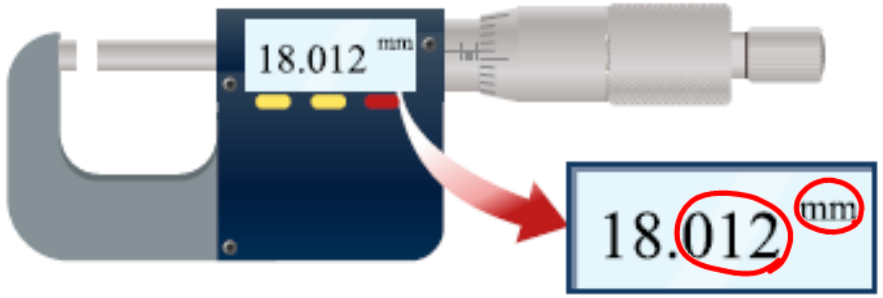
شب امتحان

فیزیک دهم با استاد سهند مرادخواه

گیاهی در مدت ۱۲ روز، ۳/۶ متر رشد می‌کند. آهنگ رشد این گیاه را برحسب میلی‌متر بر ساعت (mm/h) بنویسید.

$$\frac{3.6 \times 10^{3}\ m}{12\ day} \times \frac{1\ day}{24\ h} \times \frac{1\ m}{10^{-3}\ m} = 12.5\ \frac{mm}{h}$$

شکل روبه‌رو یک ریزسنج را نشان می‌دهد.



دقت این ریزسنج چند میلی‌متر است؟

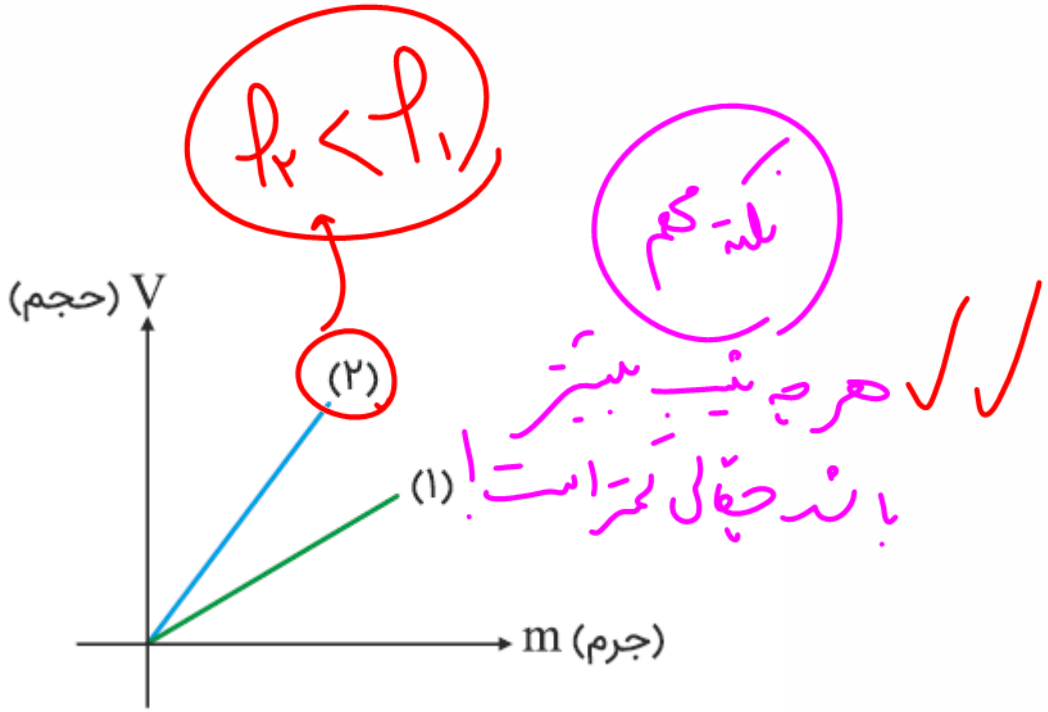
۰/۰۰۱ mm

چهار دانش آموز طول یک مداد را در آزمایشگاه اندازه‌گیری کرده‌اند و مقادیر زیر را ثبت کرده‌اند. طول این مداد چند سانتی‌متر گزارش می‌شود؟

۱۵/۲ cm , ۱۵/۴ cm , ۱۶/۱ cm , ۱۵/۳ cm

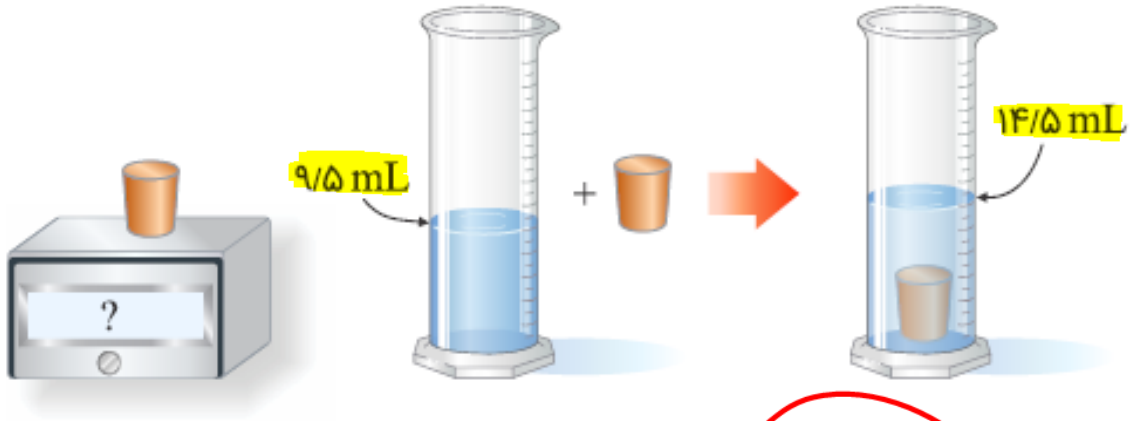
$$\frac{۱۵/۲ + ۱۵/۴ + ۱۵/۳}{۳} = ۱۵/۳ \text{ cm}$$

با توجه به نمودار زیر چگالی کدام جسم ۱ یا ۲ بیشتر است؟ چرا؟



مجموعه آموزشی سکّو

مراحل اندازه‌گیری جرم و حجم یک جسم را مطابق شکل انجام داده‌ایم. چگالی این جسم $6000\ g/L$ به دست آمده است. ترازو جرم جسم را چند گرم نشان می‌دهد؟



$V = 14/5 - 9/5 = 5\ mL = 5\ cm^3$

$mL = cm^3$

$\frac{kg}{m^3} = \frac{g}{L}$

$\div 1000$ $\quad \times 1000$

$\frac{g}{cm^3} = \frac{kg}{L}$

$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V = 4 \times 5 = 20\ g$

$m_B = 3 m_A$

مخلوطی از دو ماده A و B در اختیار داریم. اگر جرم ماده B سه برابر جرم ماده A باشد. چگالی مخلوط چند g/cm^3 است؟ (مخلوط دو ماده تغییر حجم ندارد) $(\rho_A = 2\,g/cm^3 \ , \ \rho_B = 9\,g/cm^3)$

$$\rho = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} = \frac{m_A + m_B}{\frac{m_A}{\rho_A} + \frac{m_B}{\rho_B}} = \frac{1+3}{\frac{1}{2} + \frac{3}{9}} = \frac{4}{\frac{9+6}{18}} = \frac{4 \times 18}{15}$$

$$= \frac{24}{5} \times \frac{2}{2} = \frac{48}{10} = 4.8\ g/cm^3$$

حجم جسمی $30\ cm^3$ و جرم آن $1\ kg$ است. اگر چگالی جسم $50\ g/cm^3$ باشد. تعیین کنید در این جسم حفره وجود دارد یا خیر؟ حجم حفره در صورت موجود بودن چند سانتی‌متر مکعب است؟

