فاینال

فیزیک با سهند مرادخواه

$$\begin{cases} W_F = F\,d\cos\theta \\ W_{f_k} = -f_k\,d \\ W_{mg} = \pm mgh \end{cases}$$

پایین: $+$ ، بالا: $-$

$$\begin{cases} W_t = W_1 + W_2 + \cdots \\ W_t = \Delta K = K_2 - K_1 = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) \\ K = \frac{1}{2}mv^2 \end{cases}$$

مجموعه آموزشی سکّو

$$\begin{cases} U = mgh \\ K = \frac{1}{2}mv^2 \end{cases} \longrightarrow E = K + U$$

$$W_{mg} = -\Delta U$$

$$\begin{cases} \text{عدم اتلاف} \Rightarrow E_1 = E_2 \Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \\ \text{اتلاف} \Rightarrow W_f = E_2 - E_1 = (K_2 + U_2) - (K_1 + U_1) \end{cases}$$

W_f: همراه منفی

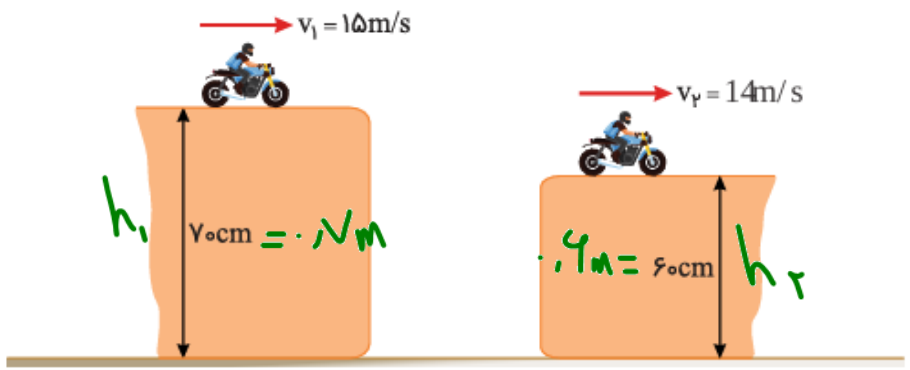
مجموعه آموزشی سکّو

$$P = \frac{W}{\Delta t} \begin{cases} P = \frac{mgh}{t} \\ P = \frac{\frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)}{t} \\ P = \frac{Fd\cos\theta}{t} \end{cases}$$

بازده درصدی

$$\frac{x}{100} P = \frac{W}{\Delta t}$$

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؟ $(g = 10\ m/s^2)$



$W_t = \Delta K$

$W_{mg} + W_f = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) = (v_2 - v_1)(v_2 + v_1)$

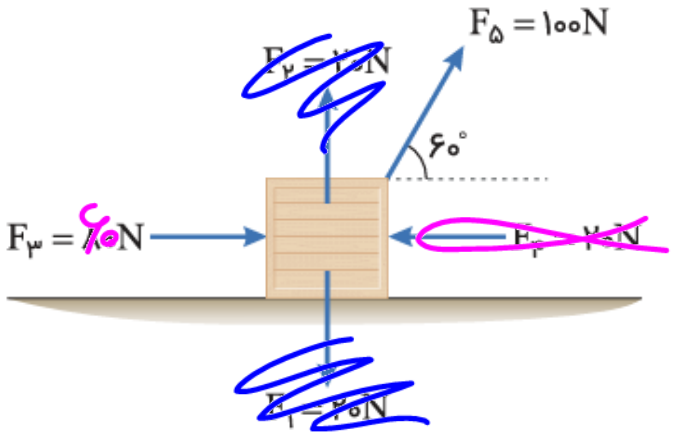
$+ mgh$

$۲۰۰ \times ۱۰ \times \frac{1}{10} + W_f = \frac{1}{2} \times ۲۰۰ (۱۴ - ۱۵)(۱۴ + ۱۵)$

$W_f = -۲۹۰۰ - ۲۰۰ = -۳۱۰۰\ J$

مجموعه آموزشی سکّو

در شکل زیر کار کل نیروهای وارد بر جسم چند کیلوژول است؟ ($\cos(60^\circ) = 0/5$)



$$W_t = W_{F_5} + W_{F_4}$$

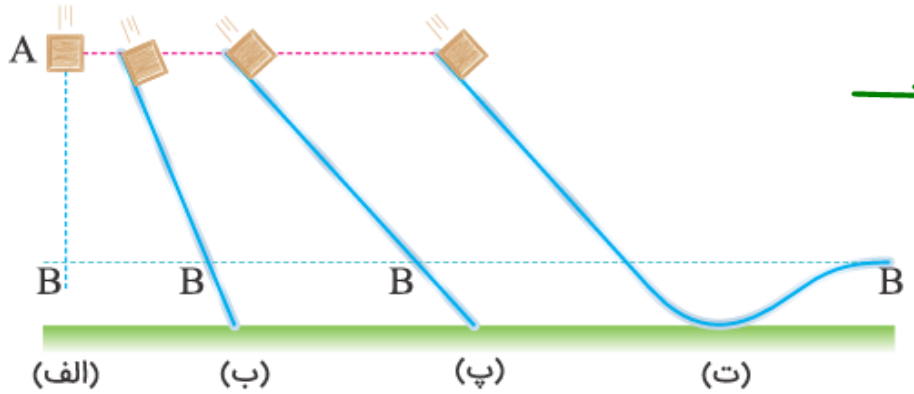
$$= 100 \times 10 \times \frac{1}{2} + 60 \times 10 \times 1$$

$$= 500 + 600 = 1100J = 1/1KJ$$

مجموعه آموزشی سکّو

شکل زیر، چهار وضعیت متفاوت را برای حرکت جسمی از حال سکون را نشان می‌دهد. اگر مسیرها بدون اصطکاک باشند، تندی جسم را در نقطه B برای هر چهار وضعیت باهم مقایسه کنید.

$E_A = E_B$



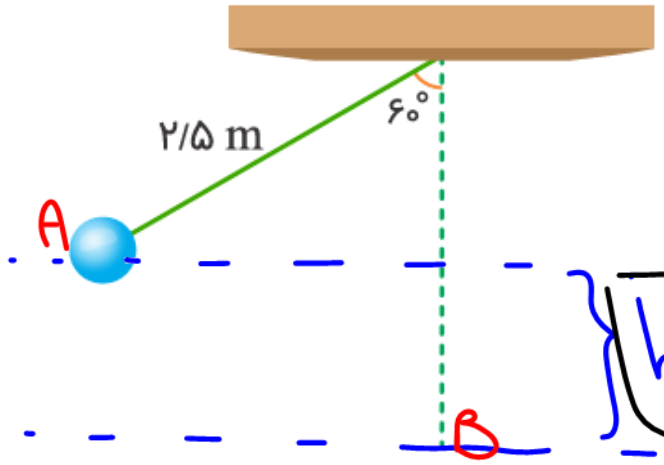
سرعت در تمامی حالات یکسان!

B باهم برابرند!

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؟

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

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 $g \simeq 10\,m/s^2$)



$U_A = 0$

کمترین نقطه

$E_A = E_B$

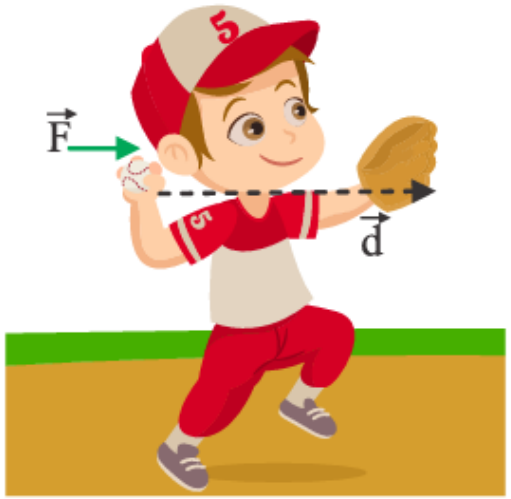
$U_A = K_B$

$mgh_A = \frac{1}{2}mv_B^2 \rightarrow 10 \times 1{,}25 = \frac{1}{2}v_B^2 \rightarrow v_B = 5\,m/s$

$h = L(1-\cos\theta) \rightarrow h = 2{,}5\left(1-\frac{1}{2}\right) = 1{,}25\,m$

بلندترین نقطه

ورزشکاری سعی می‌کند توپ بیسبالی به جرم $150\ g$ را با بیشترین تندی ممکن پرتاب کند. به این منظور، ورزشکار نیرویی به بزرگی $F = 100\ N$ تا لحظه پرتاب توپ و در امتداد جابه‌جایی $d = 1/5\ m$ مطابق شکل زیر، بر آن وارد می‌کند. با چشم پوشی از مقاومت هوا، تندی توپ هنگام جدا شدن از دست ورزشکار چقدر است؟



$\theta = 0$

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

$v_1 = 0$

$Fd\cos\theta$, $\cos 0 = 1$

$100 \times 1/5 = \frac{1}{2} \times \frac{150}{1000} (v_2^2)$

$v = \sqrt{2000} = \sqrt{400 \times 5} = 20\sqrt{5}\ m/s$

مجموعه آموزشی سکّو

دو قایق بادبانی مخصوص حرکت روی سطوح یخ‌زده روی دریاچه افقی و بدون اصطکاکی قرار دارند. جرم قایق A برابر m و جرم قایق B برابر ۲ m است. نیروی ثابت و یکسان $\vec{F}$ با وزیدن باد به هر دو وارد می‌شود. هر دو قایق از حال سکون شروع به حرکت می‌کنند و از خط پایان به فاصله d می‌گذرند. درست پس از عبور از خط پایان:

الف) انرژی جنبشی قایق B چند برابر انرژی جنبشی قایق A است؟

$W_t = \Delta K = K_2 - K_1$

$\Rightarrow$ یکی نیست $\Rightarrow K_B = K_A$

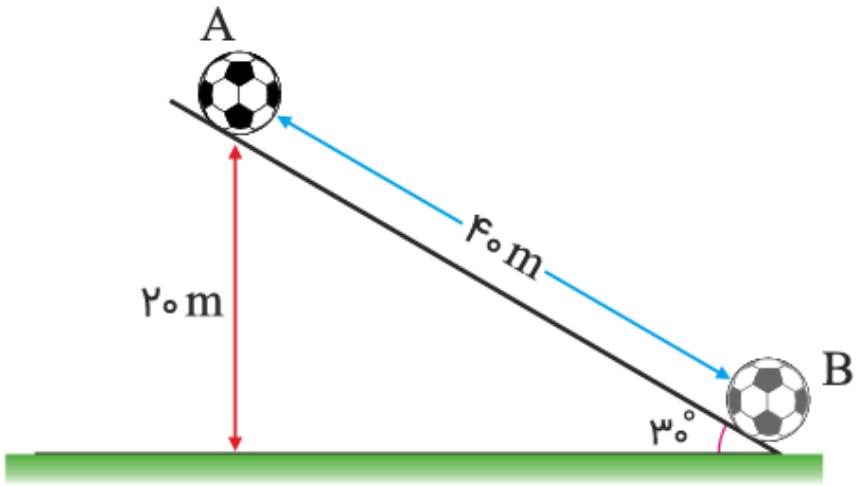
یک برابر

ب) تندی قایق B چند برابر قایق A است؟

$\rightarrow \frac{1}{2}(2m)v_B^2 = \frac{1}{2}(m)v_A^2$

$v_B^2 = \frac{1}{2}v_A^2 \rightarrow v_B = \frac{\sqrt{2}}{2}v_A$

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



$v_A = ۰$

$E_A = E_B$

$U_A = K_B$

$mgh_A = \frac{۱}{۲}mv_B^۲$

$۱۰ \times ۲۰ = \frac{۱}{۲}v_B^۲$

$v_B = ۲۰\,m/s$

مجموعه آموزشی سکّو

$t = ۳ \times ۶۰ s$

بالابری با تندی ثابت، باری به جرم $۶۵۰kg$ را در مدت ۳ دقیقه تا ارتفاع $۷۵m$ بالا می‌برد. اگر جرم تجهیزات بالابر که به بار متصل است $۲۵۰kg$ باشد، توان متوسط مفید موتور آن چند وات است؟ $(g = ۱۰ m/s^۲)$

$$P = \frac{mgh}{t} = \frac{۹۰۰ \times ۱۰ \times ۷۵}{۳ \times ۶۰} = ۳۷۵۰ W$$

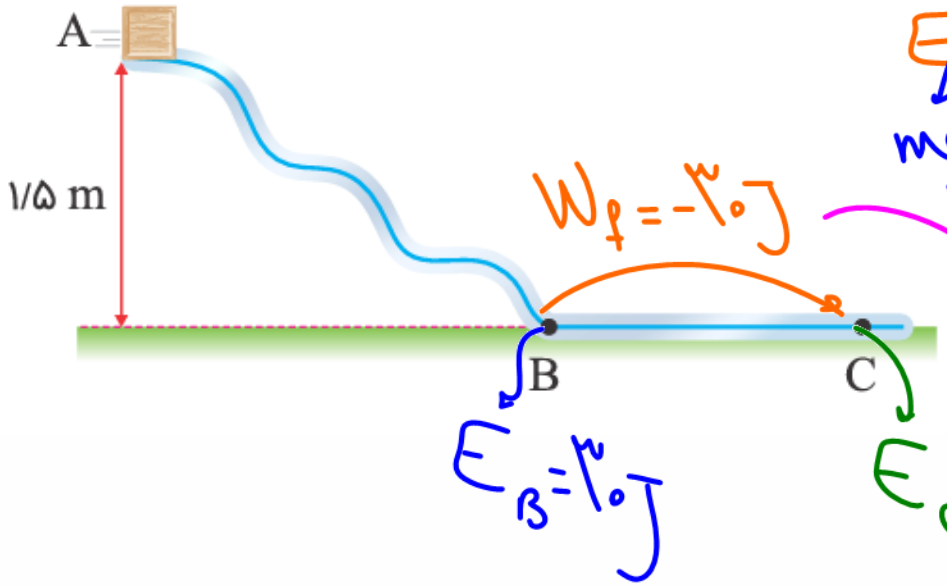
شخصی به جرم ۸۰ kg در مدت ۱۰۰ ثانیه از تعداد ۵۰ پله بالا می‌رود. توان متوسط مفید او چند وات است؟ (ارتفاع هر پله ۲۰ cm فرض شود و $g = ۱۰\,m/s^۲$)

$h = ۵۰ \times ۲۰ = ۱۰۰۰\,cm = ۱۰\,m$

$$P = \frac{mgh}{t} = \frac{۸۰ \times ۱۰ \times ۱۰}{۱۰۰} = ۸۰\,W$$

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؟ $(g = ۱۰\ N/kg)$



$E_A = E_B \rightarrow E_B = ۲ \times ۱۰ \times ۱/۵ = ۳۰\ J$

mgh

$W_f = -۳۰\ J$

$W_{f_k} = -f_k d \rightarrow -۳۰ = -f_k \times ۴$

$f_k = \frac{۳۰}{۴} = \frac{۱۵}{۲} = ۷/۵\ N$

$E_B = ۳۰\ J$

$E_C = ۰$

مجموعه آموزشی سکّو

از بالونی که در ارتفاع ۵۰ متری سطح زمین و با تندی $5\ m/s$ در پرواز است، بسته‌ای به جرم $40\ kg$ رها می‌شود و با تندی $20\ m/s$ به زمین برخورد می‌کند. کار انجام‌شده توسط نیروی مقاومت هوا بر روی بسته را از لحظه رها شدن تا هنگام رسیدن به زمین چند ژول است؟ $(g = 10\ m/s^2)$

$v_1 = 5\ m/s$

v_2

$$W_f = E_2 - E_1 = (K_2 + U_2) - (K_1 + U_1)$$

$U_2 = 0$

$$= K_2 - K_1 - U_1 = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) - mgh_1$$

ΔK

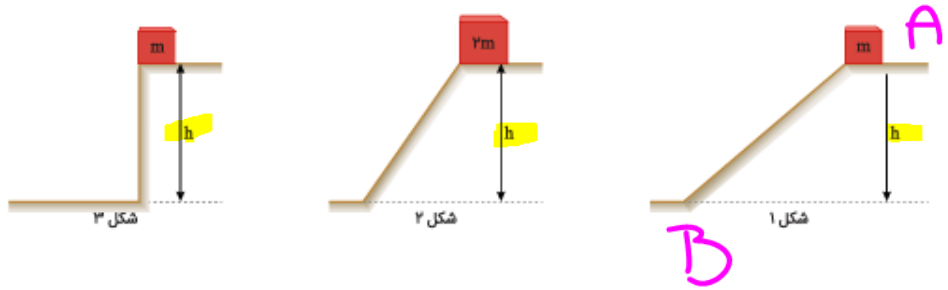
$$= \frac{1}{2} \times 4 \times 20 \left(400 - 25\right) - 4 \times 10 \times 10 \times 50 = 7500 - 20000$$

$$= -12500\ J$$

مجموعه آموزشی سکّو

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)



$$E_A = E_B$$

$$K_A + U_A = K_B + U_B$$

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

$$v_B = \sqrt{2gh}$$

$m = \rho V = 1000 \times 2 = 2000\ kg$

$2000\ kg$

$t = 60$

پمپ آبی در هر دقیقه ۲ متر مکعب آب رودخانه‌ای را با تندی ثابت ، به نقطه‌ای منتقل می‌کند که ارتفاع آن تا سطح آب رودخانه ۳۰ متر است. اگر چگالی آب رودخانه $1000\ kg/m^3$ باشد:

الف توان مفید (خروجی) این پمپ چند کیلووات است؟

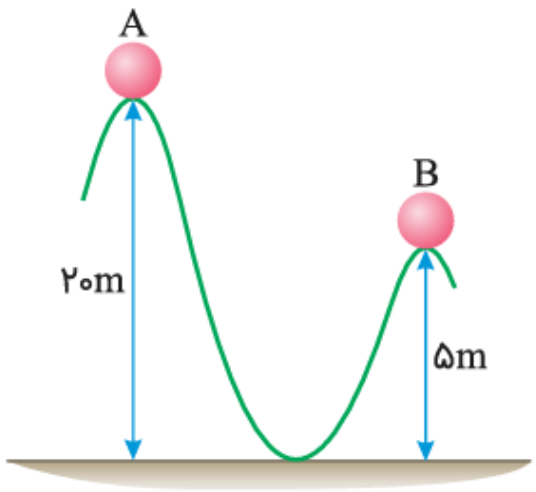
$$P = \frac{mgh}{t} = \frac{2000 \times 10 \times 30}{60} = 10000\ W = 10\ kW$$

ب اگر بازده این پمپ، ۸۰ درصد باشد، توان ورودی پمپ چند کیلووات است؟

$$\text{بازده} = \frac{\text{توان مفید}}{\text{توان کل}} \times 100$$

$$80 = \frac{10}{P} \times 100 \qquad P = \frac{100}{8} = 12.5\ kW$$

گلوله ای در مسیر بدون اصطکاکی حرکت داده ایم اگر گلوله از نقطه A با سرعت $4\ m/s$ پرتاب شده باشد سرعتش در نقطهٔ B چند متر بر ثانیه است؟ $(g = 10\ m/s^2)$ (حل با استفاده از انرژی مکانیکی)



$$E_A = E_B$$

$$K_A + U_A = K_B + U_B$$

$$\frac{1}{2}mv_A^2 + mgh_A = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgh_B$$

$$\frac{1}{2}\times 16 + 10\times 20 = \frac{1}{2}\times v_B^2 + 10\times 5$$

$$158 = \frac{1}{2}v_B^2 \rightarrow v_B = \sqrt{316}$$

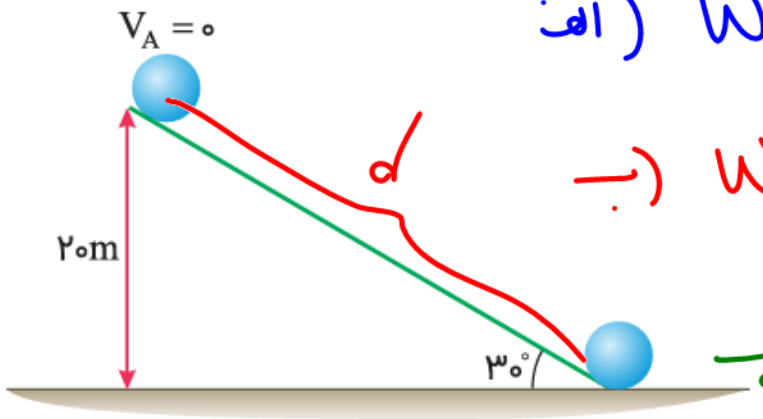
$$v_{پایین}^2 - v_{بالا}^2 = 2g|\Delta h|$$

$$v_B^2 - 16 = 2\times 10\times 15$$

$$v_B = \sqrt{316}$$

مجموعه آموزشی سکّو

در شکل زیر، جسمی به جرم ۴۰۰ گرم را از نقطه A از حال سکون رها می‌کنیم. اگر نیروی اصطکاک در مسیر حرکت ثابت و بزرگی اش ۰/۵ نیوتن باشد. $(\sin 30^\circ = 0/5 \, , \, g = 10\,N/kg)$



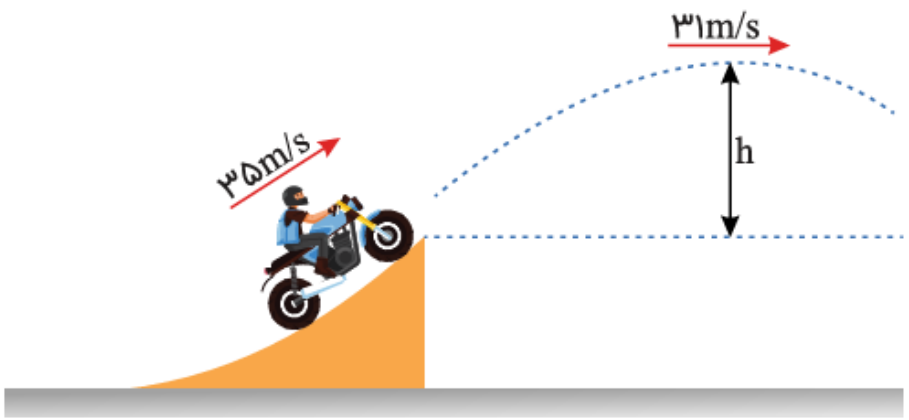
الف) کار نیروی وزن در مسیر AB چند ژول می‌باشد؟

ب) کار نیروی اصطکاک در مسیر AB چند ژول می‌باشد؟

پ) سرعت جسم در رسیدن به نقطه B چند متر بر ثانیه است؟

مجموعه آموزشی سکّو

در شکل زیر، موتور سواری از انتهای سکویی، پرشی را با تندی $35\ m/s$ انجام می‌دهد. اگر تندی موتورسوار در بالاترین نقطه مسیرش به $31\ m/s$ برسد، ارتفاع h چند متر است. نیروی مقاومت هوا ناچیز است و $g = 10\ m/s^2$ است.



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

$$-mgh$$

$$+10 \times h = \frac{1}{2}(4)(66)$$

$$h = 132\ m$$

مجموعه آموزشی سکّو

پمپ آبی $۳۰۰۰\,kg$ آب را در مدت ۱ دقیقه و ۴