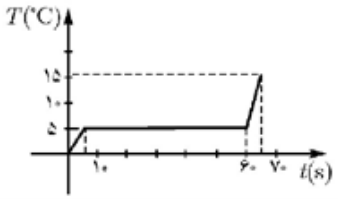
۱) کم می‌شود. ۲) ثابت می‌ماند. ۳) زیاد می‌شود.

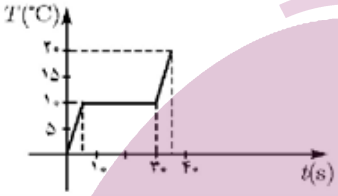
۱۴۱ به مقداری از یک ماده به جرم m با آهنگ ثابت، گرما می‌دهیم. نمودار تغییرات دمای آن، T ، بر حسب زمان، t ، مطابق شکل است. به جرم $\frac{m}{2}$ از همان ماده با همان دمای اولیه، با همان آهنگ قبلی، گرما می‌دهیم. کدام نمودار تغییرات دمای آن را بر حسب زمان نشان می‌دهد؟



۱)


۲)


۳)


۴)


۱۴۲ یک قالب یخ صفر درجه را به مقداری آب ۲۵ درجه اضافه می‌کنیم. دمای آب ۵ درجه کاهش می‌یابد. اگر یک قالب یخ دیگر درست مشابه قبلی به همان ظرف آب اضافه کنیم، دما چند درجه‌ی دیگر کاهش می‌یابد؟ (از تبادل گرمای یخ و آب با محیط چشم‌پوشی بپوشید.)

۱) ۵ درجه‌ی دیگر کاهش می‌یابد. ۲) دیگر کاهش نمی‌یابد.

۳) بیشتر از ۵ درجه کاهش می‌یابد. ۴) کمتر از ۵ درجه کاهش می‌یابد.

۱۴۳ روی دیواره‌ی لیوانی دو سوراخ در ارتفاع یکسانی از کف لیوان ایجاد کرده‌ایم. در حالی که روی سوراخ‌ها را با انگشت گرفته‌ایم، لیوان را پر از آب می‌کنیم. لیوان را رها می‌کنیم تا مجموعه با شتاب g سقوط آزاد کند. کدام گزینه در مورد شکل خارج شدن آب از سوراخ‌ها درست است؟

۱)

۲)

۳)

۴)

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۱۴۴ ظرفی استوانه‌ای با ارتفاع h از مایعی به چگالی ρ پر شده است. محور این استوانه قائم است. درون این ظرف هیچ هوایی وجود ندارد و ظرف کاملاً در بسته است. فشار محیط P_0 و شتاب گرانش g است. فشار در کف این ظرف چقدر است؟ (فشار در همه جای مایع مثبت است.)

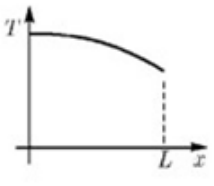
۱) حتماً ρgh است. ۲) حتماً P_0 است. ۳) حتماً $P_0+\rho gh$ است. ۴) حتماً از ρgh بیش‌تر است.

۱۴۵ یک دماسنج جیوه‌ای با خطهایی که $1mm$ از یکدیگر فاصله دارند، درجه‌بندی شده است. حجم مخزن جیوه V، سطح مقطع لوله‌ی مویین آن S و ضریب انبساط حجمی جیوه $\beta = 0/18 \times 10^{-3} \frac{1}{^\circ C}$ است. می‌خواهیم هر یک از درجات روی دماسنج معرف $0/1^\circ C$ باشد. انتخاب V و S مطابق کدام گزینه می‌تواند باشد؟

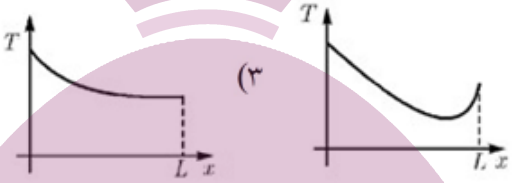
۱) $V = 1/1cm^3$ و $S = 0/02mm^2$ ۲) $V = 1/1cm^3$ و $S = 0/2mm^2$

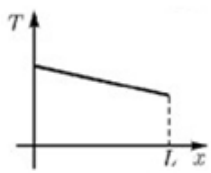
۳) $V = 0/5cm^3$ و $S = 0/2mm^2$ ۴) $V = 2cm^3$ و $S = 0/2mm^2$

۱۴۶ در یک لوله‌ی فلزی، آب جریان دارد. در ابتدای لوله $(x = 0)$ دمای آب $80^\circ C$ و در انتهای آن $(x = L)$ دمای آب $40^\circ C$ است. دمای هوای اطراف لوله $25^\circ C$ است. تغییرات دمای آب بر حسب x کدام است؟

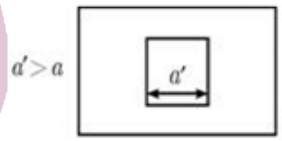
۱) 

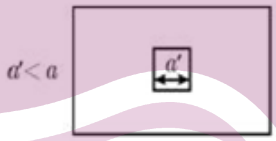
۲)

۳) 

۴) 

۱۴۷ درون صفحه‌ی فلزی مستطیل شکلی، حفره‌ای مربع‌شکل به ضلع a ایجاد می‌کنیم. اگر این صفحه را گرم کنیم، شکل حفره مطابق کدام گزینه خواهد بود؟

۱) 

۲) 

۳)

۴)

۱۴۸ جسمی به جرم $2kg$ را به فنری قائم با ثابت کشسانی $400 \frac{N}{m}$ می‌بندیم و آن را رها می‌کنیم تا نوسان کند. کدام گزینه درست است؟

۱) جسم حداکثر $5cm$ پایین می‌آید و به جای اول برمی‌گردد.

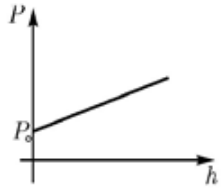
۲) جسم حداکثر $10cm$ پایین‌تر و $10cm$ بالاتر از نقطه‌ی اول می‌رود.

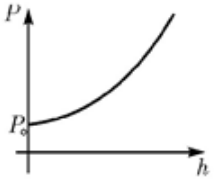
۳) جسم حداکثر $50cm$ پایین‌تر و $50cm$ بالاتر از نقطه‌ی اول می‌رود.

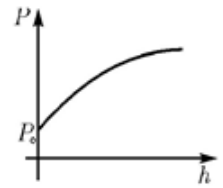
۴) جسم حداکثر $10cm$ پایین‌تر می‌رود و به جای اول برمی‌گردد.

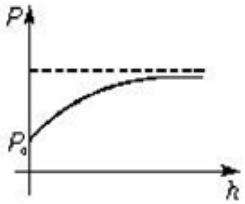
ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۱۴۹ رابطه‌ی فشار آب با عمق آن، در عمق‌های کم، به شکل $P = P_0 + ah$ است، که در آن P فشار، h عمق و P_0 و a دو عدد ثابت‌اند. در اقیانوس، که عمق آب کم نیست، نمودار تغییرات فشار بر حسب عمق چگونه است؟

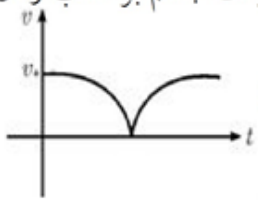
۱) 

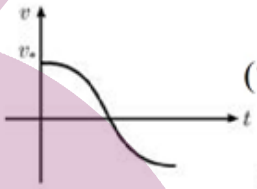
۲) 

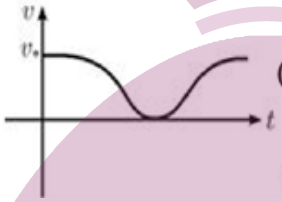
۳) 

۴) 

۱۵۰ جسمی که با سرعت V_0 روی یک سطح افقی بدون اصطکاک در حال حرکت است، مطابق شکل روبه‌رو با فنری برخورد می‌کند. کدام نمودار می‌تواند اندازه‌ی سرعت جسم برحسب زمان را نشان دهد؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴)

۱۵۱ حباب هوایی از کف استخری به عمق ۴m بالا می‌آید و به سطح آب می‌رسد. حباب در کف استخر به شکل کره‌ای به شعاع a_0 و در سطح آب به شکل نیم‌کره‌ای به شعاع a است. فشار هوای محیط $۱۰^5 Pa$، چگالی آب $۱۰^3 \frac{kg}{m^3}$ و $g=۱۰ \frac{m}{s^2}$ و تغییرات دمای آب استخر ناچیز است. نسبت $\frac{a}{a_0}$ به کدام‌یک از اعداد زیر نزدیک‌تر است؟

۱) ۰/۷ ۲) ۰/۹ ۳) ۱/۱ ۴) ۱/۴

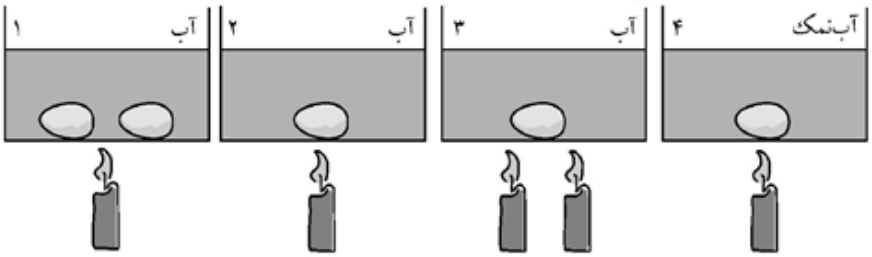
۱۵۲ به مقداری یخ در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس مقداری نمک طعام با همین دما اضافه می‌کنیم. کدام‌یک از اتفاق‌های زیر رخ می‌دهند؟

۱) یخ شروع به ذوب شدن می‌کند و دمای مجموعه زیاد می‌شود.
۲) یخ شروع به ذوب شدن می‌کند و دمای مجموعه کم می‌شود.
۳) دمای مجموعه کم می‌شود و یخ ذوب نمی‌شود.
۴) دمای مجموعه زیاد می‌شود و یخ ذوب نمی‌شود.

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۱۵۳ مطابق شکل، چهار ظرف یکسان داریم که در سه تا از آن‌ها آب و در چهارمی محلول آب و نمک می‌ریزیم. هر چهار ظرف را روی شعله می‌گذاریم تا محتوایش به جوش بیاید.

شعله‌های زیر ظروف شماره‌های ۱، ۲ و ۴ یکسان و شعله‌ی ظرف ۳ از آن‌ها بزرگ‌تر است. پس از به جوش آمدن مایعات، در ظرف شماره‌ی ۱ دو تخم‌مرغ و در سه ظرف دیگر هر یک، یک تخم‌مرغ می‌اندازیم و از این لحظه زمان می‌گیریم. زمان پخته شدن تخم‌مرغ‌ها را به ترتیب t_1 تا t_4 می‌گیریم. فرض کنید تخم‌مرغ‌ها یکسان‌اند و در اثر انداختن آن‌ها در ظرف، مایع درون ظرف از جوشیدن نمی‌افتد. کدام گزینه درست است؟



۱) $t_1=t_2=t_3=t_4$

۲) $t_1>t_2>t_3>t_4$

۳) $t_1>t_2=t_3>t_4$

۴) $t_1=t_2=t_3>t_4$

۵) $t_1=t_2>t_3<t_4$

۶) $t_1=t_2=t_3<t_4$

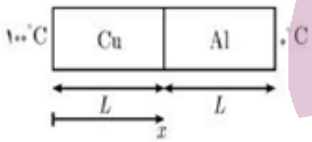
۱۵۴ یک ظرف محتوی آب صفر درجه را از بالا بر اثر تابش به آرامی گرم می‌کنیم. پس از مدتی دمای سطح آب به $10^\circ C$ می‌رسد، اما قسمت‌های پایینی آن سردتر از این دما باقی مانده‌اند. کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست است؟

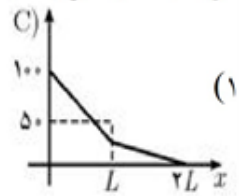
۱) در پایین‌ترین قسمت ظرف، آب صفر درجه می‌تواند وجود داشته باشد.

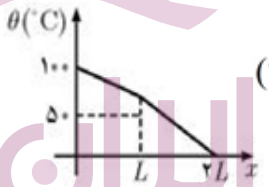
۲) در هیچ جای ظرف آب صفر درجه نمی‌تواند وجود داشته باشد.

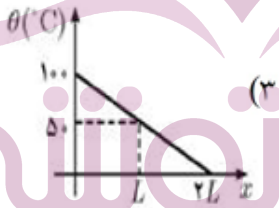
۳) آب صفر درجه کمی بالاتر از کف ظرف می‌تواند وجود داشته باشد.

۱۵۵ دو میله‌ی مسی و آلومینیمی با ابعاد یکسان را مطابق شکل زیر به یکدیگر متصل می‌کنیم. به طوری که دو میله به خوبی در تماس گرمایی باهم باشند. دمای دو انتها میله همواره در دماهای نشان داده شده ثابت نگه داشته می‌شوند. مس بیش از آلومینیم رسانای گرماست و اطراف میله‌ها از نظر گرمایی عایق‌پوشی شده است. کدام‌یک از گزینه‌های زیر، نمودار تغییرات دما را برحسب فاصله‌ی x، در طول میله در شرایط ثابت (پایدار) درست نشان می‌دهد؟



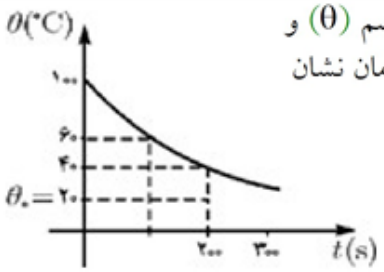
۱)


۲)


۳)


ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۱۵۶ میزان گرمایی که یک جسم داغ در هر ثانیه از دست می‌دهد، به تفاوت دمای جسم (θ) و دمای محیط (θ_0) بستگی دارد. نمودار مقابل تغییرات دمای جسم را نسبت به زمان نشان می‌دهد. با توجه به نمودار، کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست است؟

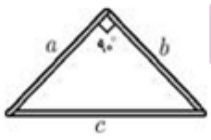


۱) گرمایی که جسم در ۱۰۰ ثانیه‌ی اول از دست داده، برابر گرمایی است که در ۱۰۰ ثانیه‌ی دوم از دست داده است.
۲) میزان از دست دادن گرما در ۱۰۰ ثانیه‌ی اول، ۲ برابر گرمایی است که در ۱۰۰ ثانیه‌ی دوم از دست داده است.
۳) دمای جسم پس از ۳۰۰ ثانیه برابر دمای محیط می‌شود.
۴) گرمایی که جسم در ۱۰۰ ثانیه‌ی اول از دست می‌دهد، برابر با گرمایی است که از لحظه‌ی ۱۰۰ ثانیه به بعد از دست خواهد داد.

۱۵۷ یک مخزن مکعب شکل که دارای آب داغ است، در هر ثانیه ۱۵۰۰J گرمای خود را به محیط اطراف می‌دهد. اگر تمام سطوح مخزن را با نوعی ماده‌ی عایق بپوشانیم، میزان از دست دادن گرما به ۶۰J در ثانیه می‌رسد. اگر تنها یکی از سطوح مخزن را عایق‌بندی نکنیم، در هر ثانیه چند ژول گرما از دست خواهد رفت؟ (دمای آب درون مخزن و محیط ثابت فرض می‌شوند. در نظر بگیرید که انتقال گرما تنها از طریق سطوح مخزن انجام می‌شود و افقی یا قائم بودن سطوح تأثیری بر میزان انتقال گرما ندارد.)

۱) ۵۰ ۲) ۲۵۰ ۳) ۳۰۰ ۴) ۳۶۰

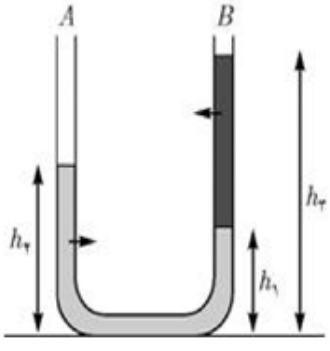
۱۵۸ سه میله A و B و C مطابق شکل به هم متصل شده‌اند. ضریب انبساط خطی میله‌ها، به ترتیب α_a و α_b و α_c است به طوری که $\alpha_a=\alpha_b=\alpha$. می‌خواهیم در هر دمایی زاویه‌ی بین a و b، ۹۰° بماند. نسبت $\frac{\alpha_c}{\alpha}$ کدام است؟

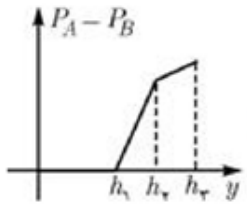


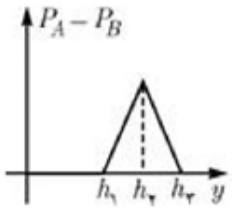
۱) $\sqrt{۲}$ ۲) ۲ ۳) ۱
۴) $\frac{۱}{۲}$ ۵) $\frac{۱}{۲}(۱+\sqrt{۳})$

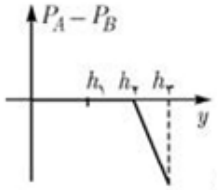
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

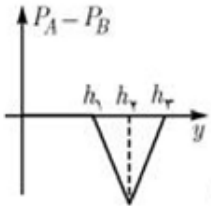
۱۵۹ در یک لوله‌ی U شکل دو مایع به چگالی‌های ρ_1 و ρ_2 که با هم مخلوط نمی‌شوند، ریخته‌ایم. چگالی‌ها به نحوی است که ارتفاع دو مایع در شاخه‌های A و B، مانند شکل مقابل است. مبدأ مختصات محور قائم را بر قسمت پایین لوله‌ی U شکل منطبق می‌گیریم. کدام نمودار تفاوت فشار $(P_A - P_B)$ در دو لوله را بر حسب ارتفاع y نشان می‌دهد؟

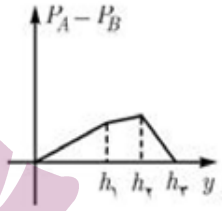


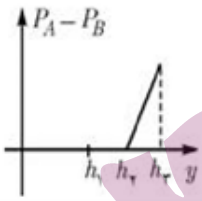
۱) 

۲) 

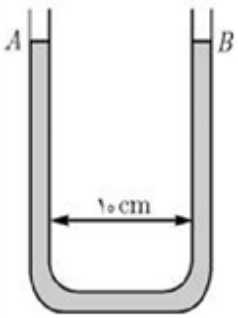
۳) 

۴) 

۵) 

۶) 

۱۶۰ در یک لوله مطابق شکل مقابل مقداری آب ریخته شده است. طول قسمت افقی لوله ۱۰cm و ارتفاع آب در بخش‌های عمودی لوله ۲۰cm است. لوله با شتاب $۳\ \frac{m}{s^2}$ به سمت راست حرکت می‌کند. با توجه به نیروهایی که به بخشی از مایع که در قسمت افقی لوله قرار گرفته وارد می‌شود، اختلاف ارتفاع آب در دو بازوی عمودی لوله $(h_A - h_B)$ چند سانتی‌متر خواهد شد؟ $\left(g = ۱۰\ \frac{m}{s^2}\right)$



۱) صفر
۲) ۳
۳) -۳
۴) ۱/۵
۵) -۱/۵
۶) ۰/۶

۱۶۱ بیشینه‌ی توان موتور اتومبیلی به جرم m برابر P است. کم‌ترین زمان لازم برای آن‌که اتومبیل از حال سکون به سرعت V برسد و با فرض آن‌که اتلاف انرژی ناچیز باشد، برابر است با:

۱) $\frac{mV^2}{P}$
۲) $\frac{P}{mV^2}$
۳) $\frac{2P}{mV^2}$
۴) $\frac{mV^2}{2P}$
۵) $\frac{1}{2}mV^2P$

۱۶۲ در یک لوله‌ی شیشه‌ای محتوی مقداری روغن که دو سر آن مسدود است، حبابی از هوا وجود دارد. کدام‌یک از گزاره‌های زیر درست است؟

۱) وقتی لوله را گرم کنیم، حجم روغن و حجم حباب زیاد می‌شود.
۲) وقتی لوله را سرد کنیم، حجم روغن و حجم حباب زیاد می‌شود.
۳) وقتی لوله را گرم کنیم، حجم روغن زیاد و حجم حباب کم می‌شود.
۴) وقتی لوله را سرد کنیم، حجم روغن زیاد و حجم حباب کم می‌شود.

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

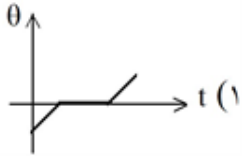
۱۶۳ طول دو میله‌ی فلزی در دمای θ، L_A و L_B و ضریب انبساط طولی آن‌ها λ_A و λ_B است. اگر بخواهیم اختلاف طول آن‌ها در دماهای مختلف ثابت بماند، باید:

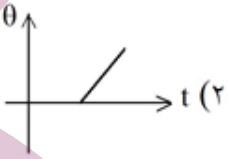
۱) $\frac{L_A}{L_B} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B}$ ۲) $\frac{L_A}{L_B} = \frac{\lambda_B}{\lambda_A}$ ۳) $\lambda_A = \lambda_B$ ۴) $\lambda_A \lambda_B = ۱$

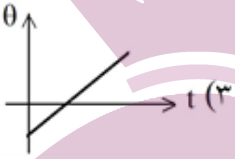
۱۶۴ انرژی درونی جسم A و B با هم برابر است. هم‌چنین جسم A با جسم C در تعادل گرمایی است. کدام گزاره الزاماً درست است؟

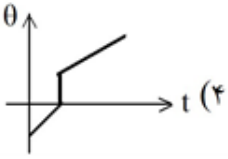
۱) جسم B با C در حال تعادل گرمایی است.
۲) انرژی درونی جسم B با جسم C برابر است.
۳) اگر A و B مشابه باشند، B با C در تعادل گرمایی است.
۴) دمای جسم A با دمای جسم B برابر است.

۱۶۵ مقداری یخ $-۱۰^\circ C$ را به‌طور یکنواخت حرارت می‌دهیم. کدام‌یک از شکل‌های زیر، نمودار تقریبی تغییرات دما برحسب زمان را نشان می‌دهد؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۱۶۶ دماسنجی که طریقه‌ی مدرج کردن آن معلوم نیست، دمای $۵^\circ C$ را $۵۰^\circ C$ و دمای $-۲۰^\circ C$ را $۱۰^\circ C$ نشان می‌دهد. این دماسنج در چه دمایی با دماسنج سلسیوس یک عدد را نشان می‌دهد؟

۱) -۴۰ ۲) ۳۰ ۳) -۷۰ ۴) هیچ‌کدام

۱۶۷ می‌خواهیم طول یک میله‌ی مسی را به کمک یک خط‌کش آهنی اندازه‌گیری کنیم. اگر دمای محیط در هنگام اندازه‌گیری $\theta_۱$ باشد، طول میله L به‌دست می‌آید. نتیجه‌ی اندازه‌گیری طول میله‌ی مسی در محیطی با دمای $\theta_۲$ چه خواهد بود؟ $(\Delta\theta = \theta_۲ - \theta_۱)$

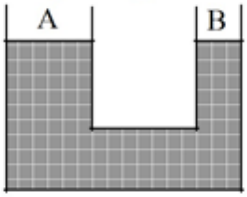
۱) $L[۱ + (\lambda_{Fe} - \lambda_{Cu})\Delta\theta]$ ۲) $L[۱ + (\lambda_{Cu} + \lambda_{Fe})\Delta\theta]$
۳) $L[۱ + (\lambda_{Fe} + \lambda_{Cu})\Delta\theta]$ ۴) $L[۱ + \lambda_{Cu}\Delta\theta]$

۱۶۸ مقداری گاز کامل زیر پیستونی به وزن W و سطح مقطع $۲۰cm^۲$ قرار دارد. وقتی وزنه‌ی $۳W$ روی پیستون قرار دهیم، حجم گاز نصف می‌شود. اگر فشار هوای خارج $۱۰^۵$ پاسکال باشد، با فرض ثابت بودن دما، W چند نیوتن است؟

۱) ۶۰۰ ۲) ۳۰۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۱۰۰

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۱۶۹) جرم حجمی مایع درون ظرف در شکل زیر ρ است. اگر جسمی به جرم حجمی $\rho' < \rho$ بر سطح مایع ظرف A شناور کنیم، به طوری‌که ارتفاع آن در داخل مایع h باشد و ارتفاع مایع در دو ظرف پس از آن h'_A و h'_B باشد، می‌توان گفت:

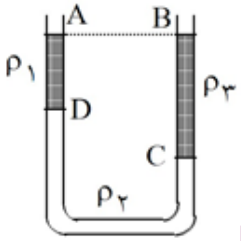


۱) $\frac{h'_A}{h'_B} = \frac{\rho}{\rho'}$
۲) $\frac{h'_A}{h'_B} = \frac{\rho'}{\rho}$
۳) $h'_A = h'_B$
۴) $h'_A - h'_B = h$

۱۷۰) دهانه‌ی ظرفی محتوی مایعی تراکم‌ناپذیر، به‌وسیله‌ی پیستونی به سطح مقطع $A cm^2$ مسدود شده است. اختلاف فشار مایع در کف ظرف و در مرکز ثقل مجموعه‌ی ظرف و مایع، $P \frac{N}{m^2}$ می‌باشد. اگر وزنه‌ی ۱۰ کیلوگرمی بر روی پیستون قرار دهیم، اختلاف فشار بین دو نقطه‌ی مربوط برحسب $\frac{N}{m^2}$ برابر است با:

۱) $P + \frac{10g}{A}$
۲) $P - \frac{10g}{A}$
۳) P
۴) صفر

۱۷۱) در شکل مقابل، ρ_1، ρ_2 و ρ_3 چگالی سه مایع مخلوط‌نشدنی هستند. اگر $AD = 10cm$ و $BC = 15cm$ باشد، کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست است؟



۱) $2\rho_2 + \rho_1 = 3\rho_3$
۲) $3\rho_2 + 2\rho_1 = \rho_3$
۳) $2\rho_1 + \rho_2 = 3\rho_3$
۴) $\rho_2 + 3\rho_1 = 2\rho_3$

۱۷۲) یک قطعه‌ی آهنی به شکل مکعب روی سطح جیوه شناور است. اگر دمای مجموعه از $30^\circ C$ به $15^\circ C$ برسد، حجم قسمت غوطه‌ور در جیوه چه تغییری می‌کند؟

۱) بیش‌تر می‌شود.
۲) کم‌تر می‌شود.
۳) تغییر نمی‌کند.
۴) داده‌های مسئله کافی نیست.

۱۷۳) بر جسم واقع در یک مایع، نیروی ارشمیدس به این علت وارد می‌شود که:

۱) فشار مایع به عمق آن بستگی دارد.
۲) چگالی جسم از چگالی مایع بیش‌تر است.
۳) چگالی مایع از چگالی جسم بیش‌تر است.
۴) جسم به شکل به‌خصوصی ساخته شده است.

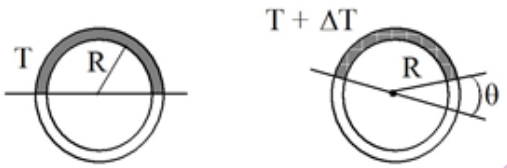
۱۷۴) میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده‌ی یکی از ابعاد جسم مکعب‌شکلی به وسیله‌ی کولیس (با خطای ۰/۱mm) ۲۰ میلی‌متر شده است. با توجه به دقت اندازه‌گیری کولیس، خطای مطلق و خطای نسبی در اندازه‌ی حجم آن به‌ترتیب برابر است با:

۱) $120mm^3$ و ۰/۰۱۵
۲) $120mm^3$ و $\frac{3}{8} \times 10^{-4}$
۳) $0/001mm^3$ و $\frac{1}{8} \times 10^{-6}$
۴) $1mm^3$ و 5×10^{-3}

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۱۷۵ وقتی میله‌ای به طول L و سطح مقطع A تحت فشار $\frac{F}{A}$ قرار می‌گیرد، طولش به اندازه‌ی ΔL تغییر می‌کند، به طوری‌که $\frac{F}{A} = E\frac{\Delta L}{L}$. در این‌جا E ضریب ثابتی است که به جنس میله بستگی دارد و مدول یانگ نامیده می‌شود.

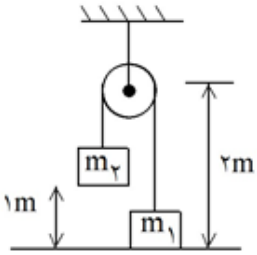
دو میله از دو جنس مختلف ولی با طول یکسان و سطح مقطع یکسان مطابق شکل به‌صورت دو نیم‌دایره به شعاع R به هم متصل شده‌اند و داخل یک تکیه‌گاه سخت در محیطی با دمای T قرار دارند. در این دما فشار بر میله‌ها صفر است. دمای محیط را به اندازه‌ی ΔT بالا می‌بریم. فرض کنید تکیه‌گاه هم‌چنان میله‌ها را به‌صورت دایره‌ای به شعاع R نگه می‌دارد. اگر مدول یانگ و ضریب انبساط طولی میله‌ها $(E, 3\alpha)$ و $(2E, \alpha)$ باشد، زاویه‌ی θ چه‌قدر است؟ ΔT را کوچک بگیرید. راهنمایی: اگر $|x|$ و $|y|$ خیلی کوچک‌تر از ۱ باشد، و α و β دو عدد دل‌خواه باشند: $(1+x)^{\alpha}(1+y)^{\beta} \approx 1 + \alpha x + \beta y$.



۱) $\frac{\pi}{3}\alpha\Delta T$ ۲) $\pi\alpha\Delta T$

۳) $\frac{5\pi}{3}\alpha\Delta T$ ۴) $2\pi\alpha\Delta T$

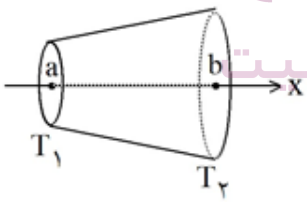
۱۷۶ دو وزنه‌ی کوچک به جرم‌های $m_1 = 2kg$ و $m_2 = 3kg$ به دو سر نخی بسته شده‌اند و نخ از بالای قرقره‌ی بدون اصطکاکی (مطابق شکل) عبور داده شده است. هنگامی‌که وزنه‌ی m_1 روی زمین است، نخ کاملاً کشیده شده و وزنه‌ی m_2 را در ارتفاع $1m$ نگه می داریم. وزنه‌ی m_2 را رها می‌کنیم. وزنه‌ی m_1 تا چه ارتفاعی بالا می‌رود؟

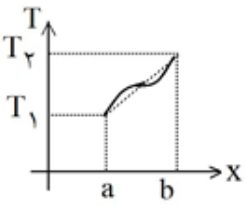


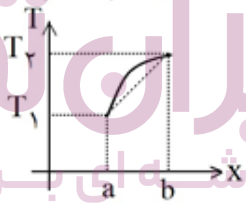
۱) $1/0\,m$ ۲) $1/2\,m$

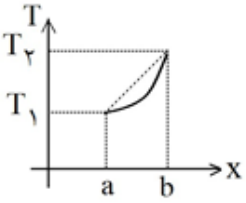
۳) $1/5\,m$ ۴) $1/7m$

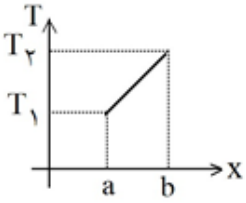
۱۷۷ یک مخروط ناقص که زاویه‌ی رأس آن کوچک است، رسانای گرما است. مطابق شکل، قاعده‌های این جسم را در دماهای ثابت T_1 و T_2 که $T_2 > T_1$ است، قرار می‌دهیم تا گرما در طول آن شارش یابد، طوری‌که $T(b) = T_2$ و $T(a) = T_1$. سطح جانبی مخروط عایق‌پوش شده، طوری‌که از آن گرما هدر نمی‌رود. در حالت پایا دمای نقطه‌ی x روی محور جسم را $T(x)$ می‌نامیم. کدام منحنی نشان‌دهنده‌ی رفتار $T(x)$ برحسب x است؟



۱) 

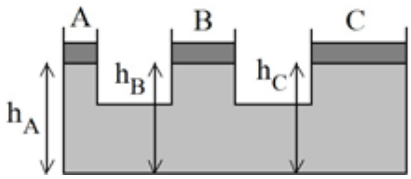
۲) 

۳) 

۴) 

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۱۷۸ در ظرفی مانند شکل، مایع تراکم‌ناپذیری قرار دارد. پیستون‌های A و B و C می‌توانند بدون اصطکاک در لوله‌های مربوطه حرکت کنند. در ابتدا ارتفاع مایع از کف ظرف در هر سه لوله برابر است $(h_A = h_B = h_C = h_0)$. حال وزنه‌های یکسان m را روی هریک از پیستون‌ها می‌گذاریم. بعد از برقراری تعادل، کدام گزینه درست است؟



۱) $h_A = h_B = h_C = h_0$

۲) $h_A = h_B = h_C < h_0$

۳) $h_A < h_B < h_C$

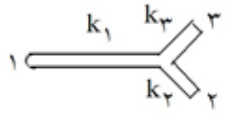
۴) $h_A > h_B > h_C$

۱۷۹ سه میله به طول‌های L_1، L_2 و L_3 و همگی با سطح مقطع یکسان، مطابق شکل زیر به هم وصل شده‌اند. طول و ضریب رسانندگی گرمایی میله‌ها به‌ترتیب زیر است.

$L_1 = 23m$, $L_2 = 6/5cm$, $L_3 = 6cm$

$k_1 = 92\frac{W}{mK}$, $k_2 = 26\frac{W}{mK}$, $k_3 = 12\frac{W}{mK}$

اگر انتهای میله‌ی ۱ در دمای $100^\circ C$ و انتهای میله‌های ۲ و ۳ در دمای $0^\circ C$، ثابت نگه داشته شود، در حالت پایا، یعنی هنگامی‌که دمای هر نقطه ثابت شده، دمای نقطه‌ی اتصال سه میله چه‌قدر است؟ میله‌ها پوشش عایق دارند و گرما فقط در طول آن‌ها منتقل می‌شود.



۱) $33^\circ C$

۲) $40^\circ C$

۳) $50^\circ C$

۴) $65^\circ C$

۱۸۰ هوای داخل لوله‌ی باریکی که یک طرف آن بسته است. به‌وسیله‌ی ستونی از جیوه از هوای بیرون جدا شده است. وقتی لوله افقی است، طول هوای محبوس l_1 است و هنگامی‌که لوله را قائم نگه می‌داریم، طول هوای محبوس در زیر ستون جیوه l_2 است. اگر لوله را از وضعیت قائم به اندازه‌ی 60° کج کنیم، طول هوای محبوس در زیر جیوه چه‌قدر خواهد شد؟ از چسبندگی جیوه با لوله صرف‌نظر کنید.

۱) $\frac{l_1 l_2}{l_1 + l_2}$

۲) $\frac{1}{2}(l_1 + l_2)$

۳) $\frac{2l_1 l_2}{l_1 + l_2}$

۴) $\frac{2l_1 l_2}{l_1 - l_2}$

۱۸۱ وجوه داخلی یک اتاقک مکعب را با رنگ‌های سفید، خاکستری و سیاه رنگ کرده‌ایم. وجوه یاد شده طی مدت زمان طولانی با یک‌دیگر انرژی گرمایی مبادله می‌کنند. پس از این زمان، دمای وجوه سفید را T_1، دمای وجوه خاکستری را T_2 و دمای وجوه سیاه را T_3 می‌نامیم. کدام گزینه درست است؟

۱) $T_1 = T_2 = T_3$

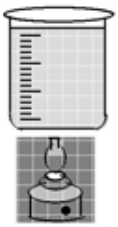
۲) $T_3 < T_2 < T_1$

۳) $T_1 < T_2 < T_3$

۴) $T_1 < T_3 < T_2$

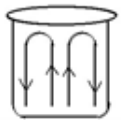
ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

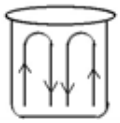
۱۸۲ مایع داخل یک بشر استوانه‌ای را مطابق شکل با چراغ الکلی به آرامی گرم می‌کنیم. کدام شکل می‌تواند نشان‌دهنده‌ی طرح جریان همرفتی درون مایع باشد؟



۱)

۲)

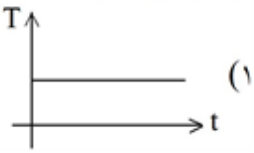
۳) 

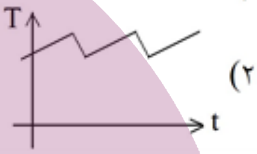
۴) 

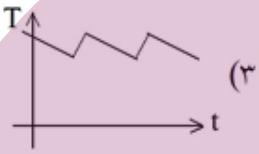
۱۸۳ دو ساعت در نظر بگیرید که در آغاز عدد یکسانی را نشان می‌دهند و آهنگ کار آن‌ها هم یکی است. آهنگ کار یکی از ساعت‌ها نسبت به دیگری به‌طور یکنواخت کند می‌شود، به طوری‌که طول یک شبانه‌روز را در پایان هر سال ۲ میلی‌ثانیه از طول شبانه‌روز در ابتدای آن سال کم‌تر نشان می‌دهد. اختلاف بین اعدادی که این دو ساعت بعد از یک قرن نشان می‌دهند به کدام‌یک از اعداد زیر نزدیک‌تر است؟

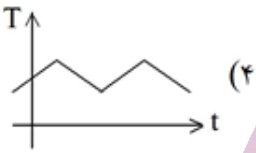
۱) ۱ ثانیه ۲) ۱ دقیقه ۳) ۱ ساعت ۴) ۱ روز

۱۸۴ در یک ظرف تمیز با دیواره‌های صاف، آب به‌طور یکنواخت نمی‌جوشد. پدیده‌ای که دیده می‌شود این است که اگر ظرف را به‌طور یکنواخت گرم کنیم، به مدت کوتاهی حباب‌های بزرگی از بخار تولید می‌شوند، بعد ظرف مدتی از جوش می‌افتد، سپس دوباره حباب‌های بزرگی تولید می‌شوند و این روند ادامه می‌یابد. نمودار T (دمای آب چنین ظرفی) برحسب t (زمان) کدام است؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۱۸۵ زمین در گذشته‌ی دور داغ‌تر از حالا بوده است. یک جسم با دمای T با توان $\sigma T^4 S$ انرژی از دست می‌دهد، که S مساحت سطح بیرونی جسم و σ یک ثابت است. به‌صورت تقریبی σ برابر است با $۶ \times ۱۰^{-۸} \frac{W}{m^۲ K^۴}$. فرض کنید زمین از بیرون انرژی نمی‌گرفت، دمای آن یکنواخت بود و فقط از طریق سطح بیرونی‌اش انرژی از دست می‌داد. آهنگ از دست دادن انرژی متغیر است، اما می‌شود نشان داد که اگر دمای اولیه (T_i) بسیار بزرگ‌تر از دمای نهایی (T_f) باشد، میانگین توان $۳\sigma T_i T_f^۳ S$ است. شعاع زمین ۶۴۰۰km و چگالی میانگین زمین ۵۵۰۰ $\frac{kg}{m^۳}$ است. گرمای ویژه‌ی زمین را ۱۰۰۰ $\frac{J}{kgK}$ بگیرید. با این فرض‌ها، چه مدتی لازم است تا یک زمین بسیار داغ به دمای ۴۰۰K برسد؟

۱) $۱۰^۹ s$ ۲) $۱۰^{۱۲} s$ ۳) $۱۰^{۱۵} s$ ۴) $۱۰^{۱۸} s$

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۱۸۶ یک حباب صابون باردار را در نظر بگیرید. این حباب یک انرژی سطحی دارد متناسب با مساحت حباب و یک انرژی الکتروستاتیک متناسب با مجذور بار و عکس شعاع حباب. وضعیت تعادل وضعیتی است که انرژی پتانسیل کل (مجموع این دو انرژی) کمینه است. شعاع حباب در حالت تعادل متناسب با Q^{α} است، که Q بار حباب و α یک ثابت است. α چه‌قدر است؟

۱) ۲ ۲) $\frac{۴}{۳}$ ۳) ۱ ۴) $\frac{۲}{۳}$

۱۸۷ یک حباب صابون باردار را در نظر بگیرید. این حباب یک انرژی سطحی دارد متناسب با مساحت حباب و یک انرژی الکتروستاتیک متناسب با مجذور بار و عکس شعاع حباب. وضعیت تعادل وضعیتی است که انرژی پتانسیل کل (مجموع این دو انرژی) کمینه است. این حباب به دو حباب یکسان تفکیک می‌شود. انرژی پتانسیل کل حباب اولیه (در حالت تعادل) را با U و مجموع انرژی پتانسیل کل دو حباب حاصل (در حالت تعادل) را با U' نشان می‌دهیم. رابطه‌ی U' با U کدام است؟

۱) $U' = \frac{۱}{۲}U$ ۲) $U' = ۲^{-\frac{۱}{۳}}U$ ۳) $U' = U$ ۴) $U' = ۲^{\frac{۱}{۳}}U$

۱۸۸ نیروی اصطکاک وارد بر یک خودرو Av^{α} و A یک ثابت است که به اندازه و شکل خودرو بستگی دارد. v سرعت خودرو و α هم یک ثابت دیگر است. بیشینه‌ی توان این خودرو P است. خودروهایی را در نظر بگیرید که α و P برایشان یکسان اما A برایشان متفاوت است. بیشینه‌ی سرعت ثابت این خودروها با A^{β} متناسب است، β چه‌قدر است؟

۱) $-(\alpha + ۱)$ ۲) $-\alpha$ ۳) $-\frac{۱}{\alpha}$ ۴) $-\frac{۱}{\alpha + ۱}$

۱۸۹ در یک نیروگاه آبی انرژی الکتریکی از سقوط آب تأمین می‌شود. فرض کنید آب به اندازه‌ی ۱۰۰m سقوط می‌کند و ۵۰ درصد انرژی آن به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. توان الکتریکی تولید شده هم $۵ \times ۱۰^{۸}\ W$ است. حجم آب سقوط کرده بر واحد زمان چقدر است؟

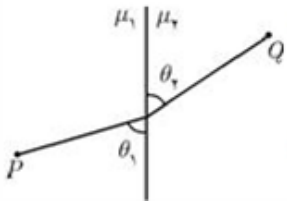
۱) $۱\ \frac{m^{۳}}{s}$ ۲) $۱۰^{۳}\ \frac{m^{۳}}{s}$ ۳) $۱۰^{۶}\ \frac{m^{۳}}{s}$ ۴) $۱۰^{۹}\ \frac{m^{۳}}{s}$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۱۹۰ یک مدل قدیمی برای منبع انرژی ستاره‌ها این بود که ستاره‌ها به تدریج منقبض می‌شوند و انرژی گرانشی آن‌ها کم می‌شود. این انرژی کم شده، به شکل تابش منتشر می‌شود. انرژی گرانش یک کره‌ی همگن به جرم M و شعاع R برابر است با $\frac{-۳GM^۲}{۵R}$ که $G = ۶/۷ \times ۱۰^{-۱۱} \frac{Nm^۲}{Kg^۲}$ ثابت گرانش است. فرض کنید قرار بود خورشید انرژی خود را به این طریق تأمین کند و فرض کنید شعاع خورشید در ابتدای پیدایش آن بسیار بزرگ بوده $(R \to \infty)$ و توان خورشید از ابتدای پیدایش آن تاکنون را ثابت بگیرید. فعلاً توان خورشید $۴ \times ۱۰^{۲۶} W$ است. بر اساس این مدل، سن خورشید به کدام یک از اعداد زیر نزدیک‌تر است؟ (جرم خورشید $۲ \times ۱۰^{۳۰} Kg$ و شعاع فعلی خورشید $۷ \times ۱۰^{۵} Km$ است.)

۱) $۱۰^{۹} s$ ۲) $۱۰^{۱۲} s$ ۳) $۱۰^{۱۵} s$ ۴) $۱۰^{۱۸} s$

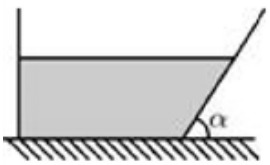
۱۹۱ در یک سطح افقی، دو ناحیه با مرز مستقیمی از هم جدا شده‌اند. می‌خواهیم جسمی را روی این سطح با سرعت ناچیز از نقطه‌ی P درناحیه‌ی اول به نقطه‌ی Q در ناحیه‌ی دوم بکشیم. ضریب اصطکاک دو ناحیه به ترتیب $\mu_۱$ و $\mu_۲$ است. در مسیری که کم‌ترین انرژی صرف می‌شود چه رابطه‌ای بین $\theta_۱$ و $\theta_۲$ برقرار است؟



۱) $\mu_۱ Cos\theta_۱ = \mu_۲ Cos\theta_۲$ ۲) $\mu_۱ Sin\theta_۲ = \mu_۲ Sin\theta_۱$

۳) $\mu_۱ Sin\theta_۱ = \mu_۲ Sin\theta_۲$ ۴) $\mu_۱ Cos\theta_۲ = \mu_۲ Cos\theta_۱$

۱۹۲ یک ظرف آب مطابق شکل را در نظر بگیرید. این ظرف را در حالت سکون روی یک میز افقی بدون اصطکاک می‌گذاریم. فرض کنید α به گونه‌ای است که این ظرف کج نمی‌شود. کدام گزینه درباره‌ی حرکت این ظرف درست است؟



۱) ظرف حتماً به راست حرکت می‌کند.

۲) ظرف حتماً به چپ حرکت می‌کند.

۳) اگر α از حد معینی کمتر باشد، ظرف به راست حرکت می‌کند، در غیر این صورت ظرف ساکن می‌ماند.

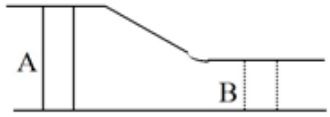
۴) ظرف حرکت نمی‌کند.

۱۹۳ در ته سطلی به سطح مقطع A سوراخی به مساحت a وجود دارد. آب با آهنگ حجمی ثابت C وارد سطل می‌شود. سرعت خروجی آب از این سوراخ از رابطه‌ی $V = \sqrt{\frac{۲\Delta P}{\rho}}$ به دست می‌آید که در آن ΔP فشار کف ظرف منهای فشار هوای بیرون $(P_۰)$، ρ چگالی آب و g شتاب گرانش است. بعد از مدتی، ارتفاع آب در سطل ثابت می‌ماند. این ارتفاع چقدر است؟

۱) $\frac{C^۲}{۲gA^۲}$ ۲) $\frac{C^۲}{۲ga^۲}$ ۳) $\frac{\left(\frac{C^۲\rho}{۲} - P_۰\right)}{g\rho A^۲}$ ۴) $\frac{\left(\frac{C^۲\rho}{۲} - P_۰\right)}{g\rho a^۲}$

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۱۹۴ در لوله‌ای افقی مطابق شکل زیر، آب از چپ به راست حرکت می‌کند. در جاهای دور از تنگ شدگی لوله، سرعت آب را یکنواخت و مستقل از زمان بگیرید. کدام گزینه درباره‌ی P_A و P_B (فشار آب در نقطه‌های A و B) درست است؟ (راهنمایی: خطهای عمودی مرز بخشی از آب در یک زمان را نشان می‌دهند. خطچین‌های عمودی مرزهای همان بخش آب در یک زمان بعدتر را نشان می‌دهد.)



۱) حتماً $P_A > P_B$.

۲) حتماً $P_A < P_B$.

۳) اگر از اصطکاک لوله با آب چشم بپوشیم، $P_A = P_B$ و در غیر اینصورت $P_A > P_B$.

۴) حتماً $P_A = P_B$.

۱۹۵ یک ظرف در باز آب در هوای آزاد است. ابتدا دمای آب، ظرف و هوا یکسان است. آب به تدریج تبخیر می‌شود. از تغییر دمای هوا چشم بپوشید. زمانی که آب در حال تبخیر است، دمای آب:

۱) از دمای هوا کم‌تر است. ۲) با دمای هوا برابر است. ۳) از دمای هوا بیش‌تر است.

۱۹۶ دیده می‌شود با افزودن یک ماده‌ی جامد در دمای $0^\circ C$ به مقداری یخ در همان دما یخ ذوب می‌شود و دمای مجموعه کمتر می‌شود. کدام گزینه درست است؟

۱) حل شدن آن ماده‌ی جامد در آب، حتماً گرمازا است.

۲) حل شدن آن ماده‌ی جامد در آب، حتماً گرماگیر است.

۳) حل شدن آن ماده‌ی جامد در آب، در دمای $0^\circ C$ حتماً گرمازا است، اما ممکن است در دماهای دیگر گرماگیر باشد.

۴) حل شدن آن ماده‌ی جامد در آب، در دمای $0^\circ C$ حتماً گرماگیر است، اما ممکن است در دماهای دیگر گرمازا باشد.

۵) از این اطلاعات معلوم نمی‌شود که حل شدن این ماده جامد در آب گرماگیر یا گرمازاست. ممکن است حل شدن آن ماده‌ی جامد در آب گرمازا باشد و یا حل شدن آن ماده‌ی جامد در آب گرماگیر باشد.

۱۹۷ سطح یک استخر کم‌عمق یخ بسته است. فرض کنید عمق آب و کلفتی یخ چنان کم است که انتقال گرما عمدتاً از سطح بالایی یخ و کف استخر انجام می‌شود. کلفتی لایه‌ی یخ δ و کلفتی لایه‌ی آب زیر یخ Δ است. دمای هوای بالاتر استخر $-\theta^\circ C$ و دمای کف استخر $4^\circ C$ است. رسانندگی گرمایی یخ و آب را ترتیب k و K بگیرید. $\frac{\delta}{\Delta}$ چقدر باشد تا Δ و δ ثابت بمانند؟

۱) $\frac{4K}{\theta k}$ ۲) $\frac{\theta K}{4k}$ ۳) $\frac{4k}{\theta K}$ ۴) $\frac{\theta k}{4K}$

۱۹۸ پوسته‌ی استوانه‌ای شکلی از ماده‌ای یکنواخت به شعاع داخلی a و شعاع بیرونی b دراختیار داریم. دمای سطح داخلی استوانه T_a و دمای سطح بیرونی آن T_b است ($T_a > T_b$ و دماها ثابت‌اند). دمای پوسته در شعاع $r = \frac{a+b}{2}$ را T_r می‌نامیم. در این صورت:

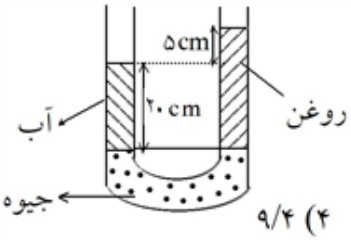
۱) $T_r > \frac{T_a + T_b}{2}$ ۲) $T_r < \frac{T_a + T_b}{2}$ ۳) $T_r = \frac{T_a + T_b}{2}$

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۱۹۹ یک سر میله‌ی‌آهنی را به یک سر میله‌ی مسی جوش داده‌اند. سر آزاد میله‌ی آهنی در آب جوش $100^\circ C$ و سر دیگر میله‌ی مسی در مخلوط آب و یخ صفر درجه قرار دارد. اگردمای اتصال دو میله $20^\circ C$ باشد. طول میله‌ی آهنی چند برابر میله‌ی مسی است؟ (سطح مقطع هر دو میله یکسان) $K_{Cu} = 400 \frac{W}{m.K}$ $k_{fe} = 80 \frac{W}{m.K}$

۱) $\frac{5}{4}$ ۲) $\frac{3}{4}$ ۳) $\frac{4}{3}$ ۴) $\frac{4}{5}$

۲۰۰ در شکل مقابل دو سطح جیوه در یک تراز قرار دارد و سیستم به حالت تعادل است. تقریبا چند سانتی‌متر به ارتفاع ستون آب اضافه کنیم تا سطح آزاد آب و روغن در یک تراز قرار گیرند؟(جیوه $\rho = 13/6 \frac{g}{cm^3}$ و آب $\rho = 1 \frac{g}{cm^3}$)



۱) ۴/۵ ۲) ۴/۹ ۳) ۵/۴ ۴) ۹/۴

۲۰۱ در یک ظرف استوانه‌ای مقداری آب به جرم m و مقداری جیوه به جرم ۴m ریخته شده است. جمع ارتفاع این دو مایع ۴۴cm است. فشار ناشی از دو مایع در کف ظرف چند کیلوپاسکال است؟

$\rho_{آب} = 1 \frac{g}{cm^3}$ ، $\rho_{جیوه} = 13/6 \frac{g}{cm^3}$ ، $g = 10 \frac{m}{s^2}$

۱) ۱۷ ۲) ۳۲ ۳) ۴۲ ۴) ۴۷

۲۰۲ انرژی جنبشی جسمی ۱۰ ژول است. اگر $2 \frac{m}{s}$ به سرعت جسم افزوده شود، انرژی جنبشی آن به ۴۰ ژول می‌رسد. سرعت اولیه جسم چند متر بر ثانیه بوده است؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) ۶

۲۰۳ جسمی از ارتفاع h رها می‌گردد. اگر بعد از ۱۰ متر سقوط ۲۰% انرژی پتانسیل کاهش یابد، ارتفاع h چند متر است؟ (مقاومت هوا صفر فرض شود.)

۱) ۴۰ ۲) ۵۰ ۳) ۵ ۴) ۴

۲۰۴ متحرک A و متحرک B که جرمش ۹ برابر جرم A است با سرعت‌های یکسان در حال حرکتند. اگر سرعت متحرک B، $10 \frac{m}{s}$ کاهش یابد، انرژی جنبشی دو متحرک برابر می‌گردد. سرعت A چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۱۵ ۲) ۱۰ ۳) ۵ ۴) ۲۵

۲۰۵ ۴ کیلوگرم آب ۲۰ درجه، حداکثر یک کیلوگرم یخ صفر درجه را ذوب می‌کند. حال اگر ۴ کیلوگرم یخ صفر درجه را درون ۶ کیلوگرم آب ۳۰ درجه بیندازیم، بعد از رسیدن به دمای تعادل چند کیلوگرم آب خواهیم داشت؟ (گرما فقط بین آب و یخ مبادله شده است.)

۱) ۷/۷۵ ۲) ۸ ۳) ۸/۲۵ ۴) ۹

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

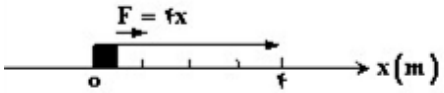
۲۰۶ چند کیلوگرم آب $70^\circ C$ را با ۱ کیلوگرم یخ $-10^\circ C$ مخلوط کنیم تا دمای تعادل ۳۹ درجه سانتی گراد شود؟
(آب $L_f = 80C$ و یخ $C = 2 \times$ آب)

۱) ۵ ۲) ۲ ۳) ۲/۵ ۴) ۴

۲۰۷ وقتی به یک میله فلزی به طول l و قطر d که در ابتدا در دمای صفر درجه سانتی گراد بوده است گرمای Q داده شود طول آن ۳ سانتی متر اضافه می شود. اگر به میله‌ای از همان جنس با قطر $3d$ که در دمای صفر درجه سانتی‌گراد طولش $\frac{L}{2}$ است گرمای Q داده شود طول آن چند سانتی‌متر اضافه می شود؟

۱) ۱ ۲) $\frac{2}{3}$ ۳) ۲ ۴) $\frac{1}{3}$

۲۰۸ به جسم ساکنی به جرم ۱ کیلوگرم، مطابق شکل نیروی $F = 4x$ وارد می‌شود. در طی جابه‌جایی ۴ متر سرعت جسم به چند متر بر ثانیه می‌رسد؟



۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۲ ۴) ۱۰

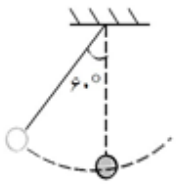
۲۰۹ یک جسم از حال سکون تحت تأثیر نیروی ثابت به حرکت درمی‌آید. کار این نیرو در ثانیه‌ی سوم حرکت چند برابر کار آن در ثانیه‌ی اول حرکت است؟

۱) ۵ ۲) ۱ ۳) ۳ ۴) ۹

۲۱۰ از سطح زمین جسمی به جرم m را با سرعت اولیه‌ی ۱۰ متر بر ثانیه به طور عمودی به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. اگر سرعت جسم در بازگشت به نقطه‌ی پرتاب ۶ متر بر ثانیه باشد، حداکثر ارتفاع جسم نسبت به محل پرتاب چند متر خواهد بود؟

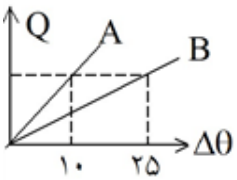
۱) ۳/۴ ۲) ۵ ۳) ۴/۴ ۴) ۲/۸

۲۱۱ آونگی به جرم ۲۰۰g و طول ۱m را مطابق شکل به اندازه‌ی 60° از وضعیت قائم منحرف و از حال سکون رها می‌کنیم. چنانچه سرعت وزنه هنگام عبور از وضعیت قائم برابر ۳m/s باشد، چند ژول انرژی اتلاف شده است؟



۱) ۰/۱ ۲) ۰/۸
۳) ۱ ۴) ۸

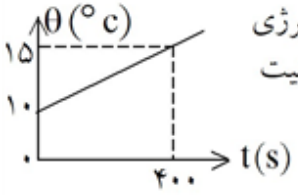
۲۱۲ نمودار گرمای داده شده به دو جسم A و B با جرم‌های یکسان، برحسب تغییر دما به‌صورت روبه‌رو است. نسبت $\frac{C_A}{C_B}$ کدام است؟



۱) $\frac{2}{5}$ ۲) $\frac{5}{2}$ ۳) $\frac{3}{5}$ ۴) $\frac{5}{3}$

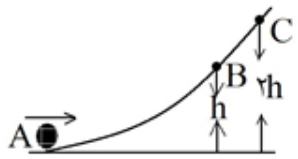
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۲۱۳ یک گرمکن الکتریکی به مایعی به جرم ۲kg که داخل آن است در هر ثانیه ۶۰ ژول انرژی گرمایی می‌دهد. نمودار تغییرات دمای آن نسبت به زمان مطابق شکل روبرو است. ظرفیت گرمای ویژه‌ی این مایع کدام است؟



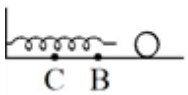
۱) $۱۲۰۰ \frac{J}{kg}$
۲) $۱۲۰۰ \frac{J}{kg°C}$
۳) $۲۴۰۰ \frac{J}{kg°C}$
۴) $۲۴۰۰ \frac{J}{kg}$

۲۱۴ چنانچه سرعت گلوله در نقطه‌ی A برابر $۱۰ \frac{m}{s}$ باشد، حداکثر تا نقطه‌ی B بالا می‌رود. چنانچه بخواهیم این گلوله حداکثر به نقطه C برسد، سرعت گلوله در نقطه‌ی A باید چند $\frac{m}{s}$ باشد؟ (از اصطکاک‌ها صرفنظر می‌شود)



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

۲۱۵ در شکل مقابل بر سطح افقی بدون اصطکاکی گلوله‌ای با سرعت ۴ m/s به فنری برخورد کرده و آن را حداکثر تا نقطه‌ی C فشرده می‌کند. چنانچه در B انرژی جنبشی گلوله و انرژی جنبشی پتانسیل کشسانی در فنر با هم برابر باشند، سرعت گلوله چند m/s خواهد بود؟



۱) ۸
۲) $۲\sqrt{۲}$
۳) ۲
۴) اطلاعات مسئله کافی نیست

۲۱۶ جسمی به جرم ۲kg از ارتفاع h سقوط می‌کند و در هر متر ۲ ژول انرژی خود را به علت مقاومت هوا از دست می‌دهد. چنان چه سرعت آن در لحظه‌ی برخورد به زمین ۶ m/s باشد، ارتفاع h چند متر است؟

۱) ۲
۲) ۱/۸
۳) ۳
۴) ۲/۵

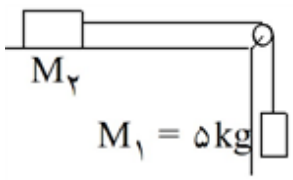
۲۱۷ در فشار ثابت دمای مقدار معینی گاز کامل را بر حسب سلسیوس ۳ برابر می‌کنیم. اگر در این فرآیند حجم گاز ۱/۵ برابر شود، دمای اولیه گاز چند درجه سلسیوس بوده است؟

۱) ۲۷
۲) ۹۱
۳) ۱۲۷
۴) ۲۷۳

۲۱۸ جسم ساکنی تحت تأثیر نیروی ثابت به حرکت درمی‌آید. کار این نیرو در ثانیه پنجم حرکت چند برابر کار آن در ثانیه اول است؟

۱) ۲۵
۲) ۱
۳) ۹
۴) ۵

۲۱۹ در شکل زیر جرم نخ و قرقره و اصطکاک ناچیز است. دستگاه از حال سکون به حرکت در می‌آید و پس از ۰/۸ متر جا به جایی انرژی جنبشی وزنه $M_۱$ به ۱۰ ژول می‌رسد. جرم وزنه $M_۲$ چند کیلوگرم است؟ $g = ۱۰ N/kg$



۱) ۵
۲) ۱۰
۳) ۱۵
۴) ۲۰

ایران توسه
توسعه‌ای برای برتری

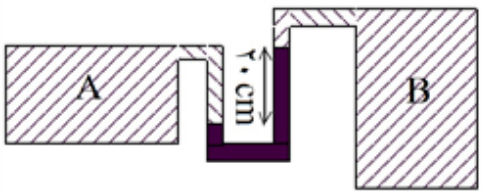
۲۲۰ جسمی با سرعت $10\,m/s$ در جهت مثبت محور x ها حرکت می‌کند و انرژی جنبشی آن $100\,J$ است. پس از مدتی سرعت این جسم تغییر کرده و در جهت منفی محور x ها به $20\,m/s$ می‌رسد. کار برآیند نیروهای وارد بر جسم در این مدت چند ژول است؟

۱) -۵۰۰ ۲) -۳۰۰ ۳) ۳۰۰ ۴) ۵۰۰

۲۲۱ جسمی به وزن $5N$ در راستایی که با افق زاویه‌ی 60° می‌سازد با سرعت اولیه‌ی $20\,m/s$ به بالا پرتاب می‌شود. حداقل انرژی جنبشی آن در طول مسیر حرکت چند ژول است؟ $g = 10\,N/kg$

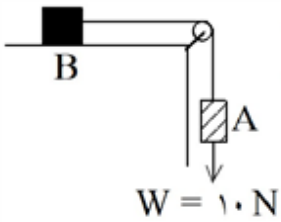
۱) ۶/۲۵ ۲) ۱۲/۵ ۳) ۲۵ ۴) ۵۰

۲۲۲ اگر در شکل مقابل، داخل لوله آب باشد، اختلاف فشار دو مخزن گاز A و B چند پاسکال است؟ ($g = 10\,N/kg$ و $\rho = 1\,g/cm^3$)



۱) ۲۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۲۰۰۰ ۴) ۲۰۰۰۰

۲۲۳ در شکل زیر جرم نخ و قرقره و اصطکاک ناچیز است و دستگاه از حال سکون به حرکت در می‌آید و پس از ۱/۲ متر جابجایی انرژی جنبشی وزنه A به دو ژول می‌رسد، جرم وزنه B چند کیلوگرم است؟ $g = 10\,N/kg$

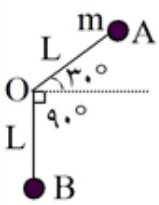


۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۲/۴ ۴) ۸

۲۲۴ در شکل مقابل مساحت کف ظرف ۲۰ برابر مساحت سطح آزاد مایع است، مقداری مایع به ظرف اضافه می‌کنیم به طوری که افزایش نیروی وارد بر کف ظرف برابر ۱۶ نیوتن شود، وزن مایع اضافه شده چند نیوتن است؟

۱) ۱/۲۵ ۲) ۰/۸ ۳) ۱۶ ۴) ۲۰

۲۲۵ وزنه ی m بوسیله ی میله ی سبکی بدون اصطکاک می‌تواند حول نقطه ی O بچرخد، هرگاه وزنه ی m از وضع A رها شود سرعت آن هنگام عبور از وضع B چقدر است؟



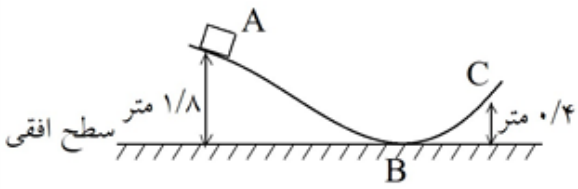
۱) $\sqrt{2gl}$ ۲) $\sqrt{3gl}$ ۳) $\frac{\sqrt{3}}{2}gl$ ۴) $\frac{\sqrt{3gl}}{2}$

۲۲۶ یک قطعه یخ صفر درجه سلسیوس را وارد مقداری آب $40^\circ C$ می‌کنیم. تمام یخ ذوب می‌شود و ۳۰۰ گرم آب صفر درجهٔ سلسیوس به دست می‌آید. جرم آب اولیه چند گرم بوده است؟ (گرمای نهان ذوب یخ $336000\,J/kg$ و ظرفیت گرمایی ویژهٔ آب $4200\,J/kgK$ و تبادل گرمایی ظرف ناچیز فرض شود.)

۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۱۵۰

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۲۲۷ در شکل مقابل وزنه‌ای به جرم ۰/۴kg از نقطه A بدون سرعت اولیه پایین می‌لغزد. اگر اندازه کار نیروی اصطکاک در مسیر ABC برابر ۳/۲ ژول باشد انرژی جنبشی جسم در نقطه C چند ژول است؟ $g = 10\ N/kg$

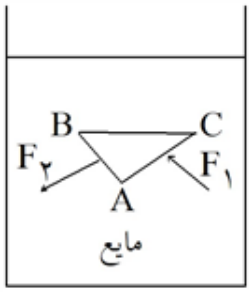


۱) ۴ ۲) ۱/۴
۳) ۲/۴ ۴) ۲/۸

۲۲۸ به جسمی به جرم ۴kg که با سرعت ۱۰m/s در حرکت است نیروی ثابت ۲/۵N در خلاف جهت سرعت آن وارد می‌شود. پس از چند ثانیه انرژی جنبشی جسم به مقدار اولیه آن می‌رسد؟

۱) ۳۲ ۲) ۱۶ ۳) ۸۰ ۴) ۱۰۰

۲۲۹ درون مایعی درحال تعادل منشور کوچکی که مقطع آن به شکل مقابل است درنظر می‌گیریم. اگر نیرو و فشار وارد بر وجه AC را به F_1 و P_1 و نیرو و فشار وارد بر وجه AB را F_2 و P_2 نشان دهیم کدام گزینه صحیح است؟



۱) $P_1 = P_2$ و $F_1 = F_2$ ۲) $P_1 > P_2$ و $F_1 > F_2$
۳) $P_1 < P_2$ و $F_1 > F_2$ ۴) $P_1 = P_2$ و $F_1 > F_2$

۲۳۰ اتومبیلی به جرم ۱/۲ تن روی سطح شیبداری که با سطح افقی زاویه ۳۰° می‌سازد و با سرعت ثابت ۱۰m/s بالا می‌رود. اگر $\frac{1}{5}$ نیروی موتور صرف غلبه بر اصطکاک شود، توان موتور چند کیلووات است؟ $g = 10\ N/kg$

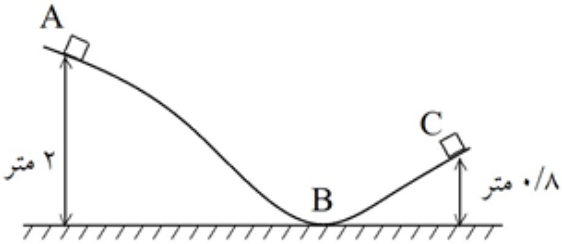
۱) ۷۵۰ ۲) ۵۰۰ ۳) ۵۰ ۴) ۷۵

۲۳۱ جسمی به جرم m روی سطح افقی ساکن است، نیروی ثابت و افقی F به آن وارد می‌شود و آن را به حرکت درمی‌آورد. اگر ضریب اصطکاک بین جسم و سطح μ باشد، سرعت جسم پس از طی مسافت d کدام است؟

۱) $\sqrt{\frac{2(F+\mu mg)d}{m}}$ ۲) $\sqrt{2\mu gd}$
۳) $\sqrt{\frac{\mu(F-mg)d}{2m}}$ ۴) $\sqrt{\frac{2(F-\mu mg)d}{m}}$

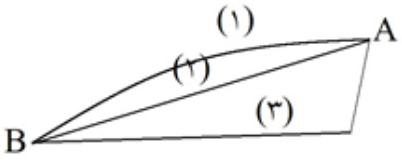
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۲۳۲ جسمی به جرم ۰/۴ کیلوگرم مطابق شکل مسیر ABC را طی می‌کند. اگر سرعت جسم در نقطه A برابر ۱m/s و کار نیروی اصطکاک در طول مسیر ABC برابر ۱/۵ - ژول باشد انرژی جنبشی جسم در نقطه C چند ژول خواهد بود؟ $g = 10\ N/kg$



۱) ۳/۵ ۲) ۶/۵
۳) ۱/۷ ۴) ۴/۸

۲۳۳ اگر جسمی به جرم M تحت اثر نیروی ثابت F از نقطه A تا B در مسیرهای شکل مقابل جابه‌جا شود کار انجام شده به وسیله این نیرو:



۱) در مسیر (۲) کمترین مقدار را دارد
۲) در مسیر (۱) کمترین مقدار را دارد
۳) در هر سه مسیر یکسان است
۴) در مسیر (۳) کمترین مقدار را دارد

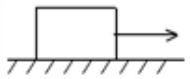
۲۳۴ جسمی به جرم ۵ کیلوگرم با سرعت ثابت ۶m/s در جهت مثبت محور ox در حرکت است. اگر نیروی ثابت ۳ نیوتن در جهت منفی محور ox بر آن وارد شود، پس از چند ثانیه انرژی جنبشی جسم برابر انرژی جنبشی اولیه آن می‌شوند؟

۱) ۱۸ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

۲۳۵ جسمی به جرم ۰/۱ کیلوگرم با سرعت V_0 در راستای قائم به سمت بالا پرتاب می‌شود و با سرعت ۱۰m/s به نقطه پرتاب اولیه برمی‌گردد. اگر کاهش انرژی مکانیکی جسم در اثر برخورد با مولکولهای هوا ۲/۲ ژول باشد، V_0 چند متر بر ثانیه است؟

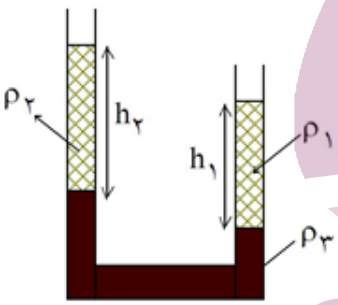
۱) ۱۱ ۲) ۱۲ ۳) ۲۰ ۴) ۲۲

۲۳۶ جسمی به جرم m تحت اثر نیروی F مطابق شکل زیر از حال سکون به حرکت درمی‌آید. اگر ضریب اصطکاک بین جسم و سطح افقی μ باشد، پس از تغییر مکان x انرژی جنبشی جسم کدام است؟



۱) $(F + \mu mg)x$ ۲) μmgx ۳) $(F - \mu mg)x$ ۴) $F.x$

۲۳۷ در لوله‌ای به شکل زیر سه مایع مخلوط نشدنی با جرم حجمی‌های ρ_1 و ρ_2 و ρ_3 درحال تعادل می‌باشند، کدام رابطه صحیح است؟



۱) $\rho_1 h_2 = \rho_2 h_1$ ۲) $\rho_2 h_2 > \rho_1 h_1$
۳) $\rho_2 h_2 = \rho_1 h_1$ ۴) $\rho_2 h_2 < \rho_1 h_1$

۲۳۸ جسمی به وزن ۴ نیوتن از نقطه A بدون سرعت اولیه به پایین می‌لغزد و در نقطه B سرعت آن به صفر می‌رسد. کار نیروی اصطکاک در مسیر AB چند ژول است؟

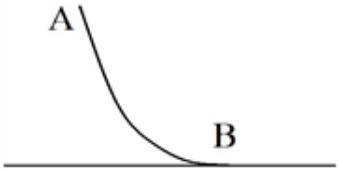
۱) ۲/۸ - ۲) ۴/۸ -
۳) ۱/۲ ۴) ۴

۲۳۹ مکعبی به جرم ۲ کیلوگرم را روی سطح افقی، با سرعت اولیه به حرکت درمی‌آوریم. در لحظه‌ای که کار نیروی اصطکاک به ۴۵ - ژول می‌رسد، سرعت جسم ۵m/s کمتر از سرعت اولیه آن است. سرعت اولیه جسم چند متر بر ثانیه بوده است؟

۱) ۱۰ ۲) ۷
۳) ۱۴ ۴) معلومات داده شده کافی نیست

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۲۴۰ جسمی به جرم ۱ کیلوگرم از نقطه A بدون سرعت اولیه به پایین می‌لغزد و با سرعت ۲ متر بر ثانیه به نقطه B (سطح افقی) می‌رسد. اگر ارتفاع نقطه A از سطح افقی ۰/۴ متر باشد، کار نیروی اصطکاک در مسیر AB چند ژول است؟ $(g = ۱۰\ N/kg)$



۱) ۴ ۲) ۰/۸ ۳) -۰/۴ ۴) -۲

۲۴۱ گرماسنجی محتوی ۷۵۰ گرم آب $۲۲^\circ C$ است. ۲۰ گرم یخ صفر درجه در آن وارد می‌کنیم، دمای تعادل $۲۰^\circ C$ می‌شود. اگر گرمای نهان ذوب یخ ۸۰ cal/gr باشد ظرفیت گرمایی گرماسنج چند کالری بر درجه سلسیوس است؟ (C آب cal/gr° C)

۱) ۵۰۰ ۲) ۲۵۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۱۰۰

۲۴۲ جسمی به جرم ۲ کیلوگرم روی سطح شیبداری که با افق زاویه ۳۰° می‌سازد با سرعت اولیه ۲ m/s به سمت پایین پرتاب می‌شود. اگر سرعت جسم ثابت بماند در هر ثانیه چند ژول گرما تولید می‌شود؟ $(g = ۱۰\ m/s^۲)$

۱) صفر ۲) ۴ ۳) ۱۰ ۴) ۲۰

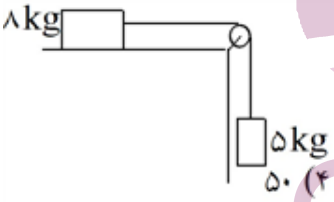
۲۴۳ اتومبیلی به جرم ۸۰۰ کیلوگرم در مدت ۵ ثانیه به اندازه ۱۰ m/s افزایش سرعت پیدا می‌کند. کار برآیند نیروهای وارد بر آن در این مدت چند ژول است؟

۱) ۲۰۰۰۰۰ ۲) ۴۰۰۰۰ یا بیشتر ۳) ۴۰۰۰۰ ۴) کمتر از ۴۰۰۰۰

۲۴۴ طول سطح شیبداری L و زاویه آن با سطح افق α است. اگر بخواهیم جسمی به وزن W را که ضریب اصطکاک آن با سطح μ است از پایین تا انتهای سطح بالا ببریم حداقل چقدر کار باید انجام دهیم؟

۱) $W.L(Sin\ \alpha + \mu Cos\ \alpha)$ ۲) $\mu.W.L(Sin\ \alpha + Cos\ \alpha)$
۳) $W.L(Sin\ \alpha - \mu Cos\ \alpha)$ ۴) $\mu.W.L(Sin\ \alpha - Cos\ \alpha)$

۲۴۵ در شکل مقابل، دستگاه از حال سکون به حرکت درمی‌آید و در لحظه‌ای که جابه‌جایی هر یک از وزنه‌ها به ۲ متر می‌رسد، انرژی جنبشی دستگاه ۸۰ ژول است. گرمایی که تا این لحظه بر اثر اصطکاک تولید شده چند ژول است؟ $g = ۱۰\ m/s^۲$



۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

۲۴۶ سنگی به جرم یک کیلوگرم از ارتفاع ۵ متری رها می‌شود. اگر سرعت برخورد سنگ با زمین ۹ متر بر ثانیه باشد، کاهش انرژی مکانیکی سنگ در اثر مقاومت هوا چند ژول بوده است؟ $\left(g = ۱۰\ \frac{N}{kg}\right)$

۱) ۱۰/۵ ۲) ۹/۸ ۳) ۹/۵ ۴) ۴

۲۴۷ در یک مخزن استوانه‌ای، آب و جیوه به جرمهای برابر ریخته شده است. مجموع ارتفاع دو لایه مایع ۷۳ سانتیمتر است. فشاری که از این دو مایع بر ته مخزن وارد می‌شود چند سانتیمتر جیوه است؟ ($g/cm^۳$ ۱۳/۶ = چگالی جیوه)

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۲۴۸ دمای گازی $10^\circ C$ و فشار آن ۱ اتمسفر است. اگر دمای گاز را به دمای $20^\circ C$ و فشار آن را به ۲ اتمسفر برسانیم چگالی آن....

۱) بیش از دو برابر می‌شود
۲) تغییر نمی‌کند
۳) کمتر از دو برابر می‌شود
۴) دو برابر می‌شود

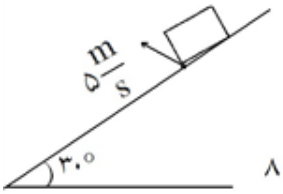
۲۴۹ کاهش انرژی پتانسیل جسمی بر اثر سقوط از ارتفاع ۶ متری، ۴۰ ژول و افزایش انرژی جنبشی آن، ۲۵ ژول است. متوسط نیروی مقاومت هوا در برابر حرکت جسم چند نیوتن است؟

۱) ۲/۵
۲) ۱۵
۳) ۲۵
۴) ۹۰

۲۵۰ جسمی از بالای سطح شیب داری به طول L که با سطح افق زاویه 30° می‌سازد بدون سرعت اولیه به پایین می‌لغزد. اگر نیروی اصطکاک در مقابل حرکت جسم $\frac{1}{4}$ نیروی وزن آن باشد، جسم با چه سرعتی به پایین سطح خواهد رسید؟

۱) $\frac{1}{2}\sqrt{gL}$
۲) $\frac{1}{2}\sqrt{2gL}$
۳) $gL\frac{\sqrt{2}}{2}$
۴) $\sqrt{2gL}$

۲۵۱ جسمی به جرم ۲kg را از بالای سطح شیبداری مطابق شکل، با سرعت ۵m/s پرتاب می‌کنیم. هنگامی که جسم ۱۲m روی سطح جابجا می‌شود، سرعتش به ۸m/s می‌رسد.



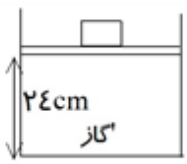
کار نیروی اصطکاک در این جابه‌جایی چند ژول است؟ $(g = 10\,m/s^2)$

۱) -۸۱
۲) -۳۹
۳) ۳۹
۴) ۸۱

۲۵۲ جسمی روی سطح شیبدار و دارای اصطکاکی که با سطح افق زاویه ۳۰ درجه ساخته است، بدون سرعت اولیه به پایین سطح می‌لغزد. اگر جرم جسم ۲۰۰g، طول سطح ۵m و سرعت آن در پایین سطح شیبدار ۵m/s باشد، کار نیروی اصطکاک چند ژول است؟ $(g = 10\,N/kg)$

۱) -۵
۲) -۲/۵
۳) ۲/۵
۴) ۵

۲۵۳ مطابق شکل، در پیستون گاز با دمای $27^\circ C$ محبوس است. اگر دمای گاز را به $127^\circ C$ برسانیم پیستون چند سانتیمتر جابجا می‌شود؟



۱) ۰/۸
۲) ۸
۳) ۸۰
۴) ۱۰۸

۲۵۴ دمای گازی در فشار ثابت از صفر درجه سلسیوس به ۲۷ درجه سلسیوس رسیده است. جرم حجمی آن.... درصد .... یافته است.

۱) ۹ و کاهش
۲) ۹ و افزایش
۳) ۹۱ و کاهش
۴) ۹۱ و افزایش

۲۵۵ در یک استوانه ۴۰ لیتر گاز با فشار ۵ جو وجود دارد. شیر آن را باز می‌کنیم تا فشار داخل آن به ۳ جو برسد. اگر دما ثابت بماند. گاز خارج شده در همان دما و فشار یک جو چند لیتر حجم دارد؟

۱) $\frac{200}{3}$
۲) ۸۰
۳) ۱۲۰
۴) ۲۰۰

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۲۵۶ ۸۰ گرم یخ ۱۰- درجه سلسیوس را در یک ظرف بزرگ محتوی آب صفر درجه می‌اندازیم. در صورتیکه گرمای ذوب یخ ۸۰ کالری بر گرم و گرمای ویژه یخ در دمای فوق $0/5 cal/gr^\circ C$ باشد، پس از تعادل گرمایی :

۱) ۵ گرم بر جرم یخ افزوده می‌شود
۲) ۵ گرم از جرم یخ کاسته می‌شود
۳) تمام یخ ذوب می‌شود
۴) جرم یخ تغییر نمی‌کند

۲۵۷ جرم حجمی گاز کاملی در فشار P و دمای مطلق T برابر ρ می‌باشد. اگر فشار آن دو برابر و دمای مطلق آن نصف شود جرم حجمی آن چند ρ می‌شود؟

۱) $\frac{1}{4}$
۲) $\frac{1}{2}$
۳) ۲
۴) ۴

۲۵۸ یک پیپت به ارتفاع ۲۵ سانتی متر را تا ارتفاع ۱۵ سانتی متری در آب فرو برده و سپس دهانه بالایی پیپت را با انگشت می‌بندیم و از آب خارج می‌کنیم. ارتفاع آب درون پیپت چند میلی‌متر جابه‌جا می‌شود؟ (فشار هوای خارج ۷۵ سانتی‌متر جیوه است).

۱) ۰
۲) ۰/۱۴
۳) ۱/۴
۴) ۱۴

۲۵۹ جرم حجمی یک گاز کامل با فشار و دمای مطلق آن به ترتیب چه نسبتی دارد؟

۱) مستقیم ، مستقیم
۲) مستقیم ، معکوس
۳) معکوس ، مستقیم
۴) معکوس ، معکوس

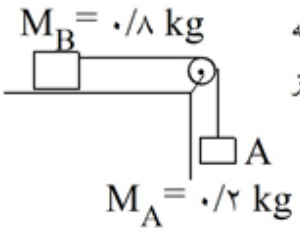
۲۶۰ در یک ظرف استوانه‌ای شکل مقداری آب $20^\circ C$ قرار دارد اگر دمای آب به $4^\circ C$ تقلیل پیدا کند. ضریب انبساط ظرف ناچیز باشد فشار وارد بر کف ظرف و ارتفاع آب درون آن چگونه تغییر می‌کنند؟

۱) فشار ثابت می‌ماند و ارتفاع کم می‌شود
۲) فشار زیاد و ارتفاع کم می‌شود
۳) هر دو ثابت می‌مانند
۴) هر دو زیاد می‌شوند

۲۶۱ در داخل یک مخزن ۴ لیتر هوا با فشار ۵ اتمسفر موجود است. مقداری از هوای این مخزن را خارج می‌کنیم. در نتیجه فشار آن به ۳ اتمسفر می‌رسد. حجم هوای خارج شده از مخزن در فشار یک اتمسفر چقدر است؟

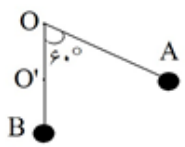
۱) ۴
۲) ۸
۳) ۱۲
۴) ۲۰

۲۶۲ در شکل مقابل وزنه A به جرم ۰/۲ کیلوگرم را آزاد می‌گذاریم تا بدون سرعت اولیه شروع به حرکت کند. انرژی جنبشی دستگاه پس از ۲ متر سقوط وزنه A به فرض ناچیز بودن جرم نخ و اصطکاک چند ژول است؟ ($g = 10 m/s^2$)



۱) ۰/۸
۲) ۳/۲
۳) ۴
۴) ۸

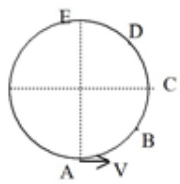
۲۶۳ آونگ ساده‌ای به طول یک متر را 60° منحرف کرده، رها می‌کنیم. نخ آونگ در لحظه عبور از وضع تعادل در نقطه O' که ۵۰ سانتیمتر زیر O است به میخی برخورد می‌کند. اگر مقاومت هوا ناچیز باشد، زاویه انحراف در طرف دیگر آونگ چند درجه است؟



۱) ۳۰
۲) ۶۰
۳) ۹۰
۴) ۱۲۰

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۲۶۴ درون حلقه شیارداری به شعاع r که در سطح قائم نگاه داشته شده است. گلوله کوچکی می‌تواند بدون اصطکاک حرکت کند. اگر به این گلوله در نقطه A سرعتی برابر $v = \sqrt{۲gr}$ داده شود



(مطابق شکل) تا چه نقطه‌ای می‌تواند درون شیار حلقه بالا رود؟

۱) تا نقطه‌ی B (وسط AC)
۲) تا نقطه‌ی C
۳) تا نقطه‌ی D (وسط CE)
۴) تا نقطه‌ی E

۲۶۵ دو جسم A و B بر روی دو سطح شیبدار بدون اصطکاک که به ترتیب با سطح افق زوایای ۳۰ درجه و ۶۰ درجه می‌سازند، از یک ارتفاع بدون سرعت اولیه رها می‌شوند و با سرعتهای V_A و V_B به پایین سطح می‌رسند. در اینصورت نسبت $\frac{V_A}{V_B}$ برابر است با :

۱) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$
۲) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$
۳) ۱
۴) $\sqrt{۳}$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$W_T = K_2 - K_1 \xrightarrow{K_1 = 0} W_{mg} + W_{f_k} = K_2$$

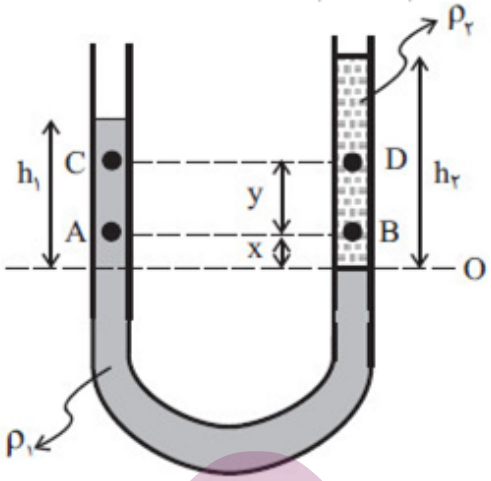
$$\Rightarrow W_{mg} - \frac{1}{2}W_{mg} = K_2 \Rightarrow \frac{1}{2}W_{mg} = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow mg\Delta h = mv^2$$

$$\Rightarrow v^2 = 10 \times 0/8 \Rightarrow v = 2\sqrt{2}\frac{m}{s}$$

دقت کنید تغییر ارتفاع $\Delta h = R\,Sin\,53^\circ = 0/8m$ است.

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۲ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون مایع با چگالی ρ_1 در زیر قرار گرفته لذا $\rho_1 > \rho_2$ می‌باشد و مطابق شکل اگر رابطهٔ فشار را برای سطح هم‌فشار O بنویسیم خواهیم داشت:



$$\rho_1 gh_1 = \rho_2 gh_2 \xrightarrow{\rho_1 > \rho_2} h_2 > h_1$$

این رابطه را به شکل دیگری هم می‌توان نوشت:

$$P_A + \rho_1 gx = P_B + \rho_2 gx \Rightarrow P_B - P_A = gx(\rho_1 - \rho_2)$$

با توجه به این رابطه و با توجه به این‌که $\rho_1 > \rho_2$ می‌توان نتیجه گرفت سمت راست تساوی بالا مقداری مثبت دارد و مسلماً سمت چپ تساوی هم مقداری مثبت است. یا به عبارتی $P_B > P_A$ است. پس از قسمت اول نتیجه می‌گیریم:

$$P_B - P_A = +۱۰۰\ Pa$$

از طرفی مجدداً فشار در سطح هم‌فشار O را می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

$$P_C + \rho_1 g(x + y) = P_D + \rho_2 g(x + y)$$
$$P_C + \rho_1 gx + \rho_1 gy = P_D + \rho_2 gx + \rho_2 gy$$
$$\Rightarrow P_D - P_C = gx(\rho_1 - \rho_2) + gy(\rho_1 - \rho_2)$$
$$\Rightarrow P_D - P_C = (P_B - P_A) + gy(\rho_1 - \rho_2)$$

در سمت راست عبارت بالا $(P_B - P_A)$ را از قبل می‌دانیم که مثبت است. با توجه به این‌که $\rho_1 > \rho_2$ می‌باشد، عبارت دوم یعنی $gy(\rho_1 - \rho_2)$ نیز مثبت است. پس $P_D - P_C$ ترکیبی از جمع دو عبارت مثبت بوده مسلماً هم مثبت و هم از $(P_B - P_A)$ بزرگ‌تر است. بنابراین $(P_C - P_D)$ باید مقداری منفی و از نظر مقداری بزرگتر از ۱۰۰ باشد.

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. از آن‌جا که مجموع ارتفاع دو مایع در ظرف برابر ۴۰cm است. می‌توان نوشت:

$$h_A + h_B = ۴۰\,cm \quad (۱)$$

از طرفی فشار کل در کف ظرف را این‌گونه می‌توان نوشت:

$$P_{کل} = P_{۰} + P_A + P_B \Rightarrow ۸۱/۵ = ۷۵ + P_A + P_B$$

$$\Rightarrow P_A + P_B = ۶/۵\,cmHg$$

برای تبدیل فشار حاصل از مایع A برحسب cmHg می‌توان نوشت:

$$\rho_A g h_A = \rho_{Hg} g h_{Hg(A)}$$

$$\Rightarrow ۰/۶۸ \times h_A = ۱۳/۶ \times h_{Hg(A)}$$

$$\Rightarrow h_{Hg(A)} = \frac{۱}{۲۰} h_A$$

$$\Rightarrow P_A = ۰/۰۵ h_A\,(cmHg)$$

به‌طور مشابه برای تبدیل فشار حاصل از مایع B برحسب cmHg می‌توان نوشت:

$$\rho_B g h_B = \rho_{Hg} g h_{Hg(B)} \Rightarrow ۲/۷۲ \times h_B = ۱۳/۶ \times h_{Hg(B)}$$

$$\Rightarrow h_{Hg(B)} = ۰/۲ h_B \Rightarrow P_B = ۰/۲ h_B\,(cmHg)$$

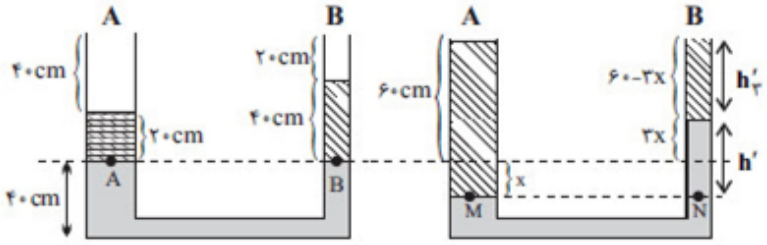
$$P_A + P_B = ۶/۵\,cmHg \Rightarrow ۰/۰۵ h_A + ۰/۲ h_B = ۶/۵\,cm \quad (۲)$$

با حل همزمان معادله‌های (۱) و (۲) داریم:

$$\begin{cases} h_A + h_B = ۴۰\,cm \\ ۰/۰۵ h_A + ۰/۲ h_B = ۶/۵\,cm \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -۲h_A - ۲h_B = -۸۰ \\ ۰/۵ h_A + ۲ h_B = ۶۵ \end{cases} \xrightarrow{(+)} -\frac{۳}{۲} h_A = -۱۵ \Rightarrow h_A = ۱۰\,cm$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. باید محاسبه کنیم که ارتفاع مایع نامعلوم چند سانتی‌متر افزایش می‌یابد. توجه داشته باشید که مایع نامعلوم تا انتهای لوله B، ۲۰cm فاصله دارد.



هنگام اضافه کردن روغن، حجم آب پایین رفته در شاخهٔ سمت چپ با حجم آب بالا آمده در شاخهٔ سمت راست برابر است اما از آن جا که سطح مقطع A سه برابر سطح مقطع B است پس ارتفاع آب بالا آمده در شاخهٔ B باید سه برابر ارتفاع آب پایین رفته در شاخهٔ A باشد. (روی شکل آن‌ها را x و ۳x نامیده‌ایم)

برای حل مسئله به چگالی مایع نامعلوم نیاز داریم. از برابری فشار در نقاط A و B استفاده می‌کنیم تا چگالی آن به دست آید.

$$P_A = P_0 + (\rho gh)_{\text{روغن}}$$

$$P_B = P_0 + (\rho_3 gh_3)$$

$$P_A = P_B \longrightarrow \rho_{\text{روغن}} \times h_{\text{روغن}} = \rho_3 \times h_3$$

$$\Rightarrow 0/8 \times 20 = \rho_3 \times 40 \Rightarrow \rho_3 = 0/4 \frac{g}{cm^3}$$

اکنون از برابری فشار در دو نقطهٔ M و N استفاده می‌کنیم.

$$P_M = P_0 + (\rho gh')_{\text{روغن}}$$

$$P_N = P_0 + (\rho gh')_{\text{آب}} + (\rho_3 gh'_3)$$

$$P_M = P_N \longrightarrow \rho_{\text{روغن}} \times h'_{\text{روغن}} = \rho_{\text{آب}} h'_{\text{آب}} + \rho_3 h'_3$$

$$\Rightarrow 0/8(60 + x) = 1 \times 4x + 0/4(60 - 3x)$$

$$x = 12cm$$

بنابراین ارتفاع کنونی مایع ρ_3 برابر با $60 - 3x = 60 - 36 = 24cm$ است در حالی که در ابتدا ارتفاع آن ۴۰cm بوده است.

بنابراین $40 - 24 = 16cm$ از این مایع به بیرون ریخته شده است. داریم:

$$V = Ah = 100 \times 10^{-4} \times 16 \times 10^{-2} = 16 \times 10^{-4} m^3 = 1600 cm^3$$

$$m = \rho V = 0/4 \times 1600 = 640g$$

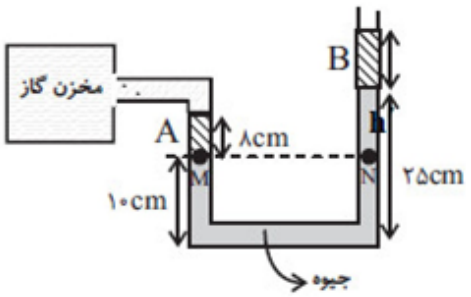
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۵ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. از برابری فشار در دو نقطهٔ M و N که هم‌تراز و در یک مایع ساکن هستند، استفاده می‌کنیم:

$$\begin{cases} P_M = P_{\text{گاز}} + P_A \\ P_N = P_{\cdot} + P_{\text{جیوه}} + P_B \end{cases}$$

$$P_M = P_N \Rightarrow P_{\text{گاز}} + P_A = P_{\cdot} + P_{\text{جیوه}} = P_B$$

$$\Rightarrow \underbrace{P_{\text{گاز}} - P_{\cdot}}_{۲۳\,\text{cmHg}} = P_{\text{جیوه}} + P_B - P_A$$



با توجه به این‌که ارتفاع جیوهٔ بالای نقطهٔ N معادل با $۲۵ - ۱۰ = ۱۵\,\text{cm}$ است پس جیوه P برابر با $۱۵\,\text{cmHg}$ خواهد بود. اکنون فشار مایع A را بر حسب cmHg به دست می‌آوریم:

$$\rho_A g h_A = \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} \Rightarrow ۶/۸ \times ۸ = ۱۳/۶ \times h_{\text{جیوه}}$$

$$\Rightarrow h_{\text{جیوه}} = ۴\,\text{cm} \Rightarrow P_A = ۴\,\text{cmHg}$$

$$\Rightarrow ۲۳ = ۱۵ + P_B - ۴ \Rightarrow P_B = ۱۲\,\text{cmHg}$$

اکنون ارتفاع h' را به دست می‌آوریم:

$$\rho_B g h_B = \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}}$$

$$\Rightarrow ۳/۴ \times h' = ۱۳/۶ \times ۱۲ \Rightarrow h' = ۴۸\,\text{cm}$$

۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. هنگامی که جسمی درون مایع قرار گیرد، نیروی شناوری رو به بالا به جسم وارد می‌شود و سبب سبک‌تر شدن جسم می‌شود. پس اختلاف وزن واقعی جسم و وزن آن هنگامی که درون مایع قرار دارد، برابر با اندازهٔ نیروی شناوری است. از طرفی نیروی شناوری با وزن مایع جابه‌جا شده برابر است.

وزن واقعی جسم برابر است با:

$$W_{\text{فلز}} = mg = ۲۷ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰ = ۰/۲۷\,\text{N}$$

$$\text{اندازهٔ نیروی شناوری} = W - F' = ۰/۲۷ - ۰/۱۲ = ۰/۱۵\,\text{N}$$

اکنون با توجه به این‌که نیروی شناوری برابر وزن مایع جابه‌جا شده است، داریم:

$$\text{نیروی شناوری} = \text{وزن آب جابه جا شده} \Rightarrow ۰/۱۵ = W'_{\text{آب}} \Rightarrow ۰/۱۵ = m'g = \rho' . V . g$$

(آب ↓ ، فلز ↓)

$$\Rightarrow ۰/۱۵ = ۱۰۰۰ \times V_{\text{فلز}} \times ۱۰ \Rightarrow V_{\text{فلز}} = ۱۵ \times ۱۰^{-۶}\,\text{m}^۳ = V_{\text{آب جابه جا شده}}$$

در حالت دوم، هنگامی که فلز درون مایع دیگر قرار می‌گیرد، داریم:

$$\text{نیروی شناوری} = \text{وزن مایع جابه‌جا شده}$$

$$W - F'' = (m''g)_{\text{مایع}} \Rightarrow ۰/۲۷ - F'' = \rho_{\text{مایع}} . V_{\text{فلز}} . g$$

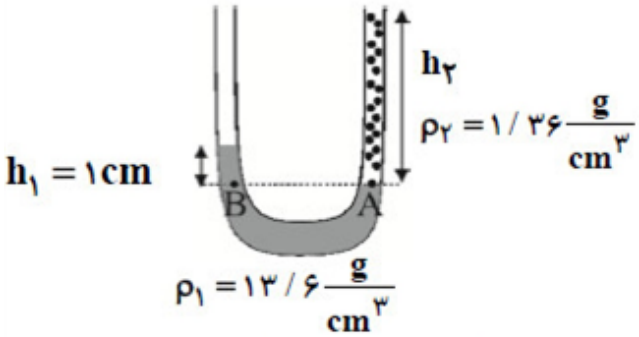
$$\Rightarrow ۰/۲۷ - F'' = ۸۰۰ \times ۱۵ \times ۱۰^{-۶} \times ۱۰$$

عددی که نیروسنج در حالت دوم نشان می‌دهد.

$$\Rightarrow ۰/۲۷ - F'' = ۰/۱۲ \Rightarrow F'' = ۰/۱۵\,\text{N}$$

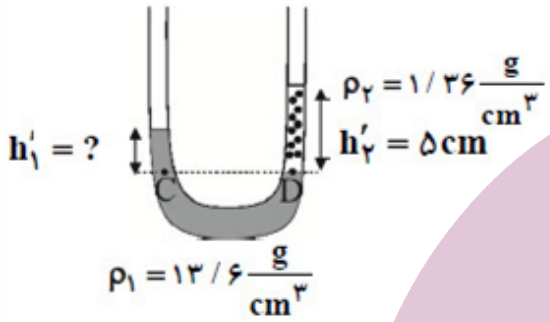
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۷ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. فشار در نقاط هم‌تراز از یک مایع ساکن برابر است. در حالت اول با توجه به شکل زیر داریم:



$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_2 g h_2 + P_0 = \rho_1 g h_1 + P_0$$
$$\Rightarrow \rho_2 h_2 = \rho_1 h_1$$
$$\Rightarrow 1/36 \times h_2 = 13/6 \times 1 \Rightarrow h_2 = 10\,cm$$

حال اگر ارتفاع مایع (۲) نصف شود، بعد از ایجاد تعادل داریم:



$$P_D = P_C \Rightarrow P_0 + \rho_2 g h_2' = P_0 + \rho_1 g h_1$$
$$\Rightarrow \rho_2 h_2' = \rho_1 h_1'$$
$$\Rightarrow 1/36 \times 5 = 13/6 \times h_1' \Rightarrow h_1' = 0/5\,cm$$

که در نتیجه شکل گزینهٔ «۳» صحیح است.

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اگر حجم مخزن را با V، سطح مقطع لولهٔ ورودی به آن‌را با A و تندی آب در لولهٔ ورودی به مخزن را با v نشان دهیم، زمان لازم برای پر شدن مخزن (t) به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{زمان پر شدن مخزن} = \frac{\text{حجم مخزن}}{\text{آهنگ شارش شاره}}$$

$$\Rightarrow t = \frac{V}{Av} \Rightarrow t = \frac{\pi r^2 h}{\frac{\pi d^2}{4} \times v} = \frac{4 r^2 h}{d^2 v}$$

$$\Rightarrow \frac{t_A}{t_B} = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2 \times \frac{h_A}{h_B} \times \left(\frac{d_B}{d_A}\right)^2 \times \frac{v_B}{v_A} = 2^2 \times \frac{3}{2} \times 2^2 \times \frac{1}{2} = 12$$

۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا تغییر حجم ظرف را از رابطهٔ $\Delta V_{\text{ظرف}} = 3\alpha V_{1\text{ظرف}} \Delta T$ به دست می‌آوریم:

$$\Delta V_{\text{ظرف}} = 3 \times 2 \times 10^{-5} \times 40 \times 40 \times 250 = 24\,cm^3$$

تغییر حجم مایع را از رابطهٔ $\Delta V_{\text{مایع}} = \beta V_{1\text{مایع}} \Delta T$ به دست می‌آوریم:

$$\Delta V_{\text{مایع}} = 1/5 \times 10^{-3} \times 1200 \times 250 = 450\,cm^3$$

از طرفی حجم اولیهٔ ظرف برابر است با:

$$V_{1\text{ ظرف}} = 40\,cm^2 \times 40\,cm = 1600\,cm^3$$

حجم کل ظرف در ابتدا $1600\,cm^3$ بوده است و $1200\,cm^3$ از آن با مایع پر شده است. پس ظرفیت خالی ظرف برابر $400\,cm^3$ بوده است. بنابراین حجم مایع بیرون ریخته شده از ظرف برابر است با:

$$\text{حجم مایع بیرون ریخته از ظرف} = \Delta V_{\text{مایع}} - \Delta V_{\text{ظرف}} - 400 = 450 - 24 - 400 = 26\,cm^3$$

۱۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطهٔ انبساط سطحی در جامدات، ابتدا مساحت سطح اولیه را حساب می‌کنیم. سپس تغییر سطح را هنگامی که دما را ۱۰۰ درجهٔ سلسیوس افزایش داده‌ایم، به دست می‌آوریم:

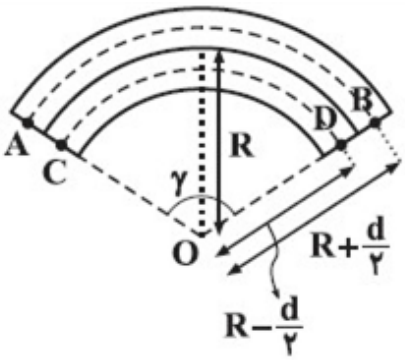
$$A_1 = \pi r_2^2 - \pi r_1^2 = \pi\left(r_2^2 - r_1^2\right) = \pi \times \left(20^2 - 10^2\right) = 300\pi\,cm^2$$

$$= 300\pi \times 10^2\,mm^2 = 3\pi \times 10^4\,mm^2$$

بنابراین:

$$\Delta A = 2\alpha A_1 \Delta T = 2 \times 2 \times 10^{-6} \times 3\pi \times 10^4 \times 100 = 12\pi\,mm^2$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت



۱۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با استفاده از شکل زیر و رابطهٔ $\frac{\text{طول کمان}}{\text{محیط دایره}} = \frac{\text{اندازه کمان}}{۳۶۰^\circ}$ داریم:

$$\overset{\frown}{AB} = \left(R + \frac{d}{۲}\right)\gamma$$

$$\overset{\frown}{CD} = \left(R - \frac{d}{۲}\right)\gamma$$

از طرفی با استفاده از رابطهٔ $\Delta L = \alpha L_۱ \Delta T$ اگر طول اولیهٔ میله‌ها را l فرض کنیم، می‌توان نوشت:

$$\overset{\frown}{AB} = l(۱ + ۲\alpha\Delta T) \quad , \quad \overset{\frown}{CD} = l(۱ + \alpha\Delta T)$$

$$\left.\begin{aligned}\left(R + \frac{d}{۲}\right)\gamma &= l(۱ + ۲\alpha\Delta T)\\ \left(R - \frac{d}{۲}\right)\gamma &= l(۱ + \alpha\Delta T)\end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{R + \frac{d}{۲}}{R - \frac{d}{۲}} = \frac{۱ + ۲\alpha\Delta T}{۱ + \alpha\Delta T}$$

بنابراین:

$$\xrightarrow{\text{تفضیل در مخرج}} \frac{R + \frac{d}{۲}}{R - \frac{d}{۲} - \left(R + \frac{d}{۲}\right)} = \frac{۱ + ۲\alpha\Delta T}{۱ + \alpha\Delta T - (۱ + ۲\alpha\Delta T)}$$

$$\Rightarrow \frac{R + \frac{d}{۲}}{-d} = \frac{۱ + ۲\alpha\Delta T}{-\alpha\Delta T} \Rightarrow -\frac{R}{d} - \frac{۱}{۲} = -\frac{۱}{\alpha\Delta T} - ۲$$

$$\Rightarrow \frac{R}{d} = ۱/۵ + \frac{۱}{\alpha\Delta T} = ۱/۵ + \frac{۱}{۱۰^{-۳}} = ۱/۵ + ۱۰۰۰ = ۱۰۰۱/۵$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۱۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا تغییر دما را در دو حالت حساب می‌کنیم. دقت کنید، در حالت دوم باید دما برحسب درجهٔ فارنهایت را به درجهٔ سلسیوس تبدیل می‌کنیم. به همین منظور از رابطهٔ $F = \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲$ استفاده می‌کنیم، بنابراین:

$$F = \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲ \xrightarrow{F = ۱۴۰^\circ F} ۱۴۰ = \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲$$

$$\Rightarrow ۱۰۸ = \frac{۹}{۵}\theta \Rightarrow \theta = ۶۰^\circ C$$

$$\Delta\theta = ۳۰ - ۲۰ = ۱۰^\circ C \quad , \quad \Delta\theta' = ۶۰ - ۲۰ = ۴۰^\circ C$$

اکنون با استفاده از رابطهٔ $\Delta L = \theta L_۱ \Delta\theta$ تغییر طول میلهٔ فلزی در حالت دوم را حساب می‌کنیم. طول اولیهٔ میله و ضریب انبساط طولی در دو حالت برابرند. پس:

$$\Delta L = \alpha L_۱ \Delta\theta \xrightarrow{\alpha \text{ و } L_۱ \text{ ثابت اند}} \frac{\Delta L'}{\Delta L} = \frac{\Delta\theta'}{\Delta\theta}$$

$$\xrightarrow{\Delta L = ۲mm} \frac{\Delta L'}{۲} = \frac{۴۰}{۱۰} \Rightarrow \Delta L' = ۸mm$$

۱۳ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. اگر دمای میله را به اندازهٔ ΔT افزایش دهیم، داریم:

$$\Delta L = \Delta L_۱ + \Delta L_۲ \Rightarrow$$

$$\alpha L \Delta T = \alpha_۱ L_۱ \Delta T + \alpha_۲ L_۲ \Delta T \Rightarrow \alpha L = \alpha_۱ L_۱ + \alpha_۲ L_۲$$

از طرفی با توجه به اینکه $L = L_۱ + L_۲$ است، داریم:

$$\left.\begin{array}{l} L_۱ < L \Rightarrow \alpha_۱ L_۱ < \alpha_۱ L \\ L_۲ < L \Rightarrow \alpha_۲ L_۲ < \alpha_۲ L \end{array}\right\} \Rightarrow \alpha_۱ L_۱ + \alpha_۲ L_۲ < (\alpha_۱ + \alpha_۲) L$$

بنابراین:

$$\alpha L < (\alpha_۱ + \alpha_۲) L \Rightarrow \alpha < \alpha_۱ + \alpha_۲$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۱۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\left.\begin{matrix} T_۲ = ۲T_۱ \\ T = \theta + ۲۷۳ \end{matrix}\right\} \Rightarrow \theta_۲ + ۲۷۳ = ۲ \times (\theta_۱ + ۲۷۳)$$

$$\Rightarrow \theta_۲ = ۲\theta_۱ + ۲۷۳$$

$$\text{اگر : } \theta_۱ > ۰ \Rightarrow \theta_۲ > ۲\theta_۱ \Rightarrow \frac{\theta_۲}{\theta_۱} > ۲$$

$$\text{اگر : } -۱۳۶/۵^\circ C < \theta_۱ < ۰ \Rightarrow \frac{\theta_۲}{\theta_۱} \leq ۰$$

$$\text{اگر : } -۲۷۳^\circ C \leq \theta_۱ \leq -۱۳۶/۵^\circ C \Rightarrow ۰ \leq \frac{\theta_۲}{\theta_۱} \leq ۱$$

بنابراین $\frac{\theta_۲}{\theta_۱}$ هر عددی به جز در فاصلهٔ $[۲ , ۱)$ می‌تواند باشد. پس گزینه‌های «۱» و «۳» همواره صحیح نیستند و گزینهٔ «۲» نیز هیچ‌گاه صحیح نیست.

واضح است که دمای جسم نمی‌تواند از صفر کلوین کمتر باشد.

۱۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. طبق معادلهٔ پیوستگی داریم:

$$A_۱ v_۱ = A_۲ v_۲ \Rightarrow \pi \frac{d_۱^۲}{۴} v_۱ = \pi \frac{d_۲^۲}{۴} v_۲$$

$$\Rightarrow v_۲ = v_۱ \times \left(\frac{d_۱}{d_۲}\right)^۲ = ۱/۲۵ \times \left(\frac{۱۰}{۲/۵}\right)^۲ = ۱/۲۵ \times ۱۶ = ۲۰ \frac{m}{s}$$

اگر خروجی آب از لوله را نقطهٔ (A) و حداکثر ارتفاع آب نسبت به سطح زمین را نقطهٔ (B) فرض کنیم، با توجه به ناچیز بودن مقاومت هوا و در نظر گرفتن سطح زمین به عنوان مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی، با استفاده از پایستگی انرژی مکانیکی داریم:

$$E_A = E_B \Rightarrow K_A + U_A = K_B + U_B$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲} m v_A^۲ + mgh_A = \frac{۱}{۲} m v_B^۲ + mgh_B$$

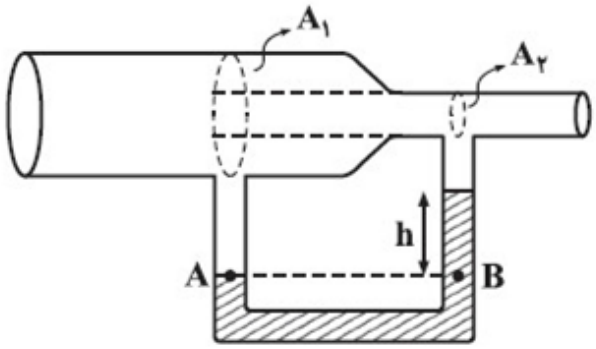
$$\xrightarrow[\text{از طرفین}]{m \text{ حذف}} \frac{۱}{۲} m v_A^۲ + gh_A = \frac{۱}{۲} v_B^۲ + gh_B$$

$$\xrightarrow[v_B = ۰ \, , \, h_B = ?]{v_A = ۲۰ \frac{m}{s} \, , \, h_A = ۱ m} \frac{۱}{۲} \times ۲۰^۲ + ۱۰ \times ۱ = \frac{۱}{۲} \times ۰ + ۱۰ \times h_B$$

$$\Rightarrow h_B = ۲۱ m$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۱۶ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. هرچه سطح مقطع لوله کوچکتر باشد، تندی هوا بیشتر و فشار آن کمتر می‌شود. در نتیجه چون $A_1 > A_2$ است، $P_{A_1} > P_{A_2}$ می‌شود. بنابراین آب در شاخهٔ سمت چپ پایین و در شاخهٔ سمت راست بالا می‌رود و داریم:



از برابری فشار در نقاط A و B داریم:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{A_1} = P_{A_2} + \rho_{آب} gh \Rightarrow P_{A_1} - P_{A_2} \rho_{آب} gh$$

$$P_{A_1} - P_{A_2} = ۵۰۰\,Pa \quad , \quad \rho_{آب} = ۱ \frac{g}{cm^۳} = ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^۳}$$

$$\Rightarrow ۵۰۰ = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times h$$
$$\Rightarrow h = ۰/۰۵m = ۵cm$$

۱۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با استفاده از معادلهٔ پیوستگی داریم:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 + A_3 v_3$$

$$A_2 = \frac{۳}{۴} A_1 \quad , \quad A_3 = \frac{۱}{۴} A_1 \quad , \quad \frac{v_1}{v_2} = ۲$$

$$\Rightarrow A_1 v_1 = \frac{۳}{۴} A_1 v_2 + \frac{۱}{۴} A_1 v_3 \Rightarrow v_1 = \frac{۳}{۴} v_2 + \frac{۱}{۴} v_3$$

$$\xrightarrow{\div v_2} \frac{v_1}{v_2} = \frac{۳}{۴} + \frac{۱}{۴} \frac{v_3}{v_2} \Rightarrow ۲ = \frac{۳}{۴} + \frac{۱}{۴} \frac{v_3}{v_2}$$

$$\Rightarrow \frac{v_3}{v_2} = ۵ \Rightarrow \frac{v_2}{v_3} = \frac{۱}{۵}$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۱۸ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\rho_A = \frac{m_A}{V_A} \Rightarrow ۲۰ = \frac{۶۰۰}{V_A} \Rightarrow V_A = ۳۰\,cm^۳$$

$$\rho_B = \frac{m_B}{V_B} \Rightarrow ۷/۵ = \frac{m_B}{۴۰} \Rightarrow m_B = ۳۰۰\,g$$

$$\rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B - \Delta V} \Rightarrow ۱۵ = \frac{۶۰۰ + ۳۰۰}{۳۰ + ۴۰ - \Delta V} \Rightarrow ۱۵ = \frac{۹۰۰}{۷۰ - \Delta V} \Rightarrow ۷۰ - \Delta V = ۶۰$$

$$\Rightarrow \Delta V = ۱۰\,cm^۳$$

۱۹ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اگر رابطه‌ی چگالی را برای این جواهر بنویسیم:

$$\rho_{\text{جواهر}} = \frac{m_{\text{جواهر}}}{V_{\text{جواهر}}} \Rightarrow ۱۱/۵ = \frac{۹۲}{V_{\text{جواهر}}} \Rightarrow V_{\text{جواهر}} = ۸\,cm^۳$$

$$\Rightarrow V_{\text{طلا}} + V_{\text{ناخالصی}} = ۸\,cm^۳ \quad (۱)$$

$$m_{\text{جواهر}} = m_{\text{طلا}} + m_{\text{ناخالصی}} \xrightarrow{m = \rho V} (\rho V)_{\text{طلا}} + (\rho V)_{\text{ناخالصی}} = ۹۲$$

$$\Rightarrow ۱۹ V_{\text{طلا}} + ۷ V_{\text{ناخالصی}} = ۹۲ \quad (۲)$$

با حل این دستگاه دو معادله و دو مجهول می‌توان حجم طلا را به دست آورد:

$$\xrightarrow{(۲)\,,\,(۱)} \begin{cases} V_{\text{طلا}} + V_{\text{ناخالصی}} = ۸ \\ ۱۹ V_{\text{طلا}} + ۷ V_{\text{ناخالصی}} = ۹۲ \end{cases} \Rightarrow \frac{\begin{cases} -۷V_{\text{طلا}} - ۷V_{\text{ناخالصی}} = -۵۶ \\ ۱۹V_{\text{طلا}} + ۷V_{\text{ناخالصی}} = ۹۲ \end{cases}}{۱۲ V_{\text{طلا}} = ۳۶ \Rightarrow V_{\text{طلا}} = ۳\,cm^۳}$$

$$m_{\text{طلا}} = \rho_{\text{طلا}} \cdot V_{\text{طلا}} = ۱۹ \times ۳ = ۵۷\,g$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۲۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بررسی گزینه‌ها:

گزینه‌ی «۱»:

$$\frac{1\mu g.\mu m}{ns^2}=1\frac{10^{-6}g\times 10^{-6}m}{(10^{-9}s)^2}=10^{6}\frac{g.m}{s^2}=10^{3}\frac{10^{3}g.m}{s^2}=10^{3}\frac{kg.m}{s^2}=10^{3}N$$

گزینه‌ی «۲»:

$$100\frac{mm^3}{\mu s}=100\frac{(10^{-3}m)^3}{10^{-6}s}=100\frac{10^{-9}m^3}{10^{-6}s}=10^{-1}\frac{m^3}{s}$$

گزینه‌ی «۳»:

$$1\frac{cg.mm^2}{hs^2}=1\frac{10^{-2}g\times(10^{-3}m)^2}{(10^{2}s)^2}=10^{-12}\frac{g.m^2}{s^2}=10^{-15}\frac{(10^{3}g)m^2}{s^2}=10^{-15}\frac{kg.m^2}{s^2}=10^{-15}J$$

گزینه‌ی «۴»:

$$10^{6}\frac{gm^2}{ms^3}=10^{6}\frac{gm^2}{(10^{-3}s)^3}=10^{15}\frac{gm^2}{s^3}=10^{12}\frac{(10^{3}g)m^2}{s^3}=10^{12}\frac{kgm^2}{s^3}$$

۲۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. به بررسی تک‌تک گزینه‌ها می‌پردازیم:

۱) $1\frac{ng.mm}{\mu s^2}=10^{3}N\Rightarrow 1\frac{ng.mm}{\mu s^2}=10^{3}\frac{kgm}{s^2}$

$$\Rightarrow 1\frac{10^{-9}g\times 10^{-3}m}{(10^{-6}s)^2}=10^{3}\frac{10^{3}g\times m}{s^2}\Rightarrow 1=10^{6}$$ نادرست

۲) $1\frac{g.\mu m^2}{ns^3}=10^{12}kg\frac{m^2}{s^3}\Rightarrow 1\frac{g\times(10^{-6}m)^2}{(10^{-9}s)^3}=10^{12}\times 10^{3}g\frac{m^2}{s^3}\Rightarrow 10^{15}=10^{15}$ درست

۳) $1\frac{m^2}{s^2.K}=10^{15}\frac{km^2}{Ts^2\mu K}\Rightarrow 1\frac{m^2}{s^2K}=10^{15}\frac{(10^{3}m)^2}{(10^{12}s)^2(10^{-6}K)}\Rightarrow 1=10^{3}$ نادرست

۴) $1\frac{mm^3}{ns}=10^{8}\frac{m^3}{s}\Rightarrow 1\frac{(10^{-3}m)^3}{10^{-9}s}=10^{8}\frac{m^3}{s}\Rightarrow 1=10^{8}$ نادرست

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۲۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\text{چگالی مخلوط در حالت اول} = \rho_1 = \frac{\rho_A V_A + \rho_B V_B}{V} \Rightarrow ۰/۸۵۰ = \frac{\rho_A \frac{V}{۲} + \rho_B \frac{V}{۲}}{V}$$

$$\Rightarrow ۰/۸۵۰ = \frac{\rho_A + \rho_B}{۲} \Rightarrow \rho_A + \rho_B = ۱/۷۰۰ \qquad \text{I}$$

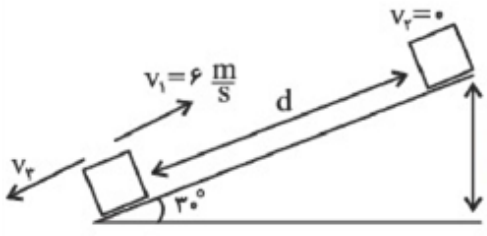
$$\text{چگالی مخلوط در حالت دوم} = \rho_2 = \frac{\rho_A V_A + \rho_B V_B}{V} \Rightarrow ۰/۸۴۴ = \frac{\rho_A \frac{V}{۵} + \rho_B \frac{۴V}{۵}}{V}$$

$$\Rightarrow ۰/۸۴۴ = \frac{\rho_A}{۵} + \frac{۴\rho_B}{۵} \Rightarrow \rho_A + ۴\rho_B = ۴/۲۲۰ \qquad \text{II}$$

$$\text{I , II} \Rightarrow \begin{cases} \rho_A = ۰/۸۶ \dfrac{g}{cm^۳} \\ \rho_B = ۰/۸۴ \dfrac{g}{cm^۳} \end{cases}$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۲۳ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.



$$h = d\sin ۳۰^\circ = \frac{d}{۲}$$

ابتدا محاسبه می‌کنیم که جسم چند متر روی سطح شیب‌دار بالا می‌رود:

$$W_f = E_۲ - E_۱ = (U_۲ + K_۲) - (U_۱ + K_۱)$$

$$\Rightarrow -fd = mgh - \frac{۱}{۲}mv_۱^۲$$

$$\Rightarrow -۸\times d = ۲\times ۱۰\times \left(d\times \frac{۱}{۲}\right) - \frac{۱}{۲}\times ۲\times ۶^۲ \Rightarrow ۱۸d = ۳۶$$

$$\Rightarrow d = ۲m$$

بنابراین جسم به اندازهٔ $۲m$ روی سطح شیبدار بالا می‌رود و به نقطهٔ اولیه باز می‌گردد. برای محاسبهٔ تندی جسم هنگام بازگشت، بین دو حالت (۱) (پرتاب به سمت بالا) و (۳) (بازگشت به نقطهٔ پرتاب)، قانون پایستگی انرژی را می‌نویسیم:

$$W_f = E_۳ - E_۱ = (U_۳ + K_۳) - (U_۱ + K_۱)$$

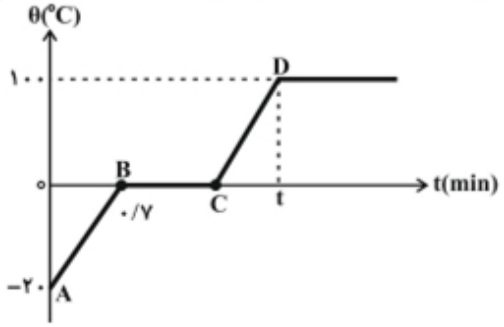
$$\Rightarrow -f\times ۲d = \frac{۱}{۲}mv_۳^۲ - \frac{۱}{۲}mv_۱^۲$$

$$\Rightarrow -۸\times (۲\times ۲) = \frac{۱}{۲}\times ۲\times v_۳^۲ - \frac{۱}{۲}\times ۲\times ۶^۲ \Rightarrow v_۳^۲ = ۴$$

$$\Rightarrow V_۳ = ۲\frac{m}{s}$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۲۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا در مرحله‌ی AB توان گرمکن را حساب می‌کنیم:



$$AB: P = \frac{Q_{AB}}{\Delta t} = \frac{mc_{\text{یخ}}\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{۱ \times ۲۱۰۰ \times (۰ - (-۲۰))}{۰/۷ \times ۶۰} \Rightarrow P = ۱۰۰۰\ W$$

حال در مرحله‌ی BC که مرحله‌ی ذوب یخ می‌باشد (چون دما ثابت است)، زمان ذوب را محاسبه می‌کنیم:

$$BC: P = \frac{Q_{BC}}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{mL_F}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow ۱۰۰۰ = \frac{۱ \times ۳۳۶۰۰۰}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = ۳۳۶s = ۵/۶\ min$$

$$t_C = ۰/۷ + ۵/۶ = ۶/۳\ min$$

در مرحله‌ی CD، دمای آب از $۰^\circ C$ تا $۱۰۰^\circ C$ تغییر می‌کند. در این مرحله مقدار t را محاسبه می‌کنیم:

$$CD: P = \frac{Q_{CD}}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{mc_{\text{آب}}\Delta\theta}{\Delta t} \Rightarrow ۱۰۰۰ = \frac{۱ \times ۴۲۰۰ \times (۱۰۰ - ۰)}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \Delta t = ۴۲۰s \Rightarrow \Delta t = \frac{۴۲۰}{۶۰} = ۷min$$

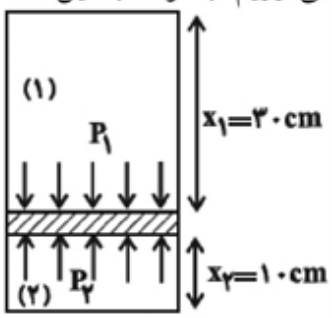
$$\Rightarrow t = ۶/۳ + ۷ = ۱۳/۳\ min \Rightarrow t = ۱۳/۳\ min$$

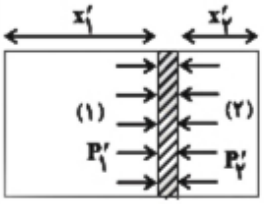
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۲۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در حالتی که سیلندر به حالت قائم است، فشار در قسمت پایین پیستون را به دست می‌آوریم. با توجه به این که سطح مقطع پیستون یکسان است داریم:

$$P_۲ = P_۱ + \frac{m_{\text{پیستون}}\, g}{A} \xrightarrow[A = ۱۰۰\ cm^۲ = ۱۰^{-۲}\ m^۲ ,\ m_{\text{پیستون}} = ۲kg]{P_۱ = ۲kPa = ۲۰۰۰\ Pa \text{ و } g = ۱۰\ \frac{N}{kg}}$$

$$P_۲ = ۲۰۰۰ + \frac{۲۰}{۱۰^{-۲}} = ۴۰۰۰\ Pa$$





در حالتی که سیلندر به صورت افقی است، فشار دو بخش با یکدیگر برابر است.

$$P'_۱ = P'_۲$$

اگر قانون گازها را برای دو بخش در دو حالت بنویسیم با توجه به این که دما ثابت است داریم:

$$\left.\begin{aligned} P_۱ V_۱ = P'_۱ V'_۱ &\xrightarrow{V = Ax} P_۱ x_۱ = P'_۱ x'_۱ \\ P_۲ V_۲ = P'_۲ V'_۲ &\xrightarrow{V = Ax} P_۲ x_۲ = P'_۲ x'_۲ \end{aligned}\right\} \xrightarrow{\text{دو رابطه را بر هم تقسیم می‌کنیم}} P'_۱ = P'_۲$$

$$\frac{P_۱ x_۱}{P_۲ x_۲} = \frac{x'_۱}{x'_۲} \xrightarrow[x_۱ = ۳۰\ cm ,\ x_۲ = ۱۰\ cm ,\ x'_۲ = ۴۰ - x'_۱\ (cm)]{P_۱ = ۲۰۰۰Pa \text{ و } P_۲ = ۴۰۰۰\ Pa} \frac{۲۰۰۰ \times ۳۰}{۴۰۰۰ \times ۱۰} = \frac{x'_۱}{۴۰ - x'_۱}$$

$$\Rightarrow ۲۴۰ - ۶x'_۱ = ۴x'_۱ \Rightarrow x'_۱ = \frac{۲۴۰}{۱۰} = ۲۴cm$$

$$\Rightarrow \Delta x = x_۱ - x'_۱ = ۳۰ - ۲۴ = ۶cm$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۲۶ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون گلوله به سمت پایین پرتاب شده است، پس از پرتاب ابتدا به کف اتاق برخورد می‌کند. انرژی جنبشی گلوله پیش از برخورد اول با کف اتاق به دست می‌آوریم:

$$K_1 = mgh_0 + \frac{1}{2}mv_0^2 \xrightarrow[h_0 = 1\,m,\ g = 10\,\frac{N}{kg}]{v_0 = 10\,\frac{m}{s}} K_1 = 10\,m + \frac{1}{2}m(10)^2 = 60m(J)$$

در اولین برخورد نیمی از K_1 تلف می‌شود. بنابراین انرژی جنبشی گلوله پس از برخورد با کف اتاق برابر است با:

$$K_1' = K_1 - \frac{1}{2}K_1 = 30\,m(J)$$

اکنون انرژی جنبشی گلوله را در لحظه‌ی برخورد با سقف به دست می‌آوریم:

$$K_2 = K_1' - mgh \xrightarrow[g = 10\,\frac{N}{kg},\ K_1' = 30\,m]{h = 2m} K_2 = 30\,m - 20\,m = 10\,m(J)$$

اکنون انرژی جنبشی گلوله را پس از برخورد اول با سقف به دست می‌آوریم:

$$K_2' = K_2 - \frac{1}{2}K_2 = \frac{1}{2}K_2 = 5m(J)$$

انرژی جنبشی گلوله در لحظه‌ی دومین برخورد با کف اتاق برابر است با:

$$K_3 = K_2' + mgh = 5m + 20\,m = 25m(J)$$

انرژی جنبشی گلوله پس از دومین برخورد با کف اتاق برخورد با کف اتاق برابر است با:

$$K_3' = \frac{1}{2}K_3 = 12/5\,m(J)$$

با توجه به انرژی جنبشی گلوله پس از دومین برخورد با کف اتاق گلوله پس از برخورد دوم با کف اتاق به سقف اتاق نمی‌رسد. لذا انرژی جنبشی آن پس از برخورد سوم با کف اتاق برابر است با:

$$K_4' = \frac{1}{2}K_4 = \frac{1}{2}K_3' = 6/25\,m \xrightarrow{K_4' = mgh'}$$

$$h' = \frac{6/25m}{10m} = 0/625\,m = 62/5\,cm$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۲۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. سرعت گلوله در لحظه‌ای که از بالن رها می‌شود برابر با $۲۰\ \frac{m}{s}$ و جهت آن به سمت بالا می‌باشد. بنابراین در لحظه‌ی رها شدن گلوله از بالن، گلوله دارای انرژی جنبشی و پتانسیل گرانشی است.

$$E = K_۱ + U_۱ \xrightarrow[U_۱ = mgh_۱]{K_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۱^۲} E = \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ + mgh_۱$$

$$\xrightarrow[v_۱ = ۲۰\ \frac{m}{s},\ h_۱ = ۱۰۰\ m]{g = ۱۰\ \frac{N}{kg}} E_۱ = m(۲۰۰ + ۱۰۰۰) = ۱۲۰\ m(J)$$

چون مقاومت هوا ناچیز است، بنابراین انرژی مکانیکی گلوله ثابت می‌ماند، در نتیجه انرژی مکانیکی گلوله در لحظه‌ی برخورد به زمین با انرژی مکانیکی گلوله در لحظه‌ای که سرعت آن نصف سرعت برخورد با سطح زمین می‌شود، برابر است. داریم:

$$E_۲ = E_۳ \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ + mgh_۲ = \frac{۱}{۲}mv_۳^۲$$

$$\xrightarrow{v_۲ = \frac{v_۳}{۲}} \frac{۱}{۲}m\left(v_۳^۲ - \frac{v_۳^۲}{۴}\right) = mgh_۲ \Rightarrow \frac{۳}{۸}v_۳^۲ = gh_۲ \xrightarrow{g = ۱۰\ \frac{N}{kg}} h_۲ = \frac{۳v_۳^۲}{۸۰} \quad (۱)$$

اکنون سرعت گلوله را در لحظه‌ی برخورد با سطح زمین به دست می‌آوریم. با مساوی قرار دادن انرژی مکانیکی گلوله در ابتدای حرکت و لحظه‌ی رسیدن به زمین، داریم:

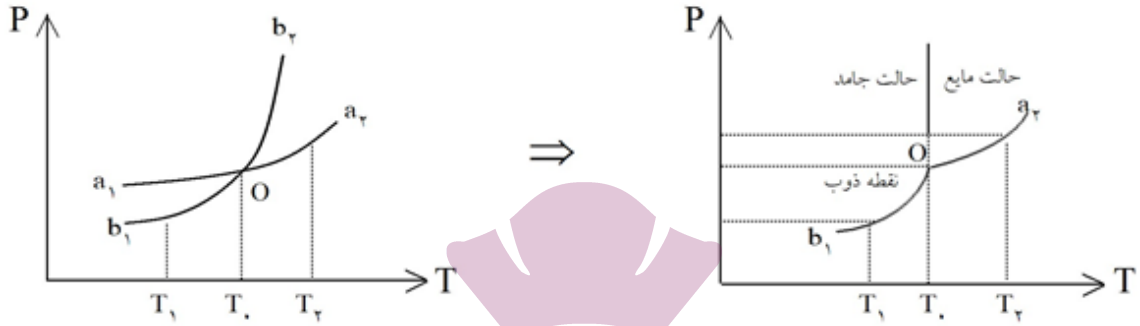
$$E_۲ = E_۱ \xrightarrow{E_۱ = ۱۲۰۰\ m} \frac{۱}{۲}mv_۳^۲ = ۱۲۰۰\ m$$

$$\Rightarrow v_۳^۲ = ۲۴۰۰\left(\frac{m}{s}\right)^۲ \quad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱)\ و\ (۲)} \Rightarrow h_۲ = \frac{۳}{۸۰} \times ۲۴۰۰ = ۹۰\ m$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۲۸ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. در دمای T_0 حالت جامد و مایع در نقطه‌ی O در تعادل هستند. در دمایی کم‌تر از T_0 مانند T_1 ، فشار بخار حالت A بیش‌تر از فشار بخار حالت B می‌باشد، بنابراین در دماهای کم‌تر از T_0 مقداری از حالت A به بخار تبدیل شده و در عوض مقداری بخار به حالت B تبدیل می‌شود. این عمل ادامه پیدا می‌کند تا تمام حالت A به حالت B تبدیل شود یا این‌که به نقطه‌ی O برسیم. در واقع در دماهای کم‌تر از T_0 حالت A وجود نخواهد داشت و بخش $a_1 o$ نمودار عملاً وجود ندارد. به همین ترتیب در دماهای بیش‌تر از T_0 مانند T_2 ، فشار بخار حالت B بیش‌تر از فشار بخار حالت A می‌باشد و با استدلال مشابه به این نتیجه می‌رسیم که در دماهای بیش‌تر از T_0 حالت B وجود ندارد و بخش ob_2 نمودار عملاً وجود نخواهد داشت.



۲۹ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. نیروی ناشی از وزن مایع، وارد بر قاعده‌ی ظرف برابر است با:

$$F = PA = \rho ghA$$

$$m_1 = m_2 \Rightarrow \rho_1 V_1 = \rho_2 V_2 \xrightarrow{V = Ah} \rho_1 A_1 h_1 = \rho_2 A_2 h_2$$

$$\xrightarrow[A_1 = A_2]{\rho_2 = 2\rho_1} h_1 = 2h_2 \xrightarrow{F = \rho ghA} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{h_2}{h_1} = 2 \times \frac{1}{2} = 1$$

چون نیروی مایع دوم به نیروی مایع اول اضافه شده است، داریم: $F_T = F_1 + F_2 = 2F_1$

در حالت کلی می‌توان گفت چون جرم دو مایع یکسان است، پس وزن آن‌ها نیز برابر است و چون ظرف به صورت استوانه‌ای قائم است، پس نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایع با وزن مایع برابر است و بنابراین در حالت دوم، نیروی وارد بر کف ظرف دو برابر می‌شود.

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۳۰ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. m' را جرم یخ و m را جرم آب در نظر می‌گیریم:

آب $25^\circ C$ به آب $0^\circ C$: $Q_1 = mc\Delta\theta = 2(1)(0-25) = -50\,cal$

یخ $-20^\circ C$ به یخ $0^\circ C$: $Q_2 = m'c'\Delta\theta' = 100(0/5)(0-(-20)) = +1000\,cal$

یخ $0^\circ C$ به آب $0^\circ C$: $Q_3 = +m'L_F = 100(80) = +8000\,cal$

می‌بینیم که اگر آب $25^\circ C$ به آب صفر درجه‌ی سلسیوس برسد حتی نمی‌تواند یخ را به یخ صفر برساند $|Q_1| < |Q_2|$ بنابراین فرض می‌کنیم که همه به یخ صفر درجه‌ی سلسیوس برسند:

آب $25^\circ C$ به آب صفر: $Q_1 = -50\,cal$

آب صفر به یخ صفر: $Q_2 = -mL_F = -(2)(80) = -160\,cal$

یخ $-20^\circ C$ به یخ صفر: $Q_3 = 100 = +1000\,cal$

می‌بینیم که $|Q_3| > |Q_1| + |Q_2|$، یعنی حتی با یخ شدن آب $25^\circ C$ نیز، گرمای لازم برای یخ صفر درجه‌ی سلسیوس شدن یخ $-20^\circ C$ تامین نمی‌شود. پس $T_F < 0$ است:

$$m'(0/5)(T_F-(-20)) + m(1)(0-25) - m(80) + m(0/5)(T_F-0) = 0 \Rightarrow T_F \cong -15^\circ C$$

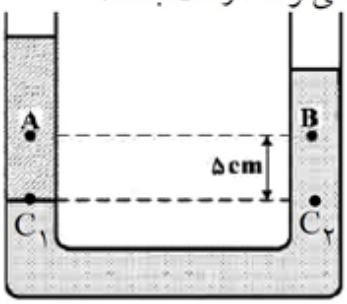
(در عبارت آخر ظرفیت گرمای ویژه‌ی یخ را قرار دادیم زیرا آب به یخ صفر تبدیل شده و پس از آن یخ صفر به دمای زیر صفر می‌رسد.)

۳۱ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. بررسی نادرستی سایر گزینه‌ها:

گ ۱: فشار نقاط هم‌ارتفاع به شرطی برابر است که دو نقطه‌ی هم‌ارتفاع در یک محیط باشند، یعنی هر دو به‌طور مثال در آب باشند و دیگر این‌که در حرکت از نقطه‌ی اول به دوم تغییر محیط نداشته باشم. برای نقاط مشخص شده، در هر حال رابطه غلط است.

گ ۲: علت نادرستی (به عبارت بهتر نامعلوم بودن صحت آن) این است که در مورد مقدار مایع بالای سر دو نقطه اطلاعاتی نداریم، با تغییر آن می‌تواند این نسبت تغییر کند. در یک ارتفاع خاصی، رابطه می‌تواند درست باشد.

گ ۳: در هر حال با توجه به بیش‌تر بودن ارتفاع مایع بالای سر نقطه‌ی A، فشار در A بیش‌تر از B است.



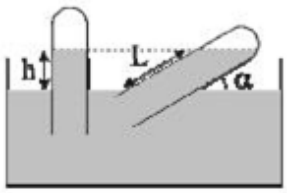
$$P_{C_1} = P_{C_2} \Rightarrow P_A + \rho_A gh = P_B + \rho_B gh$$

$$\Rightarrow P_A + 800 \times 10 \times \frac{5}{100} = P_B + 1000 \times 10 \times \frac{5}{100}$$

$$\Rightarrow P_A + 400 = P_B + 500 \Rightarrow P_A = P_B + 100$$

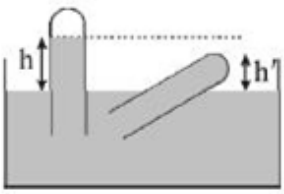
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۳۲ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. اگر در جوسنج لوله را از راستای قائم کج کنیم، طول جیوه در داخل لوله زیاد می‌شود. ولی ارتفاع جیوه ثابت می‌ماند.



$$P = \rho g L \sin\alpha$$

اگر در جوسنج آن‌قدر لوله را کج کنیم تا جیوه کاملاً داخل لوله را پر کند، در این صورت بر ته بسته‌ی لوله فشار وارد می‌کند زیرا می‌خواهد به ارتفاع h برسد. فشار جیوه بر ته لوله برابر است با:



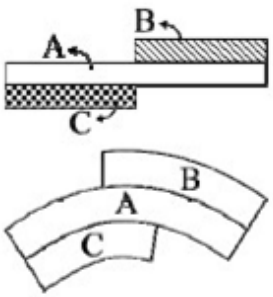
$$P_e = \rho g(h - h')$$

نیروی وارد بر ته لوله : $F = \rho g(h - L\sin\alpha)A$

$$\Rightarrow ۶۱۲ \times ۱۰^{-۳} = ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times (۰/۷۵ - ۰/۵ \times \sin\alpha) \times ۱۰ \times ۱۰^{-۶}$$

$$\Rightarrow \sin\alpha = ۰/۶ \Rightarrow \alpha = ۳۷^\circ$$

۳۳ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید، در ازای یک افزایش دمای برابر، میله‌ی A افزایش طولی بیش‌تر از افزایش طول میله‌ی C داشته است که سبب شده سمت چپ میله‌ی A رو به پایین خم شود در نتیجه: $\alpha_C < \alpha_A$



از طرفی در ازای همان افزایش دما میله‌ی B هم‌افزایش طولی بیش‌تر از میله‌ی A داشته و سبب شده که سمت راست میله‌ی A نیز رو به پایین خم شود و این به این معنی است که $\alpha_A < \alpha_B$، بنابراین داریم: $\alpha_C < \alpha_A < \alpha_B$

۳۴ گزینه‌ی ۵ پاسخ صحیح است. گرمایی که به جسم داده می‌شود، ممکن است به طور کامل، صرف بالا رفتن دمای جسم نشود، یعنی لزوماً $Q=\Delta U$ نیست. در رابطه‌ی $\Delta U=W+Q$، W به عنوان کاری که در فرآیند گرفتن گرما صورت می‌پذیرد ممکن است مثبت و یا منفی باشد. به عنوان مثال در صورتی که مقداری از گرما صرف انبساط حجمی جسم شود، $W=-P\Delta V$ و در صورتی که صرف افزایش ارتفاع مرکز جرم و در نتیجه افزایش انرژی پتانسیل گرانشی شود، $W=-mg\Delta y$ می‌باشد. اگر ضریب انبساط حجمی ماده (α) مثبت باشد، $W=-P\Delta V=-P_0(V_0\alpha\Delta T)$ منفی خواهد بود و $Q>\Delta U$ خواهد شد. اما اگر ضریب انبساط حجمی ماده منفی باشد، با بالا رفتن دمای جسم، حجم آن کاهش می‌یابد و W مثبت و در نتیجه $Q<\Delta U$ خواهد بود.

۳۵ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. نیروی وارد از طرف سیال به سطح یک جسم درون سیال برابر است با حاصل‌ضرب فشار سیال در مرکز سطح جسم در مساحت آن سطح. عمق مرکز سطح با توجه به شکل برابر $h=(a+b)$ است. فشار در مرکز سطح، یعنی فشار در عمق h از سیال نیز برابر $\overline{P}=P_0+\rho gh$ می‌باشد. در نهایت نیروی وارد بر سطح از رابطه‌ی $F=\overline{P}A$ به دست می‌آید.

$$F=\overline{P}A$$

$$\overline{P}=P_0+\rho g(a+b)\sin\theta \quad , \quad A=\pi a^2 \rightarrow F=\pi a^2[P_0+\rho g(a+b)\sin\theta]$$

ایران توشه
توشه راهبرد موفقیت

۳۶ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. اگر نیروی مقاومت هوا ناچیز باشد، هنگام سقوط یک جسم، کاهش انرژی پتانسیل گرانشی جسم برابر با افزایش انرژی جنبشی آن است. چون مقاومت هوا وجود دارد، اختلاف ΔU و ΔK برابر کار نیروی مقاومت هوا است. بنابراین با محاسبه‌ی کار نیروی مقاومت هوا و استفاده از رابطه‌ی $W = fdCos\alpha$ می‌توانیم متوسط نیروی مقاومت هوا را حساب کنیم:

$\Delta U = ۴۰J , \Delta K = ۲۸J$

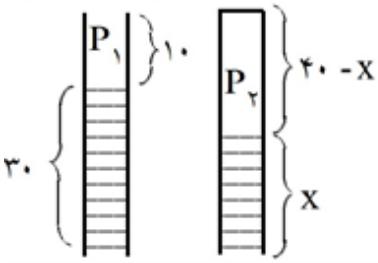
$W_f = \Delta K - \Delta U \Rightarrow W_f = ۲۸ - ۴۰ \Rightarrow W_f = -۱۲J$

$W_f = fdCos ۱۸۰^\circ \Rightarrow -۱۲ = -۲h \Rightarrow h = ۶m$

۳۷ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$P_۱ = P_۰ , P_۲ = (P_۰ - x) , V_۱ = A \times ۱۰ , V_۲ = A \times (۴۰ - x)$

$P_۱V_۱ = P_۲V_۲ \rightarrow ۷۵ \times ۱۰ = (۷۵ - x)(۴۰ - x) \rightarrow ۷۵۰ = ۳۰۰۰ + x^۲ - ۱۱۵x \Rightarrow x = ۲۵cm$



۳۸ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$P_۱ + ۴۰ = ۷۶ \qquad P_۲ + h = ۷۶$

$P_۱ = ۷۶ - ۴۰$

$P_۱V_۲ = P_۲V_۲ \rightarrow (۷۶ - ۴۰)۲۰A = P_۲(۱۰A) \rightarrow P_۲ = ۷۲cmHg$

$h = ۷۶ - ۷۲ = ۴$ مقداری که جیوه بالاتر از سطح آزاد قرار خواهد گرفت

$\Delta L = ۶۰ - (۴ + ۱۰) = ۴۶cm$

۳۹ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. اگر سطح مقطع کوچک را با a و سطح قاعده‌ی بزرگ را با A نشان دهیم، خواهیم داشت:

$\frac{mg}{a} = \frac{F}{A} \Rightarrow mg = F \times \frac{a}{A} \Rightarrow m \times ۱۰ = ۸ \times \frac{۲}{۲۰۰}$

$\Rightarrow m = \frac{۸}{۱۰۰۰} Kg = ۸gr$

۴۰ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

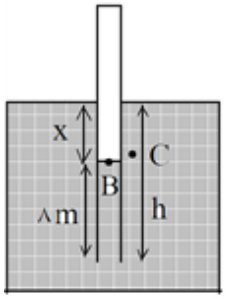
$V_A = \pi R^۲ h$

$V_B = \pi\left(R^۲ - \left(\frac{R}{۲}\right)^۲\right)h = \pi \times \frac{۳}{۴}R^۲h$

$m_A = m_B \Rightarrow \rho_A V_A = \rho_B V_B \Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{V_B}{V_A} = \frac{\frac{۳}{۴}\pi R^۲ h}{\pi R^۲ h} = \frac{۳}{۴}$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۴۱ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. A سطح مقطع لوله است.



$$P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow 10^5 \times 24A = P_2 \times 16A \Rightarrow P_2 = 1/5 \times 10^5 P_a$$

$$P_B = P_C \Rightarrow 1/5 \times 10^5 = 10^5 + 1000 \times 10 \times x$$

$$\Rightarrow 50000 = 10000x \Rightarrow x = 5m$$

$$h = x + 8 = 5 + 8 = 13m$$

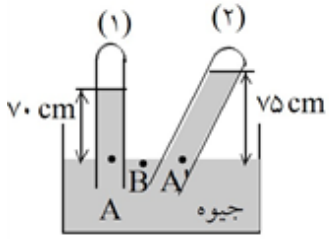
۴۲ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. هر لیتر آب، یک کیلوگرم جرم دارد.

$$\frac{Q}{t} = \frac{mL_V}{t} = \frac{0/18}{60} \times 2250 \times 10^3 = 3 \times 225 \times 10$$

$$\frac{Q}{t} = \frac{KA\Delta\theta}{d} \Rightarrow 3 \times 225 \times 10 = \frac{240 \times \pi \times 15^2 \times 10^{-4} \times \Delta\theta}{4/8 \times 10^{-3}}$$

$$\Delta\theta = \frac{3 \times 225 \times 10 \times 48 \times 10^{-4}}{24 \times 10 \times \pi \times 15^2 \times 10^{-4}} = 2 \Rightarrow \Delta\theta = \theta_2 - 100 \Rightarrow \theta_2 = 102\,^\circ C$$

۴۳ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. فشار هوای محیط ۷۰ سانتی‌متر جیوه نمی‌باشد زیرا ارتفاع قائم جیوه درون لوله‌ی کج بالاتر است، بنابراین می‌توان گفت که در حالت اول (لوله‌ی صاف) مقداری بخار جیوه در بالای لوله محبوس است یعنی اگر فشار گاز موجود در بالای لوله را در حالت اول Pg_1 بنامیم، فشار هوای محیط برابر است با:



$$P_B = P_A \longrightarrow P_B = 70 + Pg_1$$

و در حالت دوم فشار هوای محیط برابر خواهد بود با: $P_B = 75 + Pg_2$

بنابراین می‌توان گفت که فشار هوای محیط حداقل برابر با ۷۵ سانتی‌متر جیوه است.

۴۴ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. حجم و جرم گاز ثابت می‌ماند، پس چگالی نیز تغییر نمی‌کند.

۴۵ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. اگر فشار هوا را P_0 فرض کنیم، فشار هوای درون لوله در حالت (۱) برابر $P_0 + 10cmHg$ و در حالت (۲) برابر $P_0 - 10cmHg$ خواهد شد. پس می‌توان نوشت:

$$P_2V_2 = P_1V_1 \Rightarrow (P_0 - 10)4 = (P_0 + 10)3$$

$$\Rightarrow 4P_0 - 40 = 3P_0 + 30 \Rightarrow P_0 = 70cmHg$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۴۶ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$A = \pi R^2 = 3(2 \times 10^{-2})^2 = 12 \times 10^{-4} m^2$

گرمایی که یخ می‌گیرد، تا ذوب شود، از طریق رسانش در میله‌ی رسانش در میله‌ی آلومینیومی به آن منتقل می‌شود.

گرمایی که یخ می‌گیرد تا ذوب شود $= Q = ML_F = \frac{100}{1000} \times 336 = 33/6 KJ = 33600 J$

گرمایی که از طریق رسانش در میله منتقل می‌شود $= Q = K\frac{At\Delta\theta}{L} = 33600$

$$\longrightarrow 33600 = 240 \times \frac{12 \times 10^{-4} t \times 100}{\frac{18}{100}}$$

$$\longrightarrow 33600 = 240 \times 12 \times \frac{10^{-4} \times 100 \times 100t}{18} \longrightarrow t = 210 s$$

۴۷ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$|Q_{آجر}| = |Q_{چوب}| \Rightarrow \frac{kAt.\Delta\theta}{l} = \frac{k'A't'\Delta\theta'}{l'}, (A = A', t = t')$$

$$\frac{0/6 \times (\theta + 10)}{30} = \frac{0/08 \times (20 - \theta)}{1} \longrightarrow \theta = 14^\circ C$$

۴۸ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

کار نیروی اصطکاک در مسیر BC $W_{fk} = f_k \, d\cos\pi = -\mu_k mgd = -0/1 \times 10 \times 1 = -2J$

انرژی اولیه $U = mgh = 2 \times 10 \times 0/2 = 4J$

در مرتبه اول ۲ ژول از انرژی اولیه در مسیر برگشت ۲J دیگر به دلیل اصطکاک تلف می‌شود. پس در نقطه B متوقف

۴۹ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$\begin{cases} \theta_1 = \theta \\ \theta_2 = 2\theta \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T_1 = \theta + 273 \\ T_2 = 2\theta + 273 \end{cases}$$

$$\frac{P\!\!\!/ V_1}{T_1} = \frac{P\!\!\!/ V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{2\theta + 273}{\theta + 273}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{(\theta + 273) + \theta}{\theta + 273} = 1 + \frac{\theta}{273} \Rightarrow 1 < \frac{V_2}{V_1} < 2$$

۵۰ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

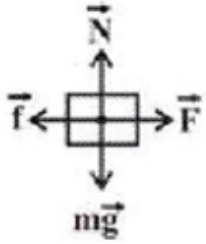
$$W_{\sum F} = \Delta K \Rightarrow W_{mg} + W_{fk} = \frac{1}{2} m \left(V_C^2 - V_A^2\right)$$

$$\Rightarrow mg\,(AB \sin 53) - mg\mu.BC = \frac{1}{2} m \left(V_C^2 - V_A^2\right) \Rightarrow 10 \times 5 \times 0/8 - 10 \times 20\mu = -\frac{1}{2} \times 2^2$$

$$\Rightarrow 40 - 200\,\mu = -2 \Rightarrow \mu = 0/21$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۵۱ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا باید ببینیم جسم تحت تأثیر نیروی افقی $\vec{F}$ می‌تواند حرکت کند یا خیر. برای این منظور بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی را حساب می‌کنیم و سپس اندازه‌ی نیروی $\vec{F}$ را با آن مقایسه می‌کنیم. اگر $F > f_{s_{max}}$ باشد، جسم حرکت می‌کند. در این حالت با محاسبه‌ی جابه‌جایی و نیروی اصطکاک جنبشی $(\vec{f_k})$، کار آن را به دست می‌آوریم. اما اگر $F < f_{s_{max}}$ باشد، جسم ساکن می‌ماند و در نتیجه کار نیروی اصطکاک جنبشی صفر می‌شود.



$$f_{s_{max}} = \mu_s N \xrightarrow{N = mg} f_{s_{max}} = \mu_s mg$$
$$\xrightarrow{\mu_s = ۰/۴ \text{ و } m = ۸kg} f_{s_{max}} = ۰/۴ \times ۸ \times ۱۰ = ۳۲N$$

چون $F < f_{s_{max}}$ است، جسم حرکت نمی‌کند. بنابراین $W_{f_k} = f_k d \cos ۱۸۰^\circ = ۰$ می‌شود.

۵۲ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$W = \Delta U = \left(\frac{۱}{۷}m\right) g \left(\frac{۱}{۲} \times \frac{L}{۷}\right) = \frac{mgL}{۹۸} = \frac{mL}{۱۰}$$

۵۳ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$V = \text{حجم یخ} = Ah = \underbrace{(۵۰۰ \times ۱۰^{۶} m^{۲})}_{۵ \times ۱۰^{۸}} \underbrace{(۱۰ \times ۱۰^{-۲} m)}_{۱۰^{-۱}} = ۵ \times ۱۰^{۷} m^{۳}$$

$$\rho_{\text{یخ}} = ۰/۹ \frac{g}{cm^{۳}} = ۹۰۰ \frac{kg}{m^{۳}} = ۹ \times ۱۰^{۲} \frac{kg}{m^{۳}}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow ۹ \times ۱۰^{۲} = \frac{m}{۵ \times ۱۰^{۷}} \rightarrow m = ۴۵ \times ۱۰^{۹} kg$$

$$\text{گرمایی که برای ذوب یخ لازم است} = Q_F = mL_F = (۴۵ \times ۱۰^{۹} kg)\left(۳۳۶ \frac{kJ}{kg}\right)$$

$$= \text{انرژی جذب شده در بهار توسط دریاچه}$$

$$\rightarrow Q_F = ۱۵۱۲۰ \times ۱۰^{۹} kJ = ۱۵۱۲۰ \times ۱۰^{۹} (۱۰^{-۳} MJ) = ۱۵۱۲۰ \times ۱۰^{۶} MJ = ۱/۵۱۲ \times ۱۰^{۱۰} MJ$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۵۴ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. ارتفاع جیوه‌ی اضافه شده $=$ حجم جیوه‌ی اضافه شده $= Ah \Rightarrow ۲۱ = ۱h \Rightarrow h = ۲۱cm$

مقدار پایین آمدن جیوه در شاخه‌ی سمت راست هم $۳cm$ است. $\Rightarrow$ مقدار بالا رفتن جیوه در شاخه‌ی سمت چپ $= x = ۱۸ - ۱۵ = cm$

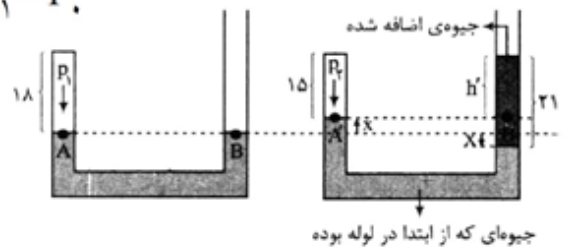
$h' = ۲۱ - (۳ + ۳) = ۱۵cm$

$P_{A'} = P_{B'} \Rightarrow P_۲ = P_۰ + ۱۵cmHg$ ، $P_A = P_B \Rightarrow P_۱ = P_۰$

برای هوا محبوس : $\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲} \xrightarrow{T_۱ = T_۲}$

$P_۰ \times (۱۸A) = (P_۰ + ۱۵)(۱۵A)$

$۶P_۰ = ۵P_۰ + ۷۵ \Rightarrow P_۰ = ۷۵cmHg$



۵۵ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. جسم از حال سکون رها شده است پس مسافتی که پس از گذشت زمان t طی می‌کند برابر است با:

$$\Delta y = \frac{۱}{۲}gt^۲ + v_۰t \xrightarrow[v_۰ = ۰]{h = \Delta y} h = \frac{۱}{۲}gt^۲$$

وقتی جسم به پایین سقوط می‌کند، نیروی وزن جسم در راستا و جهت بردار جابه‌جایی است. با استفاده از تعریف کار می‌توان نوشت:

$$W = Fd\cos\theta \xrightarrow[d = h]{F = mg} W_{mg} = (mg) \times h \times \cos ۰^\circ \Rightarrow W_{mg} = mgh$$

$$\xrightarrow{h = \frac{۱}{۲}gt^۲} W_{mg} = mg\left(\frac{۱}{۲}gt^۲\right) \Rightarrow W_{mg} = \frac{۱}{۲}mg^۲t^۲$$

۵۶ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$S_۲ = ۲S_۱ \Rightarrow \pi R_۲^۲ = ۲\pi R_۱^۲ \rightarrow R_۲ = \sqrt{۲}R_۱$$

صفحه‌های مسی، چگالی (ρ) یکسان و ضخامت (h) یکسان دارند. بنابراین:

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V \xrightarrow{V = S.h} m = \rho.S.h \Rightarrow \frac{m_۲}{m_۱} = \frac{S_۲}{S_۱} = ۲ \rightarrow m_۲ = ۲m_۱$$

$$Q_۲ = ۲Q_۱ \rightarrow m_۲C\Delta\theta_۲ = ۲m_۱C\Delta\theta_۱ \Rightarrow ۲m_۱\Delta\theta_۲ = ۲m_۱\Delta\theta_۱ \Rightarrow \Delta\theta_۲ = \Delta\theta_۱$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta R_۲}{\Delta R_۱} = \frac{R_۲\alpha.\Delta\alpha_۲}{R_۱\alpha.\Delta\alpha_۱} = \frac{\sqrt{۲}R_۱}{R_۱} = \sqrt{۲}$$

ایران توشه
توشه‌های برای موفقیت

۵۷ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. جابه‌جایی جسم در ثانیه سوم سقوط را از چند روش می‌توان محاسبه کرد:

الف) $\Delta y = \frac{1}{2}g(2n-1) + V_0 = \frac{1}{2}\times 10(2\times 3-1) + 0 = 25m$

ب) $\Delta y = \Delta y - \Delta y = \frac{1}{2}g(3)^2 - \frac{1}{2}g(2)^2 = 45 - 20 = 25m$

(Δy از ۲ تا ۳: از ۰ تا ۳ منهای از ۰ تا ۲)

کار نیروی وزن در ثانیه سوم سقوط $= W = mgh \xrightarrow{h=25m} W = 1\times 10\times 25 = 250J$

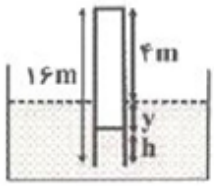
۵۸ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. قبل از وارد کردن لوله در مایع حجم هوای داخل آن برابر $V_1 = 16A$ و فشار آن برابر $P_1 = P_0 = 10^5 Pa$ است و بعد از وارد کردن لوله در مایع، حجم هوای محبوس برابر $V_2 = (4+y)A$ و فشار هوای محبوس برابر $P_2 = P_0 + \rho gy$ است. بنابراین با توجه به این که دما ثابت است، می‌توان نوشت:

$$P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow P_0\times 16A = (P_0+\rho gy)(4+y)A$$

$$16\times 10^5 = 4\times 10^5 + 10^5 y + 4\times 2500\times 10y + 2500\times 10\times y^2$$

$$25000y^2 + 2\times 10^5 y - 12\times 10^5 = 0 \xrightarrow{\text{طرفین بر } 25000 \text{ تقسیم}} y^2 + 8y - 48 = 0$$

$$(y+12)(y-4) = 0 \Rightarrow \begin{cases} y = -12m & \text{غ ق ق} \\ y = +4m & \text{ق ق} \end{cases}$$



با توجه به شکل، ارتفاع مایع (h) در لوله برابر است با:

$$h = 16 - (4+y) \xrightarrow{y=4m} h = 16 - (4+4) \Rightarrow h = 8m$$

۵۹ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. حجم اولیه‌ی مخزن نفت را V_0 و حجم اولیه‌ی نفت داخل آن را V'_0 می‌نامیم.

$$V_0 = \pi R^2 h = \pi\times 3^2\times 10 = 90\pi\times 10 m^3$$

$$V'_0 = \pi R^2 h' = \pi\times 3^2\times\left(10 - \frac{50}{100}\right) = 90\pi\times 9/5 m^3$$

در دمایی نفت از مخزن لبریز می‌شود که بر اثر انبساط حجم ثانویه‌ی نفت (V') برابر با حجم ثانویه‌ی مخزن آن (V) باشد.

$$V = V_0[1+3\alpha(\theta-\theta_0)] \quad , \quad V' = V'_0[1+\gamma(\theta-\theta_0)]$$

$$V = V' \rightarrow 90\pi\times 10\times[1+3\times 1\times 10^{-5}\times(\theta-(-10))] = 90\pi\times 9/5\times[1+1\times 10^{-3}\times(\theta-(-10))]$$

$$\rightarrow 10\times[1+3\times 10^{-5}\times(\theta+10)] = 9/5\times[1+10^{-3}\times(\theta+10)]$$

$$\rightarrow 10+3\times 10^{-4}\times(\theta+10) = 9/5+95\times 10^{-4}\times(\theta+10) \rightarrow 0/5 = 92\times 10^{-4}\times(\theta+10)$$

$$\rightarrow \theta+10 = \frac{0/5}{92\times 10^{-4}} \rightarrow \theta+10 = 54/35 \rightarrow \theta \approx 44/3^\circ C$$

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۶۰ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. اگر دما در مقیاس سلسیوس را با θ و در مقیاس دمای بنزن را با θ' نشان دهیم، با توجه به این‌که چهار دما که دو به دو متناظر یک‌دیگر هستند و بر روی این دماسنج‌ها معلوم می‌باشند در اختیار داریم رابطه‌ی زیر را برای تبدیل این مقیاس‌های دماسنجی می‌توانیم به کار ببریم.

$$\theta_1 = ۵/۵^\circ C \leftrightarrow \theta'_1 = ۰^\circ B$$

$$\theta_2 = ۸۰/۱^\circ C \leftrightarrow \theta'_2 = ۱۰۰^\circ B$$

$$\theta = ۱۰۰^\circ C \leftrightarrow \theta' = ?^\circ B$$

$$\frac{\theta-\theta_1}{\theta_2-\theta_1} = \frac{\theta'-\theta'_1}{\theta'_2-\theta'_1} \rightarrow \frac{۱۰۰-۵/۵}{۸۰/۱-۵/۵} = \frac{\theta'-۰}{۱۰۰-۰} \rightarrow \frac{۹۴/۵}{۷۴/۶} = \frac{\theta'}{۱۰۰} \rightarrow \theta' = \frac{۹۴۵۰}{۷۴/۶} = ۱۲۶/۶۷^\circ B \approx ۱۲۷^\circ B$$

۶۱ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه‌ی چگالی و حجم یک کره، جرم جهان اولیه را به دست می‌آوریم. فاصله‌ی کنونی زمین تا خورشید برابر ۱۵۰ میلیون کیلومتر است.

$$r = ۱۵۰ \times ۱۰^{۶} Km = ۱/۵ \times ۱۰^{۱۱} m$$

$$\rho = ۱۰^{۱۵} \frac{g}{cm^۲} = ۱۰^{۱۸} \frac{Kg}{m^۳}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \quad , \quad V = \frac{۴}{۳}\pi r^۳ \rightarrow ۱۰^{۱۸} = \frac{m}{\frac{۴}{۳} \times \pi \times (۱/۵ \times ۱۰^{۱۱})^۳} \rightarrow m = ۱/۴ \times ۱۰^{۵۲} Kg$$

اگر جرم هر پروتون، نوترون و الکترون را یکسان و برابر با $m_۰ = ۱/۷ \times ۱۰^{-۲۷} Kg$ در نظر بگیریم، تعداد ذرات تشکیل‌دهنده جهان برابر خواهد شد با:

$$N = \frac{m}{m_۰} = \frac{۱/۴ \times ۱۰^{۵۲}}{۱/۷ \times ۱۰^{-۲۷}} = ۰/۸۳ \times ۱۰^{۷۹} \approx ۱۰^{۷۹}$$

۶۲ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. آهنگ رسانش گرمایی از کف استخر به بالای آب، هنگامی که عمق آب زیر یخ (D) و ضخامت لایه‌ی یخ (d) ثابت باقی می‌ماند، با آهنگ رسانش گرمایی از پایین لایه‌ی یخ به هوای بیرون برابر است یعنی:

$$P_{\text{یخ}_۱} = P_{\text{آب}_۲} \rightarrow \frac{K_1 A |\Delta\theta_1|}{d} = \frac{K_2 A |\Delta\theta_2|}{D} \rightarrow \frac{K_1 \times (\theta_1 - ۰)}{d} = \frac{K_2 \times (\theta_2 - ۰)}{D} \rightarrow \frac{d}{D} = \frac{K_1 \theta_1}{K_2 \theta_2}$$

توشه ای برای موفقیت

۶۳ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. توان گرمایی شارش یافته از جسمی به طول L ، سطح مقطع A ، ثابت رسانندگی گرمایی K هنگامی که اختلاف دمای طرفین آن $|\Delta\theta|$ است از رابطه‌ی $P=\frac{KA|\Delta\theta|}{L}$ به دست می‌آید.

برای ذوب شدن قطعه یخ مورد نظر گرمای مشخصی با اندازه‌ی Q مورد نیاز است. که در هر حالت به صورت زیر قابل بیان است. طول هر دو میله یکسان و برابر L و سطح مقطع‌های آن‌ها نیز یکسان و برابر A می‌باشد.

میله ی رسانای مسی $\quad Q=P_{Cu}t_{Cu}\rightarrow Q=\frac{K_{Cu}A(۱۰۰-۰)}{L}\times ۳۰$

میله ی رسانای آهنی $\quad Q=P_{Fe}t_{Fe}\rightarrow Q=\frac{K_{Fe}A(۱۰۰-۰)}{L}\times ۷۵$

$\Big\}\ K_{Cu}\times ۳۰=K_{Fe}\times ۷۵$

$\rightarrow K_{Cu}=۲/۵K_{Fe}$

هنگامی که دو میله به صورت متوالی با هم برای انتقال گرما بکار می‌روند، فصل مشترک آن‌ها دارای دمای ثابتی با مقدار θ خواهد شد. در این شرایط باید توان گرمایی شارش یافته از دو میله یکسان و برابر باشد.

$$P'_{Cu}=P'_{Fe}\rightarrow \frac{K_{Cu}A|\Delta\theta_{Cu}|}{L}=\frac{K_{Fe}A|\Delta\theta_{Fe}|}{L}\rightarrow ۲/۵K_{Fe}(۱۰۰-\theta)=K_{Fe}(\theta-۰)$$

$$\rightarrow ۲۵۰-۲/۵\theta=\theta\rightarrow \theta=\frac{۲۵۰}{۳/۵}=\frac{۵۰۰}{۷}{}^{\circ}C$$

در این حالت هر میله باید در زمان t' که مورد سئوال است، گرمای Q را از خود عبور دهد، پس برای یکی از میله‌ها محاسبه‌ی توان گرمایی را انجام می‌دهیم.

میله‌ی رسانای مسی :

$$Q=P'_{Cu}t'\rightarrow P_{Cu}t_{Cu}=P'_{Cu}t'\rightarrow K_{Cu}\frac{A(۱۰۰-۰)}{L}\times ۳۰=\frac{K_{Cu}A\left(۱۰۰-\frac{۵۰۰}{۷}\right)}{L}\times t'$$

$$\rightarrow ۳۰۰۰=\frac{۲۰۰}{۷}\times t'\rightarrow t'=۱۰۵\ min$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۶۴ گزینه‌ی صحیح در گزینه‌های سئوال نمی‌باشد. فرض می‌کنیم که حجم داخلی ظرف مورد نظر برابر V باشد. در هر یک از حالت‌هایی که مایع A با چگالی ρ_A و مایع B با چگالی ρ_B با هم مخلوط می‌شوند، مجموع جرم این دو مایع با جرم مخلوط مورد نظر با چگالی گفته شده برابر است. پس دو معادله با دو مجهول مورد نظر به صورت زیر به دست می‌آید.

$$\rho=\frac{m}{V}$$

حالت اول : $m_A+m_B=m_{مخلوط}$ ، $m_A=\rho_A\times\frac{V}{۲}$ ، $m_B=\rho_B\times\frac{V}{۲}$ ، $m_{مخلوط}=\rho\times V$

حالت دوم : $m'_A+m'_B=m'_{مخلوط}$ ، $m'_A=\rho_A\times\frac{V}{۳}$ ، $m'_B=\rho_B\times\frac{۲V}{۳}$ ، $m'_{مخلوط}=\rho'\times V$

$$\rightarrow \begin{cases} \rho_B\times\frac{V}{۲}+\rho_B\times\frac{V}{۲}=۸\times V \rightarrow \\ \rho_A\times\frac{V}{۳}+\rho_B\times\frac{۲V}{۳}=۶\times V \rightarrow \end{cases} \begin{cases} \rho_A+\rho_B=۱۶ \\ \rho_A+۲\rho_B=۱۸ \end{cases} \rightarrow \rho_B=\frac{۲g}{cm^۳} ,\ \rho_A=۱۴\frac{g}{cm^۳}$$

۶۵ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$P_۱=P_۰+\frac{w_۱}{A}=۱۰^۵+\frac{۲۰۰}{۱۰۰\times۱۰^{-۴}}=۱/۲\times۱۰^۵(Pa)$$

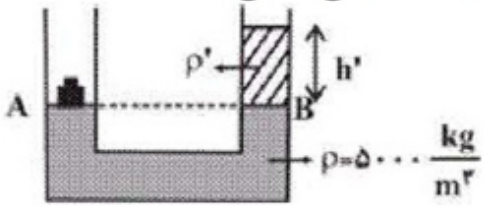
$$P_۲=P_۰+\frac{w_۲}{A}=۱۰^۵+\frac{۴۰۰}{۱۰۰\times۱۰^{-۴}}=۱/۴\times۱۰^۵(Pa)$$

$$P_۱V_۱=P_۲V_۲ \xrightarrow{V=Ah} P_۱h_۱=P_۲h_۲ \Rightarrow ۱/۲\times۷۰=۱/۴\times h' \Rightarrow h'=۶۰\,cm \Rightarrow$$

پیستون ۱۰ سانتی‌متر پایین می‌رود.

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

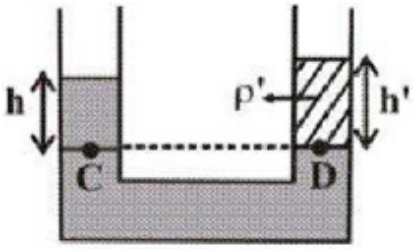
۶۶ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.



$$P_A = P_B \Rightarrow \frac{mg}{A} + P_{\circ} = \rho' gh' + P_{\circ}$$

$$\Rightarrow \frac{mg}{A} = \rho' gh' \qquad (۱)$$

وقتی که وزنه را از روی پیستون شاخه‌ی سمت چپ برمی‌داریم، سطح مایع در آن بالا می‌رود تا دوباره تعادل برقرار شود، در این حالت می‌توان نوشت:



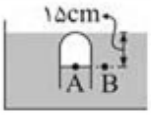
$$P_C = P_D \Rightarrow \rho gh + P_{\circ} = \rho' gh' + P_{\circ} \Rightarrow \rho gh = \rho' gh' \qquad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱)\ ,\ (۲)} \frac{mg}{A} = \rho gh$$

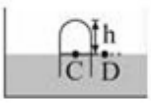
$$\Rightarrow h = \frac{m}{\rho A} = \frac{۱۵۰ \times ۱۰^{-۳}}{۵۰۰۰ \times ۵ \times ۱۰^{-۴}} \Rightarrow h = ۰/۰۶m = ۶cm$$

بنابراین مایع در شاخه‌ی سمت چپ $\frac{۶}{۲} = ۳cm$ نسبت به حالت اولیه‌ی خود بالا رفته است. زیرا سطح مایع در شاخه‌ی سمت راست نیز $۳cm$ پایین می‌آید و به این ترتیب اختلاف ارتفاع مایع در دو شاخه به $۶cm$ خواهد رسید.

۶۷ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. چون دما ثابت و گاز درون لوله محبوس است، می‌توان نوشت: $P_۱V_۱ = P_۲V_۲$



$$P_۱ = P_B = ۷۵ + ۱۵ = ۹۰\ cmHg$$



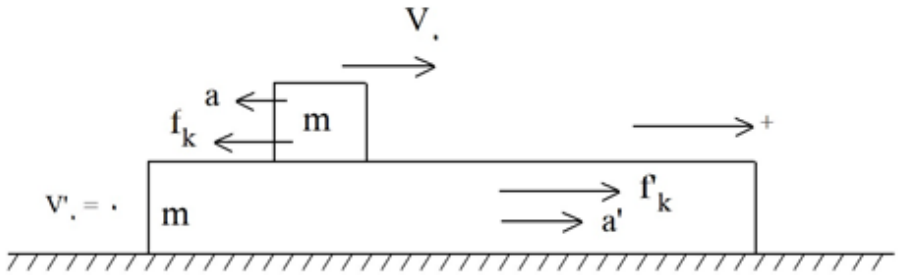
$V_۱ = ۱۵A$ (A مساحت قاعده‌ی لوله است.)

$P_۲ = P_D = ۷۵\ cmHg$ $\qquad V_۲ = Ah$ $\qquad P_۱V_۱ = P_۲V_۲$

$$\Rightarrow ۹۰ \times ۱۵A = ۷۵ \times A \times h \Rightarrow h = ۱۸cm$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۶۸ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. هنگامی‌که جعبه‌ی بالایی را با سرعت V_0 بر روی جعبه‌ی ساکن پایینی می‌لغزانیم به دلیل وجود نیروی اصطکاک سرعت جعبه‌ی بالایی کاسته می‌شود و چون عکس‌العمل این نیرو به جعبه‌ی پایینی برخلاف جهت وارد می‌شود سرعت جعبه‌ی پایینی در جهت V_0 شروع به افزایش می‌کند تا آن‌جا که سرعت هر دو جعبه با هم برابر شده و از آن پس با سرعت یکسان و بدون لغزش بر روی یکدیگر ادامه‌ی مسیر می‌دهند. مطابق شکل زیر:



چون جرم و نیروی اصطکاک وارد بر هر دو جعبه، یکسان و برابر است بنابراین طبق قانون دوم نیوتن اندازه‌ی شتاب حرکت آن‌ها نیز مساوی است با این تفاوت که شتاب جعبه‌ی بالایی مقداری منفی مثلاً برابر $a = -a_0$ است و حرکت این جعبه کند شونده است و در مقابل شتاب جعبه‌ی پایینی مقداری مثبت و برابر $a' = +a_0$ است و حرکت این جعبه تند شونده است.

پس می‌توانیم برای جعبه‌ی پایینی و بالایی به ترتیب معادلات سرعت $V = -a_0 t + V_0$ و $V' = a_0 t + V'_0 = +a_0 t$ را بنویسیم.

در بالا اشاره کردیم که لغزش جعبه‌ی بالایی بر روی جعبه‌ی پایینی هنگامی پایان می‌پذیرد که سرعت آن‌ها برابر شود یعنی $V' = V$ شود. در این زمان سرعت هر جعبه برابر است با:

$$V' = V \rightarrow a_0 t = -a_0 t + V_0 \rightarrow 2a_0 t = V_0 \rightarrow t = \frac{V_0}{2a_0}$$

$$V' = a_0 t = a_0 \times \frac{V_0}{2a_0} = \frac{V_0}{2} = V$$

پس سرعت هر دو جعبه به $\frac{V_0}{2}$ خواهد رسید.

برای محاسبه‌ی کل کار نیروی اصطکاک روی جعبه‌ی بالایی از دید ناظر زمینی از قضیه‌ی کار - انرژی استفاده می‌کنیم باتوجه به این‌که کار نیروی وزن و نیروی عمودی تکیه‌گاه بر روی این جعبه صفر می‌باشد داریم:

$$\sum W_F = \Delta K \rightarrow W_{f_k} + W_{mg} + W_N = K - K_0 \rightarrow W_{f_k} + 0 + 0 = \frac{1}{2} mV^2 - \frac{1}{2} mV_0^2$$

$$\rightarrow W_{f_k} = \frac{1}{2} m \times \left(\frac{V_0}{2}\right)^2 - \frac{1}{2} mV_0^2 = \left(\frac{1}{8} - \frac{1}{2}\right) mV_0^2 \rightarrow W_{f_k} = -\frac{3}{8} mV_0^2$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۶۹ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. با فروریختن آب از بالای آبشار به اندازه‌ی انرژی پتانسیل گرانشی اولیه‌ی آب، انرژی تلف می‌شود که به صورت گرما به آب داده می‌شود و از طرفی به اندازه‌ی گرمای نهان تبخیر یک‌صدم جرم آب فرو ریخته، ازآب گرماگرفته می‌شود. نتیجه این دو گرما سبب تغییر دمای ۰/۹۹ جرم آب باقی‌مانده در پایین آبشار می‌شود. پس می‌توانیم معادله‌ی زیر را بنویسیم.

$$(\text{گرمای داده شده به آب}) Q_2 = (\text{گرمای نهان تبخیر گرفته شده}) Q_1 + (\text{انرژی پتانسیل گرانشی اولیه}) U$$

$$\rightarrow mgh + (-m_1 L_v) = m_2 c\Delta\theta \;,\; m_1 = \frac{1}{100}m \;,\; m_2 = \frac{99}{100}m$$

$$\rightarrow m\times 10\times 100 + \left(-\frac{1}{100}m\times 2\times 10^6\right) = \frac{99}{100}m\times 4\times 10^3\times\Delta\theta$$

$$\rightarrow 10^3 - 2\times 10^4 = 3960\,\Delta\theta$$

$$\rightarrow \Delta\theta = \frac{-19000}{3960} \rightarrow \Delta\theta = -4/79 \cong -5^\circ C$$

۷۰ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. فشار نقطه‌ی B که در بالای سطح مایع و در هوا قرار دارد برابر فشار هوا، یعنی P_0 است. بین فشار نقطه‌ی A و فشار در سطح تراز مایع که به صورت خط چین مشخص شده است و برابر فشار هوا P_0 است، می‌توانیم معادله‌ی زیر را بنویسیم.

$$P_A + \rho gh = P_0 \rightarrow P_A - P_0 = -\rho gh$$

اگر به جای P_0 مقدار P_B را جایگزین نماییم مقدار $P_A - P_B$ به‌دست می‌آید. یعنی:

$$P_A - P_B = -\rho gh$$

۷۱ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. سطح بالایی فنجان را به‌ازای $Z = H$ از رابطه‌ی $A_1 = \pi r_1^2$ به‌دست می‌آوریم.

$$Z = \alpha x^2 - h \rightarrow H = \alpha x^2 - h \rightarrow x^2 = \frac{H+h}{\alpha} = r_1^2 \rightarrow A_1 = \pi\left(\frac{H+h}{\alpha}\right)$$

نیروی حاصل از فشار هوا بر این سطح برابر $F_1 = P_0 A_1$ خواهد شد.

$$F_1 = P_0\times\pi\left(\frac{H+h}{\alpha}\right) = \frac{\pi}{\alpha}P_0 H + \frac{\pi}{\alpha}P_0 h$$

سطح پایینی و کف فنجان را به‌ازای $Z = 0$ از رابطه‌ی $A_2 = \pi r_2^2$ به‌دست می‌آوریم.

$$Z = \alpha x^2 - h \rightarrow 0 = \alpha x^2 - h \rightarrow x^2 = \frac{h}{\alpha} = r_2^2 \rightarrow A_2 = \pi\left(\frac{h}{\alpha}\right)$$

نیروی حاصل از فشار هوا و فشار مایع $(P = P_0 + pgH)$ بر این سطح برابر $F_2 = PA_2$ خواهد شد.

$$F_2 = (P_0 + pgH)\times\pi\left(\frac{h}{\alpha}\right) = \frac{\pi}{\alpha}P_0 h + \frac{\pi}{\alpha}pghH$$

نیروی کل عمودی که بر مجموعه فنجان وارد می‌شود برابر با $F_1 + Mg$ می‌باشد و نیرویی که به‌صورت عمودی فقط بر کف فنجان وارد می‌شود برابر F_2 است. پس حاصل تفاوت این دو نیرو، همان نیرویی است که از طرف مایع بر دیواره‌ی جانبی فنجان وارد می‌شود.

$$f = (F_1 + Mg) - F_2 \rightarrow f = \left(Mg + \frac{\pi}{\alpha}P_0 H + \frac{\pi}{\alpha}P_0 h\right) - \left(\frac{\pi}{\alpha}P_0 h + \frac{\pi}{\alpha}pghH\right)$$

$$\rightarrow f = Mg - \frac{\pi pgHh - \pi p_0 H}{\alpha}$$

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۷۲ گزینه‌های ۳ و ۴ پاسخ صحیح هستند. اگر مقدار $b_.$ را به صورت $b_. \pm e$ و مقدار a را به صورت $a_. \pm e$ نشان دهیم، مساحت مستطیل مورد نظر به صورت زیر قابل بیان است.

$$S = ab = (a_. \pm e) \times (b_. \pm e) = a_. b_. \pm (a_. + b_.)\, e \pm e^2$$

چون مقدار e در مقابل $a_.$ و $b_.$ کوچک است، مقدار e^2 در مقابل سایر جملات قابل چشم‌پوشی است. اگر $a_. b_.$ را $S_.$ بنامیم. پس رابطه‌ی بالا به صورت زیر خلاصه می‌شود.

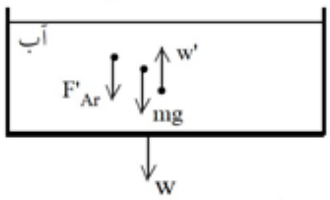
$$S = S_. \pm (a_. + b_.)e$$

باتوجه به این‌که مقدارهای $a_., b_., e$ و $S_.$ به ترتیب برابر $۲۰mm, ۱۰mm, ۱mm, ۲۰۰mm^2$ هستند، پس می‌توانیم مساحت مستطیل را به صورت $S = ۲۰۰mm^2 \pm ۳۰mm^2$ نشان دهیم.

در یکی از روش‌های بررسی دقت اندازه‌گیری در مقدار خطای محاسبات، گفته می‌شود که بیش‌ترین دامنه‌ی خطا، برای بزرگ‌ترین مقدار کمیّت‌هایی است که در محاسبات دخالت دارند، یعنی مقدار $a_.$. پس خطای محاسبات دارای دامنه‌ی $e_s = a_. \times e = ۲۰ \times ۱$ است یعنی:

$$S = S_. + e_S \rightarrow S = ۲۰۰mm^2 \pm ۲۰mm^2$$

۷۳ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. برای بررسی نیرویی که آب به کف ظرف وارد می‌کند، تنها باید به نیروهایی که به آب وارد می‌شود توجه کنیم، نیروهایی که بین جسم، فنر و کف ظرف ایجاد می‌شود در بررسی نیروی مورد نظر دخالتی ندارند. باتوجه به‌این‌که جسم داخل آب قرار گرفته‌است، نیروی ارشمیدس بالا رانی به جسم وارد می‌شود و عکس‌العمل این نیرو به آب داخل ظرف و به سمت پایین وارد می‌شود. مقدار نیروی ارشمیدسی که آب به جسم وارد می‌کند از رابطه‌ی $F_{Ar} = \rho_. Vg$ محاسبه می‌شود. در این رابطه g شتاب گرانشی، $\rho_.$ چگالی مایع که همان چگالی آب است و V حجم قسمتی از جسم است که داخل آب قرار گرفته‌است.



نیروهای دیگری که به آب درون ظرف وارد می‌شوند عبارتند از نیروی وزن آب (mg) و نیرویی که از کف ظرف به آب وارد می‌شود و 'w نام دارد. پس می‌توانیم برای این نیروها شکل روبه‌رو را در نظر بگیریم.

$$\sum \vec{F} = ۰ \rightarrow W' - mg - F'_{Ar} = ۰ \rightarrow W' = mg + F'_{Ar}, W = W', F_{Ar} = F'_{Ar}$$

$$\rightarrow W = mg + F_{Ar}$$

پس نیرویی که به کف ظرف وارد می‌شود، با مجموع وزن آب درون ظرف و نیروی ارشمیدسی که به جسم وارد می‌شود برابر است، برای مقایسه‌ی $W_۱$ و $W_۲$ در دو حالت گفته شده باید نیروهای ارشمیدس وارد به دو جسم را مقایسه کنیم. بنابراین:

حالت اول: $\rho_۱ < \rho_.$ و جرم جسم: $m_۱ = M$

حالت دوم: $\rho_۲ > \rho_.$ و جرم جسم: $m_۲ = M$

$$\rightarrow \rho_۱ < \rho_۲ \rightarrow \frac{M}{V_۱} < \frac{M}{V_۲} \rightarrow V_۱ > V_۲$$

رابطه‌ی نیروی ارشمیدس: $F_{Ar} = \rho_. Vg$ و $V_۱ > V_۲ \rightarrow F_{Ar_۱} > F_{Ar_۲} \rightarrow mg + F_{Ar_۱} > mg + F_{Ar_۲}$

$$\rightarrow W_۱ > W_۲$$

یعنی در حالت اول که چگالی جسم کم‌تر است، حجم آن بیش‌تر است و نیروی ارشمیدس بیش‌تری به آن وارد می‌شود و در نتیجه عکس‌العمل آن سبب می‌شود نیروی بزرگ‌تری به کف ظرف وارد شود.

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۷۴ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. جرم تخم‌مرغ را M، جرم پوسته‌ی آن را m و جرم محتویات آن را که تقریباً مانند آب است μ فرض می‌کنیم. بنابراین:

$$M = m + \mu$$

مقدارهای m و μ را با محاسبه‌ی حجم هر کدام و معلوم بودن چگالی آن‌ها به صورت زیر محاسبه می‌کنیم. قطر یک تخم‌مرغ را تقریباً ۵cm تخمین می‌زنیم.

حجم پوسته‌ی تخم‌مرغ: $V = 4\pi r^2 \times d \rightarrow V = 4 \times 3/14 \times \left(\frac{5}{2}\right)^2 \times \left(0/3 \times 10^{-1}\right) \cong 2/4\ cm^3$

جرم پوسته‌ی تخم‌مرغ: $m = \rho \times V\ ,\ \rho = 3\rho_w \rightarrow m = 3\ \frac{g}{cm^3} \times 2/4\ cm^3 = 7/2\ g \cong 6g$

جرم پوسته‌ی تخم‌مرغ به مقدار ۶ گرم نزدیک‌تر است.

حجم محتویات تخم‌مرغ: $v = \frac{4}{3}\pi r^3 \rightarrow v = \frac{4}{3} \times 3/14 \times \left(\frac{5}{2}\right)^2 \cong 65\ cm^3$

جرم محتویات تخم‌مرغ: $\mu = \rho_w \times \upsilon \rightarrow v = 1\ \frac{g}{cm^3} \times 65 = 65g$

جرم تخم مرغ: $M = m + \mu = 6 + 65 = 71\ g \cong 60g$

مقدار محاسبه‌شده برای جرم تخم‌مرغ به مقدار ۶۰ گرم نزدیک‌تر است.

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۷۵ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. بااستفاده از قضیه‌ی کار و انرژی سرعت مهره‌ی تسبیح را هنگامی‌که به اندازه‌ی h سقوط می‌کند به دست می‌آوریم. بنابراین:

$$\sum W = \Delta K \rightarrow W_{mg} + W_N + W_{f_K} = K - K_.$$

در این رابطه چون مهره بدون سرعت اولیه رها شده است $K_.$ برابر صفر است. از طرفی با نا چیز بودن اصطکاک و عمود بودن نیروی عکس‌العمل تکیه‌گاه بر راستای جابه‌جایی، کار نیروی اصطکاک (W_{f_K}) و کار نیروی عکس‌العمل تکیه‌گاه (W_N) نیز صفر می‌باشند. پس داریم:

$$W_{mg} = K \rightarrow mgh = \frac{1}{2} mV^2 \rightarrow \frac{V^2}{2g} = h$$

پس هنگامی‌که مهره به اندازه‌ی h کاهش ارتفاع می‌دهد، مقدار $\frac{V^2}{2g}$ به اندازه‌ی h افزایش می‌یابد. یعنی:

$$\Delta\left(\frac{V^2}{2g}\right) = -\Delta(h)$$

با تقسیم کردن طرفین عبارت بالا بر Δx می‌توانیم شیب متوسط این دو نمودار را به دست آوریم و با هم مقایسه کنیم.

$$\rightarrow \frac{\Delta\left(\frac{V^2}{2g}\right)}{\Delta x} = \frac{-\Delta(h)}{\Delta x} \rightarrow tg\alpha' = -tg\,\alpha$$

پس شیب‌نمودار $\frac{V^2}{2g}$ برحسب x، قرینه‌ی شیب نمودار h برحسب xمی‌باشد.

باتوجه به نمودار h - t شیب این منحنی از مقداری منفی آغاز شده و به مقدار منفی بزرگ‌تری افزایش می‌یابد. پس شیب منحنی $\frac{V^2}{2g}$ - t از مقداری مثبت آغاز شده و به مقدار مثبت کوچک‌تری کاهش می‌یابد.

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۷۶ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. اگر فرض کنیم فاصله‌ی متوسط بین دو مولکول مجاور d باشد این مولکول‌ها در فضایی به حجم V قرار می‌گیرند، حجم V با مکعب فاصله‌ی متوسط بین دو مولکول (d^3) نسبت مستقیم دارد.

اگر حجم اولیه‌ی آب $V_1 = ۶۰\ cm^3$ و حجم ثانویه‌ی بخار آب $V_2 = ۳ \times ۴ \times ۵ = ۶۰\ m^3$ باشد، باتوجه به این‌که فاصله‌ی V_1 با d_1^3 و فاصله‌ی V_2 با d_2^3 متناسب است داریم:

$$V_1 = ۶۰\ cm^3 = ۶ \times ۱۰^{-5}\ m^3 \rightarrow V_1 \propto d_1^3$$

$$V_2 = ۶۰\ m^3 \rightarrow V_2 \propto d_2^3$$

$$\rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{d_2^3}{d_1^3} = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^3 \rightarrow \frac{۶۰}{۶ \times ۱۰^{-5}} = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^3 \rightarrow ۱۰^6 = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^3 \rightarrow \frac{d_2}{d_1} = ۱۰۰$$

اگر فاصله‌ی متوسط بین دو مولکول مجاور آب، ۱۰۰ برابر شود، حجم فضایی که این مولکول‌ها اشغال می‌کنند $(۱۰۰)^3 = ۱۰^6$ برابر می‌شود.

۷۷ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. اگر فرض کنیم ایران ۷۰ میلیون جمعیت دارد و تعداد لامپ‌های مورد استفاده را تقریباً به ازای هر نفر یک لامپ در نظر بگیریم، می‌توان تعداد لامپ‌های مورد استفاده در ایران را ۱۰۰ میلیون عدد در نظر گرفت. هم‌چنین فرض می‌کنیم توان متوسطی که هر لامپ معمولی مصرف می‌کند، ۱۰۰ وات است.

توان هر لامپ کم مصرف $= \frac{۱}{۵} \times ۱۰۰ = ۲۰$ وات

صرفه جویی به ازای هر لامپ کم مصرف $= ۱۰۰ - ۲۰ = ۸۰$ وات

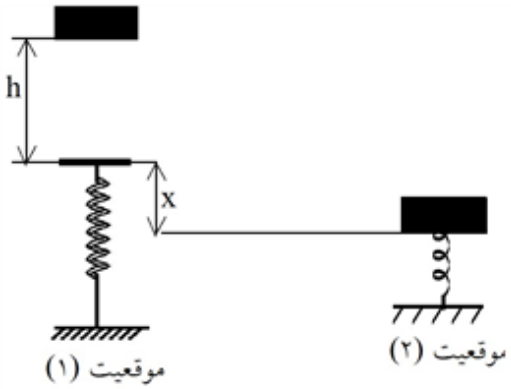
کل توان صرفه جویی شده $= ۱۰۰۰۰۰۰۰۰ \times ۸۰ = ۰/۸ \times ۱۰^{۱۰}$ وات

حتی اگر تعداد لامپ‌ها را همان ۷۰ میلیون فرض کنیم، عدد محاسبه شده برابر $۵/۶ \times ۱۰^9$ خواهد بود. هر دوی این اعداد به w $۱۰^{۱۰}$ نزدیک هستند.

۷۸ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. به طور تقریبی اگر یک لیوان را پر از برف کنیم و سپس آن را ذوب کنیم، آب حاصل تقریباً یک دهم حجم لیوان را پرخواهد کرد. هم‌چنین در اندازه‌گیری‌ها هر ۱۰ سانتی‌متر برف را معادل ۱۰ میلی‌متر باران در نظر می‌گیرند . بنابراین چگالی برف ۰/۱ چگالی آب می‌باشد.

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۷۹ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. قانون پایستگی انرژی مکانیکی را بین دو وضعیت رها شدن جسم و موقعیتی که فنر به اندازه‌ی x فشرده‌است به‌کار می‌گیریم:



$$E_1 = E_2$$
$$\rightarrow K_1 + (U_g)_1 + (U_e)_1 = K_2 + (U_g)_2 + (U_e)_2$$
$$\rightarrow 0 + mgh + 0 = \frac{1}{2} mV^2 + (-mgx) + \frac{1}{2} kx^2$$
$$\rightarrow v^2 = 2g(x + h) - \frac{k}{m} x^2$$

در موقعیتی که سرعت جسم بیشینه باشد، توان دوم سرعت نیز بیشینه مقدار را دارد. پس اگر مشتق توان دوم سرعت نسبت به مکان را برابر صفر قرار دهیم، موقعیت بیشینه سرعت به‌دست می‌آید:

$$\frac{dv^2}{d} = 0 \rightarrow 2g - \frac{2k}{m} x = 0 \rightarrow x = \frac{mg}{k}$$

یعنی در حالتی‌که فنر به اندازه‌ی $\frac{mg}{k}$ فشرده شده است، سرعت جسم ، بیشینه است.

۸۰ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. بارالکتریکی هر قطره‌ی کوچک را q_0 و شعاع هر قطره‌ی کوچک را r_0 در نظر می‌گیریم، بنابراین انرژی الکتریکی هر قطره‌ی کوچک برابر خواهد بود با $U_0 = \frac{q_0^2}{4\pi\varepsilon_0 r_0}$

اگر ۱۰۰۰ عدد از این قطره‌های کوچک را در نظر بگیریم مجموعاً ۱۰۰۰ برابر U_0 انرژی الکتریکی خواهند داشت یعنی: $U_1 = 1000\, U_0$ اما اگر این ۱۰۰۰ قطره‌ی‌کوچک به هم بچسبند، قطره‌ای بزرگ با بارالکتریکی q و شعاع r ایجاد می‌شود. رابطه‌ی بین q و q_0 و رابطه‌ی بین r و r_0 به‌صورت زیر مشخص می‌شود.

قانون پایستگی بار الکتریکی: $q = 1000\, q_0$

ثابت بودن حجم قطره‌ها: $V = 1000\, V_0 \rightarrow \frac{4}{3}\pi r^3 = 1000 \times \frac{4}{3}\pi r_0^3 \xrightarrow{\sqrt[3]{}} r = 10\, r_0$

باتوجه به رابطه‌ی انرژی الکتریکی، مقدار انرژی الکتریکی قطره‌ی بزرگ را به صورت زیر و برحسب U_0 تعیین می‌کنیم.

$$U_2 = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 r} \rightarrow U_2 = \frac{(1000\, q_0)^2}{4\pi\varepsilon_0 \times 10\, r_0} = \frac{10^6 q_0^2}{10 \times 4\pi\varepsilon_0 r_0} \rightarrow U_2 = 10^5 \times \frac{q_0^2}{4\pi\varepsilon_0 r_0} = 10^5\, U_0$$

نسبت انرژی الکتریکی قطره بزرگ (U_2) به مجموع انرژی الکتریکی قطره‌های کوچک اولیه (U_1) برابر است با:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{10^5\, U_0}{10^3\, U_0} \rightarrow \frac{U_2}{U_1} = 10^2 = 100$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۸۱ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. برای بررسی این مسئله باید فشار اولیه و فشار ثانویه‌ی گاز درون لاستیک را تعیین کنیم و سپس با استفاده از قانون گازها حجم هوای تلمبه شده به درون لاستیک را محاسبه کنیم.

فشار اولیه‌ی هوای درون لاستیک: $P_1 = P_0 \rightarrow P_1 = 1atm$

فشارثانویه‌ی هوای درون لاستیک: $P_2 = P_0 + \frac{F}{A} \rightarrow P_2 = 1atm + \frac{350N}{60\times10^{-4}\ m^2} \times 10^{-5} = 1/583\ atm$

حجم نهایی هوای درون لاستیک در فشار ثانویه: $V_2 = 2000\ cm^3$

حجم نهایی هوای درون لاستیک در فشار جو: V_1

قانون گازهای کامل: $\rightarrow \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$ و فرض می کنیم دما ثابت است $\rightarrow P_1V_1 = P_2V_2$

$\rightarrow 1 \times V_1 = 1/583 \times 2000 \rightarrow V_1 = 3166\ cm^3$

باتوجه به این‌که ۷۵ درصد حجم ۲۰۰۰ سانتی‌متر مکعبی، از ابتدا در فشار $P_1 = P_0 = 1atm$ پر شده بود. پس حجم هوایی که توسط تلمبه به داخل لاستیک فرستاده شده، در فشار جو، برابر است با:

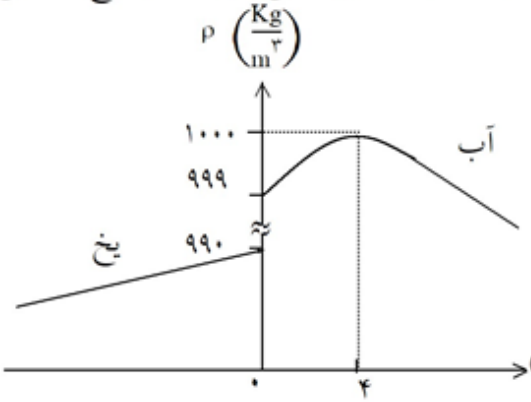
$$\Delta V = V_1 - V_0 = 3166 - \frac{75}{100} \times 2000 \rightarrow \Delta V = 1666\ cm^3$$

حجم به دست آمده به دفعات تلمبه زدن از حجم هوای سیلندر و پیستون تلمبه (V_0) پر شده است. پس تعداد تلمبه‌ی لازم برای آن‌که لاستیک به حجم $2000\ cm^3$ و فشار P_2 برسد، به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$N = \frac{\Delta V}{V_0} \rightarrow N = \frac{1666}{40} = 41/6$$

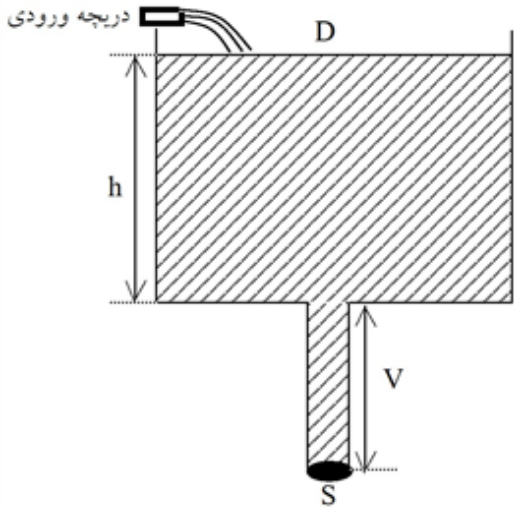
این تعداد به عدد ۴۰ نزدیک‌تر می‌باشد.

۸۲ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. می‌دانیم آب در فشار جو $(1atm)$، بیش‌ترین چگالی خود را در نقطه‌ی انجماد ندارد، بیش‌ترین چگالی آب در دمای $4^\circ C$ است. یعنی در بازه‌ی دمایی $0^\circ C$ تا $4^\circ C$ ضریب انبساط حجمی آب منفی است. در مورد یخ زدن آب یک دریاچه می‌توان گفت که با سرد شدن هوای واقع بر روی سطح دریاچه، آب در نزدیکی سطح دریاچه ، نیز سرد می‌شود، پس چگالی این لایه‌ی آب سرد زیاد شده و آب سرد پایین می‌رود و به جای آن آب گرم از اعماق دریاچه به سطح آب می‌آید. این جریان‌های همرفتی و جابه‌جا شدن لایه‌های آب تا زمانی که تمام آب دریاچه به دمای $4^\circ C$ برسد به همین صورت می‌باشد. بعد از این سرد شدن بیش‌تر لایه‌های سطحی آب ، سبب می‌شود که دمای آن‌ها از $4^\circ C$ کم‌تر شود و چگالی این لایه‌ها نیز کاهش یابد و این لایه‌ها بر روی آب سنگین‌تر که با دمای $4^\circ C$ در ته دریاچه ته نشین شده‌است، شناور گردند. با ادامه‌ی عمل سرد شدن، یخ تشکیل می‌شود که چون به صورت ناگهانی منبسط می‌شود، چگالی آن از آب در هر دمایی کم‌تر است و به این صورت یخ شناور بر سطح آب قرار می‌گیرد. این لایه‌ی یخی، یک نارسانای گرمایی بسیار خوب است که سبب می‌شود آهنگ افزایش ضخامت یخ با گذشت زمان ، کاهش یابد. پس باتوجه به تغییرات چگالی آب و یخ نسبت به دما به این نتیجه می‌رسیم که اگر سطح آب دریاچه یخ زده باشد، غیر ممکن است که دمای آب دریاچه در نقطه‌ای از آن از $4^\circ C$ بیش‌تر شود. به نمودار مقابل توجه کنید.



ایران توشه
شوشه‌ای برای سرفصلیت

۸۳ گزینه‌ی ۵ پاسخ صحیح است. هنگامی‌که ارتفاع آب در ظرف به حالت تعادل می‌رسد و ثابت می‌شود، میزان آب ورودی از درچه به ظرف با مقدار آبی که از دریچه‌ی پایینی خارج می‌شود، برابر است.



اگر سرعت خروج آب از درچه‌ی پایینی V باشد، پس از یک ثانیه لوله‌ی فرضی به سطح مقطع S و طول V، زیر دریچه پر خواهد شد. پس حجم آب خروجی در واحد زمان با حجم این لوله برابر است و چون ارتفاع آب درون ظرف ثابت است، این مقدار D ، یعنی حجم آب ورودی در واحد زمان یکسان است. پس داریم: $D = S \times V$

اگر حجم کوچکی از آب را در ارتفاع h از دریچه و بالای آن در نظر بگیریم که سرعت آن صفر است، با رسیدن به دریچه‌ی پایینی سرعت V پیدا کرده است. اگر از اتلاف انرژی مکانیکی در سقوط این مقدار کوچک آب (Δm) چشم پوشی کنیم، می‌توانیم انرژی پتانسیل گرانشی آن را در سطح آب، با انرژی جنبشی آن در دریچه‌ی خروجی یکسان و برابر قرار دهیم، یعنی:

$$E_1 = E_2 \rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \rightarrow 0 + (\Delta m)\, gh = \frac{1}{2}(\Delta m)\, V^2 + 0$$

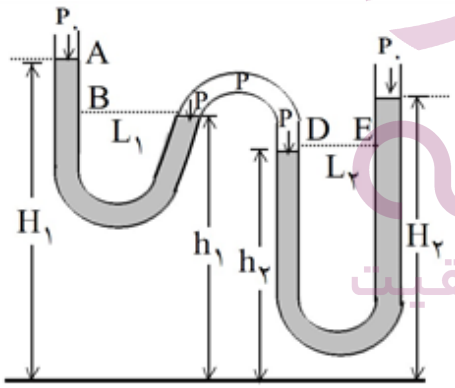
$$\rightarrow \Delta m \times gh = \frac{1}{2} \times \Delta m \times V^2 \rightarrow h = \frac{V^2}{2g}$$

با جایگزینی مقدار V از رابطه‌ی $D = SV$ در رابطه‌ی اخیر می‌توانیم بنویسیم:

$$V = \frac{D}{S} \;,\; h = \frac{V^2}{2g} \rightarrow h = \frac{1}{2g}\left(\frac{D}{S}\right)^2$$

پس ارتفاع h در داخل ظرف پس از برقراری تعادل با مقدار $\left(\frac{D}{S}\right)^2$ متناسب است.

۸۴ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. باتوجه به شکل زیر، فشار هوایی را که در خمیدگی لوله گیر افتاده است P و فشار هوا در سطح آزاد آب را برابر P_0 در نظر می‌گیریم. سطح افقی L_1 را بین دو نقطه‌ی B و C و سطح افقی L_2 را بین دو نقطه‌ی D و E فرض می‌کنیم. فشار را در سطح‌های تراز تعریف شده برابر در نظر می‌گیریم و مقدار آن‌را با توجه به فشار ناشی از ستون مایعات محاسبه می‌کنیم.



در سطح L_1 ، برای لوله‌ی U شکل سمت چپ، بین نقاط B و C می‌توانیم بنویسیم:

$$P_B = P_C \rightarrow P_0 + \rho g\,(AB) = P \text{ و } AB = H_1 - h_1 \rightarrow P = P_0 + \rho g\,(H_1 - h_1)$$

در سطح L_2، برای لوله‌ی U شکل سمت راست، بین نقاط D و E می‌توانیم بنویسیم:

$$P_D = P_E \rightarrow P = P_0 + \rho g\,(FE) \text{ و } FE = H_2 - h_2 \rightarrow P = P_0 + \rho G\,(H_2 - h_2)$$

در رابطه‌های بالا ρ چگالی مایع درون لوله است و g نیز شتاب گرانش می‌باشد.

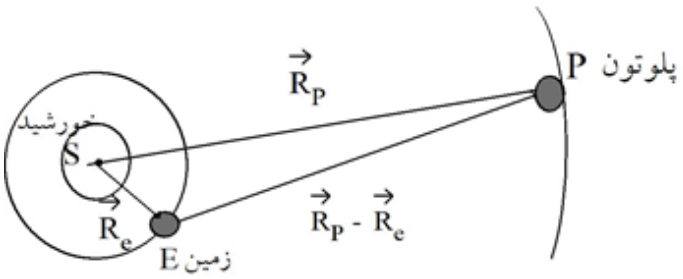
باتوجه به محاسبات بالا ، فشار P را در دو لوله‌ی U شکل با هم برابر قرار می‌دهیم:

$$\rightarrow P_0 + \rho g\,(H_1 - h_1) = P_0 + \rho g\,(H_2 - h_2) \rightarrow H_1 - h_1 = H_2 - h_2$$

یعنی اختلاف سطح مایع در دو لوله‌ی U شکل یکسان و برابر است.

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۸۵ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. توان تابش شده از خورشید را P می‌گیریم. در فاصله‌ی r از خورشید این توان در یک کره‌ی فرضی به شعاع r پخش می‌شود. پس توان تابشی بر واحد سطح کره‌ی فرضی عبارت است از :



$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2}$$

پس شدت تابشی با $\frac{1}{r^2}$ متناسب است. نوری که از خورشید به زمین می‌رسد، فاصله‌ی R_e را طی می‌کند. پس شدت نور خورشید در زمین برابر است با:

$$I_1 = \frac{P}{4\pi R_e^2}$$

در مورد پلوتون ابتدا نور خورشید فاصله‌ی R_p را تا پلوتون طی می کند. پس شدت نور خورشید در پلوتون برابر است با:

$$I'_2 = \frac{P}{4\pi R_P^2}$$

حال سطح عمود بر تابش پلوتون که به صورت دایره‌ای به شعاع ۱۰۰۰ کیلومتر است این نور رسیده را بازتاب می‌کند. توان بازتاب شده برابر است با:

$$P' = I'_2 A = I'_2 \pi (1000)^2 = 10^6 \frac{P}{4\pi R_P^2}$$

پس پلوتون مانند منبع نوری است که با توان P' نور خورشید را بازتاب می‌کند. این توان فاصله‌ای به اندازه‌ی فاصله‌ی پلوتون تا زمین $\left(\left|\vec{R}_P - \vec{R}_e\right|\right)$ را می‌پیماید تا به زمین برسد. این فاصله به موقعیت زمین بستگی دارد. امّا چون فاصله‌ی زمین تا خورشید بسیار کمتر از فاصله‌ی پلوتون تا خورشید است، تغییرات فاصله‌ی پلوتون تا زمین زیاد نیست و می‌توان آن‌را برابر فاصله‌ی پلوتون تا خورشید در نظر گرفت.
پس توان P' که از پلوتون بازتاب شده فاصله‌ی R_p را طی می‌کند تا به زمین برسد. در نتیجه شدت نور پلوتون در زمین برابر است با:

$$I_2 = \frac{P'}{4\pi R_P^2}$$

بنابراین نسبت $\frac{I_2}{I_1}$ برابر می‌شود با:

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{\frac{P'}{4\pi R_P^2}}{\frac{P}{4\pi R_e^2}} = \frac{P'}{P} \times \left(\frac{R_e}{R_P}\right)^2 = \frac{10^6 \frac{P}{4R_P^2}}{P} \times \left(\frac{R_e}{R_P}\right)^2$$

$$= 10^6 \times \frac{1}{4} \frac{R_e^2}{R_P^4} = \frac{10^6 \times (1/5 \times 10^8)^2}{4 \times (6 \times 10^9)^4} \cong 1/8 \times 10^{-16}$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

نزدیک‌ترین عدد به مقدار به‌دست آمده 10^{-17} می‌باشد.

۸۶ گزینه‌ی ۵ پاسخ صحیح است. اگر N را تعداد ضربان در طول عمر و T را زمان عمر در نظر بگیریم، تعداد ضربان یک پستاندار بر واحد زمان برابر خواهد بود با:

$$n = \frac{N}{T}$$

تعداد ضربان در واحد زمان با توان مصرف شده (P) بر جرم (m) متناسب است:

$$n = \frac{N}{T} \propto \frac{P}{M}$$

توان نیز با $M^{\frac{۳}{۴}}$ متناسب است:

$$P \propto M^{\frac{۳}{۴}}$$

$$\rightarrow \frac{N}{T} \propto M^{\frac{-۱}{۴}}$$

باتوجه به این‌که تعداد ضربان قلب همه‌ی پستانداران طی عمرشان یکسان است، رابطه‌ی بین عمر برحسب جرم پستاندار به صورت زیر خواهد بود:

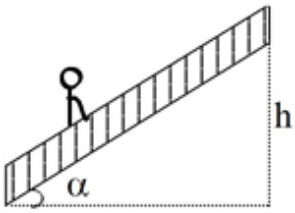
$$\frac{۱}{T} \propto M^{\frac{-۱}{۴}}$$

$$\frac{T_۱}{T_۲} = \left(\frac{۲۰۰ \times ۱۰^{۳}}{۲ \times ۱۰^{-۳}}\right)^{\frac{۱}{۴}} = (۱۰^{۸})^{\frac{۱}{۴}} = ۱۰۰ \rightarrow T_۱ = ۱۰۰\ T_۲$$

که نشان می‌دهد عمر یک وال ۱۰۰ برابر عمر یک پستاندار بسیار کوچک با جرم ۲ گرم است.

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۸۷ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. شیب پله برقی را با زاویه α نسبت به افق و ارتفاع آن را h می‌گیریم:



درحالت اول که شخص ایستاده و پله برقی روشن است، شخص با سرعت پله برقی (V) بالا می‌رود و مسافت $\frac{h}{\sin\alpha}$ را در مدت زمان T_1 طی می‌کند:

$$\frac{h}{\sin\alpha} = VT_1$$

در حالت دوم که شخص با سرعت v از پله برقی خاموش بالا می‌رود در مدت زمان T_2 این مسافت را طی می‌کند:

$$\frac{h}{\sin\alpha} = vT_2$$

و تغییر انرژی شخص برابر $E_2 = mgh$ می‌باشد. درحالت سوم که شخص با سرعت v نسبت به پله برقی روشن بالا می‌رود و در مدت زمان T طول پله برقی را طی می‌کند:

$$\frac{h}{\sin\alpha} = (V + v)\,T$$

و تغییر انرژی شخص در این حالت برابر E_3 می‌باشد. انرژی‌ای که شخص در واحد زمان صرف می‌کند ربطی به روشن یا خاموش بودن پله برقی ندارد:

$$E_3 = mg\,(vT\sin\alpha)$$

$v\sin\alpha$ افزایش ارتفاع شخص ناشی از سرعت خودش است. در نتیجه نسبت $\frac{E_3}{E_2}$ برابر است با:

$$\frac{E_3}{E_2} = \frac{mg\,vT\sin\alpha}{mgh} = \frac{vT\sin\alpha}{h}$$

$$\frac{h}{\sin\alpha} = vT_2 \rightarrow \frac{v\sin\alpha}{h} = \frac{1}{T_2}$$

$$\text{و } VT_1 = vT_2 = (V+v)\,T \rightarrow T = \frac{T_1\,T_2}{T_1 + T_2}$$

$$\rightarrow \frac{E_3}{E_2} = \frac{T}{T_2} = \frac{\frac{T_1\,T_2}{T_1 + T_2}}{T_2} \rightarrow \frac{E_3}{E_2} = \frac{T_1}{T_1 + T_2}$$

۸۸ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. کار نیروی خارجی (W) کل انرژی است که به مجموعه‌ی گاری و صندوق وارد می‌شود. در نهایت بخشی از این انرژی به انرژی جنبشی گاری (K_1) و بخشی به انرژی جنبشی صندوق (K_2) تبدیل می‌شود. اگر اصطکاک نبود طبق اصل بقای انرژی باید W با مجموع K_1 و K_2 برابر باشد. امّا وجود اصطکاک بخشی از انرژی داده شده به سیستم را به گرما تبدیل می‌کند. برای نشان دادن این‌که مقداری از انرژی اولیه تلف می‌شود فرض می‌کنیم که در لحظه‌ی اول که گاری را هل داده‌ایم گاری سرعت v_1 گرفته‌است و صندوق سرعت قابل توجهی نگرفته‌است. اگر جرم گاری M و جرم صندوق m باشد، در این لحظه $W = \frac{1}{2} Mv_1^2$ می‌باشد و زمانی‌که گاری و صندوق باهم حرکت می‌کنند سرعت آن‌ها را v_2 می‌نامیم و با توجه به بقای تکانه داریم:

$$Mv_1 = (M + m)\, v_2 \rightarrow v_2 = \frac{M}{m + M}\, v_1$$

$$K_1 + K_2 = \frac{1}{2} mv_2^2 + \frac{1}{2} Mv_2^2 = \frac{1}{2} (m + M) \frac{M^2 u_1^2}{(m + M)^2} = \frac{M^2 v_2^2}{2(m + M)}$$

$$\frac{M^2 v_1^2}{2(m + M)} < \frac{Mv_1^2}{2} \rightarrow K_1 + K_2 < W$$

۸۹ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. یک روش ساده برای به‌دست‌آوردن α وجود دارد که به این ترتیب است که می‌دانیم نیروی مقاوم (F) با سرعت متناسب است $(F \propto V)$ طبق قانون بقای انرژی، سرعت با ارتفاع h به صورت زیر رابطه دارد.

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh \rightarrow v = \sqrt{2gh} \rightarrow v \propto \sqrt{h}$$

بنابراین $F \propto \sqrt{h}$ و کار نیروی F از حاصل‌ضرب اندازه‌ی نیرو در جابه‌جایی محل اثر آن به‌دست می‌آید. جابه‌جایی جسم یعنی همان Δh که با h متناسب است.

$$\left.\begin{array}{l} d \propto h \\ F \propto \sqrt{h} \\ W = Fd \end{array}\right\} W \propto h^{\frac{3}{2}}$$

امّا می‌توان با روش دقیق ریاضی نیز $\propto$ را محاسبه کرد. اگر فرض کنیم جسم در یک جابه‌جایی به اندازه‌ی کوچک dy جابه‌جا شده سرعت از $V_1 = \sqrt{2gy}$ به $V_2 = \sqrt{2g\,(y + dy)}$ افزایش خواهد یافت. البته اگر dy به اندازه‌ی کافی کوچک فرض شود در این فاصله می‌توان سرعت را ثابت و برابر با $V = \sqrt{2gy}$ در نظر گرفت. در این فاصله کار نیروی مقاومت هوا را محاسبه می‌کنیم:

$$dW_F = Fd\ \cos(180^\circ) = -F\ dy$$

و می‌دانیم نیروی مقاومت هوا با سرعت متناسب است $(F = -kV)$. پس می‌توان dW_F را به صورت زیر تعیین کرد:

$$dW_F = \vec{F}.\vec{dy} = -F\ dy = -\ kV\ dy = -\ k\sqrt{2gy}\ dy$$

با گرفتن انتگرال از رابطه‌ی فوق کار نیروی مقاومت هوا را در کل حرکت به‌دست می‌آوریم:

$$W = \int dW = -\int_{y=0}^{y=h} k\sqrt{2gy}\ dy = -\ k\sqrt{2g}\int_{y=0}^{y=h} y^{\frac{1}{2}}\ dy = -\ k\sqrt{2g}\left(\frac{2}{3}y^{\frac{3}{2}}\ \Big|_{y=0}^{y=h}\right)$$

$$= -\ k\sqrt{2g} \times \frac{2}{3}\left(h^{\frac{3}{2}} - 0\right) = \frac{-2k\sqrt{2g}}{3}h^{\frac{3}{2}},\ W \propto h^{\alpha} \rightarrow \alpha = \frac{3}{2}$$

۹۰ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. می‌دانیم شکست، پیوند بین مولکول‌های دو سطح جدا شونده را از بین می‌برد. بنابراین می‌توان گفت هرچه مساحت سطوح از هم جدا شده بیش‌تر باشد، انرژی لازم برای شکست نیز بیش‌تر خواهد بود و از آن‌جایی‌که گوی از وسط می‌شکند، داریم:

$$E \propto \pi R^{۲} \rightarrow E \propto R^{۲}$$

E انرژی لازم برای شکست است که از طریق انرژی پتانسیل گلوله تأمین می‌شود:

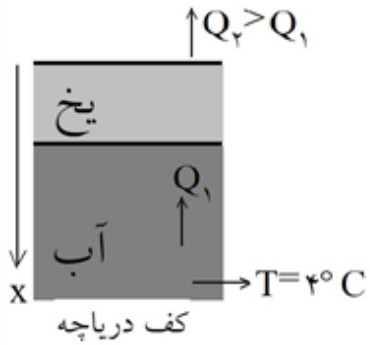
$$E = mgh$$

گلوله همگن است و چگالی گلوله در همه‌ی نقاط آن یکسان و برابر ρ می‌باشد:

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho \left(\frac{۴}{۳}\pi R^{۳}\right) \rightarrow m \propto R^{۳}$$

$$\rightarrow R^{۳} h \propto R^{۲} \rightarrow \left.\begin{matrix} h \propto R^{-۱} \\ h \propto R^{\alpha} \end{matrix}\right\} \alpha = -۱$$

۹۱ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. دما در عمق دریاچه‌ی یخ زده هرگز بیش‌تر از $۴^{\circ}C$ نمی‌شود، زیرا آب بیش‌ترین چگالی را در $۴^{\circ}C$ دارد. یعنی با افزایش عمق، دما همواره افزایش نمی‌یابد بلکه به مقدار معینی میل می‌کند. گرمایی که از عمق دریاچه به لایه‌ی یخ می‌رسد به اضافه‌ی گرمایی که لایه‌های آب جدیدی که منجمد می‌شوند آزاد می‌کنند، از سطح دریاچه خارج می‌شود. باتوجه به ثابت بودن ضریب رسانش در لایه‌های مختلف یخ و طبق رابطه‌ی $\frac{dQ}{dt} = KA\frac{dT}{dx}$، شیب نمودار $(T - x)$ از رابطه‌ی $\frac{dT}{dx} = \frac{۱}{KA}\frac{dQ}{dt}$ به دست می‌آید. $\frac{dQ}{dt}$ یعنی آهنگ انتقال گرما با رفتن به لایه‌های بالایی یخ (کاهش x) در حال افزایش است، لذا شیب نیز با کاهش x افزایش می‌یابد.



۹۲ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. با معلوم بودن مدول کپه‌ای (B) برای تعیین اندازه‌ی عبارت $\left(\frac{\rho - \rho_{۰}}{\rho_{۰}}\right)$ باید مقدار عبارت $(P - P_{۰})$ مشخص گردد. چون تغییرات چگالی آب بسیار کم می‌باشد،می‌توانیم برای محاسبه‌ی فشار از رابطه‌ی ρgh استفاده کنیم.

$$P = P_{۰} + \rho gh \rightarrow P - P_{۰} = \rho gh = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۱۰ \times ۱۰^{۳} = ۱۰^{۸}\ Pa$$

باتوجه به این‌که $B = ۲ \times ۱۰^{۹}\ Pa$ می‌باشد، داریم:

$$\frac{\rho - \rho_{۰}}{\rho_{۰}} = \frac{P - P_{۰}}{B} = \frac{۱۰^{۸}}{۲ \times ۱۰^{۹}} = ۰/۰۵$$

۹۳ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. فشار در مایعات صرفاً به ارتفاع بستگی دارد و مستقل از شکل ظرف می‌باشد، لذا فشار در زیر پیستون‌ها در هر سه ظرف A ، B و C یکسان است. اگر فشار در لوله افقی را برابر $P_{۰}$ در نظر بگیریم، فشار در زیر پیستون‌ها در هر سه ظرف به یک اندازه کم‌تر از $P_{۰}$ می‌باشد. با توجّه به این‌که پیستون‌ها هم اندازه می‌باشند، برای نگه داشتن همه‌ی آن‌ها به یک اندازه نیرو احتیاج است.

$$P_A = P_B = P_C \neq ۰ \rightarrow F_A = F_B = F_C \neq ۰$$

۹۴ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. هرگاه ابعاد ظرف ۲ برابر شود، حجم آن ۸ برابر خواهد شد. طبق قانون گازهای کامل برای دو حالت اوّلیه و ثانویه داریم :

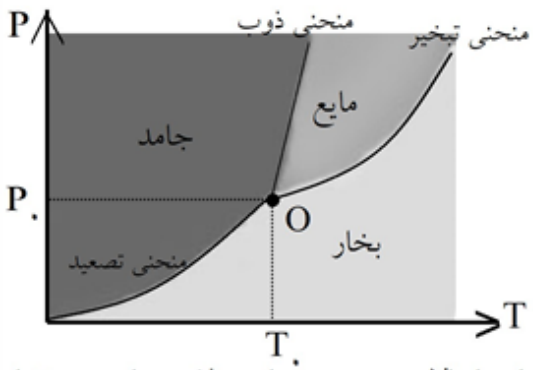
$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}, \quad T_1 = T_2$$

$$\rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{8}$$

و هرگاه ابعاد ظرف ۲ برابر شود، مساحت هر کدام از وجوه مکعب، ۴ برابر خواهد شد. پس برای نیروی وارد بر هر وجه داریم:

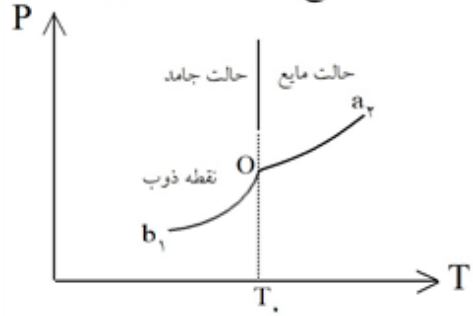
$$F = PA \rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{P_2}{P_1} \times \frac{A_2}{A_1} = \frac{1}{8} \times 4 = \frac{1}{2}$$

۹۵ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. هر یک از حالت‌های ماده (جامد، مایع، گاز) در گستره‌ی معینی از دما و فشار پایدار خواهند بود. این وضعیت در شکل مقابل نشان داده شده است.

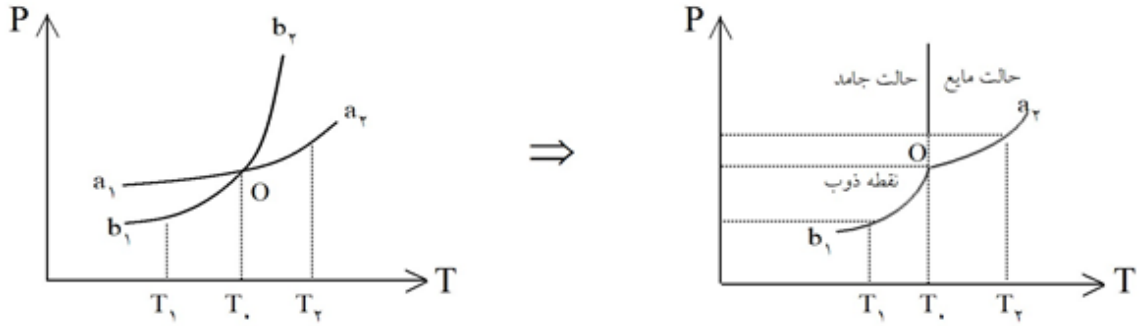


در نمودار روبرو، نقطه‌ی O به نام نقطه‌ی سه گانه شناخته می‌شود. فشار متناظر با این نقطه را P_0 می‌نامیم. فرض می‌کنیم فشار محیط P_1 باشد که از P_0 کم‌تر است. این فشار مربوط به دمای T_1 است. در این فشار با دادن گرما به ماده در دمای T_1، از حالت جامد به بخار تبدیل می‌شود زیرا اگر فرض کنیم با دادن گرما دما بالاتر می‌رود، جامد مذکور باید در فشار بیش‌تری با بخار در حال تعادل باشد و چون فرض کردیم فشار مقدار P_1 دارد، پس باید با دادن گرما تمام جامد در این دما به بخار تبدیل شود. یعنی در فشاری کم‌تر از فشار P_0 با گرم کردن جسم، ماده از حالت جامد مستقیماً به بخار تبدیل می‌شود که تصعید نامیده می‌شود. اگر فشار محیط P_2 باشد که از P_0 بیش‌تر است، در این فشار ماده که مایع است در دمای T_2 با بخار خود در حال تعادل است و T_2 دمای تغییر حالت از مایع به بخار است. یعنی با دادن گرما دما بالا نمی‌رود بلکه مایع به بخار تبدیل می‌شود. چون پیش از این با چنین فشاری و دمای کم‌تر، جسم جامد بوده‌است، بنابراین در این فشار با دادن گرما جسم ابتدا ذوب شده و سپس می‌جوشد و بخار می‌شود.

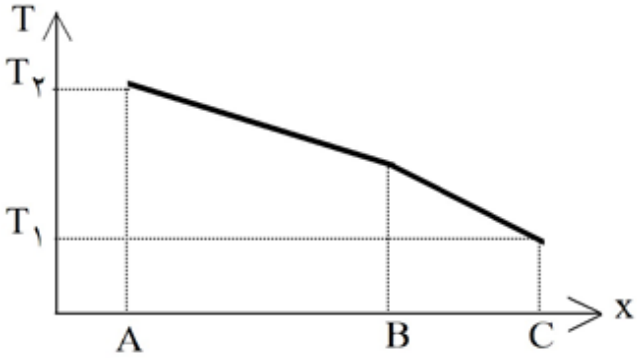
۹۶ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. در دمای T_0 حالت جامد و مایع در تعادل هستند. در واقع دمای T_0 دمایی است که در آن حالت‌های جامد و مایع به یک‌دیگر تبدیل می‌شوند، یعنی این دما، نقطه‌ی ذوب جسم است. با توجه به مقایسه‌ی فشار بخار حالت A و حالت B در دماهای کم‌تر و یا بیش‌تر از دمای T_0 به این نتیجه می‌رسیم که بخش $a_1 o$ و ob_2 نمودار عملاً وجود نخواهد داشت. بنابراین حالت B که در دماهای کم‌تر از نقطه‌ی ذوب وجود دارد، حالت جامد و حالت A که در دماهای بالاتر از نقطه‌ی ذوب وجود دارد، حالت مایع می‌باشند.



۹۷ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. در دمای $T_.$ حالت جامد و مایع در نقطه‌ی O در تعادل هستند. در دمایی کم‌تر از $T_.$ مانند T_1 ، فشار بخار حالت A بیش‌تر از فشار بخار حالت B می‌باشد، بنابراین در دماهای کم‌تر از $T_.$ مقداری از حالت A به بخار تبدیل شده و در عوض مقداری بخار به حالت B تبدیل می‌شود. این عمل ادامه پیدا می‌کند تا تمام حالت A به حالت B تبدیل شود یا این‌که به نقطه‌ی O برسیم. در واقع در دماهای کم‌تر از $T_.$ حالت A وجود نخواهد داشت و بخش $a_1 o$ نمودار عملاً وجود ندارد. به همین ترتیب در دماهای بیش‌تر از $T_.$ مانند T_2 ، فشار بخار حالت B بیش‌تر از فشار بخار حالت A می‌باشد و با استدلال مشابه به این نتیجه می‌رسیم که در دماهای بیش‌تر از $T_.$ حالت B وجود ندارد و بخش ob_2 نمودار عملاً وجود نخواهد داشت.



۹۸ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. استدلال اوّل: به علّت تفاوت دو دمای T_1 و T_2 ، گرما از چشمه با دمای بالاتر (T_2) به چشمه با دمای پایین‌تر (T_1) شارش می‌کند. در حالت تعادل به هر میزانی که گرما از چشمه‌ی T_2 وارد میله‌ها شود، باید به همان اندازه گرما به چشمه با دمای T_1 داده شود. اگر چنین نشود، شارش گرما به صورت همگن صورت نپذیرفته‌است و مولکول‌های میله در تعادل گرمایی نخواهند بود تا اینکه آهنگ انتقال گرما در نقاط مختلف میله یکسان شود. به این ترتیب گرمایی که از هر قسمت میله چه نازک چه ضخیم می‌گذرد، یکسان است. پس هرچه تفاوت دمای دو سر میله بیش‌تر باشد، میزان شارش گرما در طول میله بیش‌تر است. میله‌ی با ضخامت بیش‌تر را می‌توان از کنار هم‌چیدن تعدادی میله با سطح مقطع کوچک‌تر به‌وجود آورد که هرکدام به علّت آن‌که دمای دوسرشان متفاوت است، مقداری گرما از خود عبور می دهند. به سبب آن‌که گرمایی که از میله‌ی نازک می‌گذرد، با گرمایی که از میله‌ی ضخیم می گذرد برابر است پس باید تفاوت دمای دو سر میله‌ی ضخیم کم‌تر باشد. بنابراین دمای نقاط مختلف میله‌ها به صورت زیر است:



استدلال دوم: هرچه سطح مقطع میله بزرگ‌تر باشد، بهتر و بیش‌تر گرما را منتقل می‌کند، در نتیجه دما در میله‌ی مسی با سطح مقطع بزرگ‌تر با آهنگ کم‌تری کاهش می‌یابد. یعنی شیب نمودار کاهش دما در مقابل طول بین نقاط A و B، کم‌تر از شیب نمودار بین نقاط B و C خواهد بود.

۹۹ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. راه حل اوّل: طول دو میله در دمای دلخواهی مثل θ' از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

$l'_1 = l_1(1+\alpha_1(\theta'-\theta))$: طول میله‌ی آهنی در دمای θ'

$l'_2 = l_2(1+\alpha_2(\theta'-\theta))$: طول میله‌ی مسی در دمای θ'

$$\rightarrow l'_1 - l'_2 = (l_1-l_2) + (\alpha_1 l_1 - \alpha_2 l_2)(\theta'-\theta)$$

فرض می‌کنیم $\alpha_1 l_1 \neq \alpha_2 l_2$ باشد، باتوجّه به‌این‌که θ' دلخواه می‌باشد، جمله‌ی $(\theta' - \theta)$ می‌تواند مثبت یا منفی باشد. در نتیجه $l'_1 - l'_2$ به ازای برخی مقادیر θ' از $l_1 - l_2$ کوچک‌تر و به ازای برخی مقادیر θ' از $l_1 - l_2$ بزرگ‌تر خواهد بود. در هر صورت از معادله‌ی فوق می‌توان θ' را چنان یافت که $l'_1 - l'_2 = 0$ شود.

$$l'_1 - l'_2 = 0$$

$$\rightarrow l_1 - l_2 + (\alpha_1 l_1 - \alpha_2 l_2)\theta' - (\alpha_1 l_1 - \alpha_2 l_2)\theta = 0$$

$$\rightarrow (\alpha_1 l_1 - \alpha_2 l_2)\theta' = (\alpha_1 l_1 - \alpha_2 l_2)\theta - (l_1 - l_2)$$

$$\rightarrow \theta' = \theta - \frac{l_1 - l_2}{\alpha_1 l_1 - \alpha_2 l_2}$$

هم‌چنین در هر صورت از معادله‌ی فوق می‌توان θ' را چنان یافت که $|l'_1 - l'_2| = |l_1 - l_2|$ باشد.

$$l'_1 - l'_2 = -(l_1 - l_2)$$

$$\rightarrow l_1 - l_2 + (\alpha_1 l_1 - \alpha_2 l_2)\theta' - (\alpha_1 l_1 - \alpha_2 l_2)\theta = -(l_1 - l_2)$$

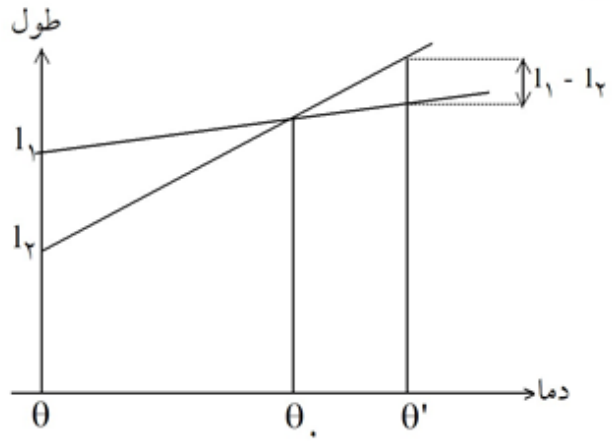
$$\rightarrow (\alpha_1 l_1 - \alpha_2 l_2)\theta' = (\alpha_1 l_1 - \alpha_2 l_2)\theta - 2(l_1 - l_2)$$

$$\rightarrow \theta' = \theta - \frac{2(l_1 - l_2)}{\alpha_1 l_1 - \alpha_2 l_2}$$

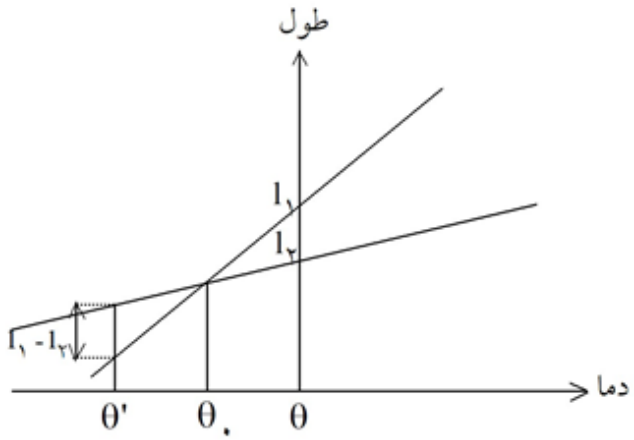
راه حل دوّم: اگر طول میله‌ای در دمای معین θ، برابر l باشد، با افزایش دما طول آن زیاد می‌شود. ضریب انبساط خطی α را می‌توان به صورت زیر تعریف کرد:

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l\Delta\theta} \rightarrow \frac{\Delta l}{\Delta\theta} = \alpha l$$

پس اگر منحنی طول یک میله برحسب دما را در یک دستگاه مختصات رسم کنیم، شیب نمودار $\frac{\Delta l}{\Delta\theta}$ خواهد بود. باتوجّه به‌این‌که α را ثابت فرض کرده‌ایم، شیب نمودار مقدار ثابتی است، و نمودار به صورت یک خط راست می‌باشد.



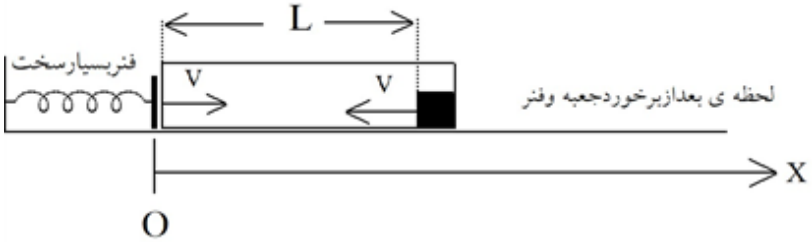
$l_1 \alpha_1 < l_2 \alpha_2$



$l_1 \alpha_1 > l_2 \alpha_2$

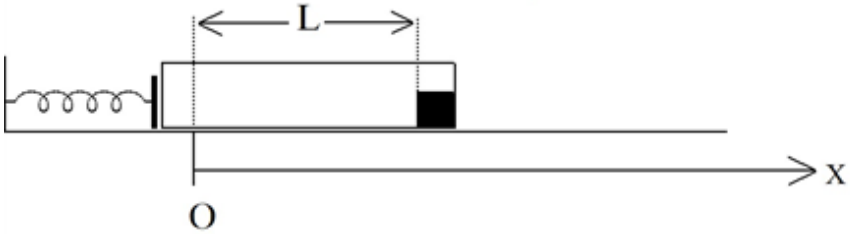
اگر برای دو میله $l_1 \alpha_1 \neq l_2 \alpha_2$ باشد، دو خط شیب‌های متفاوت خواهند داشت و موازی یک‌دیگر نخواهند بود. دو حالت ممکن است. یکی این‌که $l_1 \alpha_1 < l_2 \alpha_2$ باشد. این شرایط در محور مختصات سمت راست رسم شده‌است. در این صورت θ' وجود دارد که در آن دما نیز تفاوت طول دو میله با $l_1 - l_2$ برابر خواهد بود. حالت دوم این است که $l_1 \alpha_1 > l_2 \alpha_2$ باشد. این شرایط در محور مختصات سمت چپ رسم شده‌است. در این صورت نیز یک θ' وجود دارد که در آن نیز تفاوت طول دو میله با $l_1 - l_2$ برابر خواهد شد. و نیز θ_0 وجود دارد که در آن دما

۱۰۰ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. راه حل اوّل:

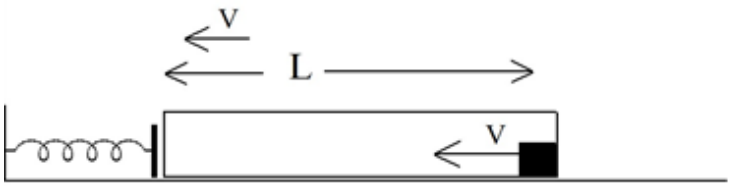


فرض می کنیم سختی فنر بی‌نهایت بزرگ باشد. دراین صورت پس از این‌که انتهای سمت چپ جعبه به نقطه‌ی O رسید، بلافاصله جعبه با سرعت V به سمت راست باز می‌گردد. از این لحظه به بعد جعبه با سرعت V به سمت راست و جسم داخل آن با سرعت V به سمت چپ حرکت می‌کنند. فاصله‌ی جسم از دیواره‌ی سمت چپ جعبه در لحظه‌ی رسیدن جعبه به نقطه‌ی O برابر L می‌باشد و جسم و دیواره‌ی سمت چپ جعبه با سرعت یکسان و برابر V به یک‌دیگر نزدیک می‌شوند. در نتیجه در مکان $x=\frac{L}{۲}$ به یک‌دیگر خواهند رسید. امّا از آن جایی‌که سختی فنر مورد بررسی بی‌نهایت نیست و جعبه در برخورد، باعث جمع شدن فنر می‌شود، برخورد در مکانی با مختصه‌ی $x<\frac{L}{۲}$ رخ خواهد داد.

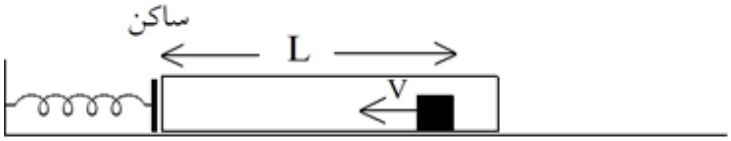
در هر دو صورت برخورد در مکان وسط فاصله‌ی دیواره‌ی چپ و جسم درون جعبه صورت می‌گیرد.



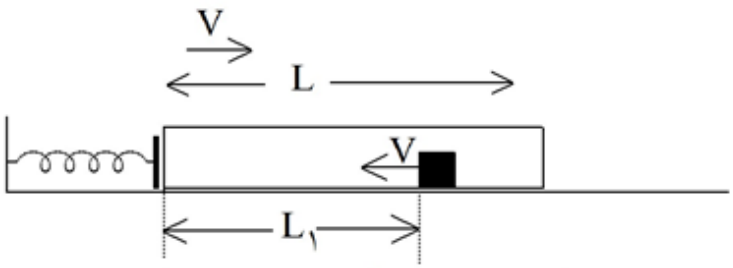
راه حل دوّم:



لحظه برخورد جعبه با فنر



حداکثرفشردگی فنر



لحظه جداشدن جعبه از فنر

پس از برخورد جعبه به انتهای آزاد فنر، حرکت جعبه کند شده (سرعت حرکت آن کاهش می‌یابد.) و فنر فشرده می‌شود. سرانجام هنگامی که فنر بیش‌ترین فشردگی را دارد جعبه متوقف شده و پس از آن به طرف راست برمی‌گردد. هنگامی‌که فنر طول عادی خود را پیدا می کند جعبه با همان سرعت V از فنر جدا می‌شود زیرا فرض شده‌است که از همه‌ی اصطکاک‌ها بتوان چشم پوشید. در مدتی که جعبه با فنر تماس دارد (یعنی فاصله‌ی زمانی‌که سرعت آن از V به طرف چپ به V به طرف راست می‌رسد) جسم درون جعبه با همان سرعت V که به علّت همراهی با جعبه داشت به حرکت خود ادامه می‌دهد، زیرا نیروی خارجی وجود ندارد که سرعت آن را تغییر دهد.

بنابراین فاصله‌ی جسم درون جعبه از کناره‌ی چپ جعبه کم‌تر از مقدار L است. این فاصله را با $L_۱$ نمایش می دهیم. جسم درون جعبه با سرعت نسبی ۲V نسبت به جعبه به دیواره‌ی چپ جعبه نزدیک می‌شود. مدت زمان لازم برای

برخورد از لحظه‌ی جداشدن جعبه از فنر از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

L_1

۱۰۱ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا با مقایسه‌ی معادله‌ی مکان - زمان داده شده با معادله‌ی مکان - زمان در حرکت با شتاب ثابت در مسیری مستقیم، معادله‌ی سرعت - زمان جسم را می‌نویسیم:

$$\begin{cases} x=t^2-4t+6 \\ x=\frac{1}{2}at^2+v_0t+x_0 \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{2}a=1 \Rightarrow a=2\frac{m}{s^2},\ v_0=-4\frac{m}{s},\ x_0=+6m \Rightarrow v=at+v_0 \Rightarrow v=2t-4$$

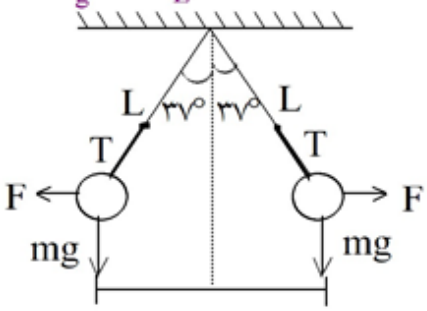
سپس سرعت جسم را در لحظه‌های t_1 و t_2 حساب می‌کنیم و در نهایت با استفاده از قضیه‌ی کار و انرژی، کار برایند نیروهای وارد بر جسم را به‌دست می‌آوریم:

$$\Rightarrow \begin{cases} t_1=2s \Rightarrow v_1=2\times2-4=0 \\ t_2=5s \Rightarrow v_2=2\times5-4=6\frac{m}{s} \end{cases}$$

$$W_{برایند}=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_0^2 \xrightarrow{m=2kg} W_{برایند}=\frac{1}{2}\times2\times36-0 \Rightarrow W_{برایند}=36J$$

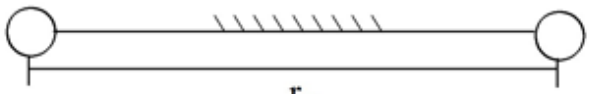
۱۰۲ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. با بالا بردن گلوله‌ها تا زیر سقف، انرژی پتانسیل گرانشی گلوله‌ها به سبب افزایش ارتفاع نسبت به سطح پتانسیل مبنا، افزایش می‌یابد و انرژی پتانسیل الکتریکی به سبب افزایش فاصله‌ی گلوله‌های باردار، کاهش می‌یابد. می‌دانیم کارعامل خارجی برابر مجموع تغییر این انرژی‌هاست و از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$W = \Delta U_g + \Delta U_E$$



r_1

حالت اول



r_2

حالت دوم

$$\Delta U_g = 2mgh = 2mg\,(L\cos 37^\circ) = 2mgL \times (0/8) = 1/6mgL$$

$$U_{E_1} = k\frac{q^2}{r_1} = k\frac{q^2}{2L\sin 37^\circ} = k\frac{q^2}{2L \times (0/6)} = k\frac{q^2}{1/2L}$$

$$U_{E_2} = k\frac{q^2}{r^2} = k\frac{q^2}{2L}$$

$$\Delta U_E = U_{E_2} - U_{E_1} = k\frac{q^2}{2L} - k\frac{q^2}{1/2L} = k\frac{q^2}{L}\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{1/2}\right) = -k\frac{q^2}{3L}$$

برای محاسبه‌ی دقیق تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی، وضعیت تعادل دو گلوله در حالت اول را بررسی می‌کنیم.

$$\vec{F} + \vec{W} + \vec{T} = 0 \rightarrow \vec{F} + \vec{W} = -\vec{T} \rightarrow \begin{cases} T\ \text{Sin}\ 37^\circ = F \\ T\ \text{Cos}\ 37^\circ = mg \end{cases} \rightarrow \tan 37^\circ = \frac{F}{mg}$$

$$\rightarrow \tan 37^\circ = \frac{k\frac{q^2}{r_1^2}}{mg} = \frac{kq^2}{mg\,(1/2L)^2}$$

$$\tan 37^\circ = \frac{3}{4} \rightarrow 0/75 = \frac{kq^2}{1/44mgL^2} \rightarrow \frac{kq^2}{L} = 1/08\ mgL$$

در ادامه خواهیم داشت:

$$\Delta U_E = \frac{-1}{3}k\frac{q^2}{L} = -\frac{1}{3} \times 1/08mgL = -0/36\ mgL$$

$$W = \Delta U_g + \Delta U_E = 1/6\ mgL - 0/36\ mgL = 1/24\ mgL$$

۱۰۳ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. بالای سطح مایع هوای آزاد قرارداد پس فشار در عمق صفر برابر فشار هوای آزاد بالای سطح خواهد بود. این‌که چگالی مایع با عمق تغییر می‌کند، قاعدتاً با افزایش عمق به علّت افزایش فشار، مایع متراکم شده و چگالی آن افزایش می‌یابد. از طرفی می‌دانیم هرگاه از نقطه‌ای واقع در مایع به اندازه‌ی بسیار کوچک Δh پایین برویم، اگر چگالی مایع در آن تراز برابر ρ باشد، افزایش فشار برابر $\Delta P = \rho g \Delta h$ خواهد بود. یعنی $\frac{\Delta P}{\Delta h} = \rho g$ که $\frac{\Delta P}{\Delta h}$ در ترازهای پایینی و به ازای h های بزرگ‌تر، بیش‌تر است. پس با افزایش عمق (یعنی افزایش h)، مقدار $\frac{\Delta P}{\Delta h}$ بزرگ‌تر می‌شود و شیب منحنی فشار برحسب عمق افزایش خواهد یافت.

۱۰۴ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. می‌دانیم جریان گرما از واحد سطح از رابطه‌ی $q = k \frac{\Delta T}{h}$ به دست می‌آید که در آن k رسانش گرمایی، h ضخامت و ΔT اختلاف دمای طرفین است. بنابراین خواهیم داشت:

$$q_{\text{هوا}} = q_۱ = k_۱ \frac{\Delta T_۱}{h_۱}$$

$$q_{\text{شیشه}} = q_۲ = k_۲ \frac{\Delta T_۲}{h_۲}$$

$$\rightarrow \frac{q_۲}{q_۱} = \frac{k_۲}{k_۱} \times \frac{\Delta T_۲}{\Delta T_۱} \times \frac{h_۱}{h_۲} = \frac{۰/۸}{۰/۰۲۵} \times ۱ \times \frac{۲}{۴} = ۱۶$$

۱۰۵ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. مقدار حرارتی که در واحد زمان به فضای درون یخچال منتقل می‌شود با سطح جانبی کره‌ها متناسب است و مقدار حرارتی که برای یخ زدن آب درون ظرف‌ها می‌بایست از ظرف‌ها به فضای درون یخچال منتقل شود به حجم کره‌ها بستگی دارد.

آهنگ انتقال حرارت از ظرف‌ها را با P و مقدار کل حرارت انتقال یافته برای انجماد آب داخل ظرف را با Q نشان می‌دهیم. بنابراین خواهیم داشت:

$$\frac{P_۱}{P_۲}=\frac{۴\pi R_۱^{۲}}{۴\pi R_۲^{۲}}=\left(\frac{R_۱}{R_۲}\right)^{۲}=\left(\frac{۱}{۲}\right)^{۲}=\frac{۱}{۴}$$

$$\frac{Q_۱}{Q_۲}=\frac{m_۱\,C\Delta T+m_۱\,L_f}{m_۲\,C\Delta T+m_۲\,L_f}=\frac{m_۱\,(C\Delta T+L_f)}{m_۲\,(C\Delta T+L_f)}=\frac{m_۱}{m_۲}=\frac{\rho V_۱}{\rho V_۲}=\frac{V_۱}{V_۲}=\frac{\frac{۴}{۳}\pi R_۱^{۳}}{\frac{۴}{۳}\pi R_۲^{۳}}=$$

$$\left(\frac{R_۱}{R_۲}\right)^{۳}=\left(\frac{۱}{۲}\right)^{۳}=\frac{۱}{۸}$$

آهنگ انتقال حرارت از ظرف یعنی مقدار کل حرارت انتقال یافته از ظرف در واحد زمان. پس زمان لازم برای انجماد از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$\text{زمان لازم برای انجماد: } T=\frac{\text{مقدار کل حرارت انتقال یافته برای انجماد}}{\text{آهنگ انتقال حرارت}}$$

$$\frac{T_۱}{T_۲}=\frac{\frac{Q_۱}{P_۱}}{\frac{Q_۲}{P_۲}}=\frac{Q_۱}{Q_۲}\times\frac{P_۲}{P_۱}=\frac{۱}{۸}\times۴=\frac{۱}{۲}\rightarrow T_۲=۲\,T_۱$$

۱۰۶ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. تبخیر از سطح آزاد مایع صورت می‌گیرد و هرچه سطح آزاد مایع بیش‌تر باشد، حجم کلی تبخیر بیش‌تر خواهد بود. سرعت تبخیر از واحد سطح آزاد مایع، به بزرگی یا کوچکی سطح آزاد مایع، وابسته نیست، به عبارت دیگر آهنگ کاهش ارتفاع مایع در اثر تبخیر مستقل از بزرگی یا کوچکی سطح آزاد مایع است، زیرا تعداد مولکول‌های سطح آزاد مایع با تعداد مولکول‌های هوای اطراف که با این سطح مبادله‌ی انرژی می‌کنند متناسب است، در نتیجه زمان لازم برای تبخیر آب، با ارتفاع آن در ظرف‌ها متناسب است.

چون رابطه‌ی $h_A=h_B<h_c$ برقرار می‌باشد و زمان با ارتفاع رابطه‌ی مستقیم دارد، پس $t_A=t_B<t_C$ خواهد بود.

۱۰۷ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. معمولاً با افزایش فشار، دمای ذوب نیز افزایش می‌یابد. یعنی هنگامی‌که در دمای ثابت، فشار درون ظرف را زیاد می‌کنیم، نقطه‌ی ذوب بالا رفته و مقداری از مایع کم می‌شود و در مقابل مقدار جامد زیاد می‌شود. امّا هرگاه چگالی مایع از چگالی جامد بیش‌تر باشد، مانند آب و یخ ، برعکس این قضیه رخ می‌دهد، یعنی با افزایش فشار، دمای ذوب کم می‌شود و اگر در دمای ثابت، فشار درون ظرف را زیاد کنیم، با کاهش نقطه‌ی ذوب، مقداری از جامد کم می‌شود و در مقابل مقدار مایع افزایش می‌یابد. علّت این پدیده این است که افزایش فشار می‌تواند بر فاصله‌ی بین ذرات یک ماده تأثیر گذار باشد. هنگامی‌که چگالی مایع از چگالی جامد بیش‌تر باشد، در دمای ثابت، این افزایش فشار فاصله‌ی بین ذرات جامد را تحت تأثیر بیش‌تری قرار می‌دهد و آن‌ها را به هم نزدیک می‌کند و سبب تبدیل شدن آن به مایع می‌شود. هنگامی‌که چگالی جامد از چگالی مایع بیش‌تر باشد، این افزایش فشار فاصله‌ی بین ذرات مایع را تحت تأثیر بیش‌تری قرار می‌دهد و آن‌ها را به هم نزدیک می‌کند و سبب تبدیل شدن آن به جامد می‌شود.

۱۰۸ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. در هر دو حالت نیروهایی که به سطوح جانبی جعبه وارد می‌شوند، باهم برابرند و برآیند نیروهای وارده از طرف آب به جعبه در راستای افقی صفر خواهد شد. در حالت اوّل که آب زیر جعبه نفوذ نکرده‌است، از طرف آب به سطح پایینی جعبه نیرویی وارد نمی‌شود. و به سطح بالایی جعبه از طرف آب نیروی F_1 به سمت پایین وارد می‌شود، اگر اندازه‌ی سطح جعبه را با A و فشار وارد بر سطح پایینی را با P_1 نشان دهیم، خواهیم داشت:

$$P_1 = P_0 + \rho gh \rightarrow F_1 = P_1 A = (P_0 + \rho gh) A$$

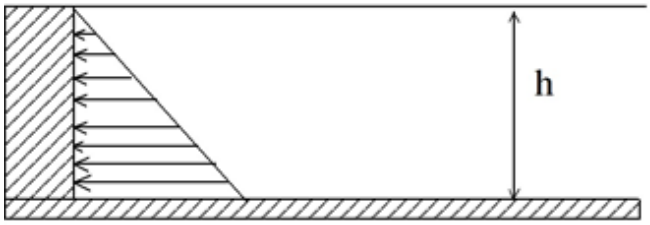
که P_0 فشار هوا می‌باشد.

در حالت دوم که آب به زیر جعبه نفوذ کرده است، از طرف آب هم به سطح پایینی و هم به سطح بالایی نیرو وارد می‌شود. نیروی وارده به سطح پایینی، به سمت بالا و نیروی وارده به سطح بالایی، به سمت پایین خواهد بود. از آن‌جایی‌که فشار آب در عمق بیش‌تر، بزرگ‌تر است نتیجه می‌گیریم اندازه‌ی نیرویی که به سطح پایینی وارد می‌شود بزرگ‌تر است. در مجموع برآیند نیروهای وارد به جعبه در این حالت (F_2) به سمت بالا وارد می‌شود. نیروی F_2 در واقع، نیروی ارشمیدس است که از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

$$F_2 = \rho Vg = \rho ghA$$

که در این رابطه V حجم جعبه است. واضح است که اندازه‌ی نیروی F_2 از اندازه‌ی نیروی F_1 کوچک‌تر است.

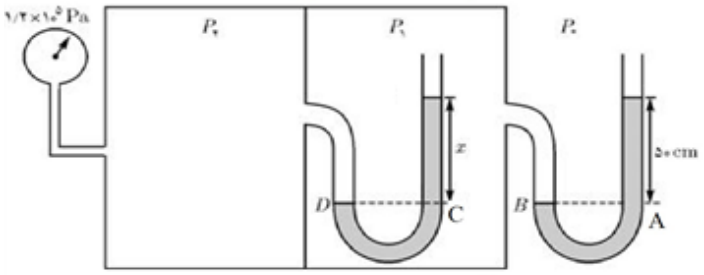
۱۰۹ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. نیرویی که آب پشت سد به آن وارد می‌کند با فشار وارد بر سد متناسب است. و از آن‌جایی‌که ابعاد دو سد مشابه است فشار وارد بر هر سد را بررسی می‌کنیم. فشار وارد بر سد با افزایش عمق به صورت خطی افزایش می‌یابد و این فشار تنها به چگالی و عمق آب بستگی دارد. با توجه به این‌که ارتفاع آب پشت دو سد برابر است و چگالی آب هر دو دریاچه یکسان است، فشار وارد بر هر دو سد برابر است و با توجه به متشابه بودن ابعاد دو سد، نیروی وارد بر هر یک از دو سد نیز یکسان خواهد بود.



این‌که حجم آب دریاچه‌ی پشت یکی از سدها دو برابر دیگری است، صرفاً سبب می‌شود که وزن آب دریاچه‌ی اوّل دو برابر دیگری باشد یعنی فشار و به تبعیت از آن، نیروی وارد بر کف دریاچه‌ی اوّل دو برابر دیگری خواهد بود. امّا حجم آب دریاچه به طور مستقیم بر نیروی وارد به سد مؤثر نیست بلکه ارتفاع آب و ابعاد سد تعیین کننده‌ی فشار و نیروی وارد بر سد هستند.

۱۱۰ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. حجم آب با دمای $4^{\circ}c$ حداقل است. در نتیجه چگالی آب در این دما ماکزیمم است. بنابراین هنگامی‌که آب با دمای $8^{\circ}c$ را سرد می‌کنیم، چگالی آن به تدریج تا دمای $4^{\circ}c$ افزایش می‌یابد و پس از آن تا دمای صفر درجه‌ی سلسیوس که آب منجمد می‌شود، چگالی آب کاهش می‌یابد. هنگامی‌که آب یخ می‌زند، یعنی در دمای $0^{\circ}c$، به دلیل پیوندهای خاصی که در آب وجود دارد، حجم آب به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد و در این دما چگالی آب کاهش ناگهانی خواهد داشت. در واقع چگالی یخ از چگالی آب در هر دمایی کمتر است و به همین دلیل است که یخ روی آب شناور می‌ماند. در ادامه با سردتر کردن یخ، چگالی آن اندکی افزایش می‌یابد.

۱۱۱ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. فشار هوای درون محفظه‌ی سمت راست P_1 و فشار هوای درون محفظه‌ی سمت چپ P_2 در نظر گرفته شده‌است. می‌دانیم در مایعات به حالت تعادل فشار در تمام نقاط یک سطح افقی یکسان است.



$P_B = P_A \rightarrow P_1 = P_0 + \rho gh = ۱۰^۵ + ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۵ = ۱۰^۵ + ۵۰۰۰ = ۱/۰۵ \times ۱۰^۵ \text{ Pa}$

$P_D = P_C \rightarrow P_2 = P_1 + \rho gx \rightarrow ۱/۲ \times ۱۰^۵ = ۱/۰۵ \times ۱۰^۵ + ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times x$

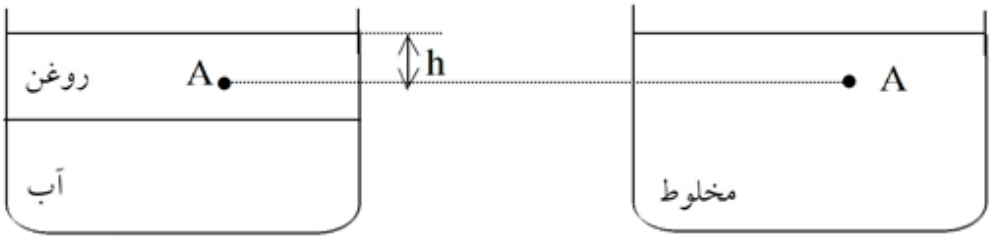
$\rightarrow ۱۰^۴ x = (۱/۲ - ۱/۰۵) \times ۱۰^۵ = ۰/۱۵ \times ۱۰^۵$

$\rightarrow x = ۱/۵ \text{ m} = ۱۵۰ \text{ cm}$

۱۱۲ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. باتوجه به این‌که چگالی روغن کم‌تر از چگالی آب می‌باشد، می‌توان گفت:

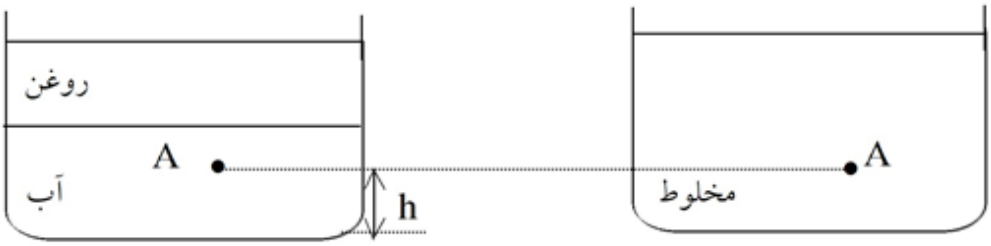
$\rho_{روغن} < \rho_{مخلوط} < \rho_{آب}$

حالت اوّل: نقطه‌ی A در روغن باشد. در این حالت فشار در سطح مخلوط را P_0 می‌نامیم.



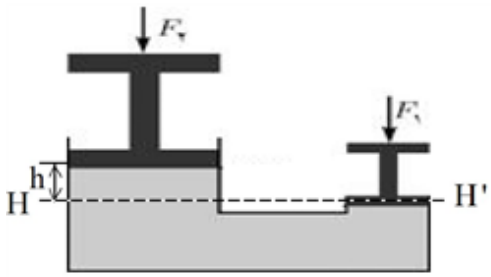
$$\left.\begin{array}{l} P = P_0 + \rho_{روغن}\, gh \\ P' = P_0 + \rho_{مخلوط}\, gh \\ \rho_{مخلوط} > \rho_{روغن} \end{array}\right\} \rightarrow P' > P$$

حالت دوم: نقطه‌ی A در آب باشد. در این حالت فشار وارد بر کف ظرف را P_1 می‌نامیم.



$$\left.\begin{array}{l} P = P_1 - \rho_{آب}\, gh \\ P' = P_1 - \rho_{مخلوط}\, gh \\ \rho_{مخلوط} < \rho_{آب} \end{array}\right\} \rightarrow P' > P$$

۱۱۳ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. در شاره‌های در حال تعادل، فشار در یک سطح افقی در تمام نقاط شاره یکسان است. در سطح افقی HH' فشار در دو استوانه‌ی راست و چپ با هم برابر است. سطح مقطع پیستون‌ها را به ترتیب A_1 و A_2 در نظر می‌گیریم و از وزن پیستون‌ها در برابر نیروهای F_1 و F_2 چشم‌پوشی می‌کنیم.



$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} + \rho gh$$

$$\rightarrow F_2 = F_1 \frac{S_2}{S_1} - \rho g S_2 h$$

با فرض ثابت بودن نیروی F_1، نیروی F_2 برحسب h به صورت خطی کاهش می‌یابد.

۱۱۴ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. روش اوّل: مطابق قانون ارشمیدس نیرویی که از طرف آب چوب را به سمت بالا می‌راند، برابر وزن آب جابه‌جا شده می‌باشد. هنگامی‌که تکه چوب بر سطح آب شناور است، در واقع نیروی ارشمیدس برابر وزن تکه چوب خواهد بود.

به هر حال نیروی ارشمیدس همواره برابر وزن آب جابه‌جا شده‌است و به فشار هوا وابسته نیست، در واقع با تغییر فشار هوا، نیرویی که هوا به سطح فوقانی جسم وارد می‌کند، تغییر می‌کند، امّا دقیقاً همین تغییر، به واسطه‌ی تغییر فشار هوای اعمالی بر سطح آب، در نیرویی که به سطح پایینی جسم وارد می‌شود نیز پدید می‌آید که در نهایت با هم خنثی خواهند شد.

روش دوّم: هنگامی‌که تکه چوب روی آب شناور است، برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است. اگر سطح مقطع چوب A در نظر گرفته شود، نیروی $P_0 A$ به سطح بالایی چوب به طرف پایین وارد می‌شود. و نیروی F وارد به سطح پایینی چوب که به طرف بالا است از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$F = AP = A(P_0 + \rho gh)$$

که ρ چگالی آب و h ارتفاع بخشی از چوب است که درون آب است.

با توجه به شرط تعادل چوب خواهیم داشت:

$$mg + P_0 A = A(P_0 + \rho gh)$$

$$\rightarrow mg = A\rho gh \rightarrow h = \frac{m}{A\rho}$$

از این رابطه پیداست که h به فشار هوای بالای ظرف بستگی ندارد.

۱۱۵ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. فرض کنید می‌خواهیم دمای محلول را به اندازه‌ی ΔT افزایش دهیم. گرمای مورد نیاز برای این کار را از دو روش محاسبه می‌کنیم. در روش اوّل ظرفیت گرمایی عناصر تشکیل دهنده محلول و در روش دوم ظرفیت گرمایی محلول را مدنظر قرار می‌دهیم:

$$Q_1 = C_A \Delta T + C_B \Delta T + \Delta Q$$

$$Q_2 = C\Delta T$$

$$Q_1 = Q_2 \rightarrow C = C_A + C_B + \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

در روابط فوق در دمای معین T مقداری از جسم B را در مقداری از جسم A حل کرده‌ایم و با فرض این‌که فرآیند انحلال گرماگیر است، طی این فرآیند گرمای Q به محلول داده‌ایم.

باتوجه به رابطه‌ی نهایی هرگاه Q نسبت به دما صعودی باشد، مقدار $\frac{\Delta Q}{\Delta T}$ مثبت بوده و $C > C_A + C_B$ می‌باشد.

۱۱۶ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. در مورد زودپز A که در آن محکم بسته شده‌است، تلفات انرژی حداقل می‌باشد. امّا فشار درون آن به مراتب بیش از زودپزهای B و C می‌باشد، زیرا بخاری که بالای آب درون زودپز ایجاد می‌شود پیش از آن‌که فشارش به حد معینی برسد، راهی برای خروج از زودپز ندارد. درنتیجه آب در دمای بالاتری جوش می‌آیدو برای به جوش آمدن آب باید مدت بیش‌تری آن را روی شعله گذاشت. پس آب زودپز A نسبتاً دیر جوش خواهد آمد.

در مورد زودپز B که در آن محکم بسته نشده‌است، تلفات انرژی به مراتب کم‌تر از زودپز C می‌باشد و از آن‌جایی که بخار آب ایجاد شده می‌تواند از زودپز خارج شود، فشار درون آن تنها اندکی بیش‌تر از فشار هوا خواهد بود. لذا آب درون این زودپز سریع‌تر از آب زودپز A به جوش خواهد آمد.

در مورد زودپز C که در آن گذاشته نشده‌است، تلفات انرژی بسیار زیاد می‌باشد و خروج بخار از ان به مراتب بیش‌تر خواهد بود. پیش از آن‌که آب به جوش آید، تبخیر سطحی، مقداری آب را به بخار تبدیل می‌کند و بخشی از گرما صرف این کار می‌شود. در نتیجه آب درون این زودپز دیرتر از زودپز B به جوش خواهد آمد.

۱۱۷ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. وقتی دو جانور با هم متشابه هستند، ابعاد بدن آن‌دو با هم متناسب است یعنی هرگاه قد اولی دو برابر قد دومی باشد، حجم اوّلی $۲^{۳} = ۸$ برابر حجم دوّمی خواهد بود.

$$\frac{V_۱}{V_۲} = ۸$$

$$M = \rho V \rightarrow \frac{M_۱}{M_۲} = \frac{V_۱}{V_۲} = ۸$$

$$P = \frac{Mg}{A} \rightarrow \frac{P_۱}{P_۲} = \frac{M_۱}{M_۲} \times \frac{A_۲}{A_۱}\ ,\ P_۱ = P_۲\ ,\ \frac{M_۱}{M_۲} = ۸$$

$$\rightarrow ۱ = ۸ \times \frac{A_۲}{A_۱} \rightarrow \frac{A_۱}{A_۲} = ۸ \rightarrow \left(\frac{d_۱}{d_۲}\right)^{۲} = ۸ \rightarrow \frac{d_۱}{d_۲} = \sqrt{۸}$$

۱۱۸ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. برای محاسبه چگالی متوسط جهان لازم است جرم و حجم آن را به‌دست آوریم. با توجه به این‌که در جهان $۱۰^{۱۱}$ کهکشان و در هر کهکشان $۱۰^{۱۱}$ ستاره مانند خورشید که جرمی معادل $۲ \times ۱۰^{۳۰}\ kg$ دارد وجود دارد، جرم جهان از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$M = (۱۰^{۱۱}) \times (۱۰^{۱۱}) \times (۲ \times ۱۰^{۳۰}) = ۲ \times ۱۰^{۵۲}\ Kg$$

شعاع جهان $۱۰^{۱۰}$ سال نوری تخمین زده شده‌است. بنابراین برای حجم جهان داریم:

یک سال نوری $= (۳ \times ۱۰^{۸}) \times (۳۶۵ \times ۲۴ \times ۶۰ \times ۶۰) = ۹/۴۶۰۸ \times ۱۰^{۱۵}\ m \cong ۱۰^{۱۶}\ m$

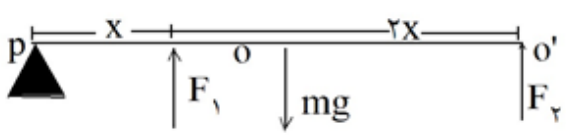
شعاع جهان: $r = (۱۰^{۱۰}) \times (۱۰^{۱۶}) = ۱۰^{۲۶}\ m$

حجم جهان: $V = \frac{۴}{۳}\pi r^{۳} = \frac{۴}{۳}\pi\ (۱۰^{۲۶})^{۳} = \frac{۴}{۳}\pi \times ۱۰^{۷۸}\ m^{۳}$

چگالی که برابر است با نسبت جرم به حجم طبق محاسبات زیر به دست می‌آید:

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{۲\times۱۰^{۵۲}}{\frac{۴}{۳}\pi \times ۱۰^{۷۸}} \cong \frac{۱۰^{۵۲}}{۱۰^{۷۸}} = ۱۰^{-۲۶}\ \frac{Kg}{m^{۳}}$$

۱۱۹ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. در حالت اولیه نیروهای F_1 و F_2 و وزن میله، حول نقطه‌ی p گشتاور ایجاد می‌کنند و در مجموع برآیند گشتاورهای ایجاد شده توسط آن‌ها صفر می‌باشد و میله در حالت تعادل است. در حالت ثانویه دمای مخزن (۱) بیش‌تر شده است، در نتیجه فشار مخزن (۱) و نیروی F_1 افزایش می‌یابد، این افزایش نیروی F_1 را با ΔF_1 نشان می‌دهیم. برای حفظ تعادل میله لازم است نیروی F_2 نیز تغییر کند و این تغییر نیرو را با ΔF_2 نشان می‌دهیم. شرط صفر شدن برآیند گشتاورها حول نقطه‌ی p در حالت دوم، این است که برآیند گشتاورهای تغییر نیروها صفر شود.



$$\sum \tau_p = 0 \rightarrow (\Delta F_1)(x) + (\Delta F_2)(3x) = 0 \rightarrow \frac{\Delta F_2}{\Delta F_1} = -\frac{1}{3}$$

علامت منفی نشان می‌دهد که نیروی F_2 باید کاهش یابد. هرگاه افزایش فشار و دمای مخزن (۱) را با ΔP_1 و ΔT_1 و کاهش فشار و دمای مخزن (۲) را با ΔP_2 و ΔT_2 نشان می‌دهیم، خواهیم داشت:

$$\Delta P_1 = \frac{\Delta F_1}{A} \text{ و } \Delta P_2 = \frac{\Delta F_2}{A} \rightarrow \frac{\Delta F_2}{\Delta P_2} = \frac{\Delta F_1}{\Delta P_1} \rightarrow \frac{\Delta F_2}{\Delta F_1} = \frac{\Delta P_2}{\Delta P_1} \quad (1)$$

طبق قانون گازهای کامل $\left.\begin{matrix} \Delta V_1 = \Delta V_2 \\ PV = nRT \end{matrix}\right\} \frac{\Delta P_2}{\Delta P_1} = \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}$ (۲)

$$(1,2) \rightarrow \frac{\Delta F_2}{\Delta F_1} = \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \rightarrow \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = \frac{-1}{3} \rightarrow \Delta T_2 = \frac{-60}{3} = -20$$

یعنی دمای مخزن (۲)، ۲۰ درجه کاهش یافته است.

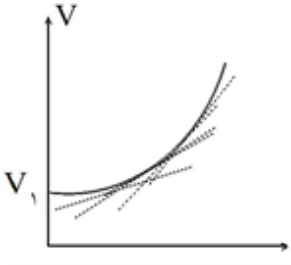
۱۲۰ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. نیرویی که به ماشین وارد می‌شود و به آن شتاب و در نتیجه سرعت می‌دهد را با F نمایش می‌دهیم. کار این نیرو در جابه‌جایی dx برابر $dw = F\,dx$ است. توان عبارت است از آهنگ انجام کار در واحد زمان. پس اگر جابه‌جایی dx در مدت زمان dt انجام شده باشد، توان ماشین از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$P = \frac{dw}{dt} = F\frac{dx}{dt} = FV$$

$$P = \alpha V^2$$

$$\rightarrow FV = \alpha V^2 \rightarrow F = \alpha V$$

$$F = ma \rightarrow \alpha V = ma \rightarrow a = \frac{\alpha}{m} V$$



شتاب اتومبیل متناسب با سرعت آن به دست آمد. یعنی با افزایش سرعت، شتاب هم افزایش خواهد یافت. از طرفی می‌دانیم شتاب در لحظه برابر شیب خط مماس بر منحنی سرعت - زمان می‌باشد. سرعت اولیه برابر V_1 است و با افزایش V شیب منحنی مذکور نیز بیش‌تر می‌شود. پس منحنی به صورت روبه‌رو خواهد بود.

۱۲۱ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. پس از مدت زمان t، انرژی داده شده به جسم برابر مقدار Pt است. که P توان کل داده شده به جسم است. این انرژی صرف افزایش سرعت می‌شود وبه صورت انرژی جنبشی جسم خواهد بود.

$$Pt = \frac{۱}{۲}mV^{۲} - \frac{۱}{۲}mV_{۰}^{۲}$$

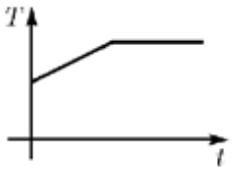
جسم از حال سکون شروع به حرکت کرده است، بنابراین:

$$Pt = \frac{۱}{۲}mV^{۲} \rightarrow V = \sqrt{\frac{۲Pt}{m}}$$

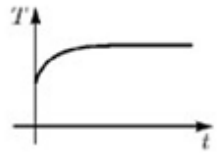
P و m مقادیر ثابتی هستند پس سرعت جسم با جذر زمان متناسب است.

۱۲۲ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. از آن‌جایی که شعله‌ی اجاق ثابت می‌باشد، آهنگ گرما دهی به کتری ثابت خواهد بود یعنی مقدار گرمایی که در مدت زمان معین می‌دهد، ثابت است. بر اساس رابطه‌ی $Q = mc(\Delta T)$ دمای آب با گرفتن گرما به طور یکنواخت افزایش می‌یابد تا به دمای جوش برسد و از آن پس دمای آب ثابت می‌ماند و آب تبخیر می‌شود. اما این در شرایط ایده‌آل اتفاق می‌افتد. در این حالت که آب و کتری روی اجاق قرار دارند، حتی اگر از تبخیر آب صرف نظر کنیم، تلفات گرمایی را نباید فراموش کرد. با افزایش دمای کتری آهنگ اتلاف به صورت انتقال حرارت به محیط و تابش گرمایی کتری نیز افزایش خواهد یافت. در نتیجه با گذشت زمان شیب نمودار دما بر حسب زمان کاهش می‌یابد.

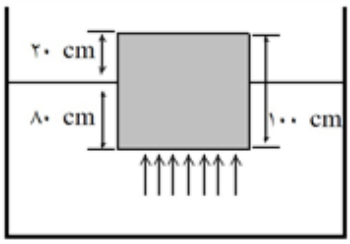
نمودار دمای آب بر حسب زمان بدون در نظر گرفتن اتلاف انرژی گرمایی



نمودار دمای آب بر حسب زمان با در نظر گرفتن اتلاف انرژی گرمایی



۱۲۳ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.نیرویی که آب به مکعب وارد می‌کند بر اثر فشار P است. فشار سیال در عمق h برابر $P = P_{۰} + \rho gh$ می‌باشد. در این رابطه $P_{۰}$ فشار بر سطح سیال و در این‌جا برابر فشار جو است. ρ و g نیز به ترتیب چگالی سیال و شتاب ثقل هستند. برآیند نیروهای وارد بر سطوح کناری مکعب در آب برابر صفر است. زیرا نیرویی که در هر عمقی از سیال به دو سطح روبه‌روی هم وارد می‌شود هم‌اندازه و در خلاف جهت یک‌دیگر است. هرگاه فشار بر سطح زیرین مکعب را با P نشان دهیم، خواهیم داشت:

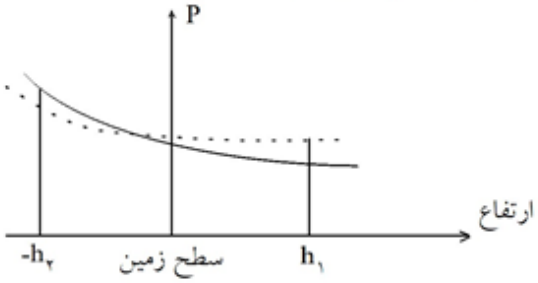


$$P = P_{۰} + \rho gh = ۱۰^{۵} + (۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۸) = ۱۰۸۰۰۰ \text{ Pa}$$

با توجه به این‌که طول ضلع مکعب برابر یک متر می‌باشد، این فشار بر سطح یک متر مربع وارد می‌شود:

$$F = PA = ۱۰۸۰۰۰ \times ۱ = ۱۰۸۰۰۰ \text{ N}$$

۱۲۴ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. با افزایش دما هوا منبسط می‌شود یعنی در حجم ثابتی از هوا تعداد مولکول‌ها و در نتیجه جرم کاهش می‌یابد پس با افزایش دما، چگالی هوا کاهش می‌یابد. با توجه به رابطه‌ی $\Delta P = \rho g (\Delta h)$ نتیجه می‌گیریم که با افزایش دما،اختلاف فشار بین دو نقطه‌ی مشخص کاهش می‌یابد. هرگاه فشار هوا در سطح زمین، در ارتفاع h_1 و در عمق h_2 را پس از گرم شدن هوا با P_0 ، P'_1 و P'_2 نمایش دهیم، خواهیم داشت:

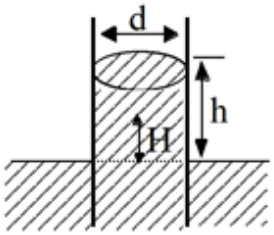


$$P_0 - P'_1 < P_0 - P \rightarrow -P'_1 < -P \rightarrow P'_1 > P$$

$$P'_2 - P_0 < P_2 - P_0 \rightarrow P'_2 < P$$

بنابراین با افزایش دما، P_1 زیاد شده و P_2 کم می‌شود. در واقع نمودار کیفی فشار بر حسب ارتفاع به صورت روبرو است. منحنی مذکور پس از افزایش دما با نقطه چین مشخص شده است.

۱۲۵ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. در شکل زیر لوله ی موئینی که آب در آن نسبت به سطح آزاد مایع بالاتر رفته است، نشان داده شده است. انرژی پتانسیل ناشی از تماس آب با دیواره‌ی درونی لوله E_1 و انرژی پتانسیل گرانشی مربوط به بالا آمدن آب E_2 است. چون E_1 متناسب با سطح تماس آن قسمت از آب است که بالاتر از سطح آزاد در آب قرار دارد، داریم:



$$E_1 = -\beta S \;,\; S = h \times \pi d \rightarrow E_1 = -\pi\beta h d$$

هرگاه چگالی آب را برابر ρ در نظر بگیریم، برای انرژی پتانسیل گرانشی ستون آب بالا آمده در لوله‌ی موئین می‌توانیم بنویسیم:

$$E_2 = mgH \;,\; H = \frac{h}{2}$$ ارتفاع مرکز ثقل ستون آب از سطح آزاد آب

$$m = \rho V = \rho \times Ah = \rho \times \left(\pi \times \frac{d^2}{4}\right) \times h = \frac{\pi}{4}\rho d^2 h$$ جرم ستون آب بالا آمده

$$\rightarrow E_2 = \frac{\pi}{4}\rho d^2 h \times g \times \frac{h}{2} = \frac{\pi}{8}\rho g d^2 h^2$$

بنابراین انرژی کل ستون بالا آمده در لوله‌ی موئین برابر مجموع E_1 و E_2 می‌باشد که از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

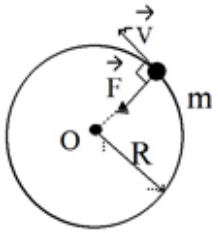
$$E = E_1 + E_2 = -\pi\beta h d + \frac{\pi}{8}\rho g d^2 h^2$$

حالت تعادل دستگاه جایی است که انرژی کل ستون آب کمینه می‌گردد، یعنی تغییرات آب نسبت به تغییر h صفر می‌شود، یعنی در این حالت مشتق انرژی کل نسبت به ارتفاع صعود مایع، صفر می‌شود. پس داریم:

$$\frac{dE}{dh} = 0 \rightarrow -\pi\beta d + \frac{\pi}{4}\rho g d^2 h = 0 \rightarrow h = \frac{\pi\beta d}{\frac{\pi}{4}\rho g d^2} \rightarrow h = \left(\frac{4\beta}{\rho g}\right) \times \frac{1}{d}$$

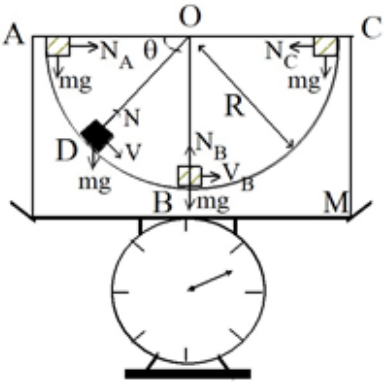
یعنی ارتفاع صعود مایع در لوله‌ی موئین با قطر لوله‌ی موئین رابطه‌ی معکوس دارد $\left(h \propto \frac{1}{d}\right)$، در نتیجه هرگاه قطر لوله‌ی موئین دو برابر شود، ارتفاع صعود ستون مایع نصف خواهد شد.

۱۲۶ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. حرکت جرم m در داخل نیم‌کره، یک حرکت دایره‌ای است. می‌دانیم که در حرکت‌های دایره‌ای علاوه بر نیروی مماسی که بر مسیر حرکت مماس است و می‌تواند اندازه‌ی سرعت را بر روی مسیر دایره‌ای شکل تغییر دهد یک نیروی عمودی و جانب مرکز نیز که بر مسیر حرکت عمود است اضافه می‌شود. این نیرو می‌تواند جهت سرعت را بر روی مسیر دایره‌ای شکل تغییر دهد.



در بررسی حرکت دایره‌ای داریم، هرگاه جسمی به جرم m بخواهد با سرعت V بر روی مسیر دایره‌ای شکل به شعاع R حرکت کند، نیروی جانب مرکز به اندازه‌ی $F=m\frac{V^2}{R}$ مورد نیاز است و ایجاد می‌شود. مطابق شکل روبه رو:

با توجه به شکل زیر جسم m در حال حرکت و نوسان بین نقاط A و C است و با فرض این‌که سطح نیم‌کره بدون اصطکاک است این نوسان هم‌چنان پایدار باقی می‌ماند. چون در حین نوسان و حرکت بر روی مسیر دایره‌ای ، نیروی جانب مرکزی هم، علاوه بر نیروهای وزن مجموعه $(mg+Mg)$ ایجاد می‌شود، پس به طور قطع نمی‌توان گفت که ترازو همواره مقدار ثابت $(M+m)g$ را نشان می‌دهد. اگر فرض کنیم که نوسان و حرکت جسم از نقطه‌ی A تا C انجام شود، در نقطه‌ی دلخواهی مانند D از مسیر حرکت شرایط انرژی، نیرو و سرعت جسم را بررسی می‌کنیم. در نقطه‌ی D جسم نسبت به نقطه‌ی ابتدایی A به اندازه‌ی θ دوران نموده است و پایین آمده است. نقاط A و B و C و... نیز با مشخص بودن مقدار θ برابر صفر، 90° و 180° و.... قابل بررسی خواهند بود. ابتدا به دلیل عدم وجود نیروی اصطکاک و اتلاف انرژی قانون بقای انرژی را بین نقاط A و D به کار می‌بریم تا مقدار سرعت V را به دست آوریم. با توجه به شکل هنگامی‌که جسم از A به D می‌آید، ارتفاع آن به اندازه‌ی $R\sin\theta$ کاهش می‌یابد. بنابراین:

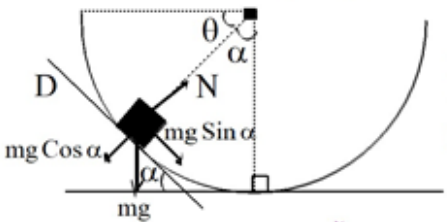


$$E_A=E_D\rightarrow K_A+U_A=K_D+U_D\rightarrow\frac{1}{2}mV_A^2+mgh_A=\frac{1}{2}mV_D^2+mgh_D$$

جسم از A رها شده و فرض می‌کنیم که نقطه‌ی D سطح پتانسیل گرانشی مبنا و سنجش ارتفاع است.

$$\rightarrow\frac{1}{2}\times0^2+g\times R\sin\theta=\frac{1}{2}\times V_D^2+g\times0\rightarrow V_D^2=2Rg\sin\theta\rightarrow V_D=\sqrt{2Rg\sin\theta}$$

سپس باید نیروهای وارد بر جسم را در نقطه‌ی D مشخص کنیم، برآیند نیروهای شعاعی و عمود بر مسیر نیم کره، نیروی جانب مرکز می‌باشد که در رابطه‌ی $F=m\frac{V^2}{R}$ به کار می‌روند. با توجه به شکل داریم:

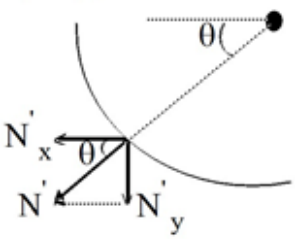


نیروی وزن mg را در نقطه‌ی D به دو مؤلفه‌ی مماس بر مسیر نیم دایره‌ای و عمود بر مسیر نیم دایره‌ای تجزیه می‌کنیم. فرض می‌کنیم که در نقطه‌ی D جسم بر روی سطح شیب‌داری با زاویه‌ی α قرار دارد که متمم زاویه‌ی θ می‌باشد، پس : $\cos\alpha=\sin\theta$

$$F=N-mg\cos\alpha=m\frac{V^2}{R}$$

$$\rightarrow N-mg\sin\theta=m\times\frac{\left(\sqrt{2Rg\sin\theta}\right)^2}{R}\rightarrow N-mg\sin\theta=2mg\sin\theta\rightarrow N=3mg\sin\theta$$

عکس العمل نیروی N' است که به سطح نیم دایره‌ی زیرین، به جرم M وارد شده و عددی را که ترازو نشان می‌دهد، ایجاد می‌کند. پس لازم است که نیروی N' را به دو مؤلفه تجزیه کنیم و مؤلفه‌ی قائم آن را با وزن Mg جمع کنیم تا عدد ترازو مشخص شود.



$$\begin{cases}N'_y=N'\sin\theta\\N'=N=3mg\sin\theta\end{cases}\rightarrow N'_y=3mg\sin^2\theta$$

عدد ترازو: $Mg+N'_y\overset{66}{=}Mg+3mg\sin^2\theta=(M+3m\sin^2\theta)g$

در نوسان جسم از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی C، مقدار θ در حال تغییر از صفر تا 180°

است، پس با توجه به رابطه‌ی به دست آمده $\sin^2\theta$ در حال تغییر است و عدد ترازو متغیر می‌باشد. بیشترین مقدار

۱۲۷ گزینه‌ی ۵ پاسخ صحیح است. گلوله‌ای که به جرم m و با سرعت V شروع به حرکت می‌کند، دارای انرژی جنبشی اولیه‌ی $K_1 = \frac{1}{2}mV^2$ است. اگر این گلوله منطبق بر محور x در حرکت باشد و جهت مثبت را هم‌جهت با سرعت گلوله در نظر بگیریم، نیرویی در خلاف جهت سرعت و حرکت گلوله بر آن وارد می‌شود و شتابی در جهت منفی ایجاد می‌کند. چون نیرو یا شتاب در خلاف حرکت یا سرعت می‌باشد حرکت گلوله کند شونده خواهد شد و پس از طی مسافت d متوقف می‌شود و می‌ایستد و سرعت ثانویه‌ی آن به صفر می‌رسد. در نتیجه انرژی جنبشی ثانویه آن نیز صفر خواهد شد. $\left(V_2 = 0 \rightarrow K_2 = \frac{1}{2}mV_2^2 = 0\right)$. با استفاده از قضیه‌ی کار - انرژی می‌توان گفت که در طی حرکت گلوله، تغییرات انرژی جنبشی گلوله با مجموع کارهای انجام شده بر روی گلوله برابر است، چون درباره‌ی نیروهای دیگر صحبتی به میان نیامده، نیروی وارد بر گلوله را تنها همان نیروی F می‌دانیم که در خلاف جهت حرکت آن است. بنابراین:

تغییرات انرژی جنبشی گلوله $\Delta K = K_2 - K_1 = 0 - K_1 = -K_1$

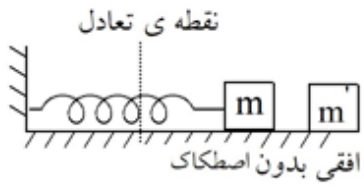
کار انجام شده توسط نیروی F بر روی گلوله: $W = Fd\cos\theta = F \times d \times \cos 180^\circ = F \times d \times (-1)$

$$\rightarrow W = -Fd$$

قضیه ی کار - انرژی: $W = \Delta K \rightarrow -Fd = -K_1 \rightarrow d = \frac{K_1}{F} \rightarrow d \propto K_1$

با توجه به رابطه‌ی به دست آمده و این‌که نیروی F برای تمامی گلوله‌ها ثابت و یکسان است، می‌بینیم که گلوله‌ای که دارای انرژی جنبشی اولیه‌ی بیشتری است، تا زمان توقف، مسافت بیشتری را می‌پیماید.

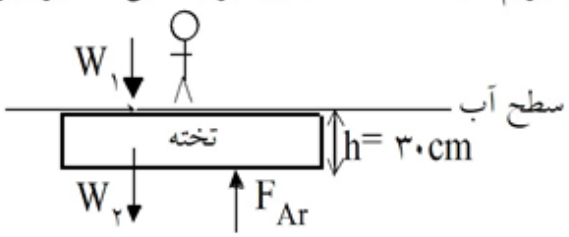
۱۲۸ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. برای این‌که دستگاه نوسان کند، کافی است که یک عامل خارجی وزنه‌ها را روی سطح افقی بدون اصطکاک در راستای طول فنر بکشد یا هل دهد به طوری‌که طول فنر از حالت عادی بیشتر یا کمتر شود و سپس آن را رها کند.پس از رها شدن وزنه‌ها نیروی بازگرداننده‌ی فنر به آن‌ها شتاب می‌دهد و سرعت وزنه‌هارا زیادتر می‌کند. با حرکت وزنه‌ها به طرف نقطه‌ی تعادل ، طول فنر به طول عادی آن نزدیک می‌شود. هنگامی‌که وزنه‌ها به نقطه‌ی تعادل برسند، دیگر نیروی باز گرداننده‌ی فنر به آن‌ها وارد نمی‌شود و سرعت وزنه‌ها در این نقطه بیشترین است. از این پس وزنه‌ها به علت سرعتی که دارند ادامه‌ی مسیر می‌دهند و با این کار نیروی بازگرداننده‌ی فنر در خلاف جهت سرعت وزنه‌ها ظاهر می‌شود و به آن‌ها وارد می‌شود و سرعت آن‌ها را کم می‌کند تا سرانجام در بیشترین یا کمترین طول فنر برای لحظه‌ای متوقف می‌شوند و خواهند ایستاد.



در حرکت نوسانی دستگاه جرم - فنر، انرژی موجود در دستگاه میان انرژی جنبشی وزنه و انرژی پتانسیل کشسانی فنر توزیع می‌شود. انرژی جنبشی وزنه مربوط به جرم و سرعت آن و انرژی پتانسیل کشسانی فنر مربوط به تغییر طول آن است. در دو انتهای حرکت که فنر بیشترین یا کمترین طول را دارد، سرعت وزنه‌ها صفر است، در این نقاط انرژی جنبشی دستگاه صفر است و تمام انرژی دستگاه به صورت انرژی پتانسیل کشسانی در می‌آید. در نقطه‌ی تعادل که تغییر طول فنر صفر است، انرژی پتانسیل کشسانی فنر صفر است و تمام انرژی به صورت انرژی جنبشی ظاهر می‌شود، در نتیجه سرعت وزنه‌ها در گذر از نقطه‌ی تعادل بیشترین است. در لحظه‌ای که وزنه‌ی m' را جدا می‌کنیم، جرم‌ها در دورترین فاصله از نقطه‌ی تعادل هستند، پس سرعت آن‌ها و انرژی جنبشی وزنه‌ها صفر است و تمام انرژی دستگاه به صورت انرژی پتانسیل کشسانی است که به تغییر طول فنر بستگی دارد. با جدا کردن وزنه‌ی m' و باقی ماندن وزنه‌ی m، انرژی مکانیکی دستگاه تغییر نمی‌کند و همان انرژی پتانسیل کشسانی فنر در دستگاه باقی می‌ماند. حال این انرژی مکانیکی ثابت و مشخص در مراحل بعدی بین انرژی جنبشی وزنه‌ی m و انرژی پتانسیل کشسانی فنر توزیع می‌شود. با توجه به ثابت بودن این انرژی نتیجه می‌گیریم که در حداکثر فشردگی فنر و دامنه‌ی نوسان جرم تغییری ایجاد نمی‌شود و دامنه‌ی نوسان ثابت باقی می‌ماند. نکته‌ی بسیار مهمی که باید در این‌جا به آن اشاره کنیم آن است که دامنه‌ی نوسان مستقل از جرم وزنه‌های دستگاه است، در این‌جا با کاهش جرم وزنه‌ها از $m+m'$ به m و با توجه به این‌که فنر، نیروی کشسانی فنر و دامنه‌ی نوسان دستگاه ثابت است، شتاب حرکت نوسانی افزایش می‌یابد در نتیجه انتظار داریم که بیشترین سرعت دستگاه در نقطه‌ی تعادل افزایش یابد و این انرژی مکانیکی به صورت انرژی جنبشی جرم m درآید و در ضمن زمان نوسان و دوره تناوب نوسان دستگاه کاهش یابد زیرا دوره‌ی تناوب طبق رابطه‌ی $T=2\pi\sqrt{\frac{M}{K}}$ با جرم رابطه‌ی مستقیم دارد.

۱۲۹ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. برای اینکه چوب به زیر آب فرو نرود، می‌بایست نیروی ارشمیدس بالاسوی وارد بر چوب از وزن شخص و تخته بیش‌تر باشد. در حالت حدی برای تعیین حداقل سطح تخته، فرض می‌کنیم تمامی ضخامت ۳۰ سانتی متری چوب در آب فرو رفته است. اگر نیروی ارشمیدس وارد بر چوب از سوی آب را F_{Ar}، نیروی وزن شخص را W_1 و نیروی وزن تخته را W_2 در نظر بگیریم، در حالت تعادل باید برآیند این سه نیرو برابر صفر شود.

فرض می‌کنیم که سطح تخته‌ی چوبی برابر A است.



وزن شخص : $W_1 = m_1 g = ۶۰ \times ۱۰ = ۶۰۰N$

وزن تخته : $W_2 = m_2 g = \rho_2 V \times g = \rho_2 \times Ah \times g$ و $\rho_2 = ۰/۶ \frac{g}{cm^3} = ۶۰۰ \frac{kg}{m^3}$ چگالی چوب است

$$\rightarrow W_2 = ۶۰۰ \times A \times ۰/۳ \times ۱۰ = ۱۸۰۰A$$

نیروی ارشمیدس : $F_{Ar} = \rho_1 Vg' = \rho_1 Vg$

در رابطه‌ی نیروی ارشمدیس V' حجم بخشی از تخته است که در آب قرار گرفته است، در حالت حد این مسئله، V' با حجم تخته (V) برابر است. ρ_1 نیز چگالی آب است. $\rho_1 = ۱ \frac{g}{cm^3} = ۱۰۰۰ \frac{Kg}{m^3}$

بنابراین مقدار نیروی ارشمیدس برابر است با: $F_{Ar} = ۱۰۰۰ \times Ah \times g = ۱۰۰۰ \times A \times ۰/۳ \times ۱۰ = ۳۰۰۰A$

برای تعادل این نیروها داریم:

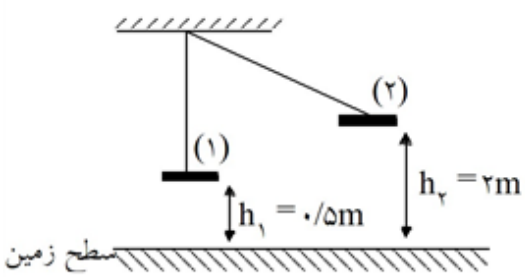
$$\sum \vec{F} = ۰ \rightarrow F_{Ar} = W_1 + W_2$$

$$\rightarrow ۳۰۰۰A = ۶۰۰ + ۱۸۰۰A \rightarrow ۱۲۰۰A = ۶۰۰ \rightarrow A = \frac{۶۰۰}{۱۲۰۰} = ۰/۵m^2$$

این مقدار حداقل مساحت تخته‌ی مورد نظر است، چنان‌چه مساحت تخته از این مقدار بیش‌تر باشد، ضخامت کم‌تر از ۳۰ سانتی متر از این تخته در آب فرو می‌رود.

۱۳۰ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به مقدارهای اندازه‌گیری شده، عدد ۱۳/۶ cm با وسیله‌ای با دقت ۰/۱ cm، عدد ۲۲۳ cm با وسیله‌ای با دقت ۱ cm و عدد ۰/۰۸ cm با وسیله‌ای با دقت ۰/۰۱ cm اندازه‌گیری شده‌اند. اگر این سه طول را بدون توجه به دقت وسایل اندازه‌گیری برهم بیافزاییم عدد $۱۳/۶ + ۲۲۳ + ۰/۰۸ = ۳۳۶/۶۸$ cm به‌دست می‌آید. این عدد نشان می‌دهد که دقت اندازه‌گیری ۰/۰۱ سانتی‌متر است، که دقتی نادرست است.

حاصل جمع چند عدد نباید دقتی بهتر از هر کدام از آن اعداد داشته باشد، یعنی دقت جمع این اعداد نباید بهتر از ۱ cm باشد. بنابراین باید ۰/۶۸ cm را به عدد بالاتر گرد کنیم و حاصل جمع را به صورت ۲۳۷ cm نمایش دهیم.



۱۳۱ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. هنگامی‌که تاب در بیشترین ارتفاع از سطح زمین قرار می‌گیرد($h_۲ = ۲m$) سرعت آن صفر است، زیرا در غیر این صورت تاب با سرعتی که دارد به ارتفاع بالاتری خواهد رفت. در این حالت تاب دارای بیش‌ترین انرژی پتانسیل گرانشی و حداقل انرژی جنبشی که برابر صفر است می‌باشد. وقتی تاب به سمت پایین می‌آید با کاهش ارتفاع و انرژی پتانسیل گرانشی آن، سرعت و انرژی جنبشی آن افزایش می‌یابد، پس هنگامی‌که تاب به پایین‌ترین ارتفاع خود از سطح زمین می‌رسد ($h_۱ = ۰/۵m$) دارای حداکثر انرژی جنبشی و بیشترین سرعت است. اگر سطح زمین را به عنوان مبنای انرژی پتانسیل گرانشی در نظر بگیریم با استفاده از قانون بقای انرژی مکانیکی بین دو وضعیت (۱) و (۲) می‌توانیم بیشترین سرعت تاب را محاسبه کنیم. یعنی مجموع انرژی‌های جنبشی و پتانسیل گرانشی در وضعیت (۱) را برابر مجموع انرژی‌های جنبشی و پتانسیل گرانشی در وضعیت (۲) قرار می‌دهیم. بنابراین داریم:

$$E_۱ = E_۲ \rightarrow K_۱ + U_۱ = K_۲ + U_۲ \rightarrow \frac{۱}{۲}\cancel{m}V_۱^۲ + \cancel{m}gh_۱ = \frac{۱}{۲}\cancel{m}V_۲^۲ + \cancel{m}gh_۲$$

$$\rightarrow \frac{۱}{۲} \times V_{max}^۲ + ۹/۸ \times ۰/۵ = \frac{۱}{۲} \times ۰^۲ + ۹/۸ \times ۲ \rightarrow \frac{۱}{۲}V_{max}^۲ + ۴/۹ = ۱۹/۶$$

$$\rightarrow V_{max}^۲ = ۲۹/۴ \rightarrow V_{max} = \sqrt{۲۹/۴} \approx ۵/۴ \frac{m}{s}$$

در عمل به علت وجود نیروی اصطکاک مقداری از انرژی مکانیکی به انرژی درونی تبدیل می‌شود و در نتیجه سرعت تاب از مقدار به دست آمده کم‌تر خواهد بود.

۱۳۲ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا به این نکته اشاره می‌کنیم که در صورت تغییر دما، حجم داخل یک ظرف توخالی که ماده‌ای در داخل آن نیست با همان ضریب انبساط حجمی ماده‌ای که ظرف از آن ساخته شده است، تغییر می‌یابد. یعنی اگر دمای ظرف را به اندازه‌ی $\Delta\theta$ بالا رود، منجر به انبساط و افزایش حجم درونی ظرف می‌شود. حجم اولیه مایع درون ظرف را $V_{\circ}$ و سطح مقطع اولیه‌ی ظرف را $A_{\circ}$ در نظر می‌گیریم. پس از افزایش دما حجم ثانویه و نهایی مایع برابر است با: $V = V_{\circ}(1 + a\Delta\theta)$ با توجه به این‌که ضریب انبساط حجمی جامدها سه برابر ضریب انبساط طولی آن‌ها و ضریب انبساط سطحی جامدها دو برابر ضریب انبساط طولی آن‌هاست می‌توان گفت که ضریب انبساط سطحی جامدها $\frac{۲}{۳}$ برابر ضریب انبساط حجمی آن‌ها است. پس از افزایش دما سطح مقطع ثانویه و نهایی ظرف برابر است با: $A = A_{\circ}\left(1 + \frac{۲}{۳}k\Delta\theta\right)$

مقدار ارتفاع مایع درون ظرف از تقسیم حجم مایع بر سطح مقطع ظرف به دست می‌آید، بنابراین ارتفاع نهایی مایع برابر است با:

$$h = \frac{V}{A} = \frac{V_{\circ}\times(1 + a\Delta\theta)}{A_{\circ}\times\left(1 + \frac{۲}{۳}k\Delta\theta\right)} = \frac{V_{\circ}}{A_{\circ}}\times\frac{(1 + a\Delta\theta)}{\left(1 + \frac{۲}{۳}k\Delta\theta\right)} = h_{\circ}\times\frac{(1 + a\Delta\theta)}{\left(1 + \frac{۲}{۳}k\Delta\theta\right)}$$

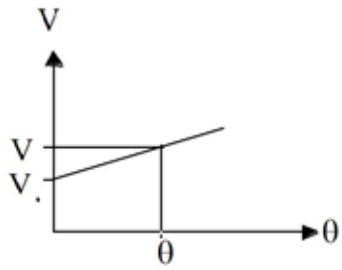
مقدار $\frac{V_{\circ}}{A_{\circ}}$ برابر ارتفاع اولیه‌ی مایع درون ظرف $(h_{\circ})$ می‌باشد.

$$h = h_{\circ}\times\frac{(1 + a\Delta\theta)}{\left(1 + \frac{۲}{۳}k\Delta\theta\right)}\times\frac{\left(1 - \frac{۲}{۳}k\Delta\theta\right)}{\left(1 - \frac{۲}{۳}k\Delta\theta\right)} = h_{\circ}\times\frac{\left(1 + \left(a - \frac{۲}{۳}k\right)\Delta\theta - \frac{۲}{۳}ka\Delta\theta^{۲}\right)}{\left(1 - \frac{۴}{۹}k^{۲}\Delta\theta^{۲}\right)}$$

چون مقدارهای ضریب انبساط حجمی ظرف (k) و ضریب انبساط حجمی مایع (a) ، هردو مقدارهایی خیلی کوچک می‌باشند، پس می‌توان از جمله‌های $\frac{۴}{۹}k^{۲}\Delta\theta^{۲}$ و $\frac{۲}{۳}ka\Delta\theta^{۲}$ در مقابل بقیه ی جمله‌های موجود در مخرج و صورت کسر ایجاد شده صرف نظر کرد، زیرا عبارت‌های $k^{۲}$ و ka با توجه به شرایط گفته شده خیلی خیلی کوچک می‌شوند. پس:

$h = h_{\circ}(1 + b\Delta\theta) \rightarrow$ ضریب انبساط ارتفاع مایع : $b = a - \frac{۲}{۳}k$ و $h = h_{\circ}\left(1 + \left(a - \frac{۲}{۳}k\right)\Delta\theta\right)$

۱۳۳ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. در دماسنج جیوه‌ای فاصله‌ی درجه‌ها متوالی یکسان است، زیرا انبساط جیوه با افزایش دما متناسب است. به عبارت دیگر حجم جیوه نسبت به دما به صورت خطی تغییر می‌کند. پس می‌توانیم نمودار حجم جیوه بر حسب دما را به صورت مقابل در نظر بگیریم.



اگر آهنگ افزایش حجم مایع مورد نظر در مقابل افزایش دما، ثابت نباشد و به عبارت دیگر حجم مایع نسبت به دما به صورت خطی تغییر نکند، فاصله‌ی درجه‌های متوالی دماسنج یکسان نخواهد بود. در ضمن هرگاه مایع در ازای افزایش دما، در یک بازه افزایش حجم و در بازه‌ی بعدی کاهش حجم داشته باشد، آن‌گاه در دو دمای مختلف دارای حجم یکسان خواهد بود. یعنی این دو دمای مختلف را در یک نقطه و با یک عدد نشان می‌دهد. مایع آب مثال مناسبی برای این دو حالت ذکر شده است، زیرا انبساط آن غیر عادی می‌باشد. با توجه به این‌که مایع درون دماسنج نامشخص است. ممکن است هرکدام از دوحالت بالا را شامل شود و گزینه‌های ۲ و ۳ درست باشد.

۱۳۴ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا انرژی تولید شده توسط نیروگاه را با حاصل‌ضرب توان و زمان در طی یک سال محاسبه می‌کنیم.

$$t = ۳۶۵ \times ۲۴ \times ۳۶۰۰ = ۳/۱۵ \times ۱۰^{۷}\ s \qquad \text{و} \qquad P = ۲۰۰۰\,Mw = ۲ \times ۱۰^{۹}\ w$$

$$W = Pt \rightarrow W = ۲ \times ۱۰^{۹} \times ۳/۱۵ \times ۱۰^{۷} = ۶/۳ \times ۱۰^{۱۶}\ J$$

باتوجّه به این‌که هر اتم $U_{۲۳۵}$، $۳ \times ۱۰^{-۱۱}\ J$ انرژی تولید می‌کند، تعداد اتم‌های او را نیم ۲۳۵ مورد نیاز برابر است با:

تعداد اتم‌های U ۲۳۵ مورد نیاز: $N = \frac{W}{W_{.}} \rightarrow N = \frac{۶/۳ \times ۱۰^{۱۶}}{۳ \times ۱۰^{-۱۱}} = ۲/۱ \times ۱۰^{۲۷}$ عدد اتم

عدد جرمی U ۲۳۵ برابر ۲۳۵ گرم در هر مول از این ماده است، در هر مول اورانیوم ۲۳۵، به تعداد عدد آووگادرو اتم وجود دارد پس:

تعداد مول $U_{۲۳۵}$: $n = \frac{N}{N_a} \rightarrow n = \frac{۲/۱ \times ۱۰^{۲۷}}{۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}} \cong ۳/۵ \times ۱۰^{۳}\ mol$

جرم $U_{۲۳۵}$: $m = n \times M = ۳/۵ \times ۱۰^{۳} \times ۲۳۵ \cong ۸/۲ \times ۱۰^{۵}\ g = ۸/۲ \times ۱۰^{۲}\ Kg$

جرم $U_{۲۳۵}$، ۰/۷ درصد یا $\frac{۷}{۱۰۰۰}$ جرم اورانیوم طبیعی مورد نیاز است پس جرم اورانیوم طبیعی برابر است با:

جرم اورانیوم طبیعی: $m = \frac{۷}{۱۰۰۰} m_T \rightarrow m_T = \frac{۱۰۰۰}{۷} m = \frac{۱۰۰۰}{۷} \times ۸/۲ \times ۱۰^{۲} \cong ۱/۲ \times ۱۰^{۵}\ Kg$

پس در طی یک سال تقریباً صد هزار کیلوگرم اورانیوم طبیعی مورد نیاز است.

۱۳۵ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. چون مجموعه دو جسم (۱) و (۲) بر روی سطح افقی میز بدون اصطکاک قرار داده شده‌اند، بنابراین بین هر دو حالت دلخواه این دستگاه قانون پایستگی انرژی مکانیکی برقرار است. در این دستگاه انرژی مکانیکی دستگاه برابر مجموع انرژی‌های جنبشی دو جسم و انرژی پتانسیل کشسانی فنر می‌باشد. چون سطح میز افقی است، تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی صفر است و انرژی مکانیکی بین انرژی‌های جنبشی و انرژی پتانسیل کشسانی توزیع می‌شود.

در لحظه‌ی $t=0$، سرعت‌های جسم‌ها برابر است با:

$$V_1 = 1+2\,Cos\left(\frac{0}{2}\right)=1+2\times 1=3\ \frac{m}{s}$$

$$V_2=1-2Cos\left(\frac{0}{2}\right)=1-2\times 1=-1\ \frac{m}{s}$$

علامت مثبت یا منفی سرعت به معنای در جهت یا در خلاف جهت قراردادی مثبت است. در این لحظه انرژی مکانیکی اولیه‌ی دستگاه را به دست می‌آوریم و داریم: $m_1=m_2=m=1Kg$ و $U_e\Big|_{t=0}=0$

$$E = K_1 + K_2 + U_e = \frac{1}{2}mV_1^2 + \frac{1}{2}mV_2^2 + 0$$

$$\rightarrow E = \frac{1}{2}\times 1\times 3^2 + \frac{1}{2}\times 1\times(-1)^2 = 4/5 + 0/5 = 5J$$

در حالت ثانویه توزیع انرژی مکانیکی دستگاه به گونه‌ای است که انرژی پتانسیل کشسانی فنر بیشینه و در مقابل مجموع انرژی‌های جنبشی دو جسم کمینه شده‌است. بنابراین داریم:

$$E = E' \rightarrow 5 = K'_1 + K'_2 + U'_e \rightarrow 5=\frac{1}{2}mV'^2_1 + \frac{1}{2}mv'^2_2 + U'_e$$

$$\rightarrow 5=\frac{1}{2}\times 1\times\left(1+2Cos\left(\frac{t}{2}\right)\right)^2 + \frac{1}{2}\times 1\times\left(1-2Cos\left(\frac{t}{2}\right)\right)^2 + U'_e$$

$$\rightarrow 5=\left[\frac{1}{2}+2Cos\left(\frac{t}{2}\right)+2Cos^2\left(\frac{t}{2}\right)\right] + \left[\frac{1}{2}-2Cos\left(\frac{t}{2}\right)+2Cos^2\left(\frac{t}{2}\right)\right] + U'_e$$

$$\rightarrow 5 = 1+4Cos^2\left(\frac{t}{2}\right) + U'_e \rightarrow U'_e = 4-4Cos^2\left(\frac{t}{2}\right)$$

باتوجه به رابطه‌ی به‌دست‌آمده از قانون پایستگی انرژی مکانیکی، برای انرژی پتانسیل کشسانی فنر، به این نتیجه می‌رسیم که بیشینه‌ی انرژی پتانسیل کشسانی فنر هنگامی ایجاد می‌شود که عبارت $4Cos^2\left(\frac{t}{2}\right)$ که یک مجذور کامل است، حداقل و برابر صفر باشد. بنابراین:

$$\left.\begin{array}{l} MAX\ U_e = 4-4\ Cos^2\left(\frac{t}{2}\right) \\ \text{و} \quad Cos\left(\frac{t}{2}\right)=0 \end{array}\right\} \rightarrow MAX\ U_e = 4J$$

پس در این وضعیت از ۵ ژول انرژی مکانیکی دستگاه حداکثر ۴ ژول به صورت انرژی پتانسیل کشسانی در فنر ذخیره می‌شود و ۱ ژول باقی مانده به صورت انرژی جنبشی در جسم‌های متصل به فنر ظاهر می‌شود.

۱۳۶ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. انرژی لازم برای روشنایی چراغ یک اتومبیل به مدت یک ساعت برابر است با:

$$P = ۱۰۰\ w\ ,\ t = ۱h = ۳۶۰۰\ s \rightarrow W_{.} = Pt = ۱۰۰ \times ۳۶۰۰ = ۳/۶ \times ۱۰^{۵}\ J$$

انرژی لازم برای روشنایی چراغ‌های دو میلیون اتومبیل در یک روز به شرط آن‌که هرکدام فقط یک ساعت چراغ خود را روشن کند برابر است با:

$$W = ۲۰۰۰۰۰۰ \times W_{.} \rightarrow W = ۲ \times ۱۰^{۶} \times ۳/۶ \times ۱۰^{۵} = ۷/۲ \times ۱۰^{۱۱}\ J$$

این انرژی معادل ۲۰ درصد انرژی سوختی است که در موتور اتومبیل سوزانده می‌شود، پس انرژی سوخت سوزانده شده برابراست با:

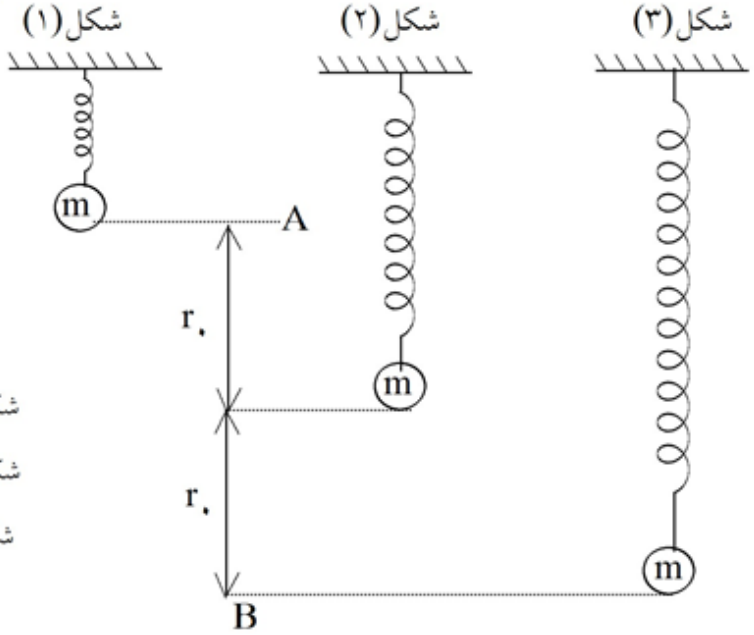
$$\%\ Ra = \frac{W}{E} \times ۱۰۰ \rightarrow ۲۰ = \frac{۷/۲ \times ۱۰^{۱۱}}{E} \times ۱۰۰ \rightarrow E = ۳/۶ \times ۱۰^{۱۲}\ J$$

باتوجه به این‌که انرژی شیمیایی موجود در سوخت‌ها برابر $E_c = ۴ \times ۱۰^{۷}\ \frac{J}{lit}$ می‌باشد، از تقسیم E بر E_c حجم سوخت افزوده شده بر مصرف روزانه را به‌دست می‌آوریم.

$$E = E_c \times V \rightarrow V = \frac{E}{E_c} = \frac{۳/۶ \times ۱۰^{۱۲}}{۴ \times ۱۰^{۷}} = ۰/۹ \times ۱۰^{۵}\ lit \cong ۱۰^{۵}\ lit$$

روزانه یکصد هزار لیتر سوخت برمصرف روزانه افزوده می‌شود.

۱۳۷ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. نوسان سیستم جرم و فنر حول وضعیت تعادل دستگاه که برآیند نیروها صفر است می‌باشد. پس می‌توانیم برای نوسان این سیستم شکل‌های زیر را در نظر بگیریم.



شکل(۱):حالت آزادفنر

شکل(۲):حالت تعادل سیستم

شکل(۳):حالت حداکثرکشیدگی فنر

هنگامی‌که جسم در نقطه‌ی A قرار دارد، فنر در حالت آزاد خود می‌باشد و نیروی فنر صفر است. در این موقعیت جسم تنها تحت تأثیر نیروی وزن خود قرار دارد و با نیروی وزن شتابی به اندازه‌ی g- (جهت مثبت روبه بالا قرارداد شده است) می‌گیرد. باتوجه به ویژگی حرکت نوسانی جسم باید در انتهای دیگر مسیرنوسان، یعنی نقطه‌ی B، شتابی هم‌اندازه با نقطه‌ی اوّل، امّا در خلاف جهت آن را داشته باشد پس شتاب در نقطه‌ی B ، g+ خواهد بود.

با استفاده از محاسبات نیز می‌توان این شتاب را به دست آورد، که می‌توان برای آن دو روش در نظر گرفت:

روش اوّل: با استفاده از قانون پایستگی انرژی مکانیکی سیستم جرم - فنر، در نقطه‌ی تعادل (شکل (۲)) برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر است بنابراین:

$$\sum \vec{F} = 0 \rightarrow F - mg = 0 \rightarrow kr_0 = mg \rightarrow r_0 = \frac{mg}{k}$$

بین نقاط A و B نیز قانون پایستگی انرژی مکانیکی را بین انرژی جنبشی، انرژی پتانسیل گرانشی و انرژی پتانسیل کشسانی به کار می‌بریم فرض می‌کنیم که نقطه‌ی B سطح افقی مبنا و نقطه‌ی A در ارتفاع h از این سطح قرار دارد.

$$E_A = E_B \rightarrow K_A + U_{gA} + U_{eA} = K_B + U_{g_B} + U_{e_B} \rightarrow \frac{1}{2}mV_A^2 + mgh_A + \frac{1}{2}kx_A^2 =$$

$$\frac{1}{2}mV_B^2 + mgh_B + \frac{1}{2}kx_B^2$$

$$\rightarrow \frac{1}{2}m\times 0^2 + mgh + \frac{1}{2}k\times 0^2 = \frac{1}{2}m\times 0^2 + mg\times 0 + \frac{1}{2}k\times h^2 \rightarrow mgh = \frac{1}{2}kh^2 \rightarrow$$

$$h = \frac{2mg}{k} = 2r_0$$

پس هنگام حداکثر کشیدگی فنر، تغییر طول فنر دو برابر حالت تعادل سیستم می‌باشد. در این حالت نیروی فنر F' خواهد شد که برابر است با:

$$F' = kh = k\times \frac{2mg}{k} = 2mg$$

برای محاسبه‌ی شتاب جسم از قانون دوم نیوتن استفاده می‌کنیم و داریم:

در نقطه‌ی B: $\sum \vec{F} = ma \rightarrow F' - mg = ma \rightarrow 2mg - mg = ma \rightarrow a = +g$ شتاب جسم در پایین‌ترین نقطه

روش دوم: با استفاده از معادله‌ی حرکت نوسانی جسم که به صورت $y = b + c\,Cos(\omega t)$ است و محدوده‌ی تغییرات $Cos(\omega t)$ بین ۱- و ۱+ در می‌یابیم که ارتفاع جسم از سطح زمین بین $b-c$ تا $b+c$ در حال تغییر است و از آن‌جا که در شکل‌های رسم شده دیده می‌شود که نسبت به نقطه‌ی تعادل، ارتفاع جسم بین $-r_0$ تا $+r_0$ در حال تغییر است به‌این نتیجه می‌رسیم که r_0 دامنه‌ی نوسان همان مقدار ثابت c است که در رابطه به کار رفته است.

مقدار T_0 یا c را با استفاده از تعادل دستگاه در شکل (۲) به دست می‌آوریم.

۱۳۸ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. روش اوّل: با استفاده از معادله‌ی حالت گازهای کامل $PV = nRT$، دمای مطلق گاز کامل برابر است با $T=\frac{PV}{nR}$، می‌خواهیم با انبساط و افزایش حجم گاز $(V > V_0)$ دمای گاز کاهش یابد، یعنی $T < T_0$ شود. با توجّه به آنچه گفته شد داریم:

$$T < T_0 \rightarrow \frac{PV}{nR} < \frac{P_0 V_0}{nR}$$ ثابتی مثبت است، $nR \rightarrow PV < P_0 V_0$ فرض مسئله و $P = P_0 - \alpha (V-V_0)$:

$$\rightarrow \{P_0 - \alpha(V-V_0)\} V < P_0 V_0 \rightarrow P_0 V - \alpha (V - V_0) V < P_0 V_0$$
$$\rightarrow P_0 V - P_0 V_0 < \alpha (V-V_0) V \rightarrow P_0 (V-V_0) < \alpha (V-V_0) V$$

چون فرآیند انبساطی است مقدار $(V-V_0)$ مثبت است و بدون تغییر جهت نامساوی، از طرفین رابطه ساده می‌شود.

$$\rightarrow P_0 < \alpha V \rightarrow \frac{P_0}{V} < \alpha$$

حال به شرایط حدی که V کمی بزرگ‌تر از V_0 است اشاره می‌کنیم، چون $V_0 < V$ است، در این شرایط بازهم باید شرط بالا برقرار باشد و داریم:

$$V_0 < V \rightarrow \frac{1}{V_0} > \frac{1}{V} \rightarrow \frac{P_0}{V_0} > \frac{P}{V} \rightarrow \alpha > \frac{P_0}{V_0}$$

یعنی مقدار α باید از $\frac{P_0}{V_0}$ نیز بزرگ‌تر باشد، تا شرط گفته شده برای مقدارهای نزدیک به V_0 نیز برقرار باشد.

روش دوم: در فرآیند مذکور گاز منبسط می‌شود و حجم آن همواره زیاد می‌گردد. برای آن‌که دمای گاز در طی این فرآیند، همواره کم شود، باید مشتق دمای گاز نسبت به حجم آن یعنی $\frac{dT}{dV}$، همیشه مقداری منفی باشد.

$$P = P_0 - \alpha (V - V_0)$$ فرض ، $\frac{PV}{T} = \frac{P_0 V_0}{T_0} \rightarrow T = \frac{T_0}{P_0 V_0} \times PV$: قانون گازهای کامل

$$\rightarrow T = \frac{T_0}{P_0 V_0} \times [P_0 - \alpha (V-V_0)] \times V \rightarrow T = \left(\frac{T_0}{V_0}\right) V - \left(\frac{\alpha T_0}{P_0 V_0}\right) V^2 + \left(\frac{\alpha T_0}{P_0}\right) \times V$$

$$\frac{dT}{dV} = \frac{T_0}{V_0} - \frac{2\alpha T_0}{P_0 V_0} \times V + \frac{\alpha T_0}{P_0} = \frac{T_0}{V_0} + \frac{\alpha T_0}{P_0}\left(1 - \frac{2V}{V_0}\right)$$ مشتق گیری نسبت به V:

$$\frac{dT}{dV} < 0 \rightarrow \frac{T_0}{V_0} + \frac{\alpha T_0}{P_0}\left(1-\frac{2V}{V_0}\right) < 0 \rightarrow \frac{T_0}{V_0} < \frac{\alpha T_0}{P_0 V_0} (2V - V_0) \rightarrow 1 < \frac{\alpha (2V - V_0)}{P_0}$$

$$\rightarrow \alpha > \frac{P_0}{2V - V_0}$$

در این فرآیند انبساطی، حجم در حال افزایش است، یعنی $V \geq V_0$ است، بنابراین مقدار $\frac{P_0}{2V - V_0}$ زمانی بیشینه می‌شود که $V = V_0$ باشد، بنابراین داریم:

$$\alpha > \max\left(\frac{P_0}{2V-V_0}\right) \rightarrow \alpha > \frac{P_0}{2V_0 - V_0} \rightarrow \alpha > \frac{P_0}{V_0}$$

۱۳۹ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. وقتی یک مکعب مسی را درون مقداری آب، که از آن گرم‌تر است، می‌اندازیم، به دلیل وجود اختلاف دما بین آن‌ها، تبادل انرژی بین آن‌ها به صورت گرما انجام می‌گیرد. به این صورت که مقداری از انرژی درونی آب کاسته می‌شود و در مقابل مقداری بر انرژی درونی مکعب مسی افزوده می‌شود. این فرآیند مبادله‌ی گرما، کاهش و افزایش انرژی درونی تا آن‌جا ادامه پیدا می‌کند که عامل شارش گرما، یعنی اختلاف دمای بین دو جسم از بین برود و مکعب مسی و آب هم دما شوند.

چون از اتلاف انرژی چشم‌پوشی کرده‌ایم، در نتیجه دقیقاً به همان مقداری که انرژی درونی آب کاهش یافته است، باید انرژی درونی مکعب مسی افزایش یافته باشد. یعنی: $(|\Delta U_{H_2O}| = |Q_{H_2O}|) = (\Delta U_{cu} = Q_{cu})$

از طرفی چون گرمای ویژه‌ی آب و مس متفاوت می‌باشد و با توجه به این‌که جرم آن‌ها یکسان و برابر است، با استفاده از رابطه‌ی $Q = mc\Delta T$ به این نتیجه می‌رسیم که کاهش دمای آب با افزایش دمای مکعب مسی یکسان نخواهد بود. یعنی:

$$|Q_{H_2O}| = Q_{cu} \rightarrow |mc_{H_2O}\,\Delta T_1| = mc_{cu}\,\Delta T_2\,,\ C_{H_2O} > C_{cu} \rightarrow |\Delta T_1| < \Delta T_2$$

بنابراین اندازه‌ی کاهش دمای آب از اندازه‌ی افزایش دمای مکعب مسی کوچک‌تر است.

۱۴۰ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. چون شرط کسر جرمی الکل کم‌تر از x برقرار است، عکس جمله‌ی گفته‌شده را نیز می توان نتیجه گرفت که با کاهش کسر جرمی الکل، که هم‌چنان کم‌تر از x باقی می‌ماند، نقطه‌ی جوش مخلوط آب و الکل زیاد می‌شود.

حال با جوشاندن مخلوط آب و الکل، این مخلوط تبخیر می‌شود، یعنی هم آب و هم الکل بخار می‌شوند. هم‌چنین می‌دانیم کسر جرمی الکل در بخار حاصل شده از مخلوط بیش‌تر از کسر جرمی الکل در مخلوط است، این بدین مفهوم است که در هنگام جوشاندن مخلوط ، الکل نسبت به آب بیش‌تر تبخیر می‌شود. یعنی با گذشت زمان و تبخیر بیش‌تر مخلوط ، کسرجرمی الکل در مخلوط باقی مانده، کاهش می‌یابد و با توجه به نتیجه‌ی گفته شده در ابتدای پاسخ می‌توان گفت که با گذشت زمان و کاهش کسر جرمی الکل، نقطه‌ی جوش مخلوط زیاد می‌شود.

۱۴۱ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار صورت سؤال، باگذشت زمان و گرما دادن به ماده‌ی مورد نظر، در یک بازه‌ی زمانی دمای ماده در $5^\circ c$ ثابت باقی مانده است. در این دما، ماده بدون این‌که تغییر دما بدهد، حرارت دریافت کرده‌است، یعنی گرمای دریافت شده در این دما سبب تغییر حالت ماده می‌شود، پس دمای تغییر حالت این ماده $5^\circ c$ است و به جرم و مقدار ماده بستگی ندارد.

از طرف دیگر با توجه به رابطه‌ی گرمای نهان تغییرحالت $Q = mL$، می‌توان گفت که مقدار گرمای نهان دریافتی برای تغییر حالت ماده با جرم ماده متناسب است. در این رابطه، Q مقدار گرمای نهان لازم برای تغییر حالت ماده، m جرم ماده و L گرمای نهان ویژه‌ی تغییر حالت ماده است که تنها به نوع ماده بستگی دارد.

بنابراین $\frac{m}{2}$ از ماده‌ی مورد نظر نیز باید در دمای $5^\circ c$ تغییر حالت دهد، باتوجه به رابطه‌ی $Q = mc\Delta T$، چون جرم ماده نصف و برابر $\frac{m}{2}$ شده باید در زمان نصف ۱۰ ثانیه، یعنی ۵ ثانیه به دمای تغییر حالت برسد. بعد از آن جرم m در مدت ۵۰ ثانیه، از ۱۰ ثانیه تا ۶۰ ثانیه، دچار تغییر حالت شده‌است، پس جرم $\frac{m}{2}$ باید در زمان نصف ۵۰ ثانیه، یعنی ۲۵ ثانیه و از ۵ ثانیه تا ۳۰ ثانیه تغییر حالت را انجام دهد. پس از عبور از تغییر حالت، دمای جرم m در مدت ۱۰ ثانیه، از ۶۰ ثانیه تا ۷۰ ثانیه، به اندازه‌ی $\Delta T_2 = 15 - 5 = 10^\circ C$ افزایش یافته، بنابراین جرم $\frac{m}{2}$ باید در زمان نصف ۱۰ ثانیه، یعنی ۵ ثانیه و از ۳۰ ثانیه تا ۳۵ ثانیه این افزایش دما را انجام دهد.

به طور کلی چون جرم m نصف شده و به $\frac{m}{2}$ کاهش یافته است، تمام بازه‌های زمانی ایجاد شده روی نمودار نیز باید نصف شوند. در ضمن با نصف شدن جرم، شیب خط دما برحسب زمان $(T - t)$ باید دو برابر شود. زیرا:

$$Q = mc\Delta T \ , \ Q = P\Delta t$$

$$\rightarrow p\Delta t = mc\Delta T \rightarrow \text{شیب خط: } tg\alpha = \frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{p}{mc} \rightarrow \frac{\Delta T}{\Delta t} \propto \frac{1}{m}$$

۱۴۲ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. مقدار گرمایی که هرکدام از دو قالب یخ صفر درجه از آب درون ظرف می‌گیرند تا ذوب شوند، یکسان و برابر $Q_{.} = m_{.} L_f$ می‌باشد. اگر جرم آب در حالت اول m باشد، در حالت دوم $m + m_{.}$ خواهد شد.یعنی با ذوب شدن قالب یخ اوّل، جرم آب در حالت دوم بیش‌تر از جرم آب در حالت اوّل می‌شود که این مقدار به اندازه‌ی جرم قالب یخ، یعنی $m_{.}$ است.

در حالت اوّل دمای آب $۲۵^{\circ}C$، به اندازه‌ی $۵^{\circ}C$ کاهش یافته، یعنی دمای تعادل مجموعه $۲۰^{\circ}C$ می‌شود. پس دمای اولین قالب یخ صفر درجه‌ی سانتی‌گراد، پس از ذوب شدن به $۲۰^{\circ}c$ افزایش یافته است. می‌توانیم در این حالت معادله‌ی زیر را در نظر بگیریم.

$$Q_{.} + Q'_{.} + Q = ۰$$

$$m_{.} L_f + m_{.} c\,(۲۰ - ۰) + mc(۲۰ - ۲۵) = ۰ \rightarrow m_{.} L_f + ۲۰m_{.} c = ۵mc$$

در حالت دوم دمای آب $۲۰^{\circ}C$، به اندازه‌ای کاهش می‌یابد، یعنی دمای تعادل مجموعه از $۲۰^{\circ}C$ کم‌تر خواهد شد. پس دمای دومین قالب یخ صفر درجه‌ی سانتی‌گراد، پس از ذوب شدن به مقداری کم‌تر از $۲۰^{\circ}c$ افزایش می‌یابد. می‌توانیم در این حالت معادله‌ی زیر را در نظر بگیریم.

$$Q_{.} + Q''_{.} + Q' = ۰$$

$$m_{.} L_f + m_{.} c(\theta - ۰) + (m + m_{.})\, c\,(\theta - ۲۰) = ۰$$

حال می‌توانیم از رابطه‌ی حالت اول مقدار $m_{.} L_f$ را به دست آورده و در رابطه‌ی حالت دوم جایگزین کنیم.

از حالت اوّل: $m_{.} L_f = ۵mc - ۲۰ m_{.} c = (۵m - ۲۰m_{.})\, c$

ازحالت دوم: $(۵m - ۲۰m_{.})\, c + m_{.} c\theta + (m + m_{.})\, c\,(\theta - ۲۰) = ۰$

$$\rightarrow ۵m - ۲۰m_{.} + m_{.}\theta + m\theta + m_{.}\theta - ۲۰m - ۲۰m_{.} = ۰$$

$$\rightarrow (۲m_{.} + m)\theta - ۴۰m_{.} - ۱۵m = ۰ \rightarrow \theta = \frac{۴۰m_{.} + ۱۵m}{۲m_{.} + m} = \frac{۳۰m_{.} + ۱۵m + ۱۰m_{.}}{۲m_{.} + m}$$

$$\rightarrow \theta = ۱۵ + \frac{۱۰m_{.}}{۲m_{.} + m} \rightarrow \theta > ۱۵^{\circ}\,C$$

بنابراین در حالت دوم برای ذوب شدن قالب یخ و رسیدن آن به حالت تعادل، گرمای کم‌تری نیاز است و با توجه به محاسبه‌ی انجام شده دمای تعادل از $۱۵^{\circ}C$ بیش‌تر خواهد شد که نشان می‌دهد، در این حالت دما کم‌تر از $۵^{\circ}c$ کاهش می‌یابد.

۱۴۳ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. اجسام در حین سقوط آزاد، در حالت بی‌وزنی می‌باشند، یعنی نیروی عمود بر سطح که‌ناشی از وزن آن‌ها باشد را به اجسام دیگر و متصل به‌خود وارد نمی‌کنند.به عبارت دیگر وزن هر ذره از جسم، به تمامی، سبب ایجاد شتاب سقوط (g) می‌شود، پس ذرات جسم هیچ نیرویی به یک‌دیگر اعمال نمی‌کنند. پس فشار در تمامی نقاط آب درون لیوانی که سقوط آزاد می‌کند، به خاطر وزن آب، صفر خواهد بود و تمامی نقاط فشاری برابر فشار هوای محیط $(p_{.})$ را تجربه می‌کنند.

عاملی که سبب خارج شدن آب از سوراخ‌های لیوان می‌شود، اختلاف فشاری است که بین درون لیوان $(p_{.} + \rho gh)$ و بیرون لیوان $(p_{.})$ به خاطر وزن آب ایجاد می‌گردد، حال‌که فشار آب در حال سقوط آزاد صفر است، پس اختلاف فشار در طرفین سوراخ از بین می‌رود و صفر می‌شود، زیرا درون و بیرون لیوان فشاری یکسان و برابر $p_{.}$ دارند. بنابراین هیچ آبی از سوراخ‌ها خارج نمی‌شود.

۱۴۴ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. چون هیچ هوایی در ظرف وجود ندارد و ظرف کاملاً در بسته است،در نتیجه فشار هوای محیط P_0، هیچ تأثیری در فشار مایع نخواهد داشت. از طرف دیگر فشار مطلق در سطح مایع نمی‌تواند صفر باشد، برای این امر دو دلیل می‌توان بیان کرد. دلیل اوّل: اگر مقداری فضا بین سطح مایع و زیر در ظرف وجود داشته باشد، فشار در این فضا صفر می‌شود و سبب تبخیر مایع خواهد شد و در نتیجه فشار صفر از بین می‌رود و فشار در سطح مایع مقداری مثبت می‌گردد. دلیل دوم: اگر فضایی بین سطح مایع و زیر در ظرف وجود نداشته باشد وبه عبارت دیگرمایع به در ظرف چسبیده باشد، براثر تماس، نیروی عمود بر سطحی ظاهر می‌شود که می‌تواند فشار در سطح مایع را مقداری مثبت نماید. بنابراین فشار در کف ظرف برابراست با مجموع فشار ایجاد شده در سطح مایع و فشار ناشی از وزن ستون مایع که از رابطه‌ی $P = \rho gh$ به دست می‌آید، یعنی فشار در کف ظرف حتماً از ρgh بیش‌تر خواهد بود.

۱۴۵ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. در دماسنج‌های معمولی که بر اساس انبساط یک مایع با افزایش دما کار می‌کنند، یک مخزن پر از مایع مانند جیوه به حجم V وجود دارد که بالای آن یک لوله‌ی باریک با سطح مقطع S قرار دارد. انبساط جیوه سبب می‌شود که جیوه وارد لوله‌ی باریک شود و هرچه افزایش حجم جیوه بیشتر باشد، ارتفاع ستون جیوه در لوله‌ی باریک بیش‌تر خواهد شد. افزایش حجم جیوه، به دو عامل حجم جیوه‌ی درون مخزن، و افزایش دما بستگی دارد. حال می‌خواهیم به ازای هر $0/1^\circ C$ افزایش دمای جیوه، افزایش حجم جیوه به گونه‌ای باشد که ارتفاع ستون جیوه در لوله به اندازه‌ی $1\ mm$ بالا رود. برای انبساط مایعات رابطه‌ی زیر برقرار است، که در آن β ضریب انبساط حجمی، V حجم اولیه، ΔT تغییر دما و ΔV تغییر حجم می‌باشد.

$$\Delta V = V\beta\,(\Delta T) \quad و \quad \beta = 0/18\times10^{-3}\ \frac{1}{^\circ C} \quad و \quad \Delta T = \Delta\theta = 0/1^\circ C$$

$\rightarrow$ افزایش حجم جیوه به ازای $0/1^\circ C$افزایش دما : $\Delta V = V\times 0/18\times10^{-3}\times 0/1 = 1/8\times10^{-5}\ V$

اگر این افزیش حجم را بر سطح مقطع لوله‌ی باریک تقسیم کنیم، تغییر ارتفاع سطح ستون جیوه به دست می‌آید که برابر با $1\ mm$ باید باشد.

$$\Delta V = S\times\Delta h \rightarrow \Delta h = \frac{\Delta V}{S} \rightarrow 1\ mm = 10^{-3} = \frac{1/8\times10^{-5}\ V}{S} \rightarrow \frac{S}{V} = 1/8\times10^{-2}\ m$$

بنابراین باید نسبت سطح مقطع لوله‌ی باریک (S) به حجم مخزن جیوه (V) برابر $1/8\times10^{-2}$ در واحدهای SI انتخاب شود. در گزینه‌ی ۱ با توجه به مقدار

$$V = 1/1\ Cm^3 = 1/1\times10^{-6}\ m^3 \quad و \quad S = 0/02\ mm^2 = 2\times10^{-8}\ m^2$$

این نسبت برقرار می‌باشد.

$$\rightarrow \frac{S}{V} = \frac{2\times10^{-8}}{1/1\times10^{-6}} = 1/8\times10^{-2}\ m^{-1}$$

توجه کنید اگر بخواهیم دقت اندازه‌گیری دماسنج را افزایش دهیم، می‌توانیم V (حجم مخزن جیوه) را افزایش و S (سطح مقطع لوله‌ی باریک) را کاهش دهیم. به این ترتیب درجه‌بندی دماسنج وسیع‌تر و با دقت بالاتری ایجاد می‌شود.

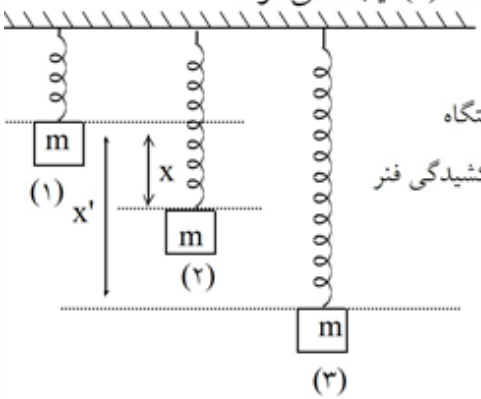
۱۴۶ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. هنگامی‌که دو جسم گرم و سرد در مجاورت یک‌دیگر قرار گیرند، گرما از جسم با دمای بالاتر به جسم با دمای پایین‌تر شارش می‌کند. هرچه اختلاف دمای جسم گرم و جسم سرد بیشتر باشد طبق رابطه‌ی $P_Q = \frac{Q}{t} = \frac{KA|\Delta\theta|}{l}$ آهنگ شارش گرما بیش‌تر است و چون آب جاری در لوله،دمایی بالاتر از محیط دارد پس گرما از آب به محیط شارش می‌یابد. با توجه به توضیحات بالا هرچه اختلاف دمای آب با هوای اطراف لوله بیشتر باشد، انتقال گرما با آهنگ سریع‌تری صورت می‌پذیرد و دمای آب سریع‌تر کاهش می‌یابد. اختلاف دمای آب با هوای اطراف لوله، در ابتدای لوله $(x=0)$ برابر $80 - 25 = 55^\circ C$ و در انتهای لوله $(x=L)$ برابر $40 - 25 = 15^\circ C$ می‌باشد. لذا در ابتدای لوله $(x=0)$ آهنگ کاهش دما سریع‌تر می‌باشد و هرچه به سمت انتهای لوله پیش می‌رویم، این آهنگ کاهش می‌یابد. یعنی با افزایش x ، آهنگ کاهش دما (اندازه‌ی شیب منفی منحنی دما بر حسب طول لوله) نیز کاهش می‌یابد. بنابراین در منحنی مورد نظر باید در ابتدای لوله با افزایش x،دما سریع‌تر و در انتهای لوله، با افزایش x، دما کندتر کاهش یابد. توجه کنید که در گزینه‌ی ۲ در یک نقطه‌ی میانی لوله دما از $40^\circ C$ هم کم‌تر شده است و این امکان‌پذیر نمی‌باشد، زیرا شارش گرما از هوای اطراف با دمای کم‌تر به آب درون لوله با دمای بیشتر صورت پذیرفته است.

۱۴۷ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. فرض کنید مربع جدا شده با طول ضلع a را در سر جای خود قرار دهیم،بنابراین این مربع دقیقاً حفره‌ی ایجاد شده را پر می‌کند. اکنون اگر صفحه را در حالی که مربع در جای خود قرار دارد، یعنی صفحه یکپارچه است،گرم کنیم، در هر دمایی می‌توان مربع را از جای خود خارج کرد. پس با گرم کردن صفحه‌ی دارای حفره، ابعاد حفره طوری بزرگ می‌شود که مربع گرم شده با طول ضلع $a' > a$ می‌تواند به درستی در جای خود قرار گیرد و صفحه را پر کند. پس لازم است که در این‌جا به دو نکته اشاره کنیم که در اثر گرما و افزایش دما،اضلاع حفره مربع شکل به یک اندازه و با یک ضریب منبسط می‌شوند بنابراین این حفره مربع شکل باقی می‌ماند و دوم این‌که چون تمامی ابعاد صفحه منبسط شده، بنابراین حفره‌ی مربع شکل نیز منبسط شده و طول اضلاع آن افزایش می‌یابد. $(a' > a)$. لازم به یادآوری است که هرگاه جسمی منبسط یا منقبض شود تمامی ابعاد و اندازه‌های بیرونی و درونی آن به همان نسبت و با همان ضریب منبسط و منقبض می‌شوند، همواره برآیند تغییر ابعاد در فرآیند انبساط به سمت بیرون و خارج جسم و در فرآیند انقباض به سمت درون و داخل جسم است.

۱۴۸ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. در شکل‌های زیر،وضعیت (۱) مربوط به حالتی است که فنر طول عادی خود را دارد و وزنه‌را از این حالت رها می‌کنیم. در ابتدا چون هنوز فنر کشیده نشده ، تنها نیروی وزن mg بر جسم وارد می‌شود. این نیرو به وزنه شتابی رو به پایین می‌دهد و وزنه به طرف پایین سرعت می‌گیرد. با پایین رفتن وزنه فنر کشیده می‌شود و علاوه بر نیروی وزن، نیروی کشسانی رو به بالا نیز بر وزنه وارد می‌شود. در نتیجه شتاب تند شونده حرکت وزنه کم می‌شود یعنی سرعت، رو به پایین وزنه با آهنگ کم‌تر زیاد می‌شود. وضعیت (۲) مربوط به حالتی است که طول فنر افزایش یافته تا نیروی کشسانی فنر با نیروی وزن برابر شود، یعنی:

$$\sum\vec{F}=0 \rightarrow F-mg=0 \rightarrow Kx-mg=0 \rightarrow x=\frac{mg}{K}=\frac{2\times 10}{400}=0/05\ m=5\ cm$$

در این حالت برآیند نیروهای وارد بر وزنه صفر است و شتاب لحظه‌ای آن صفر می‌شود،امّا چون وزنه رو به پایین سرعت دارد، در وضعیت (۲) نمی‌ایستد و پایین‌تر می‌رود. با پایین رفتن وزنه، افزایش طول فنر از x بیش‌تر می‌شود و بر اثر آن نیروی کشسانی فنر از نیروی وزن بیشتر خواهد شد و برآیند نیروهای وارد بر وزنه رو به بالا خواهد شد. این نیرو شتابی رو به بالا به وزنه می‌دهد که چون خلاف جهت سرعت وزنه است،حرکت وزنه کند شونده خواهد بود. پس سرعت وزنه کمتر می‌شود، اما هم‌چنان رو به پایین می‌رود. کاهش سرعت وزنه با پایین رفتن آن با آهنگ بزرگ‌تری انجام می‌شود،زیرا نیروی کشسانی فنر به تدریج بیشتر می‌شود و حرکت وزنه تا جایی ادامه دارد که سرعت وزنه صفر می‌شود. وضعیت (۳) مربوط به حالتی است که طول فنر افزایش یافته تا آن‌جا که سرعت وزنه در پایان مسیر صفر می‌شود. برای به دست آوردن حداکثر کشیدگی فنر در این حالت از قانون پایستگی انرژی مکانیکی استفاده می‌کنیم. در این دستگاه انرژی مکانیکی بین انرژی جنبشی وزنه، انرژی پتانسیل گرانشی وزنه و انرژی پتانسیل کشسانی فنر توزیع می‌شود و یک حرکت نوسانی بین وضعیت (۱) و وضعیت (۳) ایجاد می‌شود.



وضعیت (۱): حالت آزاد فنر

وضعیت (۲): حالت تعادل دستگاه

وضعیت (۳): حالت حداکثر کشیدگی فنر

در ادامه دوباره جسم به سمت بالا حرکت کرده تا به وضعیت (۱) برسد.

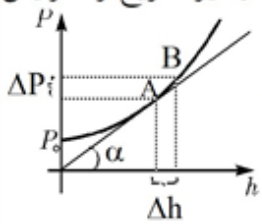
اگر اتلاف نداشته باشیم: $E_1=E_2=E_3 \rightarrow E_1=E_3 \rightarrow K_1+U_{g_1}+U_{e_1}=K_3+U_{g_3}+U_{e_3}$

$$\rightarrow \frac{1}{2}mV_1^2+mgh_1+\frac{1}{2}K\Delta L_1^2=\frac{1}{2}mV_3^2+mgh_3+\frac{1}{2}K\Delta L_3^2$$

$$\rightarrow \frac{1}{2}m\times 0^2+mg\times x'+\frac{1}{2}K\times 0^2=\frac{1}{2}m\times 0^2+mg\times 0+\frac{1}{2}K\times x'^2 \rightarrow mgx'=\frac{1}{2}Kx'^2$$

$$\rightarrow x'=2\frac{mg}{K} \text{ و } x=\frac{mg}{K} \rightarrow x'=2x=2\times 5=10cm$$ حداکثر فشردگی فنر

۱۴۹ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. هنگامی‌که مقداری گاز را متراکم می‌کنیم،یعنی فشار آن را بالا می‌بریم، حجم گاز کم می‌شود و این کاهش حجم قابل ملاحظه است. در مورد مایعات کاهش حجم با افزایش فشار، در فشارهای معمولی ناچیز و قابل چشم پوشی است،اما اگر فشار بسیار زیاد شود، دیگر نمی‌توان از کاهش حجم چشم‌پوشی کرد. با کاهش حجم چگالی زیاد می‌شود و با افزایش چگالی،تغییر فشار با یک ارتفاع معین بیشتر می‌شود. در اعماق زیاد اقیانوس،به علت فشار بسیار زیاد، آب متراکم شده و چگالی آن نیز افزایش می‌یابد. رابطه‌ی فشار (P) با عمق (h) به صورت زیر می‌باشد: $P = P_{.} + \rho gh$. اما می‌دانیم در این رابطه چگالی آب (ρ) مقدار ثابتی نیست و با افزایش عمق زیاد می‌شود . هم‌چنین از این رابطه دیده می‌شود که به ازای یک افزایش عمق کوچک (Δh) فشار نیز به اندازه‌ی $\Delta P = \rho_i g(\Delta h)$ افزایش می‌یابد که در این رابطه ρ_i چگالی آب در لایه‌ی نازکی از آب می‌باشد و تقریباً ثابت است. تغییرات فشار نسبت به تغییرات ارتفاع،یعنی $\frac{\Delta P}{\Delta h}$ برابر $\frac{\Delta P}{\Delta h} = \rho_i h$ خواهد بود و چون ρ_i در حال افزایش است بنابراین آهنگ افزایش فشار با افزایش عمق، افزایش می‌یابد و هرچه عمق بیشتر شود، فشار نیز سریع‌تر افزایش می‌یابد، به عبارت دیگر با افزایش عمق (h) شیب نمودار $P - h$ که برابر $\frac{\Delta P}{\Delta h} = \rho_i h$ می‌باشد،نیز افزایش می‌یابد،یعنی نمودار مورد نظر به صورت یک منحنی صعودی که شیب آن زیاد می‌شود رسم خواهد شد. مطابق شکل روبرو:



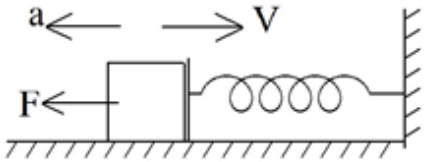
$$\tan\alpha = \frac{\Delta P}{\Delta h} = \rho_i h$$

۱۵۰ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. در ابتدا جسم بر روی سطح افقی بدون اصطکاک با سرعت ثابت V_0 به سمت راست حرکت می‌کند و تا زمانی‌که جسم به ابتدای چپ فنر نرسیده است، سرعتش تغییر نمی‌کند، زیرا در این قسمت نیروی خالصی به جسم وارد نمی‌شود و شتاب جسم صفر است.

حالت آزاد فنر

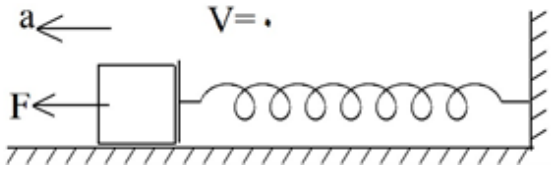
هنگامی‌که جسم به فنر می‌رسد، به علّت سرعت و انرژی جنبشی که دارد فنر را فشرده می‌سازد، با فشرده شدن فنر، نیرویی افقی از طرف فنر به جسم و به سمت چپ وارد می‌شود، در نتیجه این نیرو شتابی به سمت چپ و برخلاف سرعت جسم که به سمت راست است می‌دهد. بر اثر این شتاب حرکت جسم کند شونده خواهد بود و رفته رفته از سرعت جسم کم می‌شود. امّا شتاب این حرکت کندشونده مقداری ثابت نیست، زیرا هرچه فشردگی فنر بیش‌تر می‌شود، نیروی F و در نتیجه اندازه‌ی شتاب کندشونده بیش‌تر می‌شود، یعنی اندازه‌ی شیب نمودار سرعت - زمان رفته رفته افزایش می‌یابد. این روند کاهش سرعت تا آن‌جا ادامه دارد که جسم متوقف می‌شود و سرعت لحظه‌ای آن برای مدّت کوتاهی به صفر می‌رسد.

در این حالت فنر حداکثر فشردگی و نیرو را دارا می‌باشد.



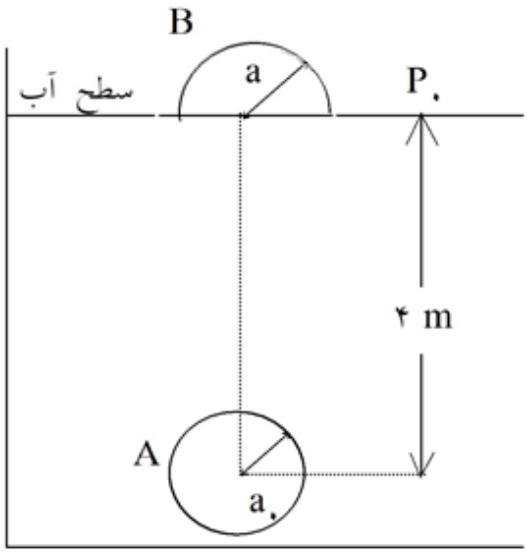
فنر درحال فشرده شدن

هنگامی‌که سرعت جسم به صفر می‌رسد، فنر به علّت فشرده بودن دارای انرژی پتانسیل کشسانی است و جسم را با نیرویی افقی به سمت چپ می‌راند. در نتیجه‌ی این نیرو شتابی به سمت چپ و در جهت سرعت لحظه‌ای جسم که در حال افزایش است و به سمت چپ می‌باشد، ایجاد می‌شود. بر اثر این نیرو و شتاب حرکت جسم تندشونده خواهد بود و رفته‌رفته سرعت جسم زیاد می‌شود. امّا شتاب این حرکت تندشونده مقداری ثابت نیست، زیرا هرچه فشردگی فنر کم‌تر می‌شود، نیروی F و درنتیجه اندازه‌ی شتاب تندشونده کم‌تر می‌شود، یعنی اندازه‌ی شیب نمودار سرعت - زمان رفته‌رفته افزایش می‌یابد. این روند افزایش سرعت تا آن‌جا ادامه دارد که فنر به کم‌ترین فشردگی و نیرو می‌رسد و به حالت آزاد خود باز می‌گردد. از این به بعد به جسم نیرویی از سوی فنر وارد نمی‌شود و شتاب حرکت آن صفر می‌شود، پس جسم با سرعت ثابت که با همان مقدار V_0 برابر است از فنر جدا می‌شود و به سمت چپ حرکت می‌کند (چون اتلاف انرژی نداریم سرعت جسم قبل از برخورد به فنر و بعد از جدا شدن از فنر با مقدار V_0 یکسان است).



فنر درحال بازشدن وکاهش فشردگی

۱۵۱ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. در شکل مقابل، استخر آب و حباب هوا نشان داده شده است. در کف استخر فشار بیش‌تر از سطح آب (P_0) است و برابر مجموع فشار هوای بیرون و فشار ستون آب به ارتفاع ۴ متر است. چون دمای آب در تمام استخر ثابت است، پس دمای هوای داخل حباب نیز ثابت باقی می‌ماند.



با استفاده از قانون گازها برای حباب هوا می‌توانیم بنویسیم:

حالت اوّلیه‌ی حباب هوا در نقطه‌ی A است.

$V_1 = V_A = \frac{4}{3}\pi a_0^3$:حجم حباب در عمق ۴ متری

$P_1 = P_A = P_0 + \rho gh = 10^5 + 1000 \times 10 \times 4 = 1/4 \times 10^5$ Pa

حالت ثانویه‌ی حباب هوا در نقطه‌ی B است.

$V_2 = V_B = \frac{1}{2}\left(\frac{4}{3}\pi a^3\right)$ و $P_2 = P_B = P_0 = 10^5$ Pa : حجم حباب در سطح آب

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2},\ T_1 = T_2 \rightarrow \frac{1/4 \times 10^5 \times \frac{4}{3}\pi a_0^3}{T_1} = \frac{10^5 \times \frac{1}{2} \times \frac{4}{3}\pi a^3}{T_1}$$

$$\rightarrow 1/4 a_0^3 = \frac{1}{2} a^3 \rightarrow a^3 = 2/8\, a_0^3 \rightarrow a = \sqrt[3]{2/8}\, a_0 \rightarrow \frac{a}{a_0} \cong 1/4$$

۱۵۲ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. نقطه‌ی انجماد آب خالص $0^\circ c$ است. در این دما یخ و آب مجاور آن در حال تعادل هستند، یعنی مقدار یخ و آب هر کدام ثابت می‌ماند، در این شرایط مبادله‌ی انرژی بین یخ و آب در یک فرآیند، دو طرفه و به صورت یکسان انجام می‌شود و تبدیل آب به یخ و تبدیل یخ به آب به‌طور پایاپای انجام می‌گیرد.

هنگامی‌که نمک روی یخ می‌ریزیم، در سطح یخ، آب نمک به وجود می‌آید و می‌دانیم که نقطه‌ی انجماد آب نمک، به علّت وجود ناخالصی کمتر از $0^\circ c$ می‌باشد، در این شرایط آب نمک برای یخ‌زدن به یخ گرما می‌دهد و سبب آب شدن یخ و تبدیل آن به آب و ترکیب آن با نمک می‌شود. در نتیجه به مقدار آب نمک موجود افزوده می‌شود و دما از صفر درجه سلسیوس کم‌تر می‌شود.

بنابراین پاشیدن نمک روی یخ باعث کاهش دما و آب شدن مقداری از یخ می‌شود. در مجموع گرمای داده شده برای آب کردن یخ از مایع مجاور گرفته شده و گرفتن این گرما دمای مخلوط یخ و نمک را پایین می‌آورد.

۱۵۳ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. مدت زمان پخت یک غذا، به دما بستگی دارد. هرچه دمای غذا بالاتر باشد، زودتر می‌پزد. در دیگ زودپز نیز از همین نکته استفاده می‌کنند، هنگامی‌که در دیگ زودپز را می‌بندیم بخار آب در آن جمع می‌شود و فشار داخل دیگ از فشار جو بالاتر می‌رود. در فشار بالاتر از جو، آب در دمای بالاتر از $100^\circ C$ می‌جوشد و در نتیجه غذا در آب‌جوش با دمای بالاتر، زودتر می‌پزد. در ظرف‌های معمولی، چون بخارها از ظرف خارج می‌شود، فشار درون ظرف ثابت می‌ماند و آب در دمای حدود $100^\circ C$ می‌جوشد.

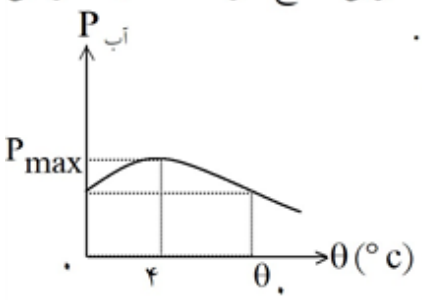
بنابراین زمان پخته شدن تخم‌مرغ‌های ظرف‌های (۱)، (۲) و(۳) یکسان می‌باشد، زیرا در تمامی این ظرف‌ها آب خالص وجود دارد که درحال جوشیدن است، پس دمای آب درون این سه ظرف $100^\circ C$ است. باید توجّه کرد که زیادتر کردن شعله‌ی زیر ظرف، کمکی به زودتر پختن غذا نمی‌کند و صرفاً آب درون ظرف غذا زودتر تبخیر می‌شود، بدون آنکه دمای آن افزایش یابد. تعداد تخم‌مرغ‌ها هم در زمان پخته شدن بدون تأثیر است، چون تعداد تخم‌مرغ‌ها هرچندتا که باشد، گرما با آهنگ یکسانی از آب $100^\circ C$ به آن‌ها منتقل می‌شود.

نقطه‌ی جوش آب نمک درون ظرف چهارم به علّت وجود ناخالصی، از نقطه‌ی جوش آب خالص بالاتر می‌باشد، لذا دمای آب این ظرف از $100^\circ C$ بیش‌تر است و سبب می‌شود که تخم مرغ داخل این ظرف سریع‌تر از بقیّه ظرف‌ها بپزد.

بنابراین با مقایسه‌ی زمان پختن تخم‌مرغ‌ها در چهارظرف می‌توان گفت که t_1, t_2, t_3 با هم برابر و یکسانند و از مقدار t_4 بزرگ‌تر هستند.

۱۵۴ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. چگالی آب در $4^\circ C$ به بیش‌ترین مقدار خود می‌رسد. یعنی آب با دمای بالاتر یا پایین‌تر از آن، چگالی کم‌تری دارد. هنگامی‌که ظرف محتوی آب صفر درجه را از بالا گرم می کنیم، ابتدا لایه‌ی نازکی از بالای آب کمی‌گرم می‌شود و به سبب آن‌که چگالی این لایه بیش‌تر از آب صفر درجه است، پایین می‌رود و جای آن را آب صفر درجه می گیرد. به علّت مبادله‌ی گرما با بقیه‌ی آب، دمای بقیه‌ی آب نیز به مقدار کمی بالا خواهد آمد. به هرحال به علّت آن که چگالی آب با دمای صفر درجه از همه کم‌تر است، به بالاترین سطح خواهد آمد و تا موقعی که آب صفر درجه در ظرف وجود دارد، همواره جای آن در بالاترین ارتفاع است.

حال نمودار کیفی چگالی آب برحسب دما را مطابق شکل روبه‌رو در نظر بگیرید.

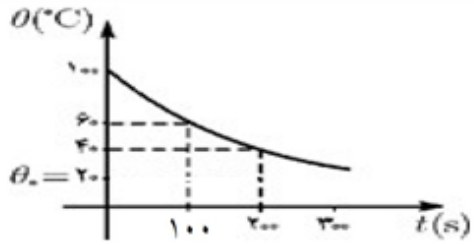


مطابق این نمودار چگالی آب صفر درجه و چگالی آب دمای θ_0 برابرند و به همین ترتیب به ازای هر دما بین صفر تا $4^\circ C$، دمایی بین $4^\circ C$ و θ_0 وجود دارد که چگالی آب در آن دو دما یکسان است. این موضوع نشان می‌دهد که در یک ظرف حاوی آب که به دمای تعادلی نرسیده‌است یا در ظرف آب در بازه‌ی دمایی $0^\circ C$ تا $4^\circ C$ موجود است که در این صورت دمای لایه‌ی زیرین $4^\circ C$ و دمای لایه‌ی بالایی $0^\circ C$ است و یا آب در بازه‌ی دمایی $4^\circ C$ به بالا موجود است که در این صورت نیز دمای لایه‌ی زیرین $4^\circ C$ است.

اکنون که در ظرف مذکور، آب $10^\circ C$ موجود است، بنابر آن‌چه بیان شد در هیچ جای ظرف آب صفر درجه نمی تواند وجود داشته‌باشد.

۱۵۵ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. به دو نکته باید توجّه کرد، اوّل این‌که مس بیش‌تر از آلومینیوم رسانای گرماست و دوم این‌که همان مقدار گرمایی که از میله‌ی مسی می‌گذرد، باید از میله‌ی آلومینیومی نیز بگذرد. دما در طول مس کم‌تر از آلومینیوم کاهش می‌یابد و در نتیجه تفاوت دمای دو سر میله‌ی مسی کم‌تر از تفاوت دمای دو سر میله‌ی آلومینیومی خواهد بود. یعنی شیب کاهش نمودار دما در فاصله‌ی ۰ تا L کم‌تر از فاصله‌ی L تا $2L$ است.

۱۵۶ گزینه‌های ۲ و ۴ پاسخ صحیح است. باتوجّه به آن‌چه در متن سؤال به آن اشاره شده است، میزان گرمایی که جسم از دست می‌دهد به تفاوت دمای جسم و دمای محیط بستگی دارد. به بیان دیگر این میزان گرما با اختلاف دمای جسم پیش و پس از فاصله‌ی زمانی که آن جسم گرما از دست می‌دهد، متناسب است. پس برای بررسی گزینه‌ها در فاصله‌های زمانی مختلف، اختلاف دمای پیش و پس از آن فاصله‌ی زمانی را بررسی می‌کنیم. براساس نمودار، دمای جسم در ۱۰۰ ثانیه‌ی اوّل از ۱۰۰ درجه به ۶۰ درجه رسیده‌است یعنی در این مدّت دمای جسم ۴۰ درجه کاهش پیدا کرده‌است. دمای جسم در ۱۰۰ ثانیه‌ی دوّم از ۶۰ درجه به ۴۰ درجه رسیده‌است یعنی در این مدّت دمای جسم ۲۰ درجه کاهش پیدا کرده‌است. اختلاف دما در ۱۰۰ ثانیه‌ی اوّل ۲ برابر اختلاف دما در ۱۰۰ ثانیه‌ی دوّم است پس گرمایی که جسم در ۱۰۰ ثانیه‌ی اوّل از دست داده، ۲ برابر گرمایی است که در ۱۰۰ ثانیه‌ی دوّم از دست داده‌است.



آهنگ کاهش دمای جسم با گذشت زمان، کم شده‌است. جسم در ۱۰۰ ثانیه‌ی اوّل ۴۰ درجه و در ۱۰۰ ثانیه‌ی دوم ۲۰ درجه سرد شده‌است، در نتیجه در ۱۰۰ ثانیه‌ی سوم کم‌تر از ۲۰ درجه سرد خواهد شد. بنابراین پس از گذشت ۳۰۰ ثانیه از ابتدای سرد شدن، دمای جسم بیش‌تر از ۲۰ درجه یعنی بیش‌تر از دمای محیط خواهد بود.

پس از ۱۰۰ ثانیه‌ی اوّل، دمای جسم ۴۰ درجه کاهش یافته و به ۶۰ درجه رسیده‌است. این جسم گرما از دست می‌دهد تا به دمای نهایی که برابر دمای محیط است برسد. بنابراین از زمان ۱۰۰ ثانیه به بعد دمای جسم از ۶۰ درجه به ۲۰ درجه خواهد رسید. اختلاف دما در ۱۰۰ ثانیه‌ی اوّل برابر اختلاف دما از لحظه‌ی ۱۰۰ ثانیه به بعد است پس گرمایی که جسم در ۱۰۰ ثانیه‌ی اوّل از دست می‌دهد، برابر با گرمایی است که از لحظه‌ی ۱۰۰ ثانیه به بعد از دست خواهد داد.

۱۵۷ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. هنگامی‌که مکعب عایق‌بندی نشده‌است، از هرکدام از ۶ سطح آن به میزان $\frac{۱}{۶}$ تلفات کل، گرما خارج می‌شود:

آهنگ خروج گرما از هر وجه پیش از عایق بندی $Q_۱ = \frac{۱۵۰۰}{۶} = ۲۵۰ \frac{J}{s}$

باعایق بندی کردن سطوح مکعب میزان از دست دادن گرما کم می‌شود و باز هم از هرسطح به میزان $\frac{۱}{۶}$ تلفات کل، گرما خارج می‌شود:

آهنگ خروج گرماازهروجه پس از عایق بندی $= Q_۲ = \frac{۶۰}{۶} = ۲۵۰ \frac{J}{s}$

در حالت نهایی که تنها یک وجه عایق بندی نشده‌است گرما از پنج وجه با آهنگ $Q_۲$ و از یک وجه با آهنگ $Q_۱$ خارج می‌شود و در نتیجه آهنگ خروج گرما از کل مکعب از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$Q = ۵Q_۲ + Q_۱ = ۵\times ۱۰ + ۲۵۰ = ۳۰۰ \frac{J}{s}$$

۱۵۸ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. طول اوّلیه‌ی میله‌ها را با a, b و c و طول نهایی آن‌ها پس از تغییر دما به اندازه‌ی دلخواه ΔT را با a_1 , b_1 و c_1 نشان می‌دهیم. و از آن جایی‌که قرار است در هر دمایی زاویه‌ی بین میله‌های a و b ، 90° بماند، همیشه رابطه‌ی فیثاغورث بین اضلاع این مثلث قائم‌الزاویه برقرار است.

$$a_1 = a\,(1+\alpha_a \Delta T) = a\,(1+\alpha\Delta T)$$
$$b_1 = b\,(1+\alpha_b \Delta T) = b\,(1+\alpha\Delta T)$$
$$c_1 = c\,(1+\alpha_c \Delta T)$$
$$c^2 = a^2 + b^2$$
$$c_1^2 = a_1^2 + b_1^2 \rightarrow c^2\,(1+\alpha_c \Delta T)^2 = a^2\,(1+\alpha\Delta T)^2 + b^2\,(1+\alpha\Delta T)^2$$
$$\rightarrow c^2(1+\alpha_c \Delta T)^2 = (a^2 + b^2)\,(1+\alpha\Delta T)^2 \;,\; c^2 = a^2 + b^2$$
$$\rightarrow (1+\alpha_c \Delta T)^2 = (1+\alpha\Delta T)^2$$
$$\rightarrow 1 + \alpha_c \Delta T = 1 + \alpha\Delta T$$
$$\rightarrow \alpha_c = \alpha$$
$$\rightarrow \frac{\alpha_c}{\alpha} = 1$$

۱۵۹ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. یک سطح افقی در ارتفاع $y = h_1$ در نظر می‌گیریم. از مبدأ مختصات قائم $(y=0)$ تا این ارتفاع $(y = h_1)$ مایع در دو لوله یکسان و در نتیجه فشار در هر ارتفاعی برابر است. پس از $y = 0$ تا $y = h_1$ داریم: $P_A - P_B = 0$

و در ارتفاع $y= h_3$ و ارتفاع‌های بیش‌تر $(y>h_3)$ فشار در دو شاخه برابر و مساوی p_0 خواهد بود. پس برای $y \geq h_3$ داریم: $P_A - P_B = 0$

در ارتفاع $h_1 < y < h_3$ اختلاف فشار مخالف صفر است. حال $P_B - P_A$ را دو حالت بررسی می‌کنیم:

حالت اوّل: $h_1 < y < h_2$ ، فشار در تراز h_1 در دو لوله را p_1 می‌نامیم.

$$\begin{cases} P_A = P_1 - \rho_2 g\,(y-h_1) \\ P_B = P_1 - \rho_1 g\,(y-h_1) \end{cases}$$
$$\rightarrow P_A - P_B = -(\rho_2-\rho_1)\,g\,(y-h_1)$$

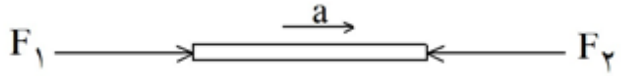
و باتوجّه به نحوه‌ی قرارگیری دو مایع، واضح است که چگالی مایع (۲) بیش‌تر از چگالی مایع (۱) می‌باشد $(\rho_2>\rho_1)$. بنابراین اختلاف فشار با افزایش y، به صورت خطی کاهش می‌یابد و مقادیر P_A-P_B همواره منفی خواهد بود.

حالت دوم: $h_2 < y < h_3$ ، فشار برسطح آزاد مایع p_0 است.

$$\begin{cases} P_A = P_0 \\ P_B = P_0 + \rho_1 g(h_3-y) \end{cases}$$
$$\rightarrow P_A - P_B = -\rho_1 g\,(h_3 - y)$$

در این حالت، با افزایش مقدار y اختلاف فشار $P_B - P_A$ افزایش می‌یابد تا در نهایت همان‌طور که گفته‌شد در $y= h_3$ فشار در دو شاخه برابر p_0 خواهد شد.

۱۶۰ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. راه حل اوّل: آب در لوله‌ی افقی به طول ۱۰cm همراه لوله U شکل باشتاب ۳ $\frac{m}{s^2}$ به سمت راست حرکت می‌کند.



شکل مقابل قسمت افقی لوله را نشان می‌دهد.

براین قسمت از آب در راستای افقی نیروی F_1 از طرف مایع درون لوله‌ی قائم سمت چپ و نیروی F_2 از طرف مایع درون لوله‌ی قائم سمت راست وارد می‌شود. طبق قانون دوم نیوتن داریم:

$$F_1 - F_2 = ma = \rho sla = \rho s \times ۰/۱ \times ۳ = ۰/۳\rho s$$

h_A ارتفاع مایع درون لوله‌ی سمت چپ و h_B ارتفاع مایع درون لوله‌ی سمت راست است و می‌دانیم نیروهای F_1 و F_2 ناشی از فشار مایع در لوله‌های قائم هستند، بنابراین:

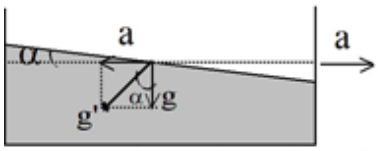
$$P_۰ + \frac{F_1}{S} = \rho g h_A \,,\; P_۰ + \frac{F_2}{S} = \rho g h_B$$

که $P_۰$ فشار هوای بالای مایع در دو لوله‌ی قائم است.

$$F_1 - F_2 = ۰/۳\,\rho s = \rho g s\,(h_A - h_B)$$

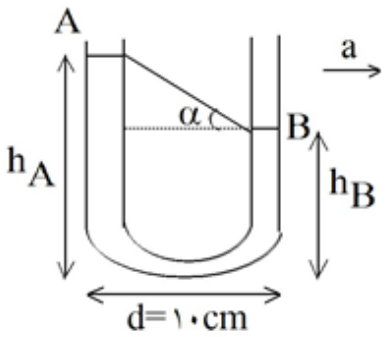
$$\rightarrow h_A - h_B = \frac{۰/۳}{g} = ۰/۰۳\ m = ۳cm$$

راه حل دوم: هرگاه ظرف آبی با شتاب a در راستای افقی حرکت کند، سطح آن با راستای افق زاویه‌ی α می‌سازد که رابطه‌ی $\tan\alpha = \frac{a}{g}$ به دست می‌آید.



$$\tan\alpha = \frac{h_A - h_B}{d} = \frac{h_A - h_B}{۱۰}\,,\ \tan\alpha = \frac{a}{g} = \frac{۳}{۱۰}$$

$$\rightarrow \frac{h_A - h_B}{۱۰} = \frac{۳}{۱۰} \rightarrow h_A - h_B = ۳$$



۱۶۱ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. به منظور این‌که اتومبیل در کم‌ترین زمان به سرعت مطلوب برسد، لازم است که موتور اتومبیل با بیشینه‌ی توان خود کار کند. و با فرض آن‌که اتلاف انرژی ناچیز است، بازده اتومبیل صددرصد خواهد بود. موتور اتومبیل توان P را صرف می‌کند تا اتومبیل از حال سکون به سرعت V برسد یعنی انرژی جنبشی اتومبیل از مقدار صفر به مقدار $\frac{۱}{۲}mv^2$ برسد.

اگر مدّت زمان کار کردن موتور اتومبیل را t فرض کنیم، خواهیم داشت:

$$\Delta K = Pt = \frac{۱}{۲}mv^2 - ۰ = \frac{۱}{۲}mv^2 \rightarrow t = \frac{mv^2}{۲p}$$

۱۶۲ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. ضریب انبساط روغن بیشتر از ضریب انبساط شیشه می‌باشد، لذا می‌توان برای بررسی این مسئله از انبساط شیشه در برابر انبساط روغن چشم پوشی کرد. بنابراین مجموع حجم روغن و حباب هوا در دماهای مختلف یکسان خواهد بود. چون روغن مایع است و تراکم ناپذیر و در مقابل، هوا گاز است و تراکم پذیر، هنگامی‌که لوله را گرم می‌کنیم روغن آزادانه منبسط می‌شود و حجم آن افزایش می‌یابد و در مقابل، حباب هوا تا حد ضرورت فشرده می‌شود و حجم آن کاهش می‌یابد. برعکس اگر لوله را سرد کنیم روغن منقبض می‌شود و حجم آن کاهش می‌یابد و حباب هوا منبسط شده و حجم آن افزایش می‌یابد.

۱۶۳ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. برای تغییر طول یک جسم، رابطه‌ای بین ضریب انبساط طولی (α یا λ)، تغییر دمای جسم و طول اولیه‌ی جسم وجود دارد که به صورت مقابل می‌باشد $\Delta L = L_{\circ}\lambda\Delta\theta$. اگر بخواهیم اختلاف طول دو میله‌ی فلزی A و B همواره مقدار ثابتی بماند، باید تغییر طول آن دو همیشه یکسان باشد، پس:

$$\Delta L_A = L_A \lambda_A \Delta\theta \quad \text{و} \quad \Delta L_B = L_B \lambda_B \Delta\theta$$

$$\Delta L_A = \Delta L_B \rightarrow L_A \lambda_A \cancel{\Delta\theta} = L_B \lambda_B \cancel{\Delta\theta} \rightarrow \frac{L_A}{L_B} = \frac{\lambda_B}{\lambda_A}$$

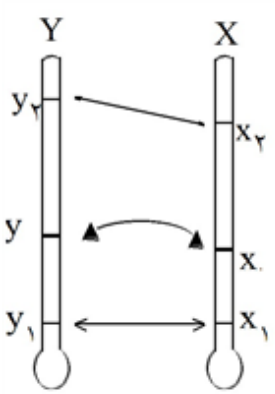
۱۶۴ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. انرژی درونی (u) یک جسم با دمای (T) آن متناسب است یعنی هرچه دما و جرم جسم بیشتر باشد، انرژی درونی آن بیشتر است و بالعکس، پس می‌توان گفت که دمای یک جسم با نسبت انرژی درونی به جرم جسم رابطه‌ی مستقیم دارد. اگر انرژی درونی جسم‌های A و B برابر باشند داریم:

$$u_A = u_B \rightarrow m_A T_A = m_B T_B$$

هم‌چنین دو جسم وقتی با هم در تعادل گرمایی خواهند بود که دمای یکسان داشته باشند. اگر جسم A و جسم C در تعادل گرمایی با هم باشند داریم: $T_A = T_C$. اگر بنا باشد که جسم B و جسم C با هم در تعادل گرمایی باشند $(T_B = T_C)$ در نتیجه باید جسم B با جسم A نیز در تعادل باشند یعنی $T_A = T_B$ و از طرفی چون انرژی درونی جسم A و B یکسان است باید جرم آن‌ها نیز با هم برابر باشند پس A و B باید کاملاً مشابه باشند تا جسم‌های A و B و C در تعادل گرمایی باشند. درباره‌ی جسم‌های B و C که دارای انرژی درونی یکسان می‌باشند هیچ اظهار نظری نمی‌توان انجام داد.

۱۶۵ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. هرگاه به طور یکنواخت و با آهنگ ثابت به یخ گرما دهیم، گرمای داده شده طبق رابطه‌ی $Q = mc_{\text{یخ}}\Delta\theta_{\text{یخ}}$ صرف افزایش دمای یخ می‌شود تا آن را به دمای $0^\circ C$ که همان نقطه‌ی ذوب یخ است و مقداری ثابت می‌باشد، برساند. از این پس گرمای داده شده طبق رابطه‌ی $Q_2 = mL_f$ صرف ذوب شدن و تغییر حالت یخ صفر درجه به آب صفر درجه می‌شود. پس در تمامی مدتی که یخ در حال ذوب شدن است دما تغییر نمی‌کند، ثابت و برابر $0^\circ C$ باقی می‌ماند. پس از ذوب کامل یخ گرمای داده شده طبق رابطه‌ی $Q_3 = mc_{\text{آب}}\Delta\theta_{\text{آب}}$ صرف افزایش دمای آب صفر درجه می‌شود تا دمای آن زیاد شود.

۱۶۶ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. مطابق شکل اگر دو دماسنج X و Y که تغییرات دما و ستون مایع آن‌ها با هم رابطه‌ی خطی دارند، به دو شیوه‌ی مختلف مدرج شده باشند به گونه‌ای که در محیط ۱ به ترتیب اعداد x_1 و y_1 و در محیط ۲ به ترتیب اعداد x_2 و y_2 را نشان دهند، می‌توان رابطه‌ی بین هر عدد دلخواه x بر روی دماسنج X را با عدد y معادلش بر روی دما سنج Y به دست آورد. چون دو دماسنج خطی درجه بندی شده‌اند پس بین بخش‌های جدا شده بر روی بدنه‌ی دماسنج‌ها همواره یک نسبت یکسان برقرار است. بنابراین می‌توانیم این نسبت را به صورت زیر می‌نویسیم:



$$\frac{x-x_1}{x_2-x_1}=\frac{y-y_1}{y_2-y_1}$$

در این دماسنج‌ها $x_1=50^\circ C$ معادل عدد $y_1=50$ و $x_2=-20^\circ C$ معادل عدد $y_2=10$ می‌باشد. حال می‌خواهیم دمایی راتعیین کنیم که این دو دماسنج یک عدد را نشان می‌دهند، یعنی $x=y$.

$$\rightarrow \frac{x-5}{-20-5}=\frac{x-50}{10-50} \rightarrow \frac{x-5}{-25}=\frac{x-50}{-40}$$

$$\rightarrow 8x-40=5x-250 \rightarrow 3x=-210 \rightarrow x=-70^\circ C=y$$

۱۶۷ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. اگر طول واقعی واحد اندازه‌گیری بر روی خط کش آهنی را در دمای θ_1، u_1 فرض کنید در این صورت طول میله‌ی مسی در دمای θ_1 برابر Lu_1 اندازه‌گیری می‌شود. با تغییر دما از θ_1 به θ_2 هم میله‌ی مسی و هم خطکش آهنی تغییر طول می‌یابد، یعنی واحد اندازه‌گیری نیز تغییر می‌یابد. برای میله‌ی مسی می‌توانیم طول ثانویه را بر حسب طول اولیه به صورت زیر بنویسیم:

$$L_2=L_1[1+\lambda_{cu}(\theta_2-\theta_1)] \rightarrow L_2=Lu_1[1+\lambda_{cu}\Delta\theta]$$

در این رابطه λ_{cu} ضریب انبساط طولی فلز مس است. برای واحد اندازه‌گیری خط کش آهنی نیز انبساط یا انقباض روی می‌دهد، پس می‌توانیم واحد اندازه‌گیری ثانویه‌ی خط کش آهنی را بر حسب واحد اندازه‌گیری اولیه‌ی خط کش آهنی به صورت زیر بنویسیم:

$$u_2=u_1[1+\lambda_{Fe}(\theta_2-\theta_1)] \rightarrow u_2=u_1[1+\lambda_{Fe}\Delta\theta]$$

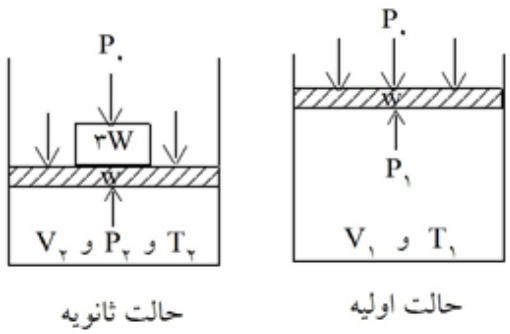
در این رابطه λ_{fe} ضریب انبساط طولی فلز آهن است. حاصل عدد ارائه شده برای اندازه‌گیری ثانویه طول میله‌ی مسی با مقایسه‌ی L_2 با u_2 حاصل می‌شود و برابر است با:

$$L'=\frac{L_2}{u_2}=\frac{Lu_1[1+\lambda_{cu}\Delta\theta]}{u_1[1+\lambda_{Fe}\Delta\theta]}\times\frac{[1-\lambda_{Fe}\Delta\theta]}{[1-\lambda_{Fe}\Delta\theta]}=L\frac{[1+(\lambda_{cu}-\lambda_{Fe})\Delta\theta-\lambda_{cu}\lambda_{Fe}\Delta\theta^2]}{1-\lambda_{Fe}^2\Delta\theta^2}$$

با ضرب کردن صورت و مخرج عبارت بالا در عبارت $1-\lambda_{Fe}\Delta\theta$ و انجام ادامه‌ی محاسبات به رابطه‌ای می‌رسیم که در آن حاصل‌ضرب λ_{cu} و λ_{Fe} و مجذور λ_{Fe} وجود دارد، چون λ_{cu} و λ_{Fe} مقادیر بسیار کوچکی هستند پس می‌توان از عبارت‌های $\lambda_{cu}\lambda_{Fe}$ و λ_{Fe}^2 در برابر سایر جملات صرف نظر کرد و رابطه‌ی بالا را به صورت زیر تقریب زد.

$$L'\approx L[1+(\lambda_{cu}-\lambda_{Fe})\Delta\theta]$$

۱۶۸ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. مطابق شکل های مقابل حالت‌های اولیه و ثانویه‌ی گاز کامل داخل محفظه‌ی سیلندر و پیستون را در نظر می‌گیریم. چون گاز به حالت تعادل می‌رسد فشار آن با مجموع فشار هوای محیط و فشار ناشی از وزن پیستون به همراه وزنه‌ی روی آن برابری می‌کند.



حالت اولیه　　حالت ثانویه

$$P_1 = P_0 + \frac{W}{A} = 10^5 + \frac{W}{20 \times 10^{-4}} = 10^5 + 500W$$

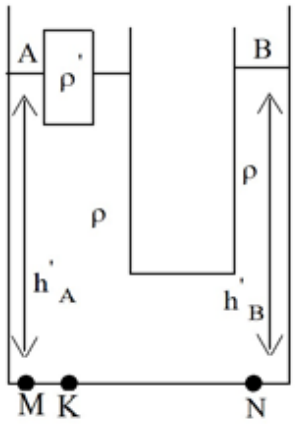
$$P_2 = P_0 + \frac{(W+3W)}{A} = 10^5 + \frac{4W}{20 \times 10^{-4}} = 10^5 + 2000\ W$$

با توجه به معادله‌ی حالت گازهای کامل و با فرض ثابت بودن دما، بین حالت‌های اولیه و ثانویه می‌توان رابطه‌ی زیر را نوشت. T ثابت $\rightarrow P_1V_1 = P_2V_2$. با استفاده از مقدار فشارهای P_1 و P_2 و نصف شدن حجم گاز $\left(V_2 = \frac{V_1}{2}\right)$ به معادله‌ی زیر می‌رسیم:

$$(10^5 + 500W) \times V_1 = (10^5 + 2000\ W) \times \frac{V_1}{2}$$

$$\rightarrow 2 \times 10^5 + 1000\ W = 10^5 + 2000W \rightarrow 1000W = 10^5 \rightarrow W = \frac{10^5}{10^3} = 100\ N$$

۱۶۹ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. در شکل مقابل جسم شناور بر ستون مایع A نشان داده شده است. در این شکل قسمتی از کف ظرف در ستون A را که زیر جسم قرار دارد با K و قسمتی را که تنها مایع قرار دارد با M نشان داده‌ایم. فشار مایع در قسمت M از کف ظرف ستون A و نیز فشار در قسمت N در کف ظرف ستون B با هم برابرند. می‌دانیم فشار در مایعات از رابطه‌ی $P = P_0 + \rho gh$ به دست می‌آید که در آن h عمق نقطه‌ی مورد نظر از سطح آزاد مایع است.

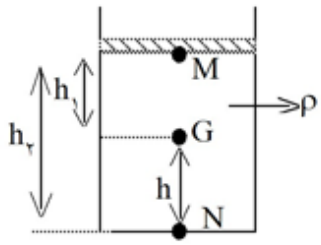


$$\left.\begin{aligned} P_M &= P_0 + \rho g h'_A \\ P_N &= P_0 + \rho g h'_B \end{aligned}\right\} \rightarrow P_M = P_N$$

$$\rightarrow P_0 + \rho g h'_A = P_0 + \rho g h'_B \rightarrow \rho g h'_A = \rho g h'_B \rightarrow h'_A = h'_B$$

در ضمن چون مایع به تعادل رسیده است باید فشار نقطه‌ی K نیز که زیر جسم قرار دارد با فشار قسمت M و قسمت N یکسان باشد. به هر حال چه جسمی بر سطح مایع شناور باشد چه نباشد، ارتفاع ستون A و ارتفاع ستون B همواره یکسان است. پس از شناور کردن جسم بر سطح مایع، سطح مایع اندکی بالا می‌آید و فشار ناشی از وزن جسم بر نقاط زیرین مایع اضافه می‌شود و این افزایش فشار در بقیه‌ی نقاط مایع با بالا آمدن سطح مایع خود را نشان می دهد و نیازی به اعمال جداگانه‌ی فشار حاصل از وزن جسم نمی‌باشد.

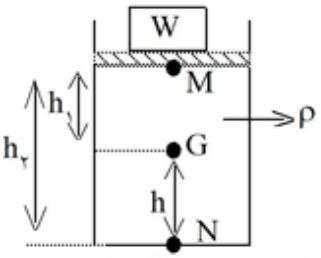
۱۷۰ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. حالت اول ظرف را مطابق شکل مقابل به همراه پیستون گفته شده در نظر می‌گیریم. فشار کل در نقطه‌ی M که در سطح مایع قرار دارد را P_0 می‌نامیم. با توجه به عمق نقطه‌ی G که مرکز ثقل مجموعه ظرف و مایع است (h_1) و عمق نقطه‌ی N که در کف ظرف است (h_2) می‌توانیم فشار در این دو نقطه و اختلاف فشار بین دو نقطه را به دست آوریم:



$$\left.\begin{aligned} P_G &= P_M + P_{h_1} \rightarrow P_G = P_0 + \rho g h_1 \\ P_N &= P_M + P_{h_2} \rightarrow P_N = P_0 + \rho g h_2 \end{aligned}\right\} \rightarrow P_{NG} = P_N - P_G = (\cancel{P_0} + \rho g h_2) - (\cancel{P_0} + \rho g h_1)$$

$$\rightarrow P'_{NG} = \rho g (h_2 - \cancel{h_1}^{\,h}) = \rho g h = P$$

حالت دوم ظرف را مطابق شکل مقابل به همراه پیستون و وزنه‌ی گفته شده در نظر می‌گیریم. فشار کل در نقطه‌ی M که در سطح مایع و زیر مجموعه‌ی وزنه و پیستون قرار دارد افزایش می‌یابد و برابر $P_0 + \frac{W}{A}$ می‌گردد. W وزن وزنه و A سطح مقطع پیستون است. با قرار دادن وزنه بر روی پیستون، در موقعیت و عمق نقاط G و N تغییری ایجاد نمی شود به این ترتیب باز هم می‌توانیم فشار در این دو نقطه و اختلاف فشار بین دو نقطه را به دست آوریم.



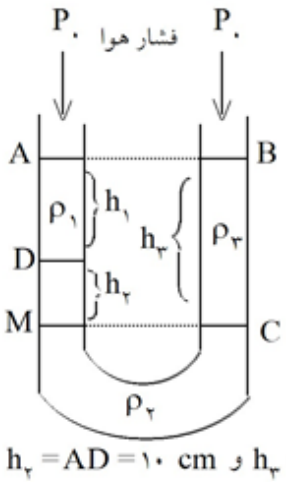
$$\left.\begin{aligned} P'_G &= P'_M + P_{h_1} \rightarrow P'_G = \left(P_0 + \frac{W}{A}\right) + \rho g h_1 \\ P'_N &= P'_M + P_{h_2} \rightarrow P'_N = \left(P_0 + \frac{W}{A}\right) + \rho g h_2 \end{aligned}\right\} \rightarrow P'_{NG} = P'_N - P'_G =$$

$$\rightarrow \left[\left(P_0 + \frac{\cancel{W}}{A}\right) + \rho g h_1\right] - \left[\left(P_0 + \frac{\cancel{W}}{A}\right) + \rho g h_2\right]$$

$$\rightarrow P'_{NG} = \rho g (h_2 - \cancel{h_1}^{\,h}) = \rho g h = P$$

یعنی اگر قبل از قرار دادن وزنه روی پیستون، اختلاف فشار مایع در کف ظرف و مرکز ثقل مجموعه P باشد، پس از قرار دادن وزنه روی پیستون نیز اختلاف فشار دو نقطه همان مقدار P باقی می‌ماند. توجه کنید که این سؤال را با توجه به اصل پاسکال نیز می‌توان پاسخ داد. اصل پاسکال بیان می‌کند که اگر فشار در نقطه‌ای از یک مایع متعادل و تراکم ناپذیر به اندازه‌ای تغییر کند در همه‌ی نقاط دیگر آن مایع نیز فشار به همان اندازه تغییر می‌کند. بنابراین اگر وزنه‌ای را روی پیستون قرار دهیم فشار در تمامی نقاط به یک اندازه زیاد می‌شود. یعنی اختلاف فشار بین کف ظرف و مرکز ثقل مجموعه بدون تغییر و برابر P باقی می‌ماند.

۱۷۱ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. برای تحلیل لوله‌های U شکل، باتوجه به این‌که مجموعه متعادل است، فشار ناشی از دو ستون مایع را در سطح تراز افقی واقع در مایع زیرین لوله‌ی U شکل یکسان و برابر قرار می‌دهیم. زیرا در غیر این صورت بر اثر اختلاف فشار ایجاد شده به وسیله‌ی دو ستون مایع، مایع زیرین از حالت تعادل خارج می‌شد.



$h_2 = AD = 10\ cm$ و $h_3 = BC = 15\ cm$

مناسب‌ترین سطح تراز افقی که می‌توان در نظر گرفت خط افقی MC می‌باشد که به نقطه‌ی C ختم می‌شود. بنابراین با توجه به رابطه‌ی فشار ستون مایع $P=\rho gh$ می‌توانیم معادله‌ی زیر را بنویسیم.

$$P_M = P_C \rightarrow \cancel{P_0} + P_1 + P_2 = \cancel{P_0} + P_3 \rightarrow$$
$$\rho_1 \cancel{g} h_1 + \rho_2 \cancel{g} h_2 = \rho_3 \cancel{g} h_3$$
$$\rightarrow \rho_1 \times (10) + \rho_2 \times (15 - 10) = \rho_3 \times (15)$$
$$\rightarrow 10\rho_1 + 5\rho_2 = 15\rho_3$$
$$\rightarrow 2\rho_1 + \rho_2 = 3\rho_3$$

با توجه به حل انجام شده، مقدار فشار هوا (P_0) و شتاب ثقل (g) در نتیجه‌ی به دست آمده هیچ تأثیری نداشته‌اند و می‌توان معادله‌ی بالا را بدون در نظر گرفتن آن‌ها و به صورت ساده‌تر نیز نوشت. یعنی: $\rho_1 h_1 + \rho_2 h_2 = \rho_3 h_3$ که باز هم به همان نتیجه منتهی می‌شود.

۱۷۲ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. همان‌طور که می‌دانیم علّت غوطه‌ور شدن اجسام در سیالات آن است که نیروی ارشمیدس برابر نیروی وزن به آن جسم وارد می‌شود و سبب ایجاد تعادل در وضعیت جسم می‌شود، یعنی $\sum\vec{F}=۰ \rightarrow F_{Ar}=W \rightarrow F_{Ar}=m_{جسم}g$. نیروی ارشمیدس، نیرویی است که اجسام واقع در سیال را به سمت بالا و سطح سیال می‌راند و مقدار آن از رابطه‌ی $F_{Ar}=\rho Vg$ محاسبه می‌شود که در این رابطه ρ چگالی سیال، V حجم قسمتی از جسم که درون سیال قرار دارد و g شتاب گرانش است. با کاهش دما از $۳۰^\circ C$ به $۱۵^\circ C$، حجم جیوه کاهش و در نتیجه چگالی جیوه افزایش می‌یابد، اما وزن قطعه‌ی آهنی ثابت باقی می‌ماند. نیروی ارشمیدسی که جیوه در دمای $\theta_۱=۳۰^\circ C$ به قطعه‌ی آهنی وارد می‌کند، به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$\rho_۱=\frac{m}{V_۱} \text{ و } V_۱=V_۰[۱+a\theta_۱]$$

در این روابط m جرم جیوه، $\rho_۱$ چگالی اولیه‌ی جیوه، $V_۱$ حجم اولیه‌ی جیوه، $V_۰$ حجم مطلق جیوه در دمای $۰^\circ C$ و a ضریب انبساط حجمی جیوه است. پس با ترکیب دو رابطه‌ی بالا داریم:

$$\rho_۱=\frac{m}{V_۰[a\theta_۱]}=\frac{m}{V_۰}\times\frac{۱}{[۱+a\theta_۱]}=\frac{\rho_۰}{[۱+a\theta_۱]}$$

که می‌توانیم $\rho_۰$ را چگالی مطلق در دمای $۰^\circ C$ بنامیم. چون قطعه آهن در تعادل است می‌توانیم برای نیروهای وارد بر آن رابطه‌ی زیر را در نظر بگیریم:

$$F_{Ar_۱}=W \rightarrow \rho_۱ V_۱ \cancel{g}=m\cancel{g} \rightarrow V_۱=\frac{m}{\rho_۱}=\frac{m}{\frac{\rho_۰}{[۱+a\theta_۱]}}=\frac{m}{\rho_۰}[۱+a\theta_۱]$$

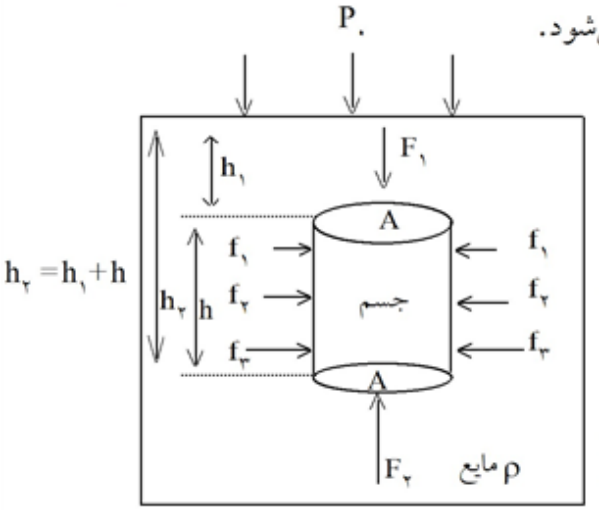
در رابطه‌ی بالا m جرم قطعه آهن و $V_۱$ حجمی از آن است که در دمای $\theta_۱$ در داخل جیوه به صورت غوطه‌ور قرار دارد. با استدلالی مشابه به وسیله‌ی نیروی ارشمیدس، می‌توانیم در دمای $\theta_۲=۱۵^\circ C$ برای حجم $V_۲$ از قطعه‌ی آهنی که در داخل جیوه غوطه‌ور است، مقدار $V_۲$ را محاسبه می‌کنیم.

$$F_{Ar_۲}=W \rightarrow \rho_۲ V_۲ \cancel{g}=m\cancel{g} \rightarrow V_۲=\frac{m}{\rho_۲}=\frac{m}{\frac{\rho_۰}{[۱+a\theta_۲]}}=\frac{m}{\rho_۰}[۱+a\theta_۲]$$

با مقایسه مقدارهای $V_۱=\frac{m}{\rho_۰}[۱+a\theta_۱]$ و $V_۲=\frac{m}{\rho_۰}[۱+a\theta_۲]$ با توجه به این‌که $\theta_۲<\theta_۱$ و تمامی پارامترهای دیگر مقداری مثبت دارند به این نتیجه می‌رسیم که $V_۲<V_۱$ است. یعنی حجم جسم غوطه‌ور در جیوه کم‌تر می‌شود.

در ضمن با توجه به این‌که $F_{Ar}=W \rightarrow \rho_{Hg}Vg=mg$ می‌توانستیم بدون انجام محاسبات اخیر استدلال کنیم که در این رابطه فقط دو مقدار ρ_{Hg} و V با تغییر دما، تغییر می‌کند. در این‌جا چون دما کاهش یافته است چگالی جیوه (ρ_{Hg}) افزایش می‌یابد و در مقابل حجم قسمت غوطه‌ور قطعه‌ی آهنی (V) کاهش می‌یابد.

۱۷۳ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. برای محاسبه‌ی نیروی ارشمیدس وارد بر یک جسم که در داخل مایعی به چگالی ρ قرار دارد، فرض می‌کنیم که آن جسم به صورت استوانه‌ای با سطح مقطع A و ارتفاع h به گونه‌ای در مایع قرار گرفته است که محور آن قائم و عمق سطح بالایی آن h_1 می‌باشد. به برآیند تمامی نیروهایی که ناشی از فشار مایع است و به جسم مورد نظر وارد می‌شود نیروی ارشمیدس (F_{Ar}) گفته می‌شود.



مطابق شکل تمام نیروهای عمودی و افقی که به سطوح بالایی، پایینی و جانبی این جسم وارد می‌شود را در نظر می‌گیریم. با توجه به تقارن شکل برآیند تمام نیروهای افقی که به واسطه‌ی فشار مایع به سطوح جانبی جسم $(f_1 \text{ ، } f_2 \text{ و } f_3)$ وارد می‌شوند صفر است و این نیروها یکدیگر را خنثی می‌کنند. $\sum_x F_{Ar} = 0$.

نیروهای عمودی که به سطوح بالایی و پایینی وارد می‌شوند یکسان نمی‌باشند، زیرا از فشار مایع در عمق و سطح مورد نظر پیروی می‌کنند. در سطح بالایی عمق مایع h_1، فشار کل مایع P_1 و نیروی وارد بر سطح بالایی F_1 و به سمت پایین است و در سطح پایینی عمق مایع h_2، فشار کل مایع P_2 و نیروی وارد بر سطح پایینی F_2 و به سمت بالا است. پس می‌توانیم برای هریک از نیروهای F_1 و F_2 معادلات زیر را بنویسیم:

برای سطح بالایی: $P_1 = P_0 + \rho g h_1$ و $F_1 = P_1 A \rightarrow F_1 = (P_0 + \rho g h_1) A$

برای سطح پایینی: $P_2 = P_0 + \rho g h_2$ و $F_2 = P_2 A \rightarrow F_2 = (P_0 + \rho g h_2) A$

چون عمق سطح پایینی از عمق سطح بالایی بیشتر است $(h_2 > h_1)$ در نتیجه فشار P_2 از فشار P_1 و نیروی F_2 از F_1 بزرگ‌تر است. پس برآیند این دو نیرو، نیرویی به سمت بالای سطح مایع است که همان نیروی ارشمیدس خوانده می‌شود.

$$F_{Ar} = \sum_y F_{Ar} = F_2 - F_1 = (P_0 + \rho g h_2) A - (P_0 + \rho g h_1) A = [\cancel{P_0} + \rho g h_2 - \cancel{P_0} - \rho g h_1] A$$

$$= \rho g (h_2 - h_1) A = \rho g (\cancel{Ah}^{V}) = \rho g V$$

پس منشأ نیروی ارشمیدس وابستگی نیرو به فشار و وابستگی فشار مایع به عمق آن است. از این محاسبه به این نتیجه می‌رسیم که نیروی ارشمیدس با مقداری برابر با اندازه‌ی وزن سیال جابه‌جا شده به آن جسم به سمت بالا وارد می‌شود.

۱۷۴ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. منظور از خطای مطلق در اندازه‌گیری حجم اختلاف مقدار واقعی حجم و مقدارقابل محاسبه‌ی حجم است که برای محاسبه آن، دو راه را پیشنهاد می‌کنیم.

راه حل اول: اگر طول واقعی هر ضلع مکعب را l و خطای اندازه‌گیری آن را Δl فرض کنیم، طول اندازه‌گیری شده برای هر ضلع مکعب به صورت $l \pm \Delta l$ بیان می‌شود و حجم مکعب نیز از به توان ۳ رساندن این مقدار به صورت زیر محاسبه می‌شود. $V=(l\pm\Delta l)^{۳}=l^{۳}\pm ۳l^{۲}\Delta l+۳l\Delta l\pm\Delta l^{۳}$

چون Δl در مقابل l (که خطا یا دقت اندازه‌گیری کولیس است) مقدار کوچکی است، پس می‌توانیم در رابطه‌ی بالا از توان‌های ۲ و بالاتر Δl در مقابل سایر جملات چشم پوشی کنیم، پس رابطه‌ی بالا را می‌توان به صورت زیر تقریب زد: $V\simeq l^{۳}\pm ۳l^{۲}\Delta l$. با توجه به این‌که $l=۲۰mm$ و $\Delta l=۰/۱\ mm$ است، پس حجم مکعب به صورت زیر تعیین می‌شود: $V=۸۰۰۰\pm ۱۲۰mm^{۳}$ $\rightarrow V=۲۰^{۳}\pm ۳\times ۲۰^{۲}\times ۰/۱$.

یعنی خطای مطلق در اندازه‌گیری حجم مکعب $۱۲۰mm^{۳}$ است.

راه حل دوم: به کمک مشتق می‌توان خطای مطلق در اندازه‌گیری حجم مکعب را به صورت زیر محاسبه کرد. همان‌طور که می‌دانیم مشتق حجم مکعب (V) نسبت به طول هر ضلع مکعب (l) آهنگ تغییر حجم مکعب را نسبت به تغییر طول ضلع مکعب نشان می‌دهد پس با توجه به رابطه‌ی مشتق داریم: $V=l^{۳}\Rightarrow V'=۳l^{۲}$ و $V'=\frac{dV}{dl}$. از طرفی به جای dV و dl می توانیم از ΔV و Δl استفاده کنیم، پس رابطه‌ی بالا را می‌توانیم به صورت زیر بنویسیم:

$$۳l^{۲}=\frac{\Delta V}{\Delta l}\rightarrow \Delta V=۳l^{۲}\Delta l \text{ و } l=۲۰mm \text{ و } \Delta l=۰/۱\ mm$$

$\rightarrow \Delta V=۳\times ۲۰^{۲}\times ۰/۱=۱۲۰\ mm^{۳}$ پس خطای مطلق در اندازه‌گیری حجم مکعب $۱۲۰\ mm^{۳}$ است.

طبق تعریف: خطای نسبی در اندازه‌گیری برابر است با نسبت مقدار خطای مطلق کمیت اندازه گیری شده به مقدار قابل محاسبه برای آن کمیت، پس: $V=۸۰۰۰mm^{۳}$ و $\Delta V=۱۲۰\ mm^{۳}\rightarrow$ خطای نسبی $\frac{\Delta V}{V}=\frac{۱۲۰}{۸۰۰۰}=۰/۰۱۵$

۱۷۵ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. تغییر طول هر میله در اثر تغییر دما و فشار وارد بر دو سر آن اتفاق می‌افتد. طول اولیه‌ی میله‌ها را l در نظر می‌گیریم و فرض می‌کنیم نیروی F به دو سر میله وارد می‌شود.

$$\Delta l_{\text{بالایی}}=\alpha l\Delta T+۲\times\frac{F}{۲E\times A}l$$

$$\Delta l_{\text{پایینی}}=۳\alpha l\Delta T+۲\times\frac{F}{EA}l$$

$$\Delta l_{\text{بالایی}}+\Delta l_{\text{پایینی}}=۰$$

$$\rightarrow ۴\alpha l\Delta T+\frac{۳F}{EA}l=۰\rightarrow\frac{-۴}{۳}\alpha E\Delta T=\frac{F}{A}$$

$$\rightarrow\Delta l_{\text{بالایی}}=\alpha l\Delta T+\frac{l}{E}\times\left(\frac{-۴}{۳}\alpha E\Delta T\right)=\frac{-\alpha}{۳}l\Delta T$$

$$l=R\pi\ ,\ \Delta l_{\text{بالایی}}=-R\theta$$

$$\rightarrow R\theta=\frac{\alpha}{۳}R\pi\Delta T\rightarrow\theta=\frac{\pi}{۳}\alpha\Delta T$$

۱۷۶ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. پس از رها کردن وزنه‌ی $m_۲$ اتفاقی که می‌افتد بدین صورت است که وزنه‌ی $m_۲$ سقوط کرده تا به زمین برخورد کند و از آن پس طناب شل شده و وزنه‌ی $m_۱$ به بالا پرتاب می‌شود. برای یافتن ارتفاع بیشینه‌ی وزنه‌ی $m_۱$، سرعت این وزنه در لحظه‌ی شل شدن طناب را محاسبه می‌کنیم. از لحظه‌ی رها کردن $m_۲$ تا برخورد آن با زمین رابطه‌ی بقای انرژی را برای مجموعه‌ی دو جسم می‌نویسیم. در حالی‌که می‌دانیم اوّل این‌که هرگاه $m_۲$ به اندازه‌ی یک متر پایین بیاید، وزنه‌ی $m_۱$ به اندازه‌ی یک متر بالا می‌رود و دوم این‌که تا لحظه‌ی شل شدن طناب سرعت دو جسم یکسان است. بنابراین خواهیم داشت:

$$\Delta U_{۱,۲} = m_۱ g \Delta y_۱ + m_۲ g \Delta y_۲ = ۲\times ۱۰ \times (+۱) + ۳ \times ۱۰ \times (-۱) = ۲۰ - ۳۰ = -۱۰ \text{ J}$$

$$\Delta K_{۱,۲} = \frac{۱}{۲}(m_۱ + m_۲) V^۲ = \frac{۱}{۲} \times (۲ + ۳) \times V^۲ = \frac{۵}{۲} V^۲$$

$$\Delta U_{۱,۲} + \Delta K_{۱,۲} = ۰$$

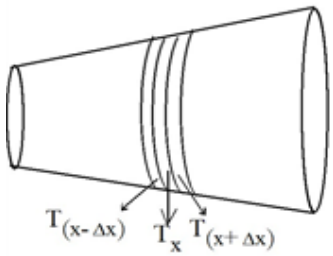
$$\rightarrow \frac{۵}{۲} V^۲ = ۱۰ \rightarrow V_۱ = V_۲ = ۲ \frac{m}{s}$$

وزنه‌ی $m_۱$ از ارتفاع یک متری با سرعت اوّلیه‌ی $۲\frac{m}{s}$ به بالا پرتاب می‌شود و تا ارتفاع h بالا می‌رود.

$$۰ - V_۱^۲ = -۲ gh \rightarrow h = \frac{V_۱^۲}{۲g} = \frac{۴}{۲۰} = \frac{۱}{۵} \rightarrow h = ۰/۲ \text{ m}$$

$$\rightarrow H_{max} = \Delta y_۱ + h = ۱ + ۰/۲ = ۱/۲ \text{m}$$

۱۷۷ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. اگر در نقطه‌ی دلخواه x المان‌های کوچکی به فاصله‌ی Δx در نظر بگیریم، در حالت پایا که دمای هر نقطه ثابت است، مقدار گرمایی که از المان ۱ به ۲ منتقل می‌شود، از المان ۲ به ۳ نیز منتقل می‌شود.



$$\frac{kA_{(x-\Delta x)}\left(T_x - T_{(x-\Delta x)}\right)}{\Delta x} = \frac{kA_x\left(T_{(x+\Delta x)} - T_x\right)}{\Delta x}$$

که در آن A_x سطح مقطع المانی است که در مکان x قرار دارد:

$$A_x = \pi\left(a + \frac{b-a}{h}x\right)^2$$

که h ارتفاع مخروط در نقطه‌ی x است.

$$T_x - T_{(x-\Delta x)} = \frac{A_x}{A_{(x-\Delta x)}}\left(T_{(x+\Delta x)} - T_x\right)$$

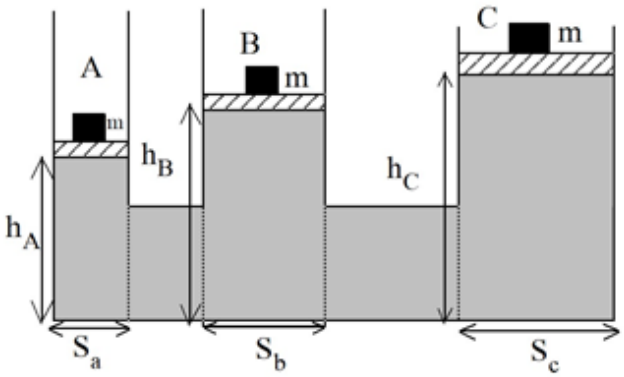
$$A_x > A_{(x-\Delta x)} \rightarrow T_{(x+\Delta x)} - T_x < T_x - T_{(x-\Delta x)}$$

$$\rightarrow \frac{T_{(x+\Delta x)} - T_x}{\Delta x} < \frac{T_x - T_{(x-\Delta x)}}{\Delta x} \rightarrow \frac{dT}{dx}\Big|_x < \frac{dT}{dx}\Big|_{x-\Delta x}$$

$$\rightarrow \frac{dT}{dx}\Big|_x - \frac{dT}{dx}\Big|_{x-\Delta x} < 0 \rightarrow \frac{d^2T}{dx^2} < 0$$

بنابراین به ازای هر x در بازه‌ی (a, b) تعقر منحنی T برحسب x رو به پایین است

۱۷۸ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.



سطح مقطع A که کوچک‌ترین سطح مقطع در میان سه سطح است، براثر قرار دادن وزنه‌ی m روی آن، فشار بیش‌تری بر مایع وارد کرده و سطح مایع در این لوله از لوله‌های دیگر پایین‌تر خواهد رفت. مایع خارج شده از لوله‌ی A به دو لوله‌ی B و C خواهد رفت ولی به علت کوچک‌تر بودن سطح مقطع B از C، سطح مایع در لوله‌ی B پایین‌تر از سطح مایع در لوله‌ی C خواهد بود.

$$P_a = P_b = P_c$$

$$\rightarrow \frac{mg}{S_a} + \rho g h_A = \frac{mg}{S_b} + \rho g h_B = \frac{mg}{S_c} + \rho g h_C$$

$$S_a < S_b \rightarrow \frac{mg}{S_a} > \frac{mg}{S_b} \rightarrow \rho g h_A < \rho g h_B \rightarrow h_A < h_B$$

$$S_b < S_c \rightarrow h_B < h_c$$

$$\rightarrow h_A < h_B < h_C$$

۱۷۹ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. گرما از انتهای میله‌ی یک به دو سر دیگر منتقل می‌شود تا مجموعه‌ی میله‌ها به حالت تعادل برسند. در حالت تعادل که دمای همه‌ی نقاط ثابت شده‌است، مقدار گرمایی که از انتهای میله‌ی ۱ به محل اتصال میله‌ها منتقل می‌شود، از نقطه‌ی اتصال به دو انتهای میله‌های ۲ و ۳ انتقال می‌یابد تا دمای نقطه‌ی اتصال که آن را T می‌نامیم ثابت بماند. بنابراین:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

$$\frac{k_1 A(T_1 - T)}{L_1} = \frac{k_2 A(T - T_2)}{L_2} + \frac{k_3 A(T - T_3)}{L_3}$$

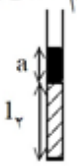
$$\left(\frac{k_1}{L_1} + \frac{k_2}{L_2} + \frac{k_3}{L_3}\right) T = \frac{k_1 T_1}{L_1} + \frac{k_2 T_2}{L_2} + \frac{k_3 T_3}{L_3}$$

$$\rightarrow T = \frac{\frac{k_1 T_1}{L_1} + \frac{k_2 T_2}{L_2} + \frac{k_3 T_3}{L_3}}{\frac{k_1}{L_1} + \frac{k_2}{L_2} + \frac{k_3}{L_3}} \rightarrow T = 40\,^\circ C$$

۱۸۰ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. در حالت اوّل که لوله افقی است، جیوه تأثیری بر فشار هوای محبوس داخل لوله ندارد.

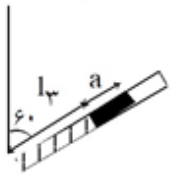
$$P_1 = P_0$$
$$V_1 = l_1 S$$

که در این روابط P_0 فشار هوا و S سطح مقطع لوله‌ی مذکور است. در حالت دوم که لوله به صورت قائم است، فشار ستون جیوه نیز مؤثر خواهد بود. در این حالت برای فشار هوای محبوس داریم:



$$P_2 = P_0 + \rho g a$$
$$V_2 = l_2 S$$

در حالت سوم که لوله از وضعیت قائم به اندازه‌ی ۶۰ درجه منحرف شده‌است، ارتفاع جیوه در راستای قائم بر فشار هوای محبوس تأثیرگذار است. پس داریم:



$$P_3 = P_0 + \rho g\,(a\ \mathrm{Cos}\ ۶۰) = P_0 + \frac{\rho g a}{۲}$$
$$V_3 = l_3 S$$

باتوجه به روابط فوق و با استفاده از قانون گازها طول ستون هوای محبوس در حالت سوم (l_3) به ترتیب زیر به دست می‌آید:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \rightarrow P_0 l_1 = (P_0 + \rho g a) l_2 \rightarrow P_0 \frac{l_1}{l_2} = P_0 + \rho g a \rightarrow \rho g a = P_0 \left(\frac{l_1}{l_2} - ۱\right)$$

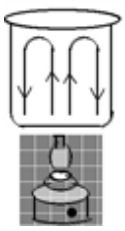
$$P_1 V_1 = P_3 V_3 \rightarrow P_0 l_1 = \left(P_0 + \frac{\rho g a}{۲}\right) l_3 \rightarrow P_0 l_1 = \left(P_0 + \frac{P_0}{۲}\left(\frac{l_1}{l_2} - ۱\right)\right) l_3$$

$$\rightarrow l_3 = \frac{l_1}{۱ + \frac{l_1}{۲l_2} - \frac{۱}{۲}} = \frac{l_1}{\frac{۱}{۲} + \frac{l_1}{۲l_2}} = \frac{۲l_1 l_2}{l_2 + l_1}$$

$$\rightarrow l_3 = \frac{۲l_1 l_2}{l_1 + l_2}$$

۱۸۱ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. وجوه اتاقک مکعبی با یک‌دیگر در تماس هستند. پس از مدت زمان طولانی و مبادله‌ی انرژی گرمایی سطوح با یک‌دیگر به تعادل گرمایی خواهند رسید و دمای آن‌ها با هم یکسان خواهد شد. یعنی $T_1 = T_2 = T_3$

۱۸۲ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. چگالی بخشی از مایع که در قسمت پایینی بشر قرار دارد و بالای چراغ قرار گرفته، پس از گرم شدن کاهش یافته و به قسمت بالایی مایع منتقل می‌شود و لایه‌های بالایی که خنک‌تر هستند چگالی نسبتاً بیش‌تری داشته و از مسیر مجاور دیواره‌های ظرف، جانشین لایه‌های پایینی می‌شوند که جریان همرفتی به صورت زیر در ظرف ایجاد می‌شود.



۱۸۳ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. اگر آهنگ کار ساعت اوّل نسبت به دیگری به طور یکنواخت کم شود، فاصله‌ی زمانی دو ساعت به صورت $\frac{۱}{۲}at^{۲}$ می‌باشد. که در این رابطه a ثابت و t از ابتدای کار سنجیده شده‌است. می‌دانیم این ساعت طول یک شبانه‌روز را در پایان هر سال به اندازه‌ی ۲ میلی ثانیه از طول شبانه روز در ابتدای همان سال کم‌تر نشان می‌دهد. پس شتاب زمانی از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$۳۶۵\times a=\frac{۲}{۱۰۰۰}\rightarrow a=\frac{۲}{۱۰۰۰\times ۳۶۵}$$

بنابراین در پایان هر قرن داریم:

$$\frac{۱}{۲}at^{۲}\Big|_{t=۱۰۰\times ۳۶۵}=\frac{۱}{۲}\times\frac{۲}{۱۰۰۰\times ۳۶۵}\times(۱۰۰\times ۳۶۵)^{۲}=۳۶۵۰s$$

$$\rightarrow ۳۶۵۰\ s\cong \text{۱ ساعت}$$

۱۸۴ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. تشکیل شدن حباب و بزرگ شدن آن‌ها که در واقع ناشی از منبسط شدن هوای داخل حباب است، به گرما نیاز دارد. هنگامی‌که حباب‌ها به وجود می‌آیند مقداری از گرمای داده شده به مایع را گرفته و مایع نسبت به حالت قبل از آن سرد می‌شود. بنا به فرض مسئله تشکیل حباب‌ها در مدت کوتاهی انجام می‌گیرد. یعنی آهنگ کاهش دما در مدت تشکیل حباب زیاد است و کاهش دمای مایع در مدت زمان کوتاهی صورت می‌گیرد. پس از این‌که دمای مایع پایین آمد، ظرف مدتی از جوشش می‌افتد و حبابی تشکیل نمی‌شود تا زمانی‌که آب دوباره به دمای قبلی برسد. بنابراین گرمای داده شده به ظرف باعث افزایش دمای آب می‌شود ولی افزایش دما به مدت زمان بیش‌تری نسبت به کاهش دما در حالت تشکیل حباب احتیاج دارد. در واقع در نمودار دما نسبت به زمان روند کاهش و افزایش پی در پی خواهیم داشت با این تفاوت که اندازه‌ی شیب کاهش دما نسبت به شیب افزایش دما، بیش‌تر خواهد بود. و بازه‌های زمانی که در آن دما افزایش پیدا کرده است بزرگ‌تر از بازه‌های زمانی‌ای هستند که در آن دما کاهش پیدا کرده است.

۱۸۵ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. زمین با میانگین توان $\overline{P}=۳\sigma T_i T_f^{۳}S$ انرژی از دست می‌دهد و سرد می‌شود. در واقع $\overline{P}$ آهنگ متوسط از دست دادن انرژی از طریق سطح زمین می‌باشد. هرگاه زمین از دمای T_i به دمای $۴۰۰K$ برسد، $\overline{P}$ از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$\overline{P}=۳\sigma T_i T_f^{۳}S=۳\times(۶\times ۱۰^{-۸})\times T_i\times(۴۰۰)^{۳}\times\left(۴\pi\times(۶۴۰۰\times ۱۰^{۳})^{۲}\right)=۶\times ۱۰^{۱۵}\times(T_i)$$

توان انرژی طبق تعریف یعنی انرژی از دست رفته بر واحد زمان. پس کل انرژی از دست رفته با توان $\overline{P}$ برابر است با: $Q=\overline{P}\times t$ و $Q=mc\Delta T$

$$\rightarrow \overline{P}\times t=mc\Delta T=(\rho V)c\Delta T=\rho\left(\frac{۴}{۳}\pi R_e^{۳}\right)c(T_i-۴۰۰)$$

می‌دانیم دمای اولیه‌ی زمین بسیار بزرگ‌تر از دمای نهایی آن است پس می‌توانیم با تقریب خوبی مقدار $\Delta T=T_i-۴۰۰$ را برابر با T_i در نظر بگیریم. بدین ترتیب مدت زمان رسیدن دمای زمین به $۴۰۰K$ برابر است با:

$$\overline{P}\times t=۵۵۰۰\times\frac{۴}{۳}\pi(۶۴۰۰\times ۱۰^{۳})^{۳}\times ۱۰۰۰\times T_i=(۶\times ۱۰^{۲۷})T_i$$

$$\rightarrow t=\frac{۶\times ۱۰^{۲۷}T_i}{۶\times ۱۰^{۱۵}T_i}=۱۰^{۱۲}s$$

۱۸۶ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. انرژی پتانسیل کل شامل انرژی حاصل از کشش سطحی در حباب (U_1) و انرژی پتانسیل الکتریکی در حباب (U_2) می‌باشد. می‌دانیم انرژی حاصل از کشش سطحی متناسب با مساحت حباب $U_1 \propto 4\pi R^2$ و انرژی پتانسیل الکتریکی آن متناسب با مجذور بار و عکس شعاع حباب $U_2 \propto \frac{Q^2}{R}$ می‌باشد که R شعاع حباب است. اگر a و b را ضرایب ثابت تناسب‌ها در نظر بگیریم، U_1 و U_2 و در نتیجه انرژی پتانسیل کل (U) به صورت زیر به دست می‌آیند:

$$U_1 = aR^2$$

$$U_2 = \frac{bQ^2}{R} \rightarrow U = U_1 + U_2 = aR^2 + \frac{bQ^2}{R}$$

وضعیت تعادل وضعیتی است که انرژی پتانسیل کل کمینه می‌باشد و شعاع حباب در حال تعادل با Q^α متناسب است. اگر شعاع حباب در حالت تعادل را با R_0 نشان دهیم، مشتق انرژی پتانسیل کل بر حسب شعاع در $R = R_0$ صفر است.

$$\frac{dU}{dR} = 2aR - \frac{bQ^2}{R^2}$$

$$\left.\frac{dU}{dR}\right|_{R=R_0} = 0 \rightarrow 2aR_0 - \frac{bQ^2}{R_0^2} = 0 \rightarrow 2aR_0 = \frac{bQ^2}{R_0^2} \rightarrow R_0^3 = \frac{bQ^2}{2a} = cQ^2 \;,\; c: \text{ثابت}$$

$$R_0 \propto Q^\alpha$$

$$R_0 = (cQ^2)^{\frac{1}{3}} = \sqrt[3]{c}\, Q^{\frac{2}{3}} = KQ^{\frac{2}{3}}, \quad K: \text{ثابت}$$

$$\rightarrow R_0 \propto Q^{\frac{2}{3}} \rightarrow \alpha = \frac{2}{3}$$

۱۸۷ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. انرژی پتانسیل کل حباب به صورت $U = aR^{۲} + \frac{bQ^{۲}}{R}$ است. انرژی پتانسیل دو حباب سازنده‌ی‌حباب اولیه یکسان و برابر $\frac{U'}{۲}$ است. اگر شعاع و بار هریک از این حباب‌ها را R' و Q' بنامیم، انرژی پتانسیل هر حباب به صورت $\frac{U'}{۲} = aR'^{۲} + \frac{bQ'^{۲}}{R'}$ خواهد بود. هنگامی‌که حباب اولیه به دو حباب یکسان تبدیل شود بار هریک از حباب‌های سازنده برابر $\frac{Q}{۲}$ خواهد بود. $\left(Q' = \frac{Q}{۲}\right)$. می‌دانیم شعاع حباب در حالت تعادل با توان $\frac{۲}{۳}$ بار حباب متناسب است. بدین ترتیب می‌توان انرژی پتانسیل کل را بر حسب یکی از این دو پارامتر نوشت:

$$\left.\begin{array}{l} U = aR^{۲} + \frac{bQ^{۲}}{R} \\ R \propto Q^{\frac{۲}{۳}} \rightarrow R^{۳} \propto Q^{۲} \rightarrow Q^{۲} = KR^{۳} \end{array}\right\} \rightarrow U = aR^{۲} + \frac{bKR^{۳}}{R} = (a + bK)\, R^{۲}$$

$$\rightarrow \frac{U'}{۲} = (a + bK) R'^{۲}$$

$$\left.\begin{array}{l} R' \propto Q'^{\frac{۲}{۳}} \\ R \propto Q^{\frac{۲}{۳}} \end{array}\right\} \frac{R'}{R} = \left(\frac{Q'}{Q}\right)^{\frac{۲}{۳}} = \left(\frac{\frac{Q}{۲}}{Q}\right)^{\frac{۲}{۳}} = \left(\frac{۱}{۲}\right)^{\frac{۲}{۳}}$$

$$\rightarrow \frac{U'}{U} = \frac{۲(a + bK) R'^{۲}}{(a + bK) R^{۲}} = ۲\left(\frac{R'}{R}\right)^{۲} = ۲\left(\frac{۱}{۲^{\frac{۱}{۳}}}\right)^{۲} = \frac{۲}{۲^{\frac{۲}{۳}}} = ۲^{\frac{-۱}{۳}} \rightarrow U' = ۲^{\frac{-۱}{۳}} U$$

اگر منظور سؤال از یکسان بودن حباب‌های سازنده، یکسان از لحاظ اندازه می‌بود، شعاع این دو حباب نصف شعاع اولیه می‌شد. و با توجه به رابطه‌ی فوق، رابطه‌ی U' و U بدین صورت می‌شد:

$$\frac{U'}{U} = ۲\left(\frac{R'}{R}\right)^{۲} = ۲\left(\frac{۱}{۲}\right)^{۲} = \frac{۱}{۲} \rightarrow U' = \frac{۱}{۲} U$$

۱۸۸ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. توان یک متحرک هنگامی‌که سرعت ثابت دارد به صورت زیر است:

$$P=\frac{W}{t}=\frac{Fd}{t}=FV$$

که در این رابطه F، برآیند نیروهای محرک (یا مقاوم) و V، سرعت جسم می‌باشد. می‌دانیم نیروی اصطکاک وارد بر خودرو طبق رابطه‌ی $f_K=A(V^{\alpha})$ با سرعت متناسب است. توان موتور وقتی خودرو به بیش‌ترین سرعت (V_m) می‌رسد، دارای رابطه‌ی زیر خواهد بود:

$$P=f_K V=A\left(V_m^{\alpha}\right)V_m=A\left(V_m^{\alpha+1}\right)$$

توان بیشینه (P) و ضریب ثابت (α) برای تمام خودروها یکسان است. لذا خودروهای متفاوت سرعت بیشینه‌ی متفاوت خواهند داشت. هم‌چنین ضریب (A) برای آن‌ها یکسان نمی‌باشد. می‌توان سرعت بیشینه‌ی خودرو را بر حسب ثابت‌های مسئله (P,α) و متغیر A به دست آورد:

$$V_m^{\alpha+1}=\frac{P}{A}\rightarrow V_m=\left(\frac{P}{A}\right)^{\frac{1}{\alpha+1}}$$

سرعت بیشینه‌ی خودروها با A^{β} متناسب است. می‌توان نتیجه گرفت:

$$\left.\begin{array}{l} V_m\propto\left(\frac{1}{A}\right)^{\frac{1}{\alpha+1}}\rightarrow V_m\propto A^{\frac{-1}{\alpha+1}} \\ V_m\propto A^{\beta}\end{array}\right\}\rightarrow\beta=\frac{-1}{\alpha+1}$$

۱۸۹ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. جرم و حجم آب سقوط کرده در واحد زمان $(\Delta t=1s)$ را به ترتیب با m_0 و v_0 نشان می‌دهیم. در این نیروگاه انرژی پتانسیل گرانشی آب سقوط کرده به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. بنابراین:

چگالی آب $\rho=1000\frac{Kg}{m^3}$، $m_0=\rho v_0$، انرژی پتانسیل گرانشی آب سقوط کرده در واحد زمان: $P_u=\frac{U}{\Delta t}=m_0 gh$

$$\rightarrow P_u=(1000\times v_0)\times 10\times 100=10^6 v_0$$

بازده‌ی این نیروگاه آبی ۵۰ درصد است، یعنی نیمی از توان پتانسیل گرانشی آب سقوط کرده به توان الکتریکی تبدیل می‌شود. یعنی:

$$\%\,Ra=\frac{P_{out}}{P_{in}}\times 100\rightarrow 50=\frac{P_E}{P_u}\times 100\rightarrow\frac{1}{2}=\frac{5\times 10^8}{10^6\times v_0}$$

$$\rightarrow 10^6 v_0=10^9\rightarrow v_0=10^3\frac{m^3}{s}$$ آهنگ حجم آب سقوط کرده

۱۹۰ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. شعاع خورشید در ابتدای پیدایش آن خیلی بزرگ و بی‌نهایت بوده است، یعنی $R_{.} \to \infty$، پس طبق رابطه‌ی $-\frac{۳GM^{۲}}{۵R_{.}}$، انرژی گرانشی اولیه‌ی خورشید صفر بوده است. اگر شعاع کنونی خورشید R باشد، انرژی گرانشی کنونی خورشید $-\frac{۳GM^{۲}}{۵R}$ خواهد بود. پس تغییر انرژی گرانشی خورشید به صورت تابش در فضا منتشر شده‌است. مقدار انرژی تابش شده برابر است با:

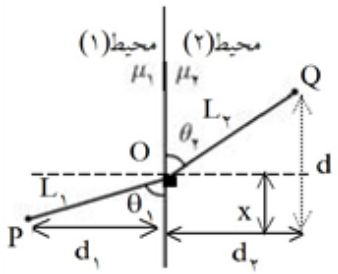
$$W = |E - E_{.}| = \left| -\frac{۳}{۵}\frac{GM^{۲}}{R} - ۰ \right| = \frac{۳}{۵}\frac{GM^{۲}}{R}$$

$$\to W = \frac{۳}{۵} \times \frac{۶/۶۷ \times ۱۰^{-۱۱} \times (۲ \times ۱۰^{۳۰})^{۲}}{۷ \times ۱۰^{۵} \times ۱۰^{۳}} = ۲/۳ \times ۱۰^{۴۱}\ J$$

توان تابش خورشید برابر است با انرژی تابش شده در مدت زمان تابش این انرژی که همان سن خورشید می‌باشد. پس:

توان تابشی خورشید : $P = \frac{W}{t} \to t = \frac{W}{P} \to t = \frac{۲/۳ \times ۱۰^{۴۱}}{۴ \times ۱۰^{۲۶}} = ۰/۵۷ \times ۱۰^{۱۵}\ s \cong ۱۰^{۱۵}\ s$

۱۹۱ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. انرژی تلف شده در مسیر شکسته‌ی POQ، به خاطر کار نیروی اصطکاک بر روی سطح افقی نشان داده شده‌است. بنابراین اگر بخواهیم با کم‌ترین مصرف انرژی جسمی به جرم فرضی m را از نقطه‌ی P به نقطه‌ی Q منتقل کنیم، باید اندازه‌ی کار نیروی اصطکاک نیز در این مسیر حداقل باشد. کار نیروی اصطکاک در این مسیر برابر مجموع کار نیروی اصطکاک در محیط (۱) و کار نیروی اصطکاک در محیط (۲) است. کار نیروی اصطکاک برابر $W_{fK} = f_K \times S \times \cos 180^\circ = -\mu_K NS$ می‌باشد. S طول مسیر، μ_K ضریب اصطکاک لغزشی به شرط این‌که مقداری ثابت باشد و N نیروی عمود بر سطح است. پس باتوجه به شکل زیر اندازه‌ی کار نیروی اصطکاک در این مسیر را محاسبه می‌کنیم.



کار نیروی اصطکاک درمحیط (۱): $W_1 = -\mu_1 N L_1 , N = mg \rightarrow W_1 = -mg\mu_1 L_1$

کار نیروی اصطکاک در محیط (۲): $W_2 = -\mu_2 N L_2 , N = mg \rightarrow W_2 = -mg\mu_2 L_2$

اندازه‌ی کل کار نیروی اصطکاک = انرژی مصرف شده: $E = |W_1 + W_2| = |-mg\mu_1 L_1 - mg\mu_2 L_2|$

$$E = mg(\mu_1 L_1 + \mu_2 L_2)$$

باتوجه به شکل و با استفاده از رابطه‌ی فیثاغورث، طول‌های L_1 و L_2 برابرند با:

$$L_1 = \sqrt{x^2 + d_1^2} \quad , \quad L_2 = \sqrt{(d-x)^2 + d_2^2}$$

پس رابطه‌ی انرژی مصرف شده به صورت تابعی از x که محل نقطه‌ی O را نشان می‌دهد. قابل نمایش است.

$$E = mg\left(\mu_1 \sqrt{x^2 + d_1^2} + \mu_2 \sqrt{(d-x)^2 + d_2^2}\right)$$

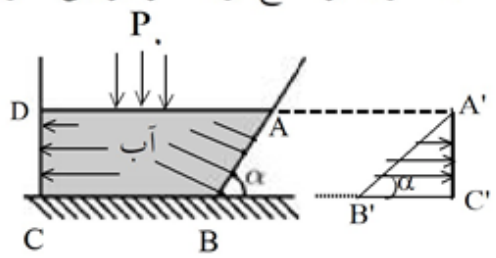
شرط کمینه شدن انرژی مصرف شده آن است که مشتق تابع به‌دست آمده نسبت به x را برابر صفر قرار دهیم. یعنی:

$$\frac{dE}{dx} = mg\left(\mu_1 \times \frac{2x}{\sqrt{x^2 + d_1^2}} + \mu_2 \times \frac{-2(d-x)}{\sqrt{(d-x)^2 + d_2^2}}\right) = 0 \rightarrow \mu_1 \times \frac{x}{\sqrt{x^2 + d_1^2}} =$$

$$\mu_2 \frac{d-x}{\sqrt{(d-x)^2 + d_2^2}}$$

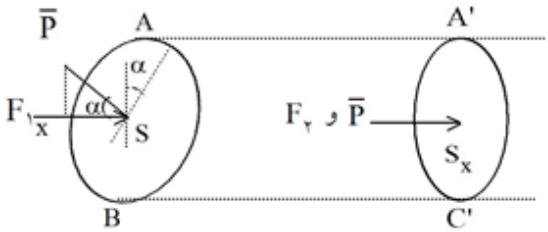
باتوجه به شکل رسم شده $\frac{x}{\sqrt{x^2 + d_1^2}}$ برابر $\cos\theta_1$ و $\frac{d-x}{\sqrt{(d-x)^2 + d_2^2}}$ برابر $\cos\theta_2$ می‌باشد. پس رابطه و شرط مورد نظر $\mu_1 \cos\theta_1 = \mu_2 \cos\theta_2$ است.

۱۹۲ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. در شکل زیر توزیع فشار آب از سطح مایع تا کف ظرف بر روی دیواره‌های ظرف نشان‌داده شده‌است. همان‌گونه که از رابطه‌ی فشار در مایعات $(p = p_0 + \rho gh)$ واضح است فشار وارد بر دیواره‌های ظرف با افزایش عمق بیش‌تر می‌شود. بنابراین در رسم شکل فشار را در نقاط پایینی با فلش و پاره‌خط بزرگ‌تری نشان داده‌ایم. می‌دانیم که فشار، همواره بر سطح مورد نظر نیرویی عمود برسطح وارد می‌کند.



باتوجّه به شکل چون سطح جانبی دیواره‌ی راست ظرف (AB) بزرگ‌تر از سطح جانبی دیواره‌ی چپ ظرف (CD) می‌باشد و فشار متوسط بر روی هر دو دیواره یکسان است. پس نیروی عمودی وارد بر دیواره‌ی راست بیش‌تر از نیروی عمودی وارد بر دیواره‌ی چپ است. آن‌چه سبب حرکت ظرف به سمت راست یا چپ می‌شود، این نیروهای عمودی نیستند، بلکه مؤلفه‌ی افقی این نیروها هستند که باید از لحاظ اندازه با هم مقایسه شوند.

مطابق شکل زیر $A'C'$ تصویر عمودی سطح AB، یا مشابه آن $A'B'$، است. اگر مساحت سطح AB را S در نظر بگیریم، مساحت سطح $A'B'$، S_x نام دارد که رابطه‌ی زیر بین آن‌ها برقرار است.



$$\left.\begin{array}{l} \text{بر روی سطح } AB: F_1 = \bar{P} \times S \text{ و } F_{1X} = F_1 \cos\alpha \rightarrow F_{1x} = \bar{P} S \cos\alpha \\ \text{بر روی سطح } A'C': F_2 = \bar{P} \times S_x \text{ و } S_x = S\cos\alpha \rightarrow F_2 = \bar{P} S \cos\alpha \end{array}\right\} \rightarrow F_{1x} = F_2 = \bar{P} S \cos\alpha$$

برای محاسبه‌ی مؤلفه‌ی افقی نیرو، می‌توان توزیع فشار بر تصویر عمودی دیواره‌ی راست (AB) را مد نظر قرار داد. با توجه به این‌که تصویر عمودی دیواره‌ی راست $(A'C')$ کاملاً مشابه دیواره‌ی چپ می‌باشد (DC) نتیجه می‌گیریم که مؤلفه‌ی افقی نیروی وارد بر هرکدام از دیواره‌های راست و چپ با هم برابرند و یک‌دیگر را خنثی می‌کنند. بنابراین ظرف حرکت نمی‌کند.

۱۹۳ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. هنگامی‌که آهنگ حجمی خروج آب (دِبی) از سوراخ برابر آهنگ حجمی آب ورودی به سطل شود. ارتفاع آب درون سطل ثابت و بدون تغییر می‌شود.

آهنگ حجمی خروج آب = سطح مقطع خروجی × سرعت خروج آب $\rightarrow d_o = V \times a$

آهنگ حجمی ورود آب: $d_i = C$

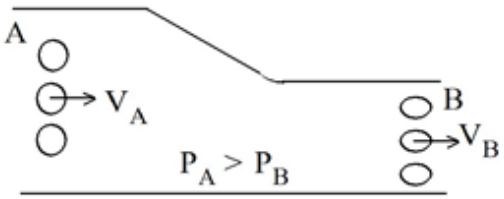
$$d_o = d_i \rightarrow V \times a = C \rightarrow \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}} \times a = C \rightarrow \frac{2\Delta P}{\rho} = \frac{C^2}{a^2}$$

در عمق h از سطح آزاد آب درون سطل فشار کل برابر است با $P = P_0 + \rho gh$، پس اختلاف فشار بین سطح آب و کف سطل برابر است با $\Delta P = P - P_0 = \rho gh$، بنابراین با جایگزینی در رابطه‌ی بالا داریم:

$$\rightarrow \frac{2 \times \rho gh}{\rho} = \frac{C^2}{a^2} \rightarrow 2gh = \frac{C^2}{a^2} \rightarrow h = \frac{C^2}{2ga^2}$$

۱۹۴ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. روش اوّل: با توجه به شکل زیر هنگامی‌که ذرات از ناحیه‌ی پهن A به ناحیه‌ی تنگ B می‌روند، سرعت شارش آب و حرکت ذرات آن افزایش می‌یابد، بنابراین ذرات به عقب فشرده می‌شوند، زیرا برای این امر ذرات باید حرکت شتابدار در جهت جریان آب پیدا کنند و طبق قانون دوم نیوتن باید نیروی بیش‌تری از قسمت عقب به ذرات وارد شود.

در این حالت که ذرات به عقب فشرده می‌شوند، متراکم می‌شوند و در نتیجه فشار در قسمت A از فشار در قسمت B بیش‌تر می‌باشد.



روش دوم: برای مقایسه‌ی فشار بین نقطه‌های A و B می‌توانیم از معادله‌ی برنولی استفاده کنیم. طبق این معادله مقدار عبارت زیر عددی ثابت است.

$$P + \rho g y + \frac{1}{2}\rho V^2 = \text{عددی ثابت}$$

در عبارت بالا P فشار در نقطه‌ی مورد نظر از سیال در حال شارش ، y ارتفاع لوله در ان نقطه از سطح مبنا و V سرعت جریان سیال در آن نقطه است. مقدارهای ρ و g نیز چگالی سیال و شتاب ثقل هستند که ثابت می‌باشند.

بنابراین معادله‌ی برنولی را برای دو نقطه‌ی A و B می‌توانیم به‌کار ببریم و با هم برابر قرار دهیم . یعنی:

$$P_A + \rho g y_A + \frac{1}{2}\rho V^2{}_A = P_B + \rho g y_B + \frac{1}{2}\rho V^2{}_B$$

ارتفاع لوله در نقاط A وB باهم برابر است، پس $y_A = y_B$ می‌باشد و رابطه‌ی بالا را می‌توانیم به صورت زیر بنویسیم.

$$y_A = y_B \rightarrow P_A + \frac{1}{2}\rho V^2{}_A = P_B + \frac{1}{2}\rho V^2{}_B$$

آهنگ حجمی جریان آب (دِبی) در نقطه‌های AوB نیز با هم برابر هستند، اگر سطح لوله در نقاط AوB به ترتیب S_A و S_B باشد، داریم:

$$d_A = d_B \rightarrow V_A \times S_A = V_B \times S_B \,,\, S_A > S_B \rightarrow V_A < V_B$$

باتوجه به این‌که سرعت جریان آب در نقطه‌ی A از سرعت جریان آب در نقطه‌ی B بزرگ‌تر است و با استفاده از نتیجه‌ی معادله‌ی برنولی برای نقاط A و B فشار در نقطه‌ی A از فشار در نقطه‌ی B بیش‌تر خواهد شد.

۱۹۵ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. قسمتی از آب که تبخیر می‌شود، برای تبدیل از حالت مایع به حالت گاز نیاز به دریافت گرما از محیط اجسام و ذرات پیرامون خود دارد. بخشی از این گرما از مولکول‌های آب باقی‌مانده در ظرف تأمین می‌شود. چون از تغییر دمای هوا چشم پوشی شده‌است. پس با گرفته شدن گرما از آب درون ظرف، دمای آب باقی مانده کم می‌شود، بنابراین باتوجه به ثابت بودن دمای هوا، در هنگام تبخیر دمای آب درون ظرف از دمای هوا کم‌تر می‌باشد.

۱۹۶ گزینه‌ی ۵ پاسخ صحیح است. وقتی با افزودن یک ماده‌ی جامد در دمای $0^\circ C$ به یخ $0^\circ C$، یخ ذوب می‌شود، یعنی نقطه‌ی ذوب محلول کمتر از $0^\circ C$ است، این دما را $\theta_.$ می‌نامیم. در واقع چون نقطه‌ی ذوب مجموعه کم‌تر از $0^\circ C$ می‌شود، یخ شروع به ذوب شدن می‌کند. برای این مسئله دو حالت زیر را در نظر می‌گیریم.

حالت اوّل: افزودن ماده‌ی جامد سبب ذوب شدن تمام یخ می‌شود. در این حالت اگر فرض کنیم حل شدن ماده‌ی جامد در آب نه گرما زا و نه گرماگیر باشد، پس از افزودن ماده‌ی جامد تمام یخ ذوب می‌شود و دمای مجموعه کم‌تر از $0^\circ C$ و بیش‌تر از $\theta_.$ خواهد بود، این دما را θ_1 می‌نامیم. حال اگر فرآیند حل شدن ماده‌ی جامد گرمازا باشد دمای نهایی مجموعه بیش‌تر از θ_1 و اگر حل شدن ماده‌ی جامد گرما گیر باشد، دمای نهایی مجموعه کم‌تر از θ_1 خواهدبود و در هر دو حالت دمای مجموعه می‌تواند کم‌تر از $0^\circ C$ باشد.

حالت دوم: افزودن ماده‌ی جامد سبب ذوب شدن بخشی از یخ می‌شود، در این حالت اگر فرض کنیم حل شدن ماده‌ی جامد نه گرما زا و نه گرما گیر باشد، پس از افزودن ماده‌ی جامدx درصد یخ ذوب شده و دمای مجموعه $\theta_.$ می‌باشد. حال اگر فرآیند حل شدن ماده‌ی جامد گرما زا باشد، بیش از x درصد یخ و اگرحل شدن ماده‌ی جامد گرماگیر باشد کم‌تر از x درصد یخ ذوب خواهد شد و دمای مجموعه هم‌چنان $\theta_.$ یعنی کم‌تر از صفر درجه می‌باشد. یعنی در هر صورت دمای مجموعه از $0^\circ C$ کم‌تر است و نمی‌توان به گرما زا یا گرما گیر بودن حل‌شدن ماده‌ی جامد پی برد.

۱۹۷ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. اگر کلفتی لایه‌ی یخ δ و کلفتی لایه‌ی آب زیر یخ Δ باشد و در شرایط تعادلی ثابت شوند، به این معناست که آهنگ ورود گرما از کف استخر که دمای بیش‌تری دارد و برابر $+4^\circ C$ است ، با آهنگ خروج گرما از سطح یخ که دمای کم‌تری دارد و برابر $-0^\circ C$ است یکسان می‌باشد. پس در این شارش گرما، گرمایی در مجموعه اضافه یا کم نمی‌شود وسبب کاهش یا افزایش ضخامت یخ یا افزایش یا کاهش ضخامت آب نمی‌شود.

چون آهنگ ورود گرما و خروج گرما با هم برابر است، باید آهنگ شارش گرما از آب و یخ نیز یکسان باشد. می‌دانیم که گرمای شارش از یک ماده با سطح A، ضخامت l و رسانندگی گرمایی K، هنگامی‌که اختلاف دمای طرفین آن $|\Delta\theta|$ است، در مدت زمان t برابر Q می‌باشد و رابطه‌ی مقابل بین این کمیت‌ها برقرار می‌باشد.

$$Q=\frac{KA|\Delta\theta|t}{l}$$

بنابراین آهنگ شارش گرما به صورت زیر قابل محاسبه و بیان است.

$$P=\frac{Q}{t}\rightarrow P=\frac{\frac{KA|\Delta\theta|t}{l}}{t}\rightarrow P=\frac{KA|\Delta\theta|}{l}$$

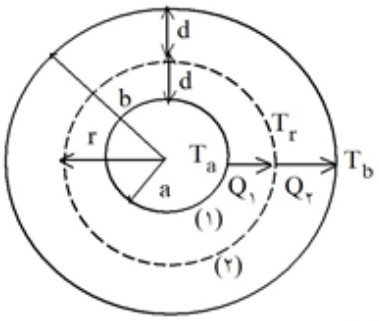
بنابراین آهنگ شارش گرما را برای لایه‌ی یخ و لایه‌ی آب از رابطه‌ی بالا به دست می‌آوریم و با هم برابر قرار می‌دهیم. توجه کنیم که در این‌جا سطح یخ و آب که در شارش گرما سهیم هستند با هم برابر است زیرا انتقال گرما عمدتاً از سطح بالایی یخ و کف استخر انجام می‌شود.

$$P_{\text{لایه‌ی آب}}=\frac{KA|0-4|}{\Delta}=\frac{4KA}{\Delta}$$

$$P_{\text{لایه‌یخ}}=\frac{kA|-\theta-0|}{\delta}=\frac{\theta kA}{\delta}$$

$$\rightarrow P_{\text{آب}}=P_{\text{یخ}}\rightarrow\frac{4KA}{\Delta}=\frac{\theta kA}{\delta}\rightarrow\frac{\delta}{\Delta}=\frac{\theta k}{4K}$$

۱۹۸ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. مطابق شکل زیر پوسته‌ی استوانه‌ای شکل با شعاع داخلی a و شعاع خارجی b ، توسط استوانه‌ای فرضی به شعاع r به دو استوانه با ضخامت یکسان d تقسیم می‌شود.



باتوجه به این‌که دمای سطح داخلی از دمای سطح خارجی بیش‌تر است $(T_b < T_a)$ شارش گرما از داخل استوانه به خارج استوانه انجام می‌شود. چون T_a و T_b ثابت هستند، یعنی مجموعه از نظر شارش گرما به تعادل رسیده است و دمای تمام لایه‌های فرضی استوانه مانند لایه‌ی رسم شده به شعاع r ثابت می‌باشد، به این نتیجه می‌رسیم که آهنگ شارش گرما از دو استوانه‌ی(۱)، به شعاع داخلی a و شعاع خارجی r و استوانه‌ی (۲) به شعاع داخلی r و شعاع خارجی b با هم برابر هستند.

گرمای شارش شده از طریق رسانش گرمایی جسمی به ضخامت l، سطح مقطع A، رسانندگی گرمایی K، در مدت زمان t هنگامی‌که اختلاف دمای طرفین سطح مقطع آن $|\Delta\theta|$ است برابر Q است . مقدار Q از رابطه‌ی زیر قابل محاسبه است. $P = \frac{Q}{t} = \frac{KA\,|\Delta\theta|}{l}$: آهنگ شارش گرما $\rightarrow Q = \frac{KA\,|\Delta\theta|t}{l}$

در این‌جا دواستوانه‌ی (۱) و (۲) دارای ضخامت‌های یکسان و برابر d و چون از یک جنس نیز هستند دارای رسانندگی گرمایی مساوی و برابر K هستند، پس آهنگ شارش گرما در این دو استوانه برابر است با:

آهنگ شارش گرما از استوانه‌ی (۱): $P_1 = \frac{KA_1\,|\Delta\theta_1|}{d}$

آهنگ شارش گرما از استوانه‌ی (۲): $P_2 = \frac{KA_2\,|\Delta\theta_2|}{d}$

مقدارهای $|\Delta\theta_1|$ و $|\Delta\theta_2|$ به ترتیب برابر $|\Delta\theta_1| = T_a - T_r$ و $|\Delta\theta_2| = T_r - T_b$ می‌باشند. از طرفی چون شعاع متوسط استوانه‌ی (۱) از شعاع متوسط استوانه‌ی (۲) کوچک‌تر است، پس مساحت متوسط دیواره‌ی جانبی استوانه‌ی (۱) یعنی A_1 نیز از مساحت متوسط دیواره‌ی جانبی استوانه‌ی (۲) یعنی A_2 کوچک‌تر است. بنابراین $A_1 < A_2$ است.

در حالت تعادل آهنگ شارش گرما از دو استوانه با هم برابر می‌شود. پس می‌توانیم بنویسیم:

$$P_1 = P_2 \rightarrow \frac{KA_1\,|\Delta\theta_1|}{d} = \frac{KA_2\,|\Delta\theta_2|}{d} \rightarrow A_1\,|\Delta\theta_1| = A_2\,|\Delta\theta_2| \quad و \quad A_1 < A_2$$

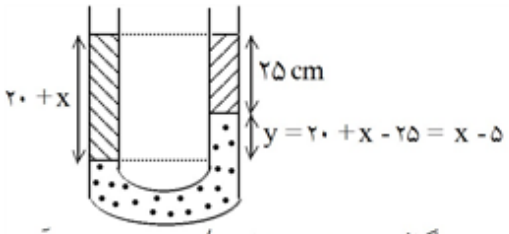
$$\rightarrow |\Delta\theta_1| > |\Delta\theta_2| \rightarrow T_a - T_r > T_r - T_b \rightarrow T_a + T_b > 2T_r \rightarrow T_r < \frac{T_a + T_b}{2}$$

۱۹۹ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$Q_{Cu} = Q_{Fe} \Rightarrow \frac{۴۰۰ \times A \times (۲۰ - ۰) \times t}{l_{Cu}} = \frac{۸۰ \times A \times (۱۰۰ - ۲۰) \times t}{l_{Fe}}$$

$$\frac{l_{Fe}}{l_{Cu}} = \frac{۸۰ \times ۸۰}{۴۰۰ \times ۲۰} = \frac{۴}{۵}$$

۲۰۰ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.



اگر ستون اضافه شده به آب را x فرض کنیم، ارتفاع مایع‌های مختلف به‌صورت مقابل خواهد شد.

$$\rho_{آب} \times (۲۰+x) = \rho_{روغن} \times ۲۵ + \rho_{جیوه} \times (x-۵)$$

اگر از وضعیت تعادل شکل، معادله‌ی $\rho_{آب} \times ۲۰ = \rho_{روغن} \times ۲۵$ را بنویسیم، چگالی روغن مقدار ۰/۸ به‌دست می‌آید:

$$۱ \times (۲۰+x) = ۰/۸ \times ۲۵ + ۱۳/۶ \times (x-۵) \Rightarrow ۲۰+x = ۲۰ + ۱۳/۶x - ۶۸ \Rightarrow ۱۲/۶x = ۶۸ \Rightarrow x = ۵/۴۴\,cm$$

۲۰۱ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$\rho = \frac{M}{V} \rightarrow M = \rho V = \rho Ah$$

$$\begin{matrix} \text{جرم آب} = m = \rho Ah \\ \text{جرم جیوه} = ۴m = \rho' Ah' \end{matrix} \rightarrow \frac{m}{۴m} = \frac{\rho Ah}{\rho' Ah'} \rightarrow \frac{۱}{۴} = \frac{\rho h}{\rho' h'} \rightarrow ۴\rho h = \rho' h' \rightarrow ۴ \times ۱ \times h = ۱۳/۶h' \rightarrow h = ۳/۴h'$$

$$h + h' = ۴۴ \rightarrow ۳/۴h' + h' = ۴۴ \rightarrow h' = ۱۰cm = \text{ارتفاع جیوه} \rightarrow \text{ارتفاع آب} = h = ۳/۴ \times ۱۰ = ۳۴cm$$

$$\text{کل مایع ها} P = \rho gh + \rho' gh' \rightarrow P = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۳۴ + ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۱ \rightarrow P = ۳۴۰۰ + ۱۳۶۰۰ = ۱۷۰۰Pa = ۱۷kl$$

۲۰۲ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$K_1 = 10\,J$ $\quad \frac{K_2}{K_1} = \frac{\frac{1}{2}mV_2^2}{\frac{1}{2}mV_1^2} \Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \Rightarrow$

$K_2 = 40\,J$

$V_2 = V_1 + 2 \quad \frac{40}{10} = \left(\frac{V_1+2}{V_1}\right)^2 \Rightarrow 4 = \left(\frac{V_1+2}{V_1}\right)^2 \Rightarrow \xrightarrow{\text{جذر می گیریم}} 2 = \frac{V_1+2}{V_1} \Rightarrow$

$2V_1 = V_1 + 2 \rightarrow 2V_1 - V_1 = 2 \Rightarrow V_1 = 2\,\frac{m}{s}$

راه حل دیگر:

۱) $K_2 = 4K_1 \xrightarrow{\text{ثابت } \frac{1}{2}\times m} V_2 = 2V_1$ $\qquad$ ۱,۲ $\Rightarrow V_1 + 2 = 2V_1 \Rightarrow V_1 = 2\,\frac{m}{s}$

۲) $V_2 = V_1 + 2$

نکته‌ی درسی: با توجه به رابطه‌ی $K = \frac{1}{2}mV^2$ و ثابت بودن جرم، تغییرات سرعت و انرژی جنبشی به هم وابسته‌اند به طوریکه:

ثابت m : $V_2 = nV_1 \rightarrow K_2 = n^2K_1$

$K_2 = nK_1 \rightarrow V_2 = \sqrt{n}V_1$

۲۰۳ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$U_2 = \frac{80}{100}U_1$

$U_2 = \frac{4}{5}U_1$

$mg(h - 10) = \frac{4}{5}mgh$

$h - 10 = \frac{4}{5}h \Rightarrow h = 50\,m$

۲۰۴ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$m_B = 9m_A \Rightarrow V_B = V_A - 10 \Rightarrow K_A = K_B \Rightarrow \frac{1}{2}m_AV_A^2 = \frac{1}{2}m_BV_B^2$

$m_A V_A^2 = 9m_A \times (V_A - 10)^2 \Rightarrow V_A = 3(V_A - 10) \Rightarrow 3V_A - 30 = V_A$

$\Rightarrow 2V_A = 30 \Rightarrow V_A = 15\,\frac{m}{s}$

۲۰۵ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

گرمایی که ۴kg آب ۲۰ درجه می‌دهد تا به دمای صفر برسد $= mc\Delta\theta = ۴ \times c \times ۲۰ = ۸۰c$

پس گرمای لازم برای ذوب یک کیلوگرم یخ صفر درجه برابر $۸۰c$ است.

گرمایی که ۶ کیلوگرم آب ۳۰ درجه می‌تواند بدهد $= mc\Delta\theta = ۶ \times c \times ۳۰ = ۱۸۰c$

$$\text{جرم یخ ذوب شده} = \frac{۱۸۰c}{۸۰c} = ۲/۲۵kg$$

پس ۲/۲۵ کیلوگرم از یخ ذوب شده و تبدیل به آب شده است. در نتیجه: $\text{جرم آب} = ۶ + ۲/۲۵ = ۸/۲۵kg$

۲۰۶ گزینه ۴ پاسخ است.

گرمایی که یخ می‌گیرد = گرمایی که آب از دست می‌دهد.

$$mc(۷۰ - ۳۹) = ۱ \times \frac{c}{۲} \times ۱۰ + ۱ \times ۸۰c + ۱ \times c \times (۳۹ - ۰)$$

آب صفر درجه گرم می شود — یخ ذوب می شود — یخ تا صفر درجه گرم می شود

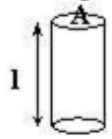
$$۳۱m = ۵ + ۸۰ + ۳۹$$

$$۳۱m = ۱۲۴ \Rightarrow m = ۴kg$$

۲۰۷ گزینه ۴ پاسخ است.

در این‌جا باید با دو رابطه $\Delta l = l_۱\alpha\Delta\theta$, $Q = mc\Delta\theta$ کار کنیم.

اولاً توجه می‌کنیم که میله‌ها هم جنسند پس جرم آن‌ها در یک دما متناسب با حجم آن‌هاست، یعنی میله‌ای که حجم بیش‌تری دارد ، جرم بیش‌تری نیز دارد.



توجه داریم که $A = \frac{\pi d^۲}{۴}$ یعنی سطح مقطع میله دوم $(۳)^۲$برابرسطح مقطع میله اول است.

$$V = Al \Rightarrow V_۲ = \frac{(۳)^۲}{۲} \times V_۱ \Rightarrow V_۲ = \frac{۹}{۲}V_۱ \xrightarrow{V \propto m} m_۲ = \frac{۹}{۲}m_۱$$

$$Q = mc\Delta\theta \xrightarrow[Q_۱ = Q_۲ \,,\, c_۱ = c_۲]{m_۲ = \frac{۹}{۲}m_۱} \Delta\theta_۲ = \frac{۲}{۹}\Delta\theta_۱$$

افزایش دمای میله دوم $\frac{۲}{۹}$ افزایش دمای میله اول است.

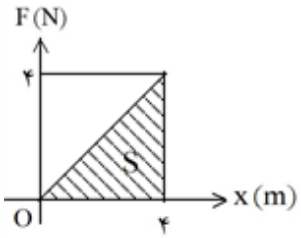
$$\Delta l_۲ = l_۱\alpha\Delta\theta_۱$$

طول اولیه میله دوم $\frac{۱}{۲}$ برابر میله اولی و $\Delta\theta$ آن $\frac{۲}{۹}$برابر اولی است پس:

$$\Delta l_۲ = l_۲\alpha\Delta\theta_۲ = \frac{۱}{۲}l_۱\alpha\left(\frac{۲}{۹}\Delta\theta_۱\right) = \frac{۱}{۹}\Delta l_۱$$

$$\Delta l_۲ = \frac{۱}{۹} \times ۳ = \frac{۱}{۳}cm$$

۲۰۸ گزینه ۱ پاسخ است. قضیه کار - انرژی جنبشی:



$$W = \frac{۱}{۲}mV^{۲} - \frac{۱}{۲}mV_{۰}^{۲}$$

$$W = \frac{FX}{۲} = \frac{۴ \times ۴}{۲} = ۸$$

نکته: سطح زیر نمودار $(F-x)$ برابر مقدار کار است. $\left(W = \int F.dx\right)$

$$\left.\begin{array}{l} K_{۰} = ۰ \\ W = K - K_{۰} \end{array}\right\} \Rightarrow W = K \Rightarrow ۸ = \frac{۱}{۲} \times ۱ \times V^{۲} \Rightarrow V = ۴\frac{m}{s}$$

۲۰۹ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$\Delta x_{۱} = x_{۱} = \frac{۱}{۲}at^{۲} = \frac{۱}{۲}a$ جابه جایی در ثانیه اول

$x_{۲} = \frac{۱}{۲}a(۲)^{۲} = ۲a$ جابه جایی در ۲ ثانیه اول

$x_{۳} = \frac{۱}{۲}a(۳)^{۲} = \frac{۹}{۲}a$ جابه جایی در ۳ ثانیه اول

$\Rightarrow \Delta x_{۳} = x_{۳} - x_{۲} = \frac{۹}{۲}a - ۲a = \frac{۵}{۲}a$ جابه جایی در ثانیه سوم

$$W = F.\Delta x \Rightarrow \frac{W_{۳}}{W_{۱}} = \frac{\Delta x_{۳}}{\Delta x_{۱}} = \frac{\frac{۵}{۲}a}{\frac{۱}{۲}a} = ۵$$

۲۱۰ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

W_f: کار نیروی اصطکاک در هر مسیر است.

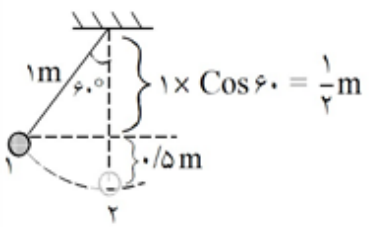
$$\frac{۱}{۲}mV^{۲}_{۱} + ۲W_f = \frac{۱}{۲}mV^{۲}_{۲}$$

$$۵۰m + ۲W_f = ۱۸m \Rightarrow W_f = -۱۶m$$

$$\frac{۱}{۲}mV^{۲}_{۱} + W_f = mgh$$

$$۵۰m - ۱۶m = ۱۰mh \Rightarrow h = ۳/۴m$$

۲۱۱ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.



$۱ \times \cos ۶۰ = \frac{۱}{۲}m$

$$E_{۲} - E_{۱} = W_f$$

$$\frac{۱}{۲}mV^{۲}_{۲} - mgh_{۱} = W_f \Rightarrow \frac{۱}{۲} \times \frac{۲}{۱۰} \times ۹ - \frac{۲}{۱۰} \times ۱۰ \times ۰/۵ = W_f$$

$$\Rightarrow W_f = ۰/۱\,J$$

۲۱۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$Q_۱ = Q_۲ \Rightarrow \cancel{m_A} C_A \Delta\theta_A = \cancel{m_B} C_B \Delta\theta_B$$

$$C_A \times ۱۰ = C_B \times ۲۵ \Rightarrow \frac{C_A}{C_B} = \frac{۵}{۲}$$

۲۱۳ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$Q = ۴۰۰ \times ۶۰ = ۲۴۰۰۰J$$

$$Q = mC\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = ۱۵ - ۱۰ \Rightarrow ۲۴۰۰۰ = ۲ \times C \times ۵ \Rightarrow C = ۲۴۰۰ \frac{J}{kg^\circ C}$$

۲۱۴ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$\frac{۱}{۲} mv_۱^۲ = mgh \quad (۱)$$

$$\frac{۱}{۲} mv_۲^۲ = mg(۲h) \quad (۲)$$

از تقسیم ۲ و ۱ :

$$\frac{\cancel{mg(۲h)}}{\cancel{mgh}} = \frac{\frac{۱}{۲} mv_۲^۲}{\frac{۱}{۲} mv_۱^۲} \Rightarrow ۲ = \left(\frac{v_۲}{v_۱}\right)^۲ \Rightarrow \frac{v_۲}{۱۰} = \sqrt{۲} \Rightarrow v_۲ = ۱۰\sqrt{۲}\frac{m}{s}$$

۲۱۵ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در نقطه‌ی C بر طبق پایستگی انرژی:

$$K_۱ = U_۲ + K_۲$$

$$K_۱ = ۲K_۲ \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ = ۲\,\frac{۱}{۲}mv_۲^۲ \Rightarrow ۱۶ = ۲V_۲^۲ \Rightarrow V_۲^۲ = ۸ \Rightarrow V_۲ = ۲\sqrt{۲}\,m/s$$

۲۱۶ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. انرژی که در کل مسیر h از دست می‌دهد. (W_f) برابر است با:

m	J
۱	۲

$$\Rightarrow W_f = ۲h$$

h	W_f

$$mgh - \frac{۱}{۲}mv^۲ = ۲h \Rightarrow ۲ \times ۱۰h - ۳۶ = ۲h \Rightarrow h = ۲m$$

۲۱۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. دمای اولیه گاز را $\theta_۱$ (بر حسب سلسیوس) فرض کنیم، می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} \theta_۲ = ۳\theta_۱ \\ V_۲ = ۱/۵V_۱ \end{cases} \Rightarrow \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{T_۲}{T_۱} \Rightarrow ۱/۵ = \frac{۲۷۳ + ۳\theta_۱}{۲۷۳ + \theta_۱} \Rightarrow \theta_۱ = ۹۱^\circ C$$

۲۱۸ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. وقتی جسم ساکن تحت تأثیر نیروی ثابتی قرار گیرد، با شتاب ثابت بر خط راست حرکت خواهد کرد.

$$\vec{F}=m\vec{a}\Rightarrow\vec{a}=\frac{\vec{F}}{m}\Rightarrow\frac{d\vec{V}}{dt}=\frac{\vec{F}}{m}\Rightarrow\vec{V}=\frac{\vec{F}}{m}t+\vec{V}_{\circ}\xrightarrow{\vec{V}_{\circ}=\vec{0}}\vec{V}=\frac{\vec{F}}{m}t=\frac{t}{m}\vec{F}$$

بنابراین جسم در جهت نیروی وارد شده با شتاب ثابت حرکت می‌کند. $\Delta x=\frac{1}{2}at^2+V_{\circ}t=\frac{1}{2}at^2$

جابجایی در ثانیه اول : $t=1s\Rightarrow\Delta x_1=\frac{1}{2}a$

جابجایی تا ثانیه چهارم : $t=4s\Rightarrow\Delta x_4=\frac{1}{2}a\times16$

جابجایی تا ثانیه پنجم : $t=5s\Rightarrow\Delta x_5=\frac{1}{2}a\times25$

جابجایی در ثانیه پنجم : $d_5=\Delta x_5-\Delta x_4=\frac{1}{2}a(25-16)=\frac{1}{2}a\times9$

$$\frac{W_5}{W_1}=\frac{F\times d_5}{F\times d_1}=\frac{d_5}{d_1}=\frac{\frac{1}{2}a\times9}{\frac{1}{2}a}=9$$

۲۱۹ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

با استفاده از قضیه‌ی کار- انرژی. سرعت دو جسم در تمام لحظات یکسان و جا به جایی هر دو ۰/۸ متر است. با توجه به نمودار نیروهای وارد بر اجسام و قضیه‌ی کار- انرژی:

$$\left.\begin{array}{l}M_1:\ W_{M_1g}+W_T=\Delta K_1=K_1-0\Rightarrow M_1g\Delta x+(-T\Delta x)=10\\ M_2:\ W_{M_2g}+W_{N_2}+W_T=\Delta K_2=K_2-0\Rightarrow 0+0+T\Delta x=\frac{1}{2}M_2V^2\end{array}\right\}\Rightarrow$$

$$M_1g\Delta x=10+\frac{1}{2}M_2V^2\Rightarrow5\times10\times0/8=10+\frac{1}{2}M_2\times4\Rightarrow M_2=15kg$$

۲۲۰ $K_1=\frac{1}{2}mV_1^2\Rightarrow100=\frac{1}{2}\times m\times10^2\Rightarrow m=2kg$

طبق قضیه ی کار - انرژی، کل کار انجام شده روی جسم (کاری که برآیند نیروهای وارد بر جسم روی جسم انجام می‌دهد)، با تغییر انرژی جنبشی جسم برابر است، بنابراین داریم:

$$W=\Delta K=K_2-K_1=\frac{1}{2}mV_2^2-\frac{1}{2}mV_1^2=\frac{1}{2}\times2\times(-20)^2-100=300J$$

توجه کنید که انرژی جنبشی جسم همواره مثبت است ($K=\frac{1}{2}mV^2$) بنابراین گزینه ی ۳ پاسخ صحیح است.

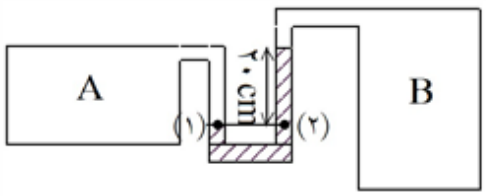
۲۲۱ از آنجا که تنها نیروی وارد بر جسم، نیروی پایستار وزن جسم است، طبق قضیه ی پایستگی انرژی مکانیکی، انرژی مکانیکی (مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل) جسم در طی حرکت ثابت است. بنابراین حداقل انرژی جنبشی جسم مربوط به لحظه‌ای است که انرژی پتانسیل جسم بیشترین مقدار است. انرژی پتانسیل جسم، انرژی پتانسیل گرانشی ($U_g = mgh$) است. پس وقتی انرژی پتانسیل جسم بیشترین مقدار است که ارتفاع جسم بیشترین مقدار باشد، یعنی در نقطه ی اوج پرتابه وزن، یک نیروی قائم است، بنابراین مؤلفه ی افقی شتاب پرتابه صفر است و در نتیجه سرعت افقی پرتابه ثابت و برابر مقدار اولیه است. در نقطه ی اوج، سرعت پرتابه افقی است و مؤلفه قائم سرعت پرتابه صفر است بنابراین در نقطه ی اوج داریم:

$$V_y = ۰ \Rightarrow V = V_x = V_۰ \cos\alpha = ۲۰ \times \cos ۶۰^\circ = ۱۰ \, m/s$$

$$K = \frac{۱}{۲}mV^۲ = \frac{۱}{۲}\frac{W}{g} \times V^۲ = \frac{۱}{۲} \times \frac{۵}{۱۰} \times ۱۰۰ = ۲۵J$$

بنابراین گزینه ی ۳ پاسخ صحیح است.

۲۲۲ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.



فشار در نقطه‌ی (۱) همان فشار گاز A است و فشار در نقطه‌ی (۲)، فشار حاصل از ارتفاع ۲۰ cm آب و فشار گاز است. لذا:

$$P_۱ = P_۲ \Rightarrow P_A = \rho gh + P_B \Rightarrow$$

$$P_A - P_B = \rho gh = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۲ = ۲۰۰۰ \, Pa$$

۲۲۳ چون اصطکاک نداریم، لذا انرژی مکانیکی بقا دارد پس انرژی جنبشی جسم A و B بر اثر پایین آمدن جسم A می‌باشد. پس تغییر انرژی پتانسیل جسم A به انرژی جنبشی مجموعه تبدیل شده است:

$$\Delta U_A = K_A + K_B$$

$$\Rightarrow m_A \times g \times ۱/۲ = ۲ + K_B \Rightarrow K_B = ۱۲ - ۲ = ۱۰ \, J$$

حال برای تعیین m_B سرعت جسم B که با سرعت جسم A برابر است را نیاز داریم پس با توجه به انرژی جنبشی جسم A داریم:

$$K_A = \frac{۱}{۲}m_A V^۲ \Rightarrow V^۲ = \frac{۲K_A}{m_A} = ۴$$

بنابراین برای جسم B نیز داریم:

$$K_B = \frac{۱}{۲}m_B V^۲ \Rightarrow m_B = \frac{۲K_B}{V^۲} = \frac{۲ \times ۱۰}{۴} = ۵kg$$

بنابراین گزینه ی ۱ پاسخ صحیح است.

۲۲۴ در این مسئله طبق منگنه آبی داریم: $\frac{f}{a}=\frac{F}{A}$

با فرض a به عنوان سطح آزاد مایع و A به عنوان سطح کف ظرف، اگر حالت اولیه را بدین صورت بنویسیم:

$$\frac{f_۱}{a}=\frac{F_۱}{A}\Rightarrow f_۱=\frac{a}{A}F_۱$$

و در حالت جدید با افزایش نیروی وارد بر مقطع کوچک از $f_۱$ به $f_۲$ ، نیروی وارد بر کف ظرف از $F_۱$ به $F_۲$ تبدیل می‌شود داریم:

$$\frac{f_۲}{a}=\frac{F_۲}{A}\Rightarrow f_۲=\frac{a}{A}F_۲\Rightarrow f_۲-f_۱=\frac{a}{A}(F_۲-F_۱)\Rightarrow f_۲-f_۱=\frac{۱}{۲۰}(۱۶)\frac{۴}{۵}=۰/۸N$$

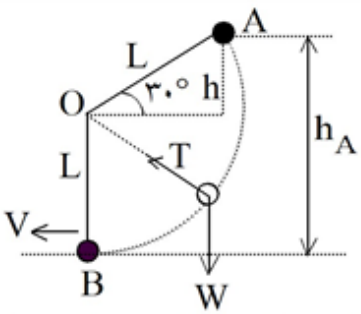
که اختلاف نیرو در مقطع کوچک، همان وزن مایعی است که باید افزوده شود.

راه‌حل دوم:

$$\Delta F=W\times\frac{A}{a}\Rightarrow ۱۶=W\times ۲۰\rightarrow W=۰/۸\ N$$

بنابراین گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۲۲۵ در هر نقطه ی دلخواه از مسیر حرکت که قسمتی از یک دایره به شعاع L و مرکز O است، علاوه بر نیروی وزن (W) نیروی کشش T نیز بر وزنه ی m اعمال می‌شود، ولی چون نیروی کشش T که از طرف میله ی سبک به وزنه ی m اعمال می‌شود، همواره بر مسیر حرکت عمود است، کاری روی وزنه انجام نمی‌دهد. پس تنها نیرویی که روی وزنه کار انجام می‌دهد، نیروی پایستار وزن (W) است و در نتیجه انرژی مکانیکی وزنه پایسته می‌ماند.



$$E_A=E_B\Rightarrow K_A+U_A=K_B+U_B\Rightarrow \frac{۱}{۲}mV_A^۲+mgh_A=\frac{۱}{۲}mV_B^۲+mgh_B\quad (I)$$

از آنجا که وزنه از نقطه ی A رها می‌شود، پس داریم: $(V_A=۰\,m/s)$ و نیز برای h_A داریم:

$$h_A=L+h=L+L\,Sin\,۳۰=L+\frac{L}{۲}=\frac{۳}{۲}L$$

و همچنین در نقطه ی B داریم:

$$V_B=V\ ,\ h_B=۰\,m$$

پس خواهیم داشت:

$$(I):\ ۰+mg\times\frac{۳}{۲}L=\frac{۱}{۲}mV^۲+۰\Rightarrow V^۲=۳gL\Rightarrow V=\sqrt{۳gL}$$

بنابراین گزینه ی ۲ پاسخ صحیح سوال است.

۲۲۶ اگر جرم آب را $m_۱$ و جرم اولیهٔ یخ را $m_۲$ در نظر بگیریم، مجموعشان مقدار ثابتی است یعنی: $m_۱+m_۲=۳۰۰$

از طرفی با استفاده از تبادل گرمایی داریم:

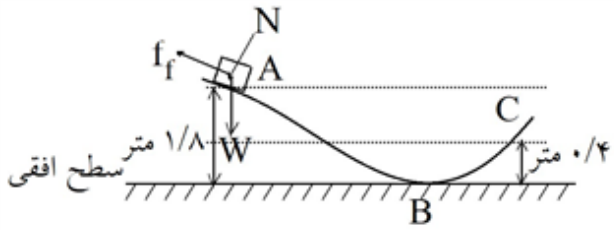
$$(m_۱c\Delta\theta)_{\text{آب ۴۰ درجه}}=m_۲L_f\Rightarrow ۴۰m_۱=۸۰m_۲\Rightarrow m_۱=۲m_۲$$

در نتیجه:

$$\left.\begin{matrix}m_۱+m_۲=۳۰۰\,gr\\ m_۱=۲m_۲\end{matrix}\right\}\Rightarrow\left\{\begin{matrix}m_۲=۱۰۰\,gr\\ m_۱=۲۰۰\,gr\end{matrix}\right.$$

بنابراین گزینهٔ ۳ پاسخ صحیح است.

۲۲۷ طبق قانون کار و انرژی جنبشی، برآیند کار انجام شده بر روی جسم برابر با تغییرات انرژی جنبشی جسم است، پس:



$$\sum W = K_2 - K_1 \Rightarrow W_{f_f} + W_N + W_W = K_2$$

چون عکس‌العمل سطح عمود بر مسیر حرکت است، پس $W_N = 0$ است. اما کار نیروی وزن نیز مستقل از مسیر حرکت بوده و فقط به اختلاف ارتفاع جسم در دو حالت ربط دارد. از طرفی چون نیروی اصطکاک همواره خلاف جهت حرکت است، پس کار منفی انجام می‌دهد. بنابراین:

$$-۳/۲ + ۰ + mgh = K_2 \Rightarrow K_2 = -۳/۲ + ۰/۴ \times ۱۰ \times ۱/۴ = ۲/۴\,J$$

بنابراین گزینه ی ۳ پاسخ درست است.

۲۲۸ نیرو بر خلاف جهت حرکت شخص می‌باشد، پس طبق قانون دوم نیوتن، شتاب حاصل از آن برابر است با:

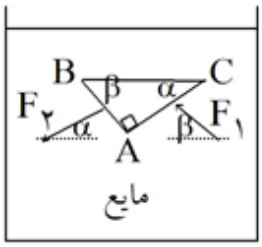
$$a = \frac{F}{m} = \frac{-۲/۵}{۴} m/s^2$$

از طرفی، انرژی جنبشی برابر با $K = \frac{۱}{۲}mV^2$ است. پس در نهایت اندازه ی سرعت شخص باید با اندازه ی سرعت اولیه ی آن برابر باشد تا دارای همان مقدار انرژی جنبشی شود. جهت سرعت بر خلاف جهت قبلی است. یعنی:

$$V = -V_0 \Rightarrow at + V_0 = -V_0 \Rightarrow t = \frac{-۲V_0}{a} = \frac{-۲ \times ۱۰}{\frac{-۲/۵}{۴}} = ۳۲\,s$$

لذا گزینه ی ۱ پاسخ صحیح است.

۲۲۹ منشور در مایع در حال تعادل است، پس مجموع نیروهای وارد بر منشور در جهت افقی برابر با صفر است. پس:



$$\left.\begin{array}{l} F_1 \cos\alpha = F_2 \cos\beta \\ \alpha+\beta=\frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\beta = \sin\alpha \end{array}\right\} \Rightarrow F_1\cos\alpha = F_2\sin\alpha \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \tan\alpha$$

اگر S_{BC} و S_{AC} و S_{AB} به ترتیب مساحت وجوه BC و AC و AB باشد. داریم:

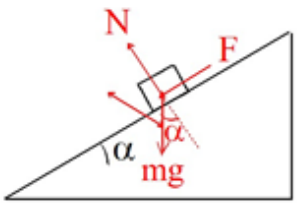
$$\left.\begin{array}{l} S_{AC}=S_{BC}.\cos\beta=S_{BC}\sin\alpha \\ S_{AB}=S_{BC}.\cos\alpha \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{S_{AC}}{S_{AB}}=\tan\alpha \Rightarrow \frac{S_{AC}}{S_{AB}}=\frac{F_1}{F_2} \Rightarrow \frac{F_1}{S_{AC}}=\frac{F_2}{S_{AB}} \Rightarrow P_1=P_2$$

از طرفی طبق شکل $\alpha > \beta$ است و از آنجا که $\alpha+\beta=90^\circ$ است، پس $\alpha > 45^\circ$ یعنی $\tan\alpha > 1$ می‌باشد. لذا $\frac{F_1}{F_2} > 1$ است و درنتیجه $F_1 > F_2$ می‌باشد.

روش دوم: می‌دانیم در مایعی به جرم حجمی ρ و در نقطه‌ای به ارتفاع h از سطح مایع، فشار مایع برابر ρgh است. بنابراین در نقاط هم سطح روی دو وجه AC و AB فشار یکسان از طرف مایع وارد می‌شود. پس بر دو وجه AC و AB فشار یکسان است $(P_1=P_2)$. از طرفی فشار برابر با حاصل تقسیم نیرو بر مساحتی است که نیرو بر آن اعمال می‌شود. پس $\frac{F_1}{S_{AC}}=\frac{F_2}{S_{AB}}$ و چون با توجه به شکل $S_{AC} > S_{AB}$ است، پس $F_1 > F_2$ می‌باشد.

لذا گزینهٔ ۴ پاسخ درست است.

۲۳۰ چون اتومبیل با سرعت ثابت حرکت می‌کند پس طبق عکس قانون اول نیوتن برآیند نیروهای وارد بر آن صفر می‌شود. بنابراین داریم:



$$\left.\begin{array}{l} N = mg\cos\alpha \\ F = f + mg\sin\alpha \\ f=\frac{1}{5}F \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{4}{5}F = mg\sin\alpha \Rightarrow F=\frac{5}{4}mg\sin\alpha \Rightarrow$$

$$F=\frac{5}{4}\times 1200\times 10\times\frac{1}{2}=7500\,N$$

چون سرعت اتومبیل $10\ m/s$ است پس در هر ثانیه ۱۰ متر حرکت می‌کند پس کار موتور در هر ثانیه برابر است با:

$$W = F.d = 7500\times 10 = 75000\,J$$

و چون این کار به ازای واحد زمان است، پس همان توان موتور می‌باشد. پس:

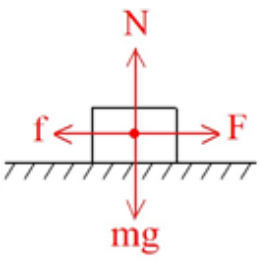
$$P = 75000\ \text{وات} \Rightarrow P = 75kW$$

بنابراین گزینه ی ۴ صحیح است.

راه دوم:

$$P = F.V \Rightarrow P = 75000\times 10 = 75000\ \text{وات} = 75kW$$

۲۳۱ برای محاسبه سرعت جسم می‌توان از رابطه مستقل از زمان استفاده نمود. ولی ابتدا شتاب جسم را بدست می‌آوریم. طبق شکل و قانون دوم نیوتن داریم:



$$\left.\begin{matrix} N = mg \\ F - f = ma \end{matrix}\right\} \Rightarrow F - \mu N = ma \Rightarrow F - \mu mg = ma \Rightarrow a = \frac{F - \mu mg}{m} \Rightarrow$$

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow v = \sqrt{2a\Delta x} = \sqrt{2 \times \frac{F - \mu mg}{m} \times d} \Rightarrow$$

$$v = \sqrt{\frac{2(F - \mu mg)d}{m}}$$

بنابراین گزینه ی ۴ صحیح است.

۲۳۲ با استفاده از قضیه کار و انرژی داریم:

$$\Delta E = -W_f \Rightarrow (U_C + K_C) - (U_A + K_A) = -(W_f) \Rightarrow$$
$$(mgh_C + K_C) - (mgh_A + K_A) = -W_f \Rightarrow (3/2 + K_C) - (8 + 0/2) = 1/5 \Rightarrow K_C = 6/5\ J$$

پس گزینه ی ۲ صحیح است.

۲۳۳ نیروهایی که ثابت هستند (هم از نظر جهت و هم از نظر اندازه)، پایستار نیز می‌باشند، بنابراین کار انجام شده توسط آن‌ها به مسیر بستگی ندارد و برای هر سه مسیر یکسان است.

به تعبیر دیگر، اگر فرض کنیم نیروی $\vec{F}$ بر جسم وارد شود و آن را به اندازه‌ی $\vec{\Delta r}$ جابه‌جا کند، کار انجام شده توسط آن برابر با $|\vec{F}| \times |\vec{\Delta r}| \times \cos\theta$ است که θ زاویه ی بین $\vec{F}$ و $\vec{\Delta r}$ می‌باشد. از سوی دیگر $|\vec{\Delta r}| \times \cos\theta$ برابر با تصویر جابه‌جایی در راستای نیرو است. از آن‌جا که جهت نیرو ثابت است، پس مجموع تصاویر $\vec{\Delta r}$ ها از A تا B مقداری ثابت است و از آن‌جا که مقدار نیروی $\vec{F}$ نیز ثابت است، مجموع کار انجام شده توسط نیروی $\vec{F}$ روی $\vec{\Delta r}$ ها و در نتیجه کار انجام شده توسط نیروی $\vec{F}$ از A تا B روی هر مسیر دلخواهی ثابت است. لذا گزینه‌ی ۳ پاسخ درست است.

۲۳۴ با توجه به اینکه انرژی جنبشی جسم در ابتدا و انتهای حرکت یکسان است، پس:

$$k_1 = k_2 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 \Rightarrow \begin{cases} v_1 = v_0 \Rightarrow \text{غ ق ق (در ابتدای زمان اعمال نیرو)} \\ v_1 = -v_0 = -6\ m/s \end{cases}$$

طبق قانون دوم نیوتن $F = ma \Rightarrow -3 = 5 \times a \Rightarrow a = -0/6\ m/s^2$

$$\left.\begin{matrix} v = at + v_0 \Rightarrow v = -0/6t + 6\ m/s \\ v_1 = -v_0 = -6\ m/s \end{matrix}\right\} \Rightarrow -6 = -0/6t + 6 \Rightarrow t = 20\ s$$

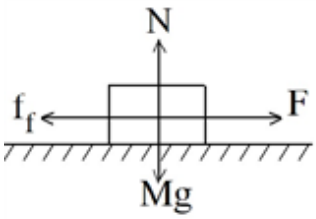
بنابراین گزینه ی ۴ پاسخ صحیح است.

۲۳۵ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. بخشی انرژی مکانیکی اولیه گلوله، در طی مسیر، تلف شده است و بقیه به صورت انرژی مکانیکی ثانویه باقی می‌ماند لذا:

$$\left.\begin{array}{l} E_1 = E_2 + W_{(\text{انرژی تلف شده در مسیر})} \Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2 + W \\ U_1 = U_2 \ (\text{انرژی پتانسیل ثابت مانده است}) \end{array}\right\} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{2}mV_1^2 = \frac{1}{2}mV_2^2 + 2/2 \Rightarrow \frac{V_1^2}{20} = \frac{10^2}{20} + 2/2 \Rightarrow V_1^2 = 100 + 44 = 144 \Rightarrow V_1 = 12 \ m/s$$

۲۳۶ جسم در راستای عمودی حرکتی ندارد، پس: $N = Mg \Rightarrow f_f = \mu N = \mu Mg$

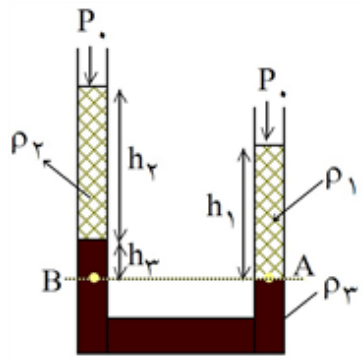


طبق قانون کار و انرژی، کل کار نیروهای وارد بر جسم برابر با تغییرات انرژی جنبشی جسم است. نیروی وزن و عکس‌العمل سطح چون بر مسیر حرکت عمودند، کاری روی جسم انجام نمی‌دهند. پس تنها نیروی F و نیروی اصطکاک کار انجام می‌دهد. لذا:

$$W = K_2 - K_1 \Rightarrow (F - f_f) \times x = K_2 - 0 \Rightarrow K_2 = (F - \mu Mg)x$$

بنابراین گزینه ی ۳ پاسخ درست است.

۲۳۷ می‌دانیم با توجه به آنکه فشار در تمام نقاط واقع در یک سطح از مایع مقداری یکسان است، بنابراین فشار در نقاط A و B یکسان است. پس:

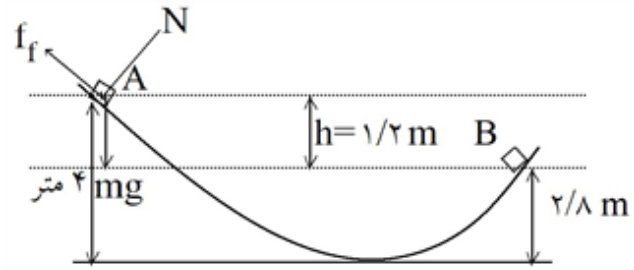


$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_1 g h_1 + P_0 = \rho_2 g h_2 + \rho_3 g h_3 + P_0 \Rightarrow$$

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 + \rho_3 h_3 \Rightarrow \rho_1 h_1 > \rho_2 h_2$$

بنابراین گزینهٔ ۴ پاسخ درست است.

۲۳۸ طبق قضیه ی کار و انرژی جنبشی، کار انجام شده توسط برآیند نیروهای وارد بر جسم برابر با تغییرات انرژی جنبشی جسم است. در هر لحظه بر جسم سه نیرو وارد می‌شود. نیروی عکس‌العمل سطح، همواره بر مسیر حرکت عمود است، لذا کاری روی جسم انجام نمی‌دهد. کار نیروی وزن مستقل از مسیر حرکت بوده و اندازه ی آن برابر با mgh می‌باشد که h اختلاف ارتفاع جسم است. بنابراین:



$$W_{f_f} + W_W + W_N = K_2 - K_1$$

$$W_{f_f} + mgh = 0 - 0 \Rightarrow W_{f_f} = -mgh = -4 \times 1/2 = -4/8 J$$

بنابراین گزینه ی ۲ پاسخ درست است.

۲۳۹ طبق قضیه ی کار و انرژی، کار برآیند نیروهای وارد بر جسم برابر با تغییرات انرژی جنبشی جسم است. برجسم سه نیرو وارد می‌شود. نیروی وزن و عکس‌العمل سطح هر دو عمود بر مسیر حرکتند، پس کاری روی جسم انجام نمی‌دهند. تنها نیروی اصطکاک است که کار انجام می‌دهد و چون جهت آن همواره برخلاف جهت حرکت است، کار انجام شده توسط آن منفی است. سرعت جسم از V_0 به $V_0 - 5$ رسیده است، پس:

$$W = \Delta K \Rightarrow W_f = \frac{1}{2}m(V_0 - 5)^2 - \frac{1}{2}mV_0^2 \Rightarrow -45 = \frac{1}{2}\times 2 \times (V_0 - 5)^2 - \frac{1}{2}\times 2 \times V_0^2 \Rightarrow$$

$$(V_0 - 5)^2 - V_0^2 = -45 \Rightarrow (V_0 - 5 - V_0)(V_0 - 5 + V_0) = -45 \Rightarrow -5(2V_0 - 5) = -45 \Rightarrow$$

$$2V_0 - 5 = 9 \Rightarrow 2V_0 = 14 \Rightarrow V_0 = 7\ m/s$$

بنابراین گزینه ی ۲ پاسخ صحیح است.

۲۴۰ طبق قضیه ی کار و انرژی، کار برآیند نیروهای وارد بر جسم برابر با تغییرات انرژی جنبشی است. بر جسم سه نیروی عمود بر سطح، وزن و نیروی اصطکاک اثر می‌کند. پس:

$$\Sigma W = K_2 - K_1 \Rightarrow W_{mg} + W_{\text{اصطکاک}} + W_N = \frac{1}{2}mV_B^2 + \frac{1}{2}mV_A^2$$

چون همواره نیروی عمود بر سطح بر مسیر حرکت عمود است، کاری روی جسم انجام نمی‌دهد. پس:

$$mgh + W_f + 0 = \frac{1}{2}mV_B^2 + 0 \Rightarrow 1\times 10 \times 0/4 + W_f = \frac{1}{2}\times 1 \times 2^2 \Rightarrow 4 + W_f = 2 \Rightarrow W_f = -2J$$

بنابراین گزینه ی ۴ پاسخ صحیح است.

۲۴۱ در ابتدا گرماسنج محتوی آب $22^\circ C$ بوده پس دمای خودش هم $22^\circ C$ بوده است. بنابراین گرماسنج و آب درون آن در تعادل گرمایی $2^\circ C$ کاهش دما داشته‌اند. اگر ظرفیت گرمایی گرماسنج را C فرض کنیم، مقدار انرژی گرمایی که ۷۵۰ گرم آب داخل گرماسنج و خود گرماسنج از دست می‌دهد تا دمایشان از $22^\circ C$ به $20^\circ C$ برسد برابر است با:

$$Q_1 = C\Delta\theta + mc\Delta\theta = C\times 2 + 750 \times 1 \times 2 = 1500 + 2C \text{ کالری}$$

۲۰ گرم یخ صفر درجه تبدیل به آب $20^\circ C$ شده، پس ابتدا تمام یخ ذوب شده و سپس ۲۰ گرم آب صفر درجه تبدیل به آب $20^\circ C$ شده است. مقدار گرمایی که احتیاج دارد برابر است با:

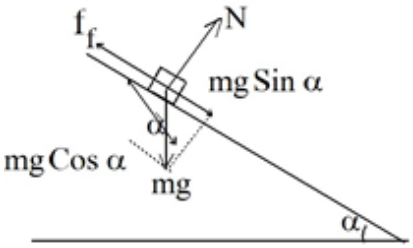
$$Q_2 = m'L_f + m'c(20 - 0) = 20\times 80 + 20\times 1\times 20 = 1600 + 400 = 2000\ cal$$

گرمای داده شده با گرفته شده برابر است، پس:

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow 1500 + 2C = 2000 \Rightarrow C = \frac{500}{2} = 250\ cal/^\circ C$$

بنابراین گزینهٔ ۲ پاسخ صحیح است.

۲۴۲ سرعت جسم ثابت است، پس شتاب باید برابر با صفر باشد. درنتیجه برآیند نیروهای وارد بر جسم در راستای حرکت باید صفر باشد. با توجه به شکل:



$$mg\,Sin\,\alpha - f_f = ۰ \Rightarrow f_f = ۲ \times ۱۰ \times Sin\,۳۰ = ۱۰\,N$$

مقدار جابجایی جسم در هر ثانیه: $\Delta x = V \times ۱ = ۲\,m$

نیروی اصطکاک باعث تولید گرما می‌شود. پس مقدار کار انجام شده توسط نیرو اصطکاک در هر ثانیه، برابر با مقدار گرمای تولید شده در هر ثانیه است.

$$Q = W_{f_f} = f_f \times \Delta x = -۱۰ \times ۲ = -۲۰\,J$$

بنابراین گزینه ی ۴ پاسخ صحیح است.

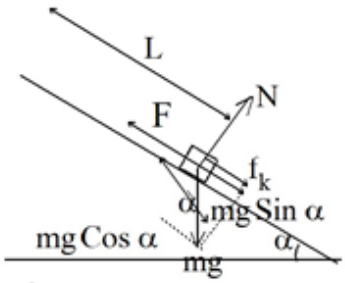
۲۴۳ طبق قضیه ی کار و انرژی، کار برآیند نیروهای خارجی برابر با تغییرات انرژی جنبشی جسم است.

$$\Delta K = K_۲ - K_۱ = \frac{۱}{۲}m V_۲^۲ - \frac{۱}{۲}m V_۱^۲ = \frac{۱}{۲}m\left((V_۱ + \Delta V)^۲ - V_۱^۲\right) \Rightarrow$$

$$\Delta K = \frac{۱}{۲}m\left(۲V_۱\Delta V + \Delta V^۲\right) = \frac{۱}{۲}m\Delta V^۲ + mV_۱\Delta V = ۴۰۰۰۰ + mV_۱\Delta V$$

چون V و ΔV هر دو مثبت هستند، پس افزایش انرژی جنبشی جسم بیشتر از ۴۰۰۰۰ ژول بوده است. پس گزینه ی ۲ پاسخ صحیح است.

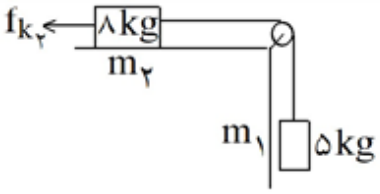
۲۴۴ طبق قضیه‌ی کار و انرژی، کل کار نیروهای خارجی برابر است با تغییرات انرژی جنبشی جسم. فرض کنیم که کار انجام شده توسط نیروی محرک (F)، W_F و کار انجام شده توسط نیروی اصطکاک، W_k ، کار انجام شده توسط نیروی وزن، W_g و کار انجام شده توسط نیروی عکس‌العمل سطح، W_N باشد. چون نیروی عکس‌العمل سطح، عمود بر مسیر حرکت است، پس $W_N = ۰$ است. از طرفی، کار نیروی وزن برابر با $-mg\Delta h$ است که $\Delta h = L\,Sin\,\alpha$ است، زاویه ی نیروی وزن با جهت حرکت بیشتر از ۹۰° است، پس مقدار آن منفی است (با در نظر گرفتن این که فقط مولفه ی موازی سطح نیروی وزن، کار انجام می‌دهد، همین نتیجه حاصل می‌شد). از طرفی کار نیروی اصطکاک منفی (زیرا زاویه ی آن با مسیر حرکت ۱۸۰° است) و مقدار آن $-f_K \times L$ است. پس:



$$\left.\begin{array}{l} \Delta K = \sum W \Rightarrow \Delta K = W_N + W_g + W_k + W_F \\ W_k = -f_k \times L = -\mu N \times L = -\mu\,mg\,L\,Cos\,\theta \end{array}\right\} \Rightarrow W_F = W_k + W_g + \Delta K \Rightarrow$$

$$W_F = \mu mg\,Cos\,\theta + Lmg\,Sin\,\theta + \Delta K \Rightarrow W_F = Lmg(Sin\,\theta + \mu\,Cos\,\theta) + \Delta K$$

چون $\Delta K \geq ۰$ است، پس حداقل مقدار W_F زمانی بدست می‌آید که $\Delta K = ۰$ باشد (یعنی سرعت جسم در انتها و ابتدای مسیر برابر باشد) که در این صورت $W_F = Lmg(Sin\,\theta + \mu\,Cos\,\theta)$ می‌باشد. پس گزینه ی ۱ پاسخ صحیح است.



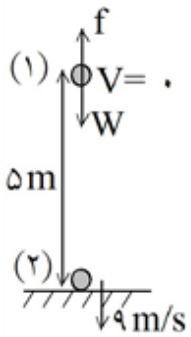
۲۴۵ راه حل اول: طبق قضیه ی کار و انرژی، کل کار نیروهای خارجی برابر با تغییرات انرژی جنبشی جسم است. با توجه به سوال، تغییرات انرژی جنبشی مجموعه برابر با ۸۰ ژول است و در این مدت، نیروی وزن m_1 کار W_1 و نیروی f_{k_2}، کار W_2 را انجام داده‌اند (نیروی وزن m_2 و نیروی عمود بر سطح، عمود بر مسیر حرکت هستند).

$$\left.\begin{matrix} W_1 = m_1 g \times h = ۵۰ \times ۲ = ۱۰۰\,J \\ W_1 + W_2 = ۸۰\,J \end{matrix}\right\} \Rightarrow W_2 = ۸۰ - ۱۰۰ = -۲۰\,J$$

بنابراین کار نیروی اصطکاک برابر با ۲۰- ژول است و گزینه ی ۲ پاسخ صحیح است.

راه حل دوم: با استفاده از نیروهای وارد بر جسم، می‌توان شتاب حرکت مجموعه را محاسبه نمود و در مدت حرکت داده شده، کار نیروی اصطکاک را بدست آورد.

۲۴۶ طبق قضیه ی کار و انرژی، برآیند کار کل نیروهای وارد بر جسم برابر با تغییرات انرژی جنبشی جسم است، پس:



$$\left.\begin{matrix} \sum W = K_2 - K_1 \Rightarrow W_W + W_f = K_2 - K_1 \\ \text{وزن جسم}: W = mg = ۱۰\,N \end{matrix}\right\} \Rightarrow$$

$$۱۰ \times ۵ + W_F = \frac{۱}{۲}(۱)(۹)^۲ - \frac{۱}{۲}(۱)(۰) \Rightarrow W_F = ۴۰/۵ - ۵۰ = -۹/۵j$$

مقدار کار بدست آمده برابر با کار مقاومت هوا است که انرژی مکانیکی جسم را به اندازه‌ی ۹/۵j کاهش داده است. بنابراین گزینه ی ۳ پاسخ صحیح است.

۲۴۷ جرم دو مایع برابر است لذا می‌توان نوشت:

$$m = m' \Rightarrow \rho v = \rho' v \Rightarrow \rho A h = \rho' A h' \Rightarrow ۱ \times h = ۱۳/۶\,h' \Rightarrow h = ۱۳/۶h'$$

(h و h' ارتفاعهای دو مایع و A سطح مقطع مخزن است.)

از طرفی داریم $h + h' = ۷۳$ بنابراین نتیجه می‌شود که $h' = ۵cm$ و $h = ۶۸cm$ برای محاسبه فشار حاصل از وزن مایع بر حسب سانتیمتر جیوه کافیست که ارتفاع مقداری از جیوه را پیدا کنیم که فشار حاصل از وزن آن برابر فشارحاصل از وزن این مایع است. پس برای ۶۸ سانتی‌متر آب می‌توان نوشت:

$$p = p' \Rightarrow \rho gh = \rho'' gh'' \Rightarrow ۱ \times ۶۸ = ۱۳/۶\,h'' \Rightarrow h'' = ۵\ cm$$

بنابراین فشار حاصل از دو مایع برابر است با:

$$h' + h'' = ۵ + ۵ = ۱۰\ cm\ Hg$$

پس گزینه ۲ جواب صحیح است.

۲۴۸ طبق قانون عمومی گازها داریم:

$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}\Rightarrow\frac{1\times V_1}{10+273}=\frac{2V_2}{20+273}\Rightarrow\frac{V_1}{283}=\frac{2V_2}{293}\Rightarrow V_2=\frac{293}{2\times283}V_1$$

با توجه به رابطه فوق می‌توان گفت که:

$$\frac{V_1}{2}<V_2<V_1\Rightarrow\frac{2}{V_1}>\frac{1}{V_2}>\frac{1}{V_1}$$

با توجه به رابطه $\rho=\frac{m}{V}$ و ثابت ماندن جرم گاز:

$$\frac{2m}{V_1}>\frac{m}{V_2}>\frac{m}{V_1}\Rightarrow 2\rho_1>\rho_2>\rho_1$$

بنابراین چگالی گاز زیاد شده است ولی دو برابر نشده است. پس گزینه ۳ جواب صحیح است.

۲۴۹ چون بر جسم،هم نیروی پایستار وزن و هم نیروی غیرپایستار مقاومت هوا وارد می‌شود، تغییر انرژی مکانیکی برابر با کار نیروی غیرپایستار است، بنابراین:

$$W''=E_2-E_1=(K_2+U_2)-(K_1+U_1)=(K_2-K_1)+(U_2-U_1)$$

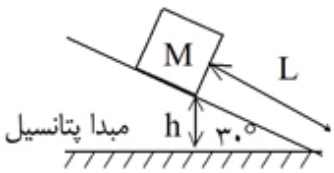
تنها نیروی غیر پایستاری که بر جسم اثر می‌کند، نیروی مقاومت هوا (f) است. پس:

$$W_f=25+(-40)\Rightarrow -f.h=-15\Rightarrow f=\frac{15}{h}=\frac{15}{6}=2/5N$$

پس گزینه ۱ صحیح است.

۲۵۰ کار نیروهای غیر پایستار برابر تغییر انرژی مکانیکی جسم است. نیروهای غیر پایستار وارد بر جسم نیروی عمودی سطح و نیروی اصطکاک هستند. کار نیروی عمودی سطح بعلت عمود بودن بر حرکت برابر صفر است. پس کار نیروی اصطکاک در طول حرکت برابر تغییر انرژی مکانیکی جسم است.

$$W_f=E_2-E_1=K_2+U_2-K_1-U_1$$



$$-f.L=0+mgh-\frac{1}{2}mv^2-0$$

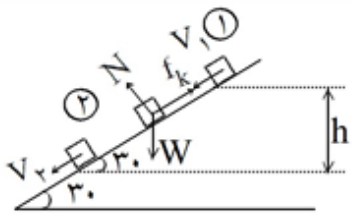
$$-f.L=mgL\sin 30-\frac{1}{2}mv^2$$

$$f=\frac{1}{4}mg\Rightarrow\frac{1}{4}mgL=mgL\times\frac{1}{2}-\frac{1}{2}mv^2\Rightarrow\frac{1}{2}v^2=\frac{1}{4}gL\Rightarrow v=\sqrt{\frac{gL}{2}}$$

$$v=\sqrt{\frac{2gL}{4}}=\frac{1}{2}\sqrt{2gL}$$

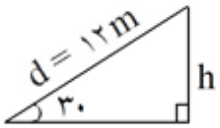
پس گزینه ی ۲ جواب صحیح است.

۲۵۱ در طول حرکت سه نیرو بر جسم وارد می‌شود. نیروی پایستار وزن (W) و نیروهای غیرپایستار اصطکاک (f_k) و عمودی سطح (N) که چون بر مسیر حرکت عمود است، کاری روی جسم انجام نمی‌دهد و تنها نیروی غیرپایستاری که روی جسم کار انجام می‌دهد نیروی اصطکاک (f_k) می‌باشد.



در وضعیت ① داریم:

$$\begin{cases} k_1 = \frac{1}{2}mV_1^2 = \frac{1}{2}\times 2\times 5^2 = 25J \\ U_1 = mgh = 2\times 10\times 6 = 120J \end{cases} \Rightarrow E_1 = k_1 + U_1 = 145J$$



$h = d\,Sin\,30 = 12\times\frac{1}{2} = 6m$

توجه کنید که داریم:

در وضعیت ② داریم:

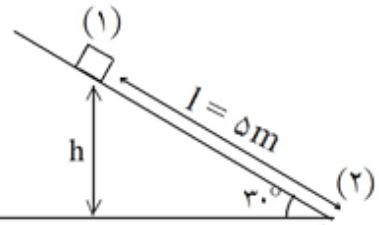
$$\begin{cases} k_2 = \frac{1}{2}mV_2^2 = \frac{1}{2}\times 2\times 8^2 = 64J \\ U_2 = 0J \end{cases} \Rightarrow E_2 = k_2 + U_2 = 64J$$

$$W'' = W_{f_x} = E_2 - E_1 = 64 - 145 = -81J$$

بنابراین گزینه ی ۱ صحیح است.

توجه کنید مبنای انرژی پتانسیل گرانشی را وضعیت ② جسم در نظر گرفته‌ایم.

۲۵۲ راه حل اول:



$h = l\sin ۳۰ = ۵\times\frac{۱}{۲} = \frac{۵}{۲}m$

کار نیروی غیرپایستار وارد بر جسم برابر با تغییرات انرژی مکانیکی آن جسم است. بنابراین می‌توان نوشت:

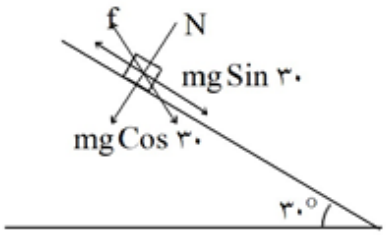
$$W_f = E_۱ - E_۲ = (K_۱ + U_۱) - (K_۲ + U_۲)$$

$$W_f = (۰ + mgh) - \left(\frac{۱}{۲}mV^۲ + ۰\right) \Rightarrow$$

$$W_f = ۰/۲\times ۱۰\times\frac{۵}{۲} - \frac{۱}{۲}\times ۰/۲\times ۲۵ = -۲/۵J$$

بنابراین گزینه ی ۲ پاسخ صحیح است.

راه حل دوم:



$$V^۲ - V_۰^۲ = ۲a\Delta x \Rightarrow ۵^۲ - ۰ = ۲a\times ۵ \Rightarrow a = ۲/۵m/s^۲$$

$$\left.\begin{array}{l} f = \mu N = \mu mg\cos ۳۰ \\ mg\sin ۳۰ - f = ma \end{array}\right\} \Rightarrow mg\sin ۳۰ - \mu mg\cos ۳۰ = ma \Rightarrow$$

$$۱۰\times\frac{۱}{۲} - \mu\times ۱۰\times\frac{\sqrt{۳}}{۲} = \frac{۵}{۲} \Rightarrow \mu = \frac{۱}{۲\sqrt{۳}}$$

$$f = \mu mg\cos ۳۰ = \frac{۱}{۲\sqrt{۳}}\times ۰/۲\times ۱۰\times\frac{\sqrt{۳}}{۲} = \frac{۱}{۲}\text{ نیوتن}$$

$$W_f = -f.\Delta x = -\frac{۱}{۲}\times ۵ = -۲/۵J$$

بنابراین گزینه ی ۲ پاسخ صحیح است.

۲۵۳ وقتی پیستون در حال تعادل باشد نیروی وارده بر دو طرف آن با هم برابر است بنابراین فشار داخل با مجموع فشار هوای بیرون و فشار حاصل از وزن جسم با هم برابرند و چون مجموع فشار هوای خارج با فشار حاصل از وزن قطعه مقدار ثابتی است بنابراین فشار داخل ثابت خواهد ماند پس:

$$\frac{V_۱}{T_۱} = \frac{V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{۲۴\times A}{۲۷ + ۲۷۳} = \frac{h\times A}{۱۲۷ + ۲۷۳} \Rightarrow h = ۳۲cm \Rightarrow \Delta h = ۳۲ - ۲۴ = ۸cm$$

که در آن A سطح مقطع پیستون و h ارتفاع حالت جدید است. پس گزینه ۲ جواب صحیح است.

۲۵۴ با توجه به قانون عمومی گازهای کامل داریم : $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$ که در آن P_1 و V_1 ، فشار و حجم گاز در دمای T_1 و P_2 و V_2 ، فشار و حجم گاز در دمای T_2 است. با توجه به اینکه فشار گاز ثابت است $(P_1 = P_2)$:

$$\left.\begin{array}{l} \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \\ T_1 = ۰ + ۲۷۳ = ۲۷۳ \\ T_2 = ۲۷ + ۲۷۳ = ۳۰۰ \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{V_1}{۲۷۳} = \frac{V_2}{۳۰۰} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{۲۷۳}{۳۰۰} \quad (I)$$

طبق تعریف، چگالی بصورت $\rho = \frac{m}{V}$ محاسبه می‌شود و چون جرم گاز در دو دما ثابت است پس :

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{\frac{m}{V_2}}{\frac{m}{V_1}} \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{V_1}{V_2} \quad (II)$$

$$(I)\,,\,(II) \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_2} = \frac{۲۷۳}{۳۰۰} = ۰/۹۱ \Rightarrow \rho_2 = ۰/۹۱\rho_1 \Rightarrow \rho_2 - \rho_1 = \rho_1 - ۰/۹۱\rho_1 = ۰/۰۹\rho_1$$

بنابراین جرم‌حجمی گاز به اندازهٔ ۰/۰۹ مقدار اولیه کاهش یافته و گزینهٔ ۱ پاسخ صحیح است.

۲۵۵ این گاز در فشار ۵ جو دارای ۴۰ لیتر حجم است. اگر فشار ۳ اتمسفر باشد حجم این گاز برابر است با:

$$P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow ۵ \times ۴۰ = ۳ \times V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{۲۰۰}{۳} \text{ لیتر}$$

بنابراین حالا که مقداری از گاز خارج شده و فشار به ۳ جو رسیده است، حجم گاز بیرون رفته برابر $۴۰ - \frac{۲۰۰}{۳} = \frac{۸۰}{۳} \text{lit}$ خواهد بود. این گاز دارای فشار ۳ جو است. اگر فشار ۱ جو شود حجم این گاز برابر خواهد بود با:

$$P'_1V'_1 = P'_2V'_2 \Rightarrow \frac{۸۰}{۳} \times ۳ = ۱ \times V'_2 \Rightarrow V'_2 = ۸۰ \text{ lit}$$

بنابراین گزینه ۲ جواب صحیح است.

۲۵۶ دمای تعادل مخلوط آب و یخ صفر درجه سلسیوس است بنابراین در این تبادل گرمایی یخ ۱۰- درجه سلسیوس گرما می گیرد و به یخ صفر درجه تبدیل می شود و مقداری از آب صفر درجه سلسیوس با از دست دادن گرما به یخ صفر درجه سلسیوس تبدیل می شود.

۸۰ گرم یخ ۱۰- درجه سلسیوس $\xrightarrow{Q_1}$ ۸۰ گرم یخ صفر درجه سلسیوس

m گرم آب صفر درجه سلسیوس $\xrightarrow{Q_1}$ m گرم یخ صفر درجه سلسیوس

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow mc\Delta\theta = mL_f \Rightarrow ۸۰ \times \frac{۱}{۲} \times ۱۰ = m \times ۸۰ \Rightarrow m = ۵gr$$

بنابراین ۵ گرم بر جرم یخ افزوده می شود و گزینه ۱ صحیح است.

۲۵۷ وقتی فشار یا دمای گاز تغییر می‌کند جرم آن ثابت می‌ماند پس:

$$m_1 = m_2 \Rightarrow \rho_1 V_1 = \rho_2 V_2 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \quad (۱)$$

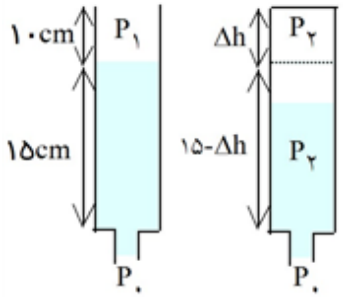
طبق قانون عمومی گازهای کامل داریم:

$$\frac{(P_1 V_1)}{T_1} = \frac{(P_2 V_2)}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{(P_2 T_1)}{(P_1 T_2)} \quad (۲)$$

$$(۱)\ ,\ (۲) \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{(P_2 T_1)}{(P_1 T_2)} \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{(۲P_1 T_1)}{\left(P_1 \frac{T_1}{۲}\right)} \Rightarrow \rho_2 = ۴\rho$$

پس گزینه ۴ جواب صحیح است.

۲۵۸ اگر سطح مقطع لوله را A فرض کنیم :



$$\begin{cases} P_1 = P_0 = 75\,cmHg = 13/6 \times g \times 75\,N/cm^2 \\ V_1 = 10A \end{cases}$$

$$P_2 + P_3 = P_0 \Rightarrow P_2 = 75 \times g \times 13/6 - 1 \times (15 - \Delta h)$$

$$\begin{cases} P_2 = (75 \times 13/6 - 15 + \Delta h)g\,(N/cm^2) \\ V_2 = (10 + \Delta h)A \end{cases}$$

چون دما ثابت مانده لذا می‌توان نوشت:

$$P_1V_1 = P_1V_1 \Rightarrow 13/6 \times 6 \times 75 \times g \times 10A = (75 \times 13/6 - 15 + \Delta h)(10 + \Delta h)Ag$$

$$\Rightarrow (\Delta h)^2 + 1015\Delta h = 150$$

اگر از $(\Delta h)^2$ که بسیار کوچک است در مقابل Δh صرفنظر کنیم داریم :

$$1015\Delta h = 150 \Rightarrow \Delta h = 0/14cm = 1/4mm$$

بنابراین گزینه ۳ جواب صحیح است.

۲۵۹ اگر در دمای T_1 فشار گاز کاملی P_1 و جرم حجمی آن ρ_1 باشد و در دمای T_2 فشار آن P_2 و جرم حجمی آن ρ_2 باشد طبق قانون عمومی گازهای کامل داریم:

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2T_1}{P_1T_2} \quad (I)$$

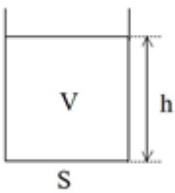
در این تغییر دما، جرم گاز ثابت می‌ماند یعنی:

$$m_1 = m_2 \Rightarrow \rho_1V_1 = \rho_2V_2 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \quad (II)$$

$$(I), (II) \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{P_2T_1}{P_1T_2}$$

بنابراین چگالی گاز با فشار گاز نسبت مستقیم و با دمای مطلق آن نسبت عکس دارد و گزینه ۲ جواب صحیح است.

۲۶۰ از آنجا که ضریب انبساط ظرف ناچیز فرض شده است، بنابراین با تغییر دما، مساحت قاعده ظرف (S) تغییری نمی‌کند. با کاهش دمای آب، حجم آن (V) کاهش خواهد یافت و با توجه به رابطه $h = \frac{V}{S}$ و در نظر گرفتن اینکه سطح S با تغییر دما تغییر نمی‌کند، نتیجه می‌گیریم که ارتفاع آب کم می‌شود. از آنجا که جرم آب با تغییر دما تغییر نمی‌کند، وزن آب نیز در اثر تغییر دما ثابت خواهد ماند. بنابراین نیروی وارد بر کف ظرف استوانه ای (وزن آب) تغییر نمی‌کند. با توجه به رابطه $P = \frac{F}{S}$ نتیجه می‌گیریم که فشار وارد بر کف ظرف نیز در اثر تغییر دما ثابت می‌ماند بنابراین گزینه ۱ صحیح است.



۲۶۱ فرض کنید بخواهیم ۴ لیتر هوا با فشار ۵ اتمسفر را بدون تغییر دما به فشار ۳ اتمسفر برسانیم :

$$P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow ۴\times۵ = ۳V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{۲۰}{۳}\ Lit$$

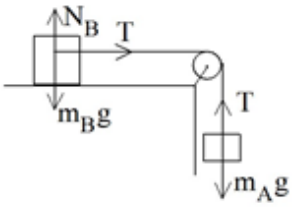
در نتیجه $\frac{۲۰}{۳}$ لیتر هوا با فشار ۳ اتمسفر خواهیم داشت. در مخزن ۴ لیتر هوا با فشار ۳ اتمسفر مانده است، بنابراین هوای خارج شده $\left(۴ - \frac{۲۰}{۳}\right)$ لیتر هوای ۳ اتمسفر است. مسئله حجم هوای خارج شده از مخزن در فشار یک اتمسفر را می‌خواهد. پس:

$$P_1 = ۳\ atm\ ,\ V_1 = \frac{۲۰}{۳} - ۴ = \frac{۸}{۳}\ Lit\ ,\ P_2 = ۱\ atm$$

$$P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{\left(۳\times\frac{۸}{۳}\right)}{۱} \Rightarrow V_2 = ۸\ Lit$$

بنابراین گزینه ۲ صحیح است.

۲۶۲ جابجایی هر دو جسم $d = ۲\ m$ است. تنها نیرویی که روی جسم B کار انجام می‌دهد، نیروی کشش نخ است. بنابراین طبق قضیه ی کار و انرژی داریم :



$$W_B = W_T = T.d = \Delta K_B = K_B - ۰$$

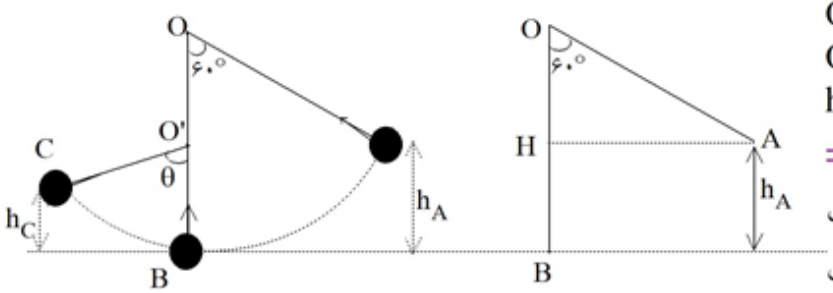
بر روی جسم A دو نیرو کار انجام می‌دهند. در نتیجه :

$$W_A = W_T + W_{m_Ag} = -T.d + m_Agd = \Delta K_A = K_A - ۰$$

$$\left.\begin{matrix} T.d = K_B \\ -T.d + m_A.gd = K_A \end{matrix}\right\} \Rightarrow K_A + K_B = m_Agd = ۰/۲\times۱۰\times۲ \Rightarrow K_A + K_B = ۴\ J$$

بنابراین گزینه ی ۳ صحیح است.

۲۶۳



$$OA = OB = ۱\ m$$
$$OH = OA\cos ۶۰ = ۰/۵\ m$$
$$h_A = HB = OB - OH = ۱ - ۰/۵$$
$$\Rightarrow h_A = ۰/۵\ m$$

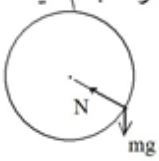
در طی حرکت دو نیرو بر گلوله آونگ وارد می‌شود، وزن گلوله و نیروی کشش نخ. از آنجا که نیروی کشش نخ همواره بر مسیر حرکت عمود است، کاری روی گلوله انجام نمی‌دهد. پس تنها نیرویی که روی گلوله کار انجام می‌دهد، نیروی وزن گلوله است که نیرویی پایستار است. پس انرژی مکانیکی جسم پایسته است.

$$\left.\begin{matrix} U_A = mgh_A \\ K_A = ۰J \end{matrix}\right\} \Rightarrow E_A = mgh_A\ ,\ \left.\begin{matrix} U_C = mgh_C \\ K_C = ۰J \end{matrix}\right\} \Rightarrow E_C = mgh_C$$

$$\left.\begin{matrix} E_A = E_C \Rightarrow mgh_A = mgh_C \Rightarrow h_C = h_A = ۰/۵\ m \\ O'B = OB - OO' = ۱ - ۰/۵ \Rightarrow O'B = ۰/۵\ m \end{matrix}\right\} \Rightarrow O'B = h_C \Rightarrow \theta = ۹۰^\circ$$

بنابراین گزینه ی ۳ صحیح است.

۲۶۴ در طول حرکت نیروهای وارد بر جسم عبارتند از : وزن جسم و نیروی عکس العمل حلقه. نیروی عکس العمل حلقه چون بر مسیر حرکت عمود است، کاری روی جسم انجام نمی‌دهد. پس تنها نیرویی که روی جسم کار انجام میدهد نیروی وزن جسم است و در نتیجه انرژی مکانیکی جسم ثابت می ماند.



فرض کنیم گلوله حداکثر تا نقطه ای بالا رود که ارتفاع آن از سطحی که نقطه A قرار دارد برابر h باشد. می دانیم در آن نقطه سرعت جسم صفر است.

$$\left.\begin{matrix} k_A = \frac{1}{2}mV^2 \\ U_A = 0\ J \end{matrix}\right\} \Rightarrow E_A = k_A + U_A = \frac{1}{2}mV^2 \Rightarrow E_A = \frac{1}{2}m \times 2gr = mgr$$

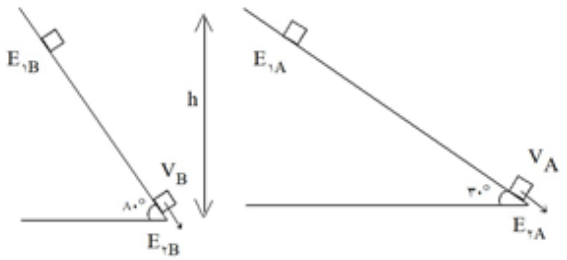
در نقطه انتهای حرکت $\left.\begin{matrix} k = 0\ J \\ U = mgh \end{matrix}\right\} \Rightarrow E = k + U = mgh$

و از دو عبارت فوق خواهیم داشت:

$$E_A = E \Rightarrow mgr = mgh \Rightarrow h = r$$

نقطه انتهای حرکت در ارتفاع r از نقطه A قرار دارد، یعنی نقطه C پس گزینه ی ۲ صحیح است.

۲۶۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. راه حل اول:
چون سطوح بدون اصطکاک هستند انرژی مکانیکی هر یک از اجسام A و B پایسته خواهد بود.



$$E_{1A} = E_{2A} \Rightarrow K_{1A} + U_{1A} = K_{2A} + U_{2A} \Rightarrow 0 + m_A gh = \frac{1}{2} m_A V_A^2 + 0$$

$$\Rightarrow gh = \frac{1}{2} V_A^2 \quad (1)$$

$$E_{1B} = E_{2B} \Rightarrow K_{1B} + U_{1B} = K_{2B} + U_{2B} \Rightarrow 0 + m_B gh = \frac{1}{2} m_B V_B^2 + 0$$

$$\Rightarrow gh = \frac{1}{2} V_B^2 \quad (2)$$

$$(1),(2) \Rightarrow V_A = V_B \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = 1$$

راه حل دوم :

شتاب روی سطح شیبدار بدون اصطکاک برابر $g.\sin\alpha$ می‌باشد. جابه‌جایی برای هر یک از دو جسم از رابطه $\Delta x = \frac{h}{\sin\alpha}$ بدست می آید. چون $V_{1A} = V_{1B} = 0$ بنابراین سرعت برای هر دو جسم در لحظه رسیدن به زمین از رابطه $V^2 = 2a.\Delta x$ بدست می آید و با توجه به اندازه شتاب و جابجایی داریم :

$$V^2 = 2g\sin\alpha \cdot \frac{h}{\sin\alpha} = 2gh \Rightarrow V = \sqrt{2gh} \Rightarrow \begin{cases} V_A = \sqrt{2gh} \\ V_B = \sqrt{2gh} \end{cases}$$

$$\Rightarrow V_A = V_B \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = 1$$

پاسخنامه کلیدی

۱	۱	۲	۳	۴
۲	۱	۲	۳	۴
۳	۲	۱	۳	۴
۴	۲	۱	۳	۴
۵	۱	۲	۳	۴
۶	۲	۱	۳	۴
۷	۳	۱	۲	۴
۸	۲	۱	۳	۴
۹	۱	۲	۳	۴
۱۰	۳	۱	۲	۴
۱۱	۳	۱	۲	۴
۱۲	۳	۱	۲	۴
۱۳	۱	۲	۳	۴
۱۴	۴	۱	۲	۳
۱۵	۴	۱	۲	۳
۱۶	۴	۱	۲	۳
۱۷	۱	۲	۳	۴
۱۸	۴	۱	۲	۳
۱۹	۴	۱	۲	۳
۲۰	۳	۱	۲	۴
۲۱	۲	۱	۳	۴
۲۲	۴	۱	۲	۳
۲۳	۱	۲	۳	۴
۲۴	۲	۱	۳	۴
۲۵	۳	۱	۲	۴
۲۶	۱	۲	۳	۴
۲۷	۲	۱	۳	۴
۲۸	۲	۱	۳	۴
۲۹	۱	۲	۳	۴
۳۰	۲	۱	۳	۴
۳۱	۴	۱	۲	۳
۳۲	۱	۲	۳	۴
۳۳	۲	۱	۳	۴
۳۴	۱	۲	۳	۴
۳۵	۱	۲	۳	۴
۳۶	۱	۲	۳	۴
۳۷	۴	۱	۲	۳
۳۸	۴	۱	۲	۳
۳۹	۱	۲	۳	۴
۴۰	۴	۱	۲	۳
۴۱	۳	۱	۲	۴
۴۲	۲	۱	۳	۴
۴۳	۳	۱	۲	۴
۴۴	۲	۱	۳	۴
۴۵	۳	۱	۲	۴
۴۶	۳	۱	۲	۴
۴۷	۲	۱	۳	۴
۴۸	۱	۲	۳	۴
۴۹	۴	۱	۲	۳
۵۰	۱	۲	۳	۴
۵۱	۴	۱	۲	۳
۵۲	۲	۱	۳	۴
۵۳	۲	۱	۳	۴
۵۴	۳	۱	۲	۴
۵۵	۳	۱	۲	۴
۵۶	۱	۲	۳	۴
۵۷	۲	۱	۳	۴
۵۸	۲	۱	۳	۴
۵۹	۳	۱	۲	۴
۶۰	۳	۱	۲	۴
۶۱	۳	۱	۲	۴
۶۲	۳	۱	۲	۴
۶۳	۲	۱	۳	۴
۶۴	۱	۲	۳	۴
۶۵	۱	۲	۳	۴
۶۶	۲	۱	۳	۴
۶۷	۱	۲	۳	۴
۶۸	۱	۲	۳	۴
۶۹	۲	۱	۳	۴
۷۰	۳	۱	۲	۴
۷۱	۳	۱	۲	۴
۷۲	۳	۱	۲	۴
۷۳	۳	۱	۲	۴
۷۴	۲	۱	۳	۴
۷۵	۱	۲	۳	۴
۷۶	۲	۱	۳	۴
۷۷	۲	۱	۳	۴
۷۸	۲	۱	۳	۴
۷۹	۲	۱	۳	۴
۸۰	۳	۱	۲	۴
۸۱	۲	۱	۳	۴
۸۲	۴	۱	۲	۳
۸۳	۱	۲	۳	۴
۸۴	۳	۱	۲	۴
۸۵	۴	۱	۲	۳
۸۶	۱	۲	۳	۴
۸۷	۳	۱	۲	۴
۸۸	۱	۲	۳	۴
۸۹	۲	۱	۳	۴
۹۰	۲	۱	۳	۴
۹۱	۱	۲	۳	۴
۹۲	۴	۱	۲	۳
۹۳	۲	۱	۳	۴
۹۴	۴	۱	۲	۳
۹۵	۴	۱	۲	۳
۹۶	۱	۲	۳	۴
۹۷	۲	۱	۳	۴
۹۸	۳	۱	۲	۴
۹۹	۳	۱	۲	۴
۱۰۰	۳	۱	۲	۴
۱۰۱	۴	۱	۲	۳
۱۰۲	۱	۲	۳	۴
۱۰۳	۱	۲	۳	۴
۱۰۴	۲	۱	۳	۴
۱۰۵	۲	۱	۳	۴
۱۰۶	۳	۱	۲	۴
۱۰۷	۳	۱	۲	۴
۱۰۸	۱	۲	۳	۴
۱۰۹	۴	۱	۲	۳
۱۱۰	۲	۱	۳	۴
۱۱۱	۱	۲	۳	۴
۱۱۲	۲	۱	۳	۴
۱۱۳	۲	۱	۳	۴
۱۱۴	۱	۲	۳	۴
۱۱۵	۳	۱	۲	۴
۱۱۶	۲	۱	۳	۴
۱۱۷	۴	۱	۲	۳
۱۱۸	۳	۱	۲	۴
۱۱۹	۲	۱	۳	۴
۱۲۰	۲	۱	۳	۴
۱۲۱	۲	۱	۳	۴
۱۲۲	۱	۲	۳	۴
۱۲۳	۲	۱	۳	۴
۱۲۴	۳	۱	۲	۴
۱۲۵	۲	۱	۳	۴
۱۲۶	۴	۱	۲	۳
۱۲۷	۴	۱	۲	۳
۱۲۸	۳	۱	۲	۴

۱۲۹	۱	۲	۳	**۴**
۱۳۰	۱	۲	۳	**۴**
۱۳۱	**۱**	۲	۳	۴
۱۳۲	۱	**۲**	۳	۴
۱۳۳	۱	۲	۳	**۴**
۱۳۴	**۱**	۲	۳	۴
۱۳۵	۱	**۲**	۳	۴
۱۳۶	**۱**	۲	۳	۴
۱۳۷	۱	۲	۳	**۴**
۱۳۸	**۱**	۲	۳	۴
۱۳۹	۱	۲	**۳**	۴
۱۴۰	۱	۲	**۳**	۴
۱۴۱	**۱**	۲	۳	۴
۱۴۲	۱	۲	۳	**۴**
۱۴۳	۱	۲	۳	**۴**
۱۴۴	۱	۲	۳	**۴**
۱۴۵	**۱**	۲	۳	۴
۱۴۶	۱	۲	**۳**	۴
۱۴۷	**۱**	۲	۳	۴
۱۴۸	۱	۲	۳	**۴**
۱۴۹	۱	**۲**	۳	۴
۱۵۰	**۱**	۲	۳	۴
۱۵۱	۱	۲	۳	**۴**
۱۵۲	۱	**۲**	۳	۴
۱۵۳	۱	۲	۳	**۴**
۱۵۴	۱	**۲**	۳	۴
۱۵۵	۱	**۲**	۳	۴
۱۵۶	۱	۲	۳	**۴**
۱۵۷	۱	۲	**۳**	۴
۱۵۸	۱	۲	**۳**	۴
۱۵۹	۱	۲	۳	**۴**
۱۶۰	۱	**۲**	۳	۴

۱۶۱	۱	۲	۳	**۴**
۱۶۲	۱	۲	**۳**	۴
۱۶۳	۱	**۲**	۳	۴
۱۶۴	۱	۲	**۳**	۴
۱۶۵	**۱**	۲	۳	۴
۱۶۶	۱	۲	**۳**	۴
۱۶۷	۱	**۲**	۳	۴
۱۶۸	۱	۲	۳	**۴**
۱۶۹	۱	۲	**۳**	۴
۱۷۰	۱	۲	**۳**	۴
۱۷۱	۱	۲	**۳**	۴
۱۷۲	۱	**۲**	۳	۴
۱۷۳	**۱**	۲	۳	۴
۱۷۴	**۱**	۲	۳	۴
۱۷۵	**۱**	۲	۳	۴
۱۷۶	۱	**۲**	۳	۴
۱۷۷	۱	**۲**	۳	۴
۱۷۸	۱	۲	**۳**	۴
۱۷۹	۱	**۲**	۳	۴
۱۸۰	۱	۲	**۳**	۴
۱۸۱	**۱**	۲	۳	۴
۱۸۲	۱	۲	**۳**	۴
۱۸۳	۱	۲	**۳**	۴
۱۸۴	۱	**۲**	۳	۴
۱۸۵	۱	**۲**	۳	۴
۱۸۶	۱	۲	۳	**۴**
۱۸۷	۱	**۲**	۳	۴
۱۸۸	۱	۲	۳	**۴**
۱۸۹	۱	**۲**	۳	۴
۱۹۰	۱	۲	**۳**	۴
۱۹۱	**۱**	۲	۳	۴
۱۹۲	۱	۲	۳	**۴**

۱۹۳	۱	**۲**	۳	۴
۱۹۴	**۱**	۲	۳	۴
۱۹۵	**۱**	۲	۳	۴
۱۹۶	۱	۲	۳	۴
۱۹۷	۱	۲	۳	**۴**
۱۹۸	۱	**۲**	۳	۴
۱۹۹	۱	۲	۳	**۴**
۲۰۰	۱	۲	**۳**	۴
۲۰۱	**۱**	۲	۳	۴
۲۰۲	**۱**	۲	۳	۴
۲۰۳	۱	**۲**	۳	۴
۲۰۴	**۱**	۲	۳	۴
۲۰۵	۱	۲	**۳**	۴
۲۰۶	۱	۲	۳	**۴**
۲۰۷	۱	۲	۳	**۴**
۲۰۸	**۱**	۲	۳	۴
۲۰۹	**۱**	۲	۳	۴
۲۱۰	**۱**	۲	۳	۴
۲۱۱	**۱**	۲	۳	۴
۲۱۲	۱	**۲**	۳	۴
۲۱۳	۱	۲	**۳**	۴
۲۱۴	۱	۲	۳	**۴**
۲۱۵	۱	**۲**	۳	۴
۲۱۶	**۱**	۲	۳	۴
۲۱۷	۱	**۲**	۳	۴
۲۱۸	۱	۲	**۳**	۴
۲۱۹	۱	۲	**۳**	۴
۲۲۰	۱	۲	**۳**	۴
۲۲۱	۱	۲	**۳**	۴
۲۲۲	۱	۲	**۳**	۴
۲۲۳	**۱**	۲	۳	۴
۲۲۴	۱	**۲**	۳	۴

۲۲۵	۱	**۲**	۳	۴
۲۲۶	۱	۲	**۳**	۴
۲۲۷	۱	۲	**۳**	۴
۲۲۸	**۱**	۲	۳	۴
۲۲۹	۱	۲	۳	**۴**
۲۳۰	۱	۲	۳	**۴**
۲۳۱	۱	۲	۳	**۴**
۲۳۲	۱	**۲**	۳	۴
۲۳۳	۱	۲	**۳**	۴
۲۳۴	۱	۲	۳	**۴**
۲۳۵	۱	**۲**	۳	۴
۲۳۶	۱	۲	**۳**	۴
۲۳۷	۱	۲	۳	**۴**
۲۳۸	۱	**۲**	۳	۴
۲۳۹	۱	**۲**	۳	۴
۲۴۰	۱	۲	۳	**۴**
۲۴۱	۱	**۲**	۳	۴
۲۴۲	۱	۲	۳	**۴**
۲۴۳	۱	**۲**	۳	۴
۲۴۴	**۱**	۲	۳	۴
۲۴۵	۱	**۲**	۳	۴
۲۴۶	۱	۲	**۳**	۴
۲۴۷	۱	**۲**	۳	۴
۲۴۸	۱	۲	**۳**	۴
۲۴۹	**۱**	۲	۳	۴
۲۵۰	۱	**۲**	۳	۴
۲۵۱	**۱**	۲	۳	۴
۲۵۲	۱	**۲**	۳	۴
۲۵۳	۱	**۲**	۳	۴
۲۵۴	**۱**	۲	۳	۴
۲۵۵	۱	**۲**	۳	۴
۲۵۶	**۱**	۲	۳	۴

۲۵۷	۱	۲	۳	**۴**
۲۵۸	۱	۲	**۳**	۴
۲۵۹	۱	**۲**	۳	۴
۲۶۰	**۱**	۲	۳	۴
۲۶۱	۱	**۲**	۳	۴
۲۶۲	۱	۲	**۳**	۴
۲۶۳	۱	۲	**۳**	۴
۲۶۴	۱	**۲**	۳	۴
۲۶۵	۱	۲	**۳**	۴