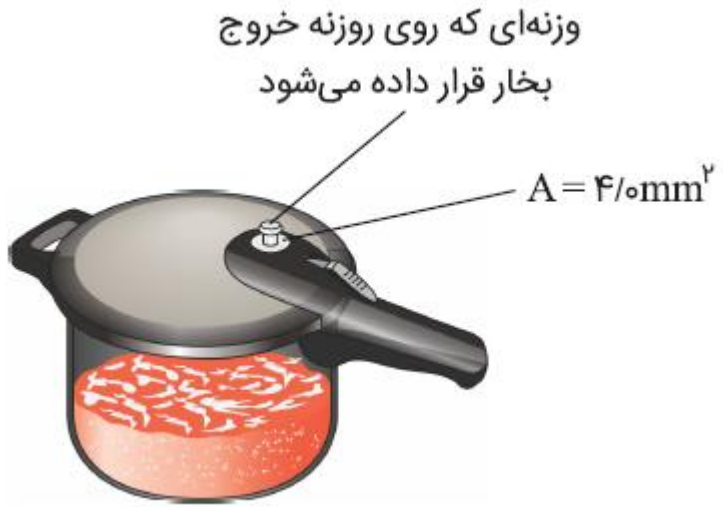
$1000\ g$

$V_{ظاهری} = 30\ cm^3$

$V_{واقعی} = \frac{m}{\rho} = \frac{1000}{50} = 20\ cm^3$

$V_{حفره} = V_{ظاهری} - V_{واقعی} = 30 - 20 = 10\ cm^3$ ✓

مساحت روزنه خروج بخار آب، روی درب یک زودپز $۴\,mm^۲$ است (شکل زیر). جرم وزنه‌ای که روی این روزنه باید گذاشت چقدر باشد تا فشار داخل آن در $۲\,atm$ نگه داشته شود؟ فشار بیرون دیگ زودپز را $۱\,atm$ بگیرید. $(1\,atm = ۱۰^۵\,Pa$ و $g = ۱۰\,\frac{N}{kg})$



$$P_{\text{داخل زودپز}} = P_۰ + \frac{mg}{A}$$

$$۲\times۱۰^۵ = ۱\times۱۰^۵ + \frac{m\times۱۰}{۴\times۱۰^{-۶}}$$

$$۱\times۱۰^۵ = \frac{۱۰m}{۴\times۱۰^{-۶}} \rightarrow ۱۰m = ۴\times۱۰^{-۱}$$

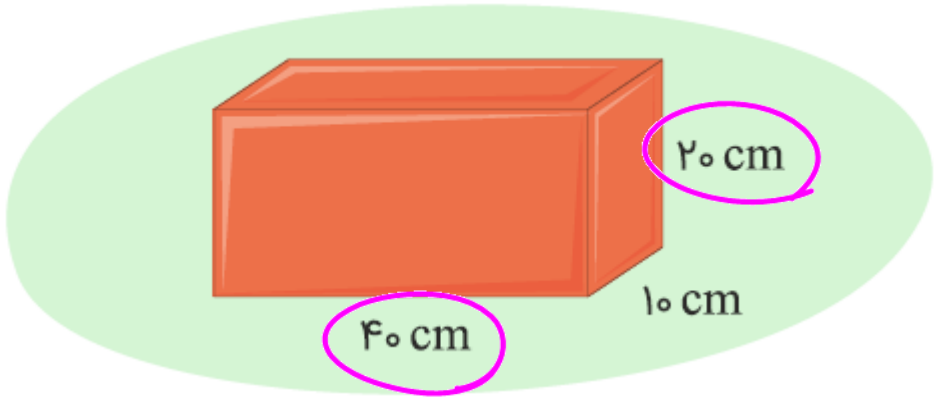
$$m = ۴\times۱۰^{-۲}\,kg = ۴۰\,g$$

مجموعه آموزشی سکّو

$A = ۸۰۰\,cm^۲$ ← ۲۰×۴۰ تراز بگیرد ← روی وجه

آجری مطابق شکل زیر به جرم $۵\,kg$ را از کدام وجه روی زمین قرار دهیم، تا کمترین فشار را به سطح افقی زیرین وارد کند؟ مقدار این فشار را بیابید. $(g = ۱۰\,m/s^۲)$

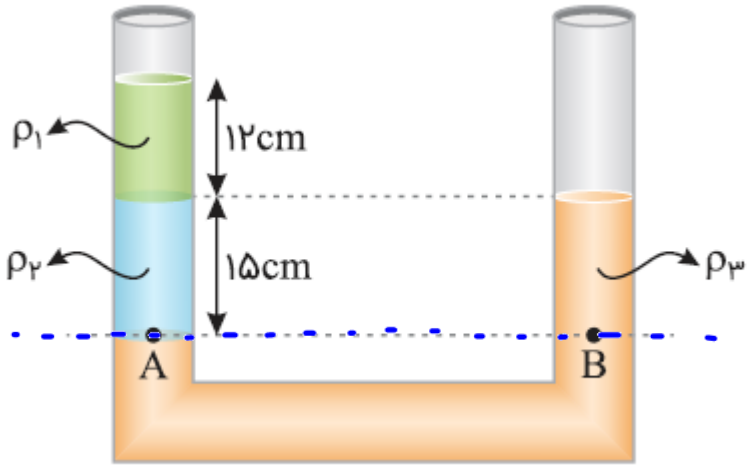
$$P_{min} = \frac{mg}{A_{max}}$$



$$P_{min} = \frac{۵\times۱۰}{۸۰۰\times۱۰^{-۴}} = \frac{۵}{۸}\times۱۰^{۴}$$

$$P_{min} = \frac{۵۰۰۰}{۸} = \frac{۲۵۰۰}{۴} = \frac{۱۲۵۰}{۲} = ۶۲۵\,Pa$$

در شکل زیر $\rho_1 = 1 \frac{g}{cm^3}$ و $\rho_2 = 2 \frac{g}{cm^3}$ است. چگالی ρ_3 چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟



$$P_A = P_B$$

$$\rho_2 g h_2 + \rho_1 g h_1 = \rho_3 g h_3$$

$$2 \times 15 + 1 \times 12 = \rho_3 \times 15$$

$$12 = 5\rho_3 \rightarrow \rho_3 = \frac{12}{5} \times \frac{2}{2} = \frac{28}{10} = 2/8 \frac{g}{cm^3}$$

مجموعه آموزشی سکّو

یک زیردریایی در عمق ۴۰ متری آب در حال حرکت است، روی بدنهٔ آن دریچه‌ای به شکل مربع به مساحت $۴۰\,cm^۲$ قرار دارد. چه نیرویی به دریچه وارد می‌شود؟

$(\rho_{آب} = ۱۰۰۰\,kg/m^۳ \,,\, g = ۱۰\,N/kg \,,\, P_۰ = ۱۰۰\,kPa)$

$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = P \times A$

$F = (P_۰ + \rho g h) \times A = (۱۰۰۰۰۰ + ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۴۰) \times ۴۰ \times ۱۰^{-۴}$

$F = ۵۶۰\,N$

مجموعه آموزشی سکّو

عمق یک مایع درمخزن ۵ متر و فشار هوا ۷۵ cmHg است. فشار کلی که بر کف مخزن وارد می‌شود چند cmHg است؟
($g = ۱۰\ m/s^۲$, مایع $\rho = ۳/۴\ g/cm^۳$, جیوه $\rho = ۱۳/۶\ g/cm^۳$)

P_0 , $h = ۵۰۰\ cm$

$P_{کف} = P_0 + P_{مایع}$

$P_{مایع}$: $\rho gh \rightarrow (Pa)$, $\frac{mg}{A} \rightarrow (Pa)$, $\frac{(\rho h)_{مایع}}{\rho_{جیوه}} \rightarrow (cmHg)$

$P_{کف} = ۷۵\ cmHg + \frac{۳/۴ \times ۵۰۰}{۱۳/۶} = ۷۵ + ۱۲۵ = ۲۰۰\ cmHg$

درون ظرفی استوانه‌ای به جرم یکسان آب و نفت ریخته‌ایم. مجموع ارتفاع دو مایع مخلوط نشدنی ۳۶ cm است. فشار ناشی از مایع‌ها در کف ظرف چند کیلوپاسکال است؟ $(\rho_w = 1\ g/cm^3\ ,\ \rho_{oil} = 0/8\ g/cm^3\ ,\ g = 10\ m/s^2)$

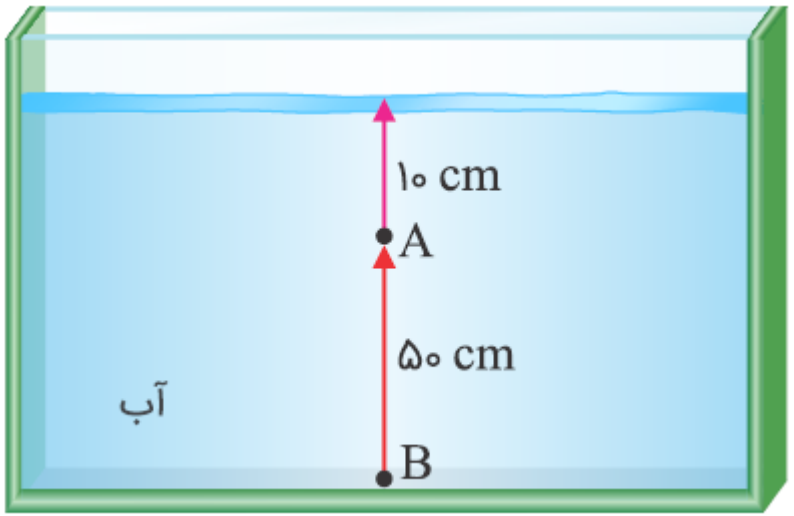
$m_1 = m_2 = 1$

$h_{کل}$

$$\rho_{مخلوط} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{m_1 + m_2}{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2}} = \frac{1 + 1}{\frac{1}{1} + \frac{1}{0.8}} = \frac{2}{1 + \frac{5}{4}} = \frac{2}{\frac{9}{4}} = \frac{8}{9}\ g/cm^3$$

$$P_{کف} = \rho g h = \frac{8}{9} \times 1000 \times 10 \times \frac{36}{100} = 3200\ Pa$$

در شکل زیر فشار در نقطه B چند برابر فشار در نقطه A است؟ $(P_{\circ} = ۱۰^{۵} Pa\ ,\ g = ۱۰ N/kg\ ,\ \rho_{آب} = ۱۰^{۳}\ kg/m^{۳})$



$P = P_{\circ} + \rho g h$

$$\frac{P_B}{P_A} = \frac{۱۰^{۵} + ۱۰^{۳} \times ۱۰ \times ۶ \times ۱۰^{-۲}}{۱۰^{۵} \times ۱۰^{۳} \times ۱۰ \times ۱۰ \times ۱۰^{-۲}} = \frac{۱۰^{۳}(۱۰۰+۶)}{۱۰^{۴}(۱۰۰+۱)}$$

$$= \frac{۱۰۶}{۱۰۱}$$

مجموعه آموزشی سکّو

استوانه‌ای چوبی به ارتفاع ۲۰ cm و مساحت قاعده ~~۳۰ cm²~~ درون شاره‌ای در حالت تعادل و غوطه‌ور قرار دارد. فشار در بالا و پایین استوانه $۹ \times ۱۰^۲ \mathrm{Pa}$ و $۱/۸ \times ۱۰^۳ \mathrm{Pa}$ می‌باشد. چگالی شاره چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟ $(g = ۱۰ \mathrm{N/kg})$

$۹ \times ۱۰^۲ \mathrm{Pa}$ { ۹۰۰ Pa / ۱۸۰۰ Pa

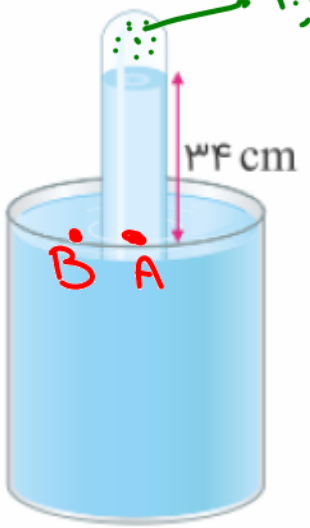
$\Delta P = \rho g \Delta h$

اختلاف بالا و پایین جسم (ارتفاع استوانه)

$۹۰۰ = \rho \times ۱۰ \times \frac{۲۰}{۱۰۰}$

$\rho = ۴۵۰ \ \mathrm{kg/m^۳}$

در شکل زیر، فشار گاز جمع‌شده در انتهای لوله، ۷۲ سانتی‌متر جیوه است. چگالی آب $1\,g/cm^3$ و چگالی جیوه $13/6\,g/cm^3$ می‌باشد. اگر اختلاف سطح آب در لوله و ظرف $34cm$ باشد، فشار هوا چند سانتی‌مترجیوه است؟



$P_{گاز} = 72\,cmHg$

$P_B = P_A$

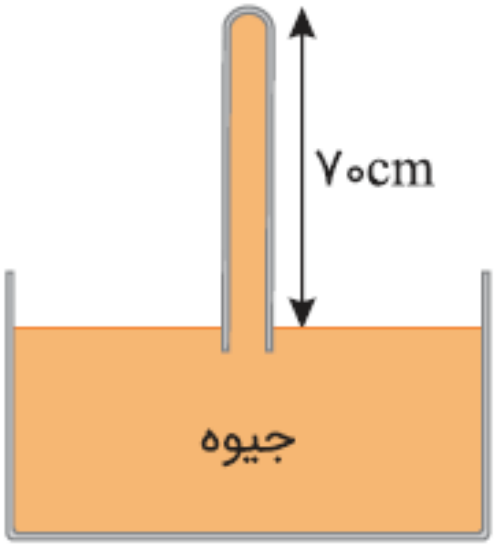
$P_0 = P_{(B)} + P_{آب}$

$P_{آب} = \frac{(\rho h)_{آب}}{\rho_{جیوه}}$

$P_0 = \frac{1 \times 34}{13.6 \times 1} + 72 = 74.5$

مطابق شکل زیر، اگر فشار هوا $۷۵\,\mathrm{cmHg}$ و سطح مقطع انتهای لوله $۵\,\mathrm{cm}^۲$ باشد، چه نیرویی بر انتهای لوله وارد خواهد شد؟

$$(g = ۱۰/۰\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{kg}}, \rho_{Hg} = ۱۳/۶\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^۳})$$



$F = PA$

A و

$P_{\text{درون}} = P_۰ - P_{\text{جیوه}}$

$P_{\text{درون}} = ۷۵ - ۷۰ = ۵\,\mathrm{cmHg}$

$\mathrm{cmHg} \xrightarrow{\times ۱۳۶۰} \mathrm{Pa}$

$P_{\text{درون}} = \frac{۵}{۲} \times ۱۳۶۰ = ۶۸۰۰\,\mathrm{Pa}$

$F = PA = ۶۸۰۰ \times ۳ \times ۱۰^{-۴} = ۳۴\,\mathrm{N}$

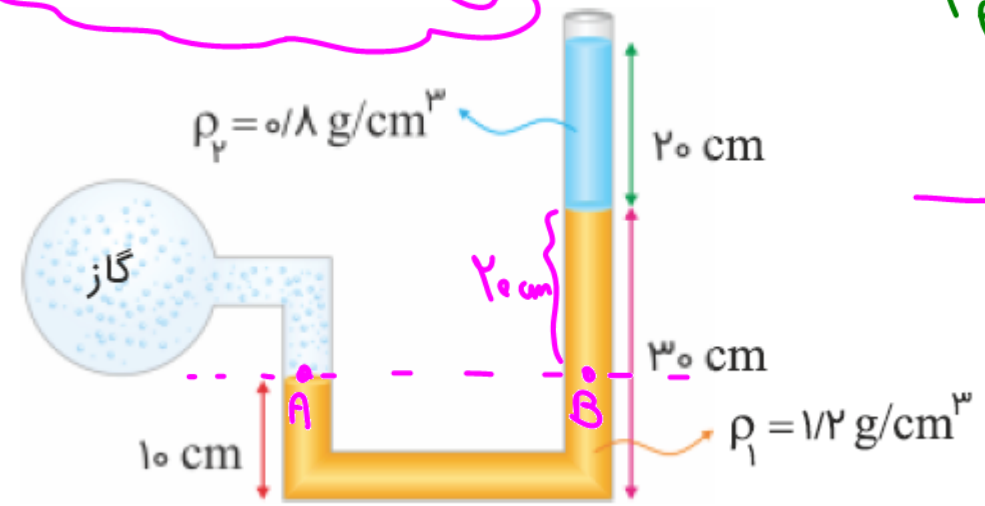
مجموعه آموزشی سکّو

$$P_g = P_{\text{بالا}} - P_0$$

در شکل زیر لولهٔ U شکلی را به مخزن گازی متصل کرده‌ایم. فشار پیمانه‌ای مخزن گاز را برحسب پاسکال و سانتی‌متر جیوه به دست آورید؟

$(g = 10\,N/kg\,,\ \rho_{Hg} = 13/6\,g/cm^3)$

$P_0 \div 1360 \longrightarrow cmHg$



$$P_A = P_B \rightarrow P_{\text{بالا}} = P_{\text{ستون ۱}} + P_{\text{ستون ۲}} + P_0$$

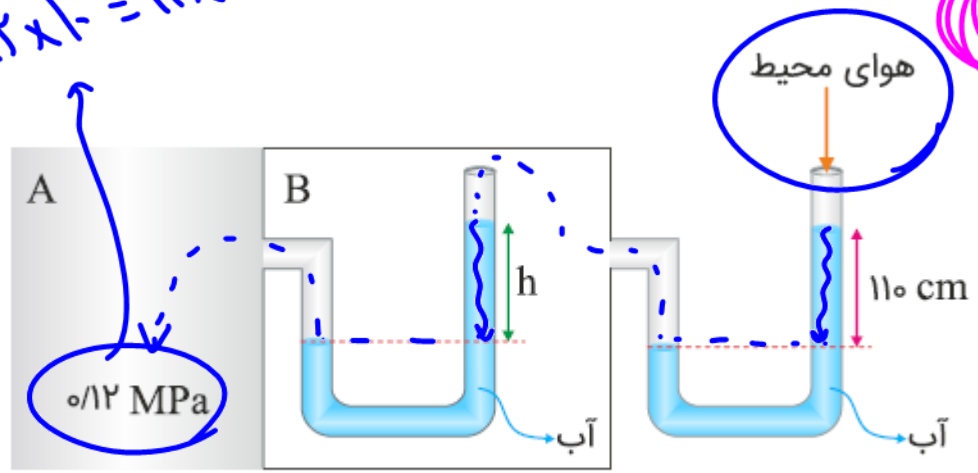
$$\rightarrow P_g = \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2$$

$$P_g = \underbrace{1200 \times 10 \times \frac{20}{100}}_{2400} + \underbrace{800 \times 10 \times \frac{20}{100}}_{1600}$$

$$P_g = 4000\ Pa \rightarrow P_g = \frac{4000}{1360} \simeq 2/94\ cmHg$$

مجموعه آموزشی سکّو

در شکل زیر مقدار h چند سانتی‌متر است؟ (فشار هوای محیط را $101\,kPa$ و چگالی آب را $1000\,kg/m^3$ بگیرید)



P_0

$P_0 + (\rho gh)_{آب} + (\rho gh)_{جیوه} = P_{گاز}$

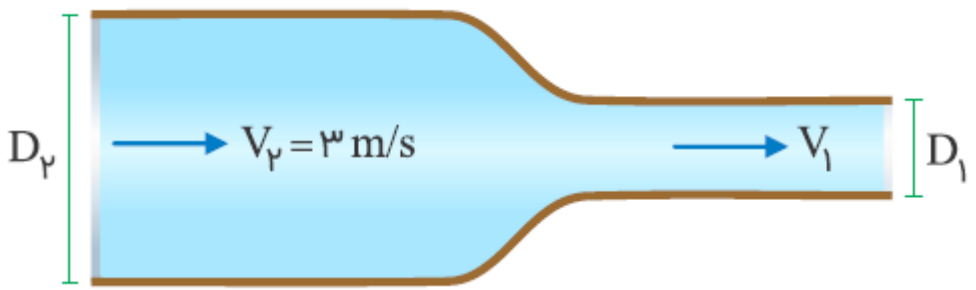
$101000 + 1000 \times 10 \times \frac{11}{10} h + 13600 \times 10 \times h = 120000$

112000

$14600h = 8000 \Rightarrow h = \frac{8}{10}\,m = 80\,cm$

مجموعه آموزشی سکّو

مطابق شکل مایعی درون لوله در جریان است. در صورتی که قطر مقطع بزرگ‌تر ۳ برابر قطر مقطع کوچک‌تر باشد $(D_2 = 3D_1)$ باشد، v_1 چند متر بر ثانیه است؟



نکته مهم

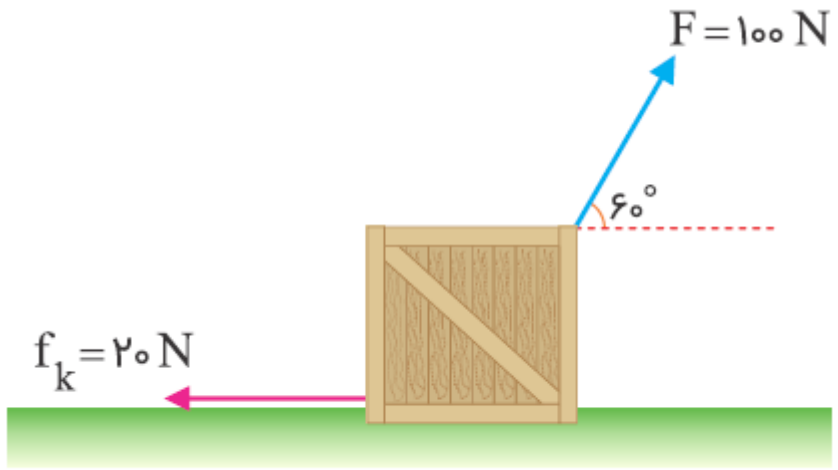
$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{A_2}{A_1} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 = \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{v_1}{3} = \left(\frac{3}{1}\right)^2$$

$$v_1 = 27\ m/s$$

W_t

شخصی جعبه‌ای را روی زمین با نیروی ثابت F می‌کشد. کار کل انجام‌شده را در $10m$ جابه‌جایی محاسبه کنید.



$W_F = F d \cos\theta = 100 \times 10 \times \frac{1}{2} = 500\,J$

$W_{f_k} = -f_k d = -20 \times 10 = -200\,J$

$W_t = W_1 + W_2 + \cdots = 300\,J$

مجموعه آموزشی سکّو

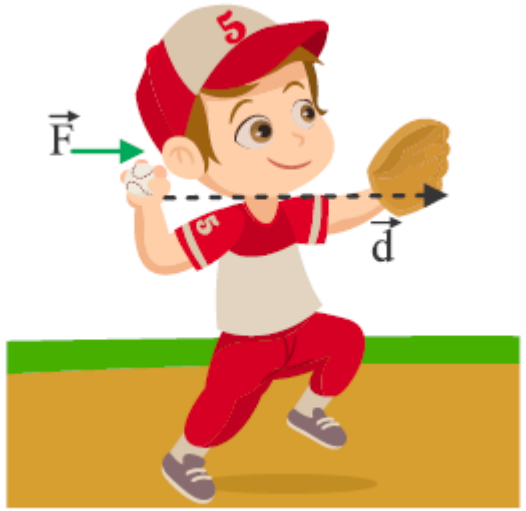
$W_t = \Delta K$ → قضیه کار و انرژی جنبشی

$\frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$

راننده‌ای تندی خودروی خود را از صفر به $10\ m/s$ می‌رساند و سپس از $20\ m/s$ به $30\ m/s$ می‌رساند کار نیروی خالص این خودرو در حالت اول نسبت به دوم $\left(\frac{W_1 t}{W_2 t}\right)$ چقدر است؟

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{\frac{1}{2}m(100 - 0)}{\frac{1}{2}m(900 - 400)} = \frac{100}{500} = \frac{1}{5}$$

ورزشکاری سعی می‌کند توپ بیسبالی به جرم ۱۵۰ g را با بیشترین تندی ممکن پرتاب کند. به این منظور، ورزشکار نیرویی به بزرگی $F = ۱۰۰\ N$ تا لحظه پرتاب توپ و در امتداد جابه‌جایی $d = ۱/۵\ m$ مطابق شکل زیر، بر آن وارد می‌کند. با چشم پوشی از مقاومت هوا، تندی توپ هنگام جدا شدن از دست ورزشکار چقدر است؟



$۰/۱۵\ kg$

$\theta = ۰ \rightarrow \cos\theta = ۱$

$W_F = W_t = \Delta K$

$F d \cos\theta = \frac{۱}{۲} m (v_۲^۲ - v_۱^۲)$

$۱۰۰ \times ۱/۵ \times ۱ = \frac{۱}{۲} \times \frac{۱۵}{۱۰۰} (v_۲^۲)$

$v_۲^۲ = ۲۰۰۰ \rightarrow v = \sqrt{۲۰۰۰} = \sqrt{۴۰۰ \times ۵} = ۲۰\sqrt{۵}\ m/s$

مجموعه آموزشی سکّو

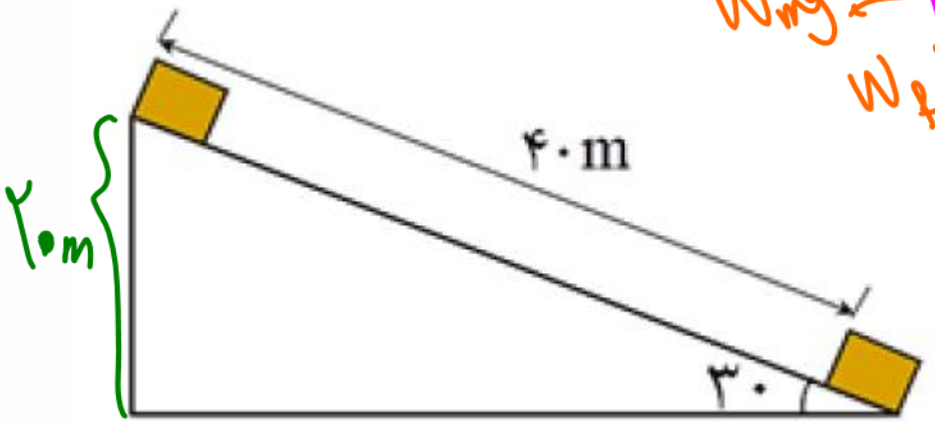
$W_{mg} = \pm mgh$

پایین می‌آید

بالا می‌رود

W_{f_k}

در شکل زیر جسمی به جرم $۸\,kg$ از بالای سطح شیب‌داری رها می‌شود و با سرعت $۱۰\,m/s$ به پایین سطح می‌رسد. کار نیروی اصطکاک در طول مسیر چقدر است؟ $(g = ۱۰\,m/s^۲)$



$W_{mg} \cancel{-} \cancel{W_t} = \Delta K$

W_{f_k}

$+mgh + W_{f_k} = \frac{۱}{۲}m(v_۲^۲ - v_۱^۲)$

$v_۱ = ۰$

$۸\times۱۰\times۲۰ + W_{f_k} = \frac{۱}{۲}\times۸\times(۱۰۰)$

۱۶۰۰ $\quad ۴۰۰$

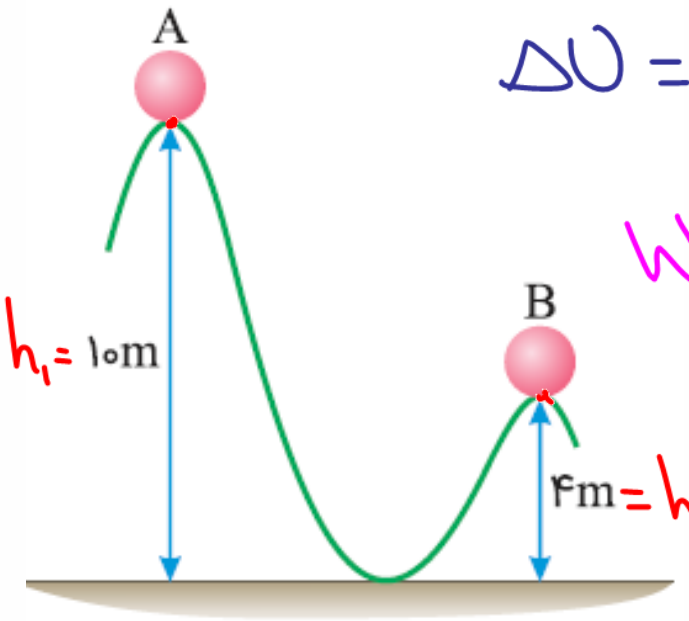
$W_{f_k} = -۱۲۰۰\,J$

مجموعه آموزشی سکّو

جسمی به جرم ۲۰ kg از A به B می‌رود.

تغییر انرژی پتانسیل گرانشی در این مسیر

کار نیروی وزن در این مسیر چند ژول است؟



$\Delta U = mg\Delta h$

$\Delta U = ۲۰ \times ۱۰ \times (۴ - ۱۰) = -۱۲۰۰$ J

$W_{mg} = +۱۲۰۰$ J

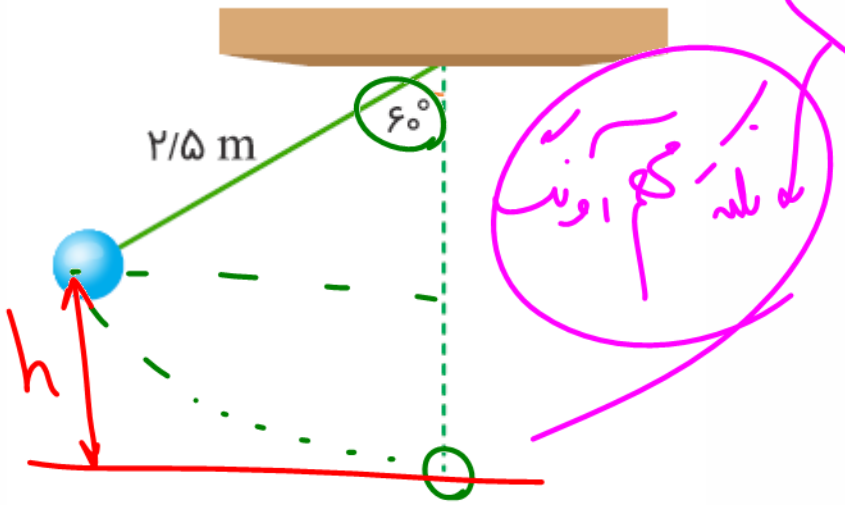
W_{mg}

$W_{mg} = -\Delta U$

سرعت در پایین ترین نقطه

$v_1 = 0$

آونگی به طول ۲/۵m در اختیار داریم و آن را از زاویه ۶۰ درجه رها می‌کنیم باتوجه‌به شکل زیر بیشترین سرعت آونگ را محاسبه کنید؟ (از نیروهای اصطکاکی صرف‌نظر کنید و $g \simeq 10\,m/s^2$)



$h = L(1-\cos\theta)$

طول نخ آونگ — زاویه انحراف

$h = 2/5\left(1-\frac{1}{2}\right) = 1/25\,m$

اتلاف نداریم

$E_1 = E_2$

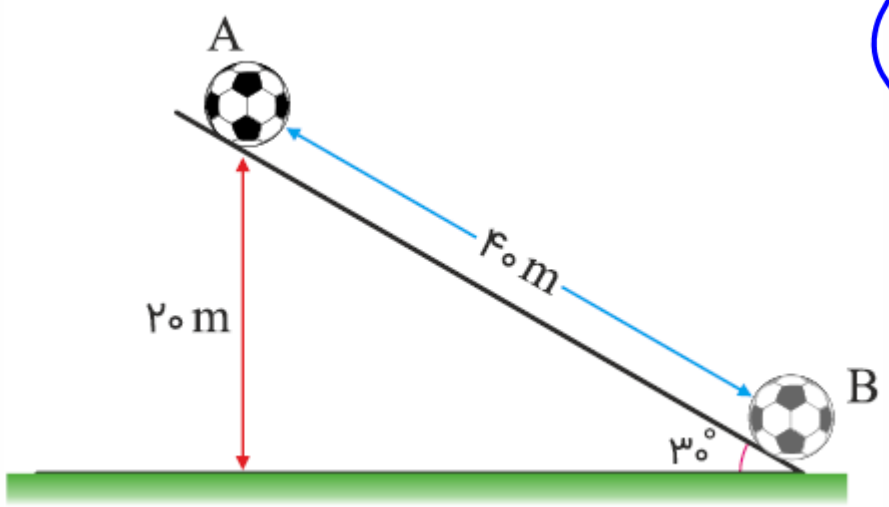
$U_1 = K_2$

$mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2$

$10 \times 1/25 = \frac{1}{2}v_2^2$

$v_2^2 = 25 \rightarrow v_2 = 5\,m/s$

در شکل زیر جسم از نقطهٔ A در مسیر بدون اصطکاک رها می‌کنیم. سرعت جسم را در نقطهٔ B به دست آورید. ($g = ۱۰\,m/s^۲$)



نکته: با حال

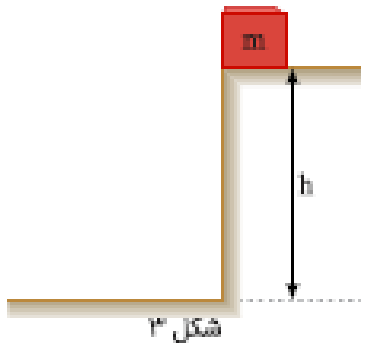
$v_{پایین}^۲ - v_{بالا}^۲ = ۲gh$

$v_B^۲ = ۲ \times ۱۰ \times ۲۰ = ۴۰۰$

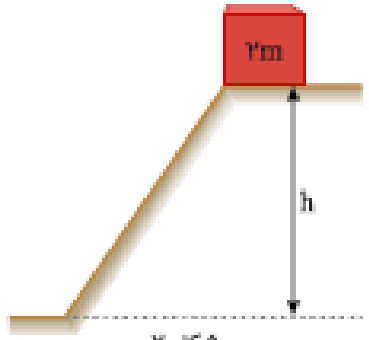
$v_B = ۲۰\ m/s$

در سه شکل زیر اجسامی از حالت سکون و ارتفاع h نسبت به سطح افق رها می‌شوند و نیروی اصطکاک و مقاومت هوا بر آن‌ها وارد نمی‌شود. تندی سه جسم هنگام رسیدن به سطح زمین را باهم مقایسه کنید.

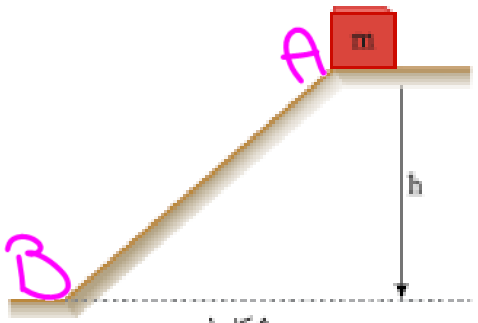
(همراه با راه‌حل کاملا تشریحی)



شکل ۳



شکل ۲



شکل ۱

$E_A = E_B$

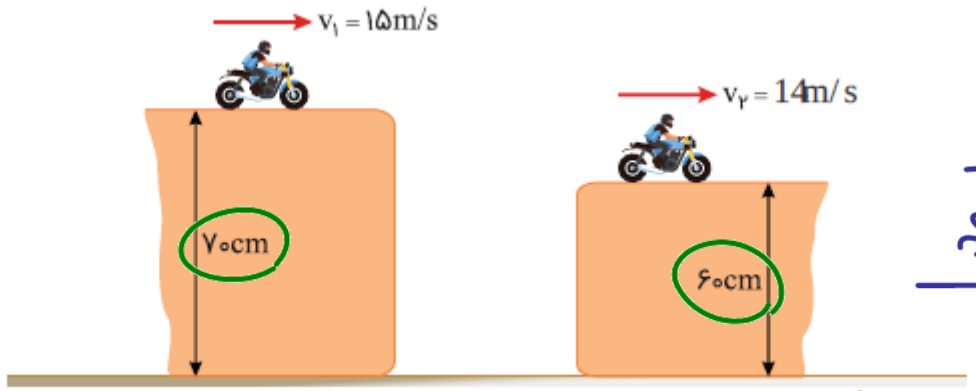
$U_A = K_B$

$mgh_A = \frac{1}{2}mv_B^2$

$v_B = \sqrt{2gh_A}$

همه با یک سرعت به زمین می‌رسند!

جرم موتورسواری با موتورش ۲۰۰ kg است. اگر این موتورسوار پرشی مطابق شکل زیر انجام دهد. کار نیروی مقاومت هوا در طول حرکت چند ژول است؟ $(g = 10\ m/s^2)$



کار نیروهای اتلافی $W_f = E_2 - E_1$

$W_f = U_2 + K_2 - (U_1 + K_1) = U_2 - U_1 + K_2 - K_1$

نتیجه $W_f = \Delta U + \Delta K$

$\Delta K = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$

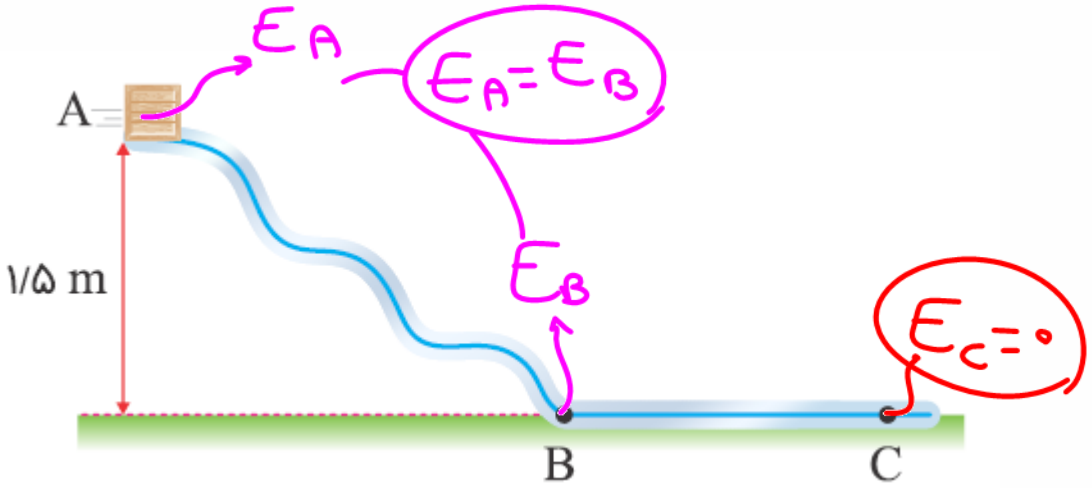
$\Delta U = mg\Delta h$

$W_f = 200 \times 10 \times (-14 \times 10^{-2}) + \frac{1}{2} \times 200 \times (196 - 225)$

$= -200 - 2900 = -3100\ J$

مجموعه آموزشی سکّو

جسمی با جرم $m = ۲\,kg$ از نقطه A بدون تندی رو به پایین لغزیده و پس از طی مسیر افقی $BC = ۴\,m$، در نقطه C متوقف شده است. اصطکاک قسمت AB از مسیر ناچیز است. نیروی اصطکاک در طول BC چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰\,N/kg)$



E_A

$E_A = E_B$

E_B

$E_C = ۰$

$W_f = E_C - E_A$

$-f_k \times d = ۰ - mgh$

$-f_k \times ۴ = -۲ \times ۱۰ \times ۱/۵$

$f_k = \frac{۳۰}{۴} = ۷/۵\,N$

مجموعه آموزشی سکّو

پمپ یک ماشین آتش نشانی به توان $0/5\,kW$ در هر دقیقه ۷۵ کیلوگرم آب را با سرعت $20\,m/s$ از دهانهٔ لوله ای به خارج می‌فرستد. کار مفید و بازدهٔ پمپ را تعیین کنید.

m $\quad t=60s \quad 500W$

$$W_{\text{مفید}} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\times 75 \times 400 = 15000\,J$$

$$\frac{x}{100}P = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{t}$$

بازده

$$\frac{x}{100}\times 500 = \frac{\frac{1}{2}\times 75 \times 400}{60} \longrightarrow x = 50\%$$

پمپ آبی می‌تواند در هر دقیقه $20/0\ kg$ آب را از عمق $0/10$ متری بالا آورده و با تندی $5/0\ m/s$ از دهانهٔ لوله خارج کند. توان مفید پمپ چقدر است؟

$t = 60$

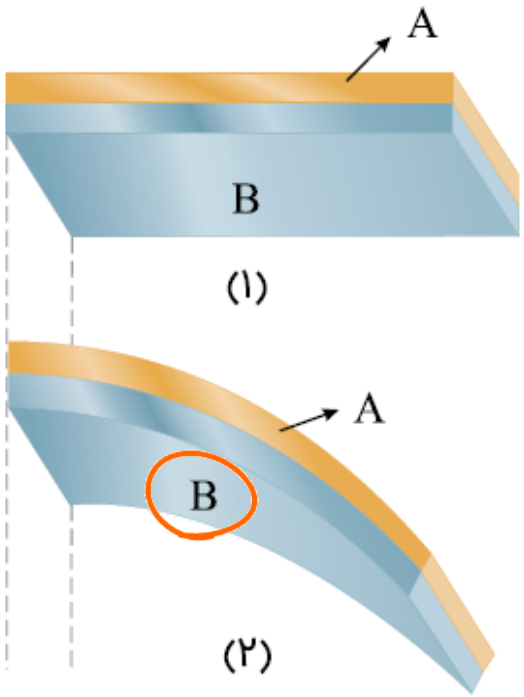
$$P = \frac{mgh + \frac{1}{2}mv^2}{t} = \frac{20 \times 10 \times \frac{1}{10} + \frac{1}{2} \times 20 \times 25}{60} = \frac{270}{60} = \frac{9}{2} = 4/5\ W$$

کاهش دما ← کاهش طول

به پرسش‌های زیر پاسخ کوتاه بدهید.

شکل (۱) دو تیغهٔ فلزی از جنس‌های متفاوت که سرتاسر به هم جوش داده شده‌اند را در دمای $20^\circ C$ و شکل (۲)، همان تیغه‌ها را در دمای صفر درجهٔ سلسیوس نشان می‌دهد. ضریب انبساط طولی کدام فلز بیشتر است؟ چرا؟

B زیرا کاهش طول بیشتری دارد!



کارگران در یک روز زمستانی با دمای $-10^\circ C$ ریل‌های ۱۰ متری راه‌آهن را به دنبال هم کار می‌گذارند. حداقل چند میلی‌متر باید بین ریل‌ها فاصلهٔ خالی در نظر بگیرند تا در تابستان که دمای منطقه حداکثر به $40^\circ C$ می‌رسد، ریل‌ها به هم فشار نیاورند؟ ($\alpha = 12 \times 10^{-6}\, K^{-1}$ آهن)

θ_1

$\theta_2 - \theta_1 = 40 - (-10) = 50$

انبساط طولی

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

$\Delta L = 12 \times 10^{-6} \times 10 \times 50 = 6 \times 10^{-4}\, m = 6\, mm$

مجموعه آموزشی سکّو

دمای یک میله فلزی را $100^\circ C$ افزایش می‌دهیم. طول آن ۰/۲ درصد افزایش می‌یابد. اگر بخواهیم مساحت ورقه‌ای که از همان فلز ساخته شده است ، به اندازه ۱/۲ درصد افزایش یابد، باید دمای این ورقه را چند درجه سلسیوس افزایش دهیم؟

$L_1=100 \rightarrow \Delta L=0/2$

$A_1=100 \rightarrow \Delta A=1/2$

انبساط طولی $\rightarrow \Delta L=\alpha L_1 \Delta\theta \rightarrow 2\times10^{-1}=\alpha\times100\times100$

$\rightarrow \alpha=2\times10^{-5}\ \frac{1}{^\circ C}$

انبساط سطحی $\rightarrow \Delta A=2\alpha A_1 \Delta\theta \rightarrow 1/2=2\times2\times10^{-5}\times100\times\Delta\theta$

$\Delta\theta=300^\circ C$

مجموعه آموزشی سکّو

یک ظرف آلومینیومی با حجم $100\ cm^3$ در دمای $22^\circ C$ با گلیسیرین با همان دما پر شده است. اگر دما به $28^\circ C$ افزایش یابد، چند میلی‌متر مکعب گلیسیرین از ظرف بیرون خواهد ریخت؟

(ضریب انبساط حجمی گلیسیرین برابر $\frac{1}{k} 5 \times 10^{-4}$ و ضریب انبساط طولی آلومینیوم برابر $\frac{1}{k} 25 \times 10^{-6}$ است.)

$100\ cm^3 \times \frac{10^{-6}\ m^3}{10^{-9}\ cm^3} = 100 \times 10^3 = 10^5\ mm^3$

$V_{\text{مایع بیرون ریخته}} = V_0 \Delta\theta (\beta_{\text{مایع}} - \beta_{\text{ظرف}})$

$\beta_{\text{ظرف}} = 3\alpha$

$V = 10^5 \times 6 \left(\frac{500 \times 10^{-6} - 75 \times 10^{-6}}{425 \times 10^{-6}} \right) = 2550 = 6 \times 425 \times 10^{-1} = 255\ mm^3$

مقداری بنزین در مخزنی استوانه‌ای به ارتفاع $h = ۱۰\,m$ ریخته شده است. در دمای $-۱۰\,^\circ C$ فاصلهٔ بین سطح بنزین تا بالای ظرف برابر $\Delta h = ۵۰\,cm$ است. اگر از انبساط ظرف درنتیجهٔ افزایش دما چشم‌پوشی شود، در چه دمایی بنزین از ظرف سرریز می‌شود؟ ($\beta_{\text{بنزین}} = ۱ \times ۱۰^{-۳}\,K^{-۱}$)

$h_۱ = ۹٫۵$

$\Delta h = ۰٫۵\,m$

$\theta_۲ = ?$

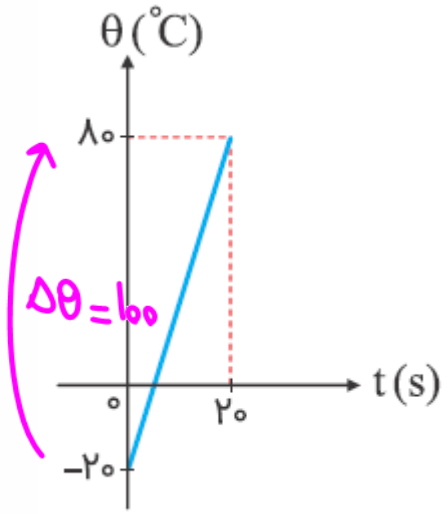
ظرف‌های نرضلی ← $\Delta h = \beta h \Delta\theta$

$۵ \times ۱۰^{-۱} = ۱۰ \times ۹۵ \times ۱۰^{-۴} \Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = \frac{۵۰۰۰}{۹۵} = ۵۲٫۶\,^\circ C$

۱۹

$\Delta\theta = ۵۲٫۶ = \theta_۲ - (-۱۰) \rightarrow \theta_۲ = ۴۲٫۶$

توان یک گرمکن ۴۰۰۰ وات است. توسط این گرمکن، به جسمی به جرم ۵kg گرما می‌دهیم. اگر نمودار تغییرات دمای این جسم مطابق شکل باشد:



در مدت ۲۰ ثانیه، چند ژول گرما به جسم داده شده است؟

$P=\frac{Q}{t} \rightarrow Q=Pt = ۴۰۰۰ \times ۲۰ = ۸ \times ۱۰^{۴}\ J$

گرمای ویژه این جسم چند واحد SI است؟

$Q=mc\Delta\theta \rightarrow ۸ \times ۱۰^{۴} = ۵ \times c \times ۱۰۰$

$c = \frac{۸۰۰^{۲}}{۵} = ۱۶۰\ \frac{J}{kg \cdot ^{\circ}C}$

مجموعه آموزشی سکّو

$Q = mc\Delta\theta$ گرمای ویژه

$Q = C\Delta\theta$ ظرفیت گرمایی

ظرفیت گرمایی گرماسنجی $۲۰۰\frac{J}{K}$ است. درون گرماسنج یک کیلوگرم آب با دمای $۸^\circ C$ داریم. یک قطعه فلز با دمای اولیه $۶۰^\circ C$ داخل این گرماسنج می‌اندازیم. اگر دمای تعادل $۱۰^\circ C$ شود، ظرفیت گرمایی فلز چند ژول بر کلوین است؟ $(c = ۴۲۰۰\,J/kg\cdot K)$

تعادل گرمایی (بدون اتلاف) $\rightarrow$ $Q_{آب} + Q_{فلز} + Q_{ظرف} = ۰$

$mc\Delta\theta \quad C\Delta\theta \quad C\Delta\theta$

$۱\times۴۲۰۰\times۲ + C\times(-۵۰) + ۲۰۰\times۲ = ۰$

$C = -۱۶۸ + ۸ = -۱۷۶\ J/K$ ✓

به دو جسم هم حجم A و B گرمای مساوی داده‌ایم. اگر گرمای ویژه A چهار برابر گرمای ویژه B و همچنین چگالی A نصف چگالی B باشد، تغییر دمای جسم B چند برابر تغییر دمای جسم A خواهد بود؟

$c_A = 4c_B$

$Q_A = Q_B \quad V_A = V_B$

$\rho_A = \frac{1}{2}\rho_B$

$Q = mc\Delta\theta \rightarrow Q = (\rho V)c\Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = \frac{Q}{\rho V c}$

$\frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{c_A}{c_B} = \frac{1}{2} \times 4 = 2$

چند ژول گرما لازم است تا بتوان ۵۰۰ گرم یخ $-10^\circ c$ را به بخار آب $100^\circ c$ در فشار ۱ اتمسفر تبدیل کرد؟

$(L_F = 336\,kJ/kg, L_V = 2268\,kJ/kg, C_{آب} = 4200\,J/kg^\circ c, C_{یخ} = 2100\,J/kg^\circ c)$

$\frac{1}{2}\times 4200$ $\quad 1\times 4200$ $\quad \frac{1}{2}kg$ $\quad 540\times 4200$ $\quad 80\times 4200$

یخ ۱۰- $\rightarrow$ یخ صفر $\rightarrow$ آب صفر $\rightarrow$ آب ۱۰۰ $\rightarrow$ بخار ۱۰۰

$$Q_{کل} = \frac{1}{2}\times 4200\left(\frac{1}{2}\times 2\times 10 + 80 + 1\times 100 + 540\right) = 2100\times 725$$

$$= 1522500\,J$$

مجموعه آموزشی سکّو

$3\ kg$ آب $28^\circ C$ را با مقداری یخ $0^\circ C$ مخلوط می‌کنیم. تبادل گرما فقط بین آب و یخ است. اگر دمای تعادل $1^\circ C$ شود، جرم یخ چند کیلوگرم بوده است؟ $L_f = 336000\ J/kg\ ,\ C_{آب} = 4200\ J/kgK$

$L_f = ۳۳۶۰۰۰\ J/kg$ → ۸۰

$C_{آب} = ۴۲۰۰\ J/kgK$ → ۱

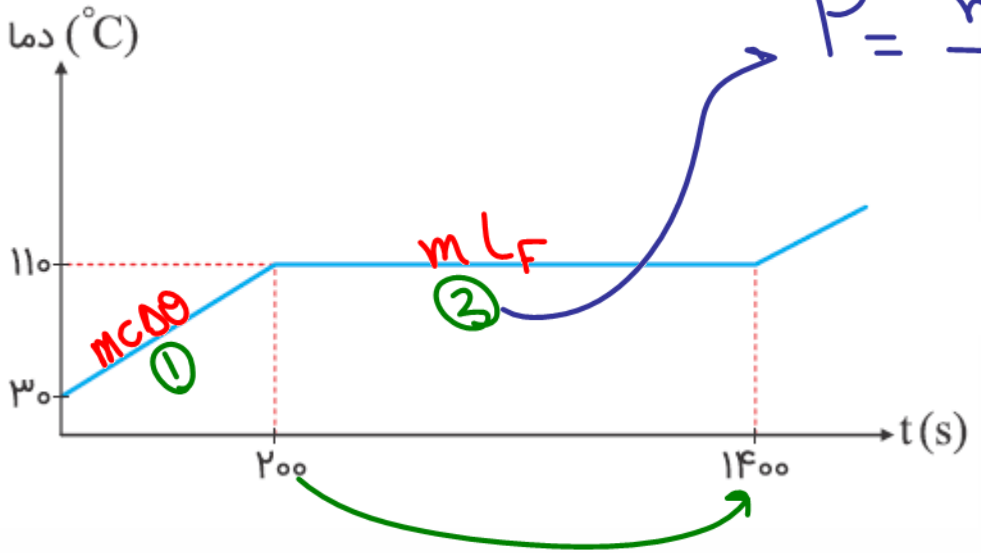
آب $1^\circ C$ ← $mc\Delta\theta$ ← آب صفر ← mL_f ← یخ صفر

آب $1^\circ C$ ← $mc\Delta\theta$ ← آب ۲۸

$$m\times 80 + m\times 1\times 1 + 3\times 1\times(-27) = 0$$

$$81m = 81 \quad m = 1kg$$

توسط گرمکن با توان $10W$ به $50g$ از جسم جامدی با دمای اولیه $30^\circ C$ گرما می‌دهیم و نمودار دما برحسب زمان مطابق شکل زیر می‌شود:



$$P = \frac{mL_F}{t} \rightarrow 10 = \frac{50\times10^{-3} L_F}{1200}$$

$$L_F = 240000 \ J/kg$$

گرمای ویژه نهان ذوب چقدر است؟ (تمام گرمای گرمکن به جسم منتقل می‌شود)

درون محفظه‌ای استوانه‌ای با حجم ثابت، مقداری گاز در دمای $27^\circ C$ وجود دارد و فشارسنج متصل به استوانه عدد $1\,atm$ را نشان می‌دهد. اگر دمای گاز درون مخزن را به $177^\circ C$ برسانیم، فشار درون مخزن به چند اتمسفر می‌رسد؟ (فشار هوای محیط را $1\,atm$ فرض کنید.)

$P_1 = 2\,atm$

$300\,K$

$P_2 = ?$

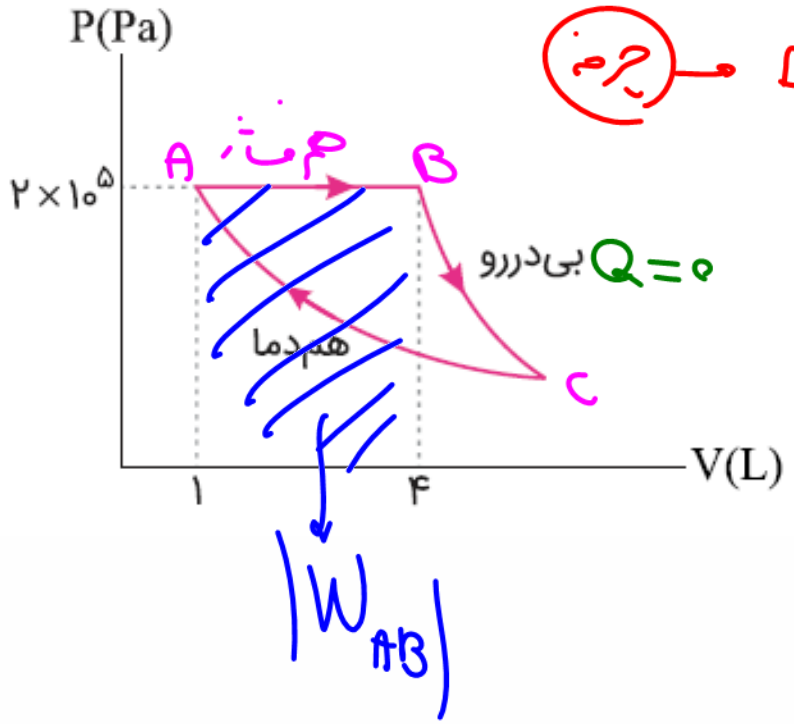
$450\,K$

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$

$$\frac{2}{300} = \frac{P_2}{450}$$

$$P_2 = 3\,atm$$

مقداری گاز آرمانی چرخه ای مطابق شکل را طی می کند. اگر در فرایند هم فشار، گاز ۱۵۰۰ J گرما دریافت کرده باشد، کار محیط در فرایند بی دررو چند ژول است؟



$W_{BC}=?$

$-P\Delta V$

$Q_{AB}=۱۵۰۰$

$Q_{AB}+W_{AB}$ $\quad W_{BC}$ $\quad ۰$

چرخه $\rightarrow \Delta U=۰ \rightarrow \Delta U_{AB}+\Delta U_{BC}+\Delta U_{CA}=۰$

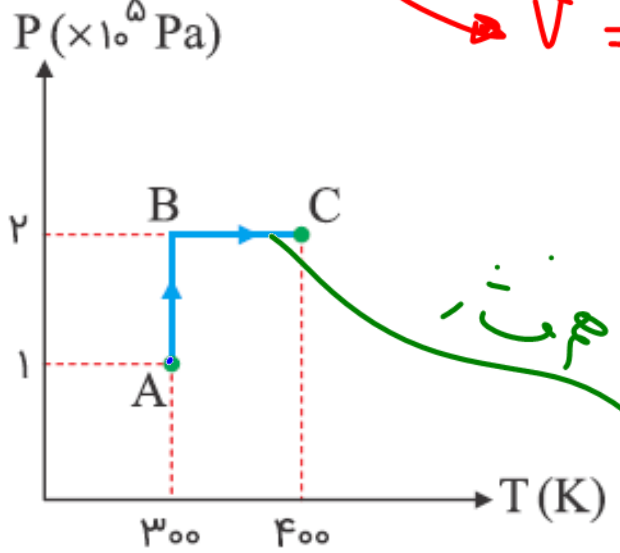
$۱۵۰۰-۲\times۱۰^۵\times۳\times۱۰^{-۳}+W_{BC}=۰$

$W_{BC}=-۹۰۰\,J$

مجموعه آموزشی سکّو

معادله حالت — $PV = nRT$

باتوجه‌به نمودار $(P - T)$ در شکل زیر که مربوط به ۰/۵ مول گاز تک‌اتمی است:



$V = \frac{nRT}{P} = \frac{\frac{1}{2} \times 8 \times 300}{1 \times 10^5} = 12 \times 10^{-3}\ m^3$

حجم گاز در حالت A چقدر است؟

$= 12\ L$

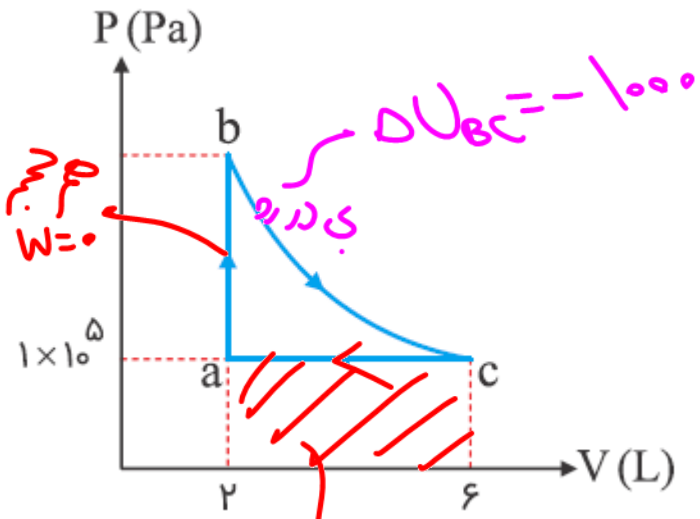
$1\ m^3 = 1000\ L$

کار انجام‌شده روی گاز در فرآیند BC را محاسبه کنید. $(R = 8\ J/mol \cdot K)$

هم‌دما

$W = -nR\Delta T = -\frac{1}{2} \times 8 \times 100 = -400\ J$

شکل زیر، چرخه گاز کامل تک‌اتمی را نشان می‌دهد. اگر در فرآیند بی‌دررو bc انرژی درونی ۱۰۰۰ ژول کاهش یابد، کل گرمای مبادله‌شده در چرخه چند ژول است؟



$\Delta U_{BC} = -1000\,J = W_{BC}$

بی‌دررو

هم‌حجم $W = 0$

$|W_{CA}| = 2\times10^2 = 400$

$W_{BC} = +400\,J$

$W_{چرخه} = -1000 + 0 + 400 = -600\,J$

چرخه $\rightarrow Q = -W = +600\,J$

مجموعه آموزشی سکّو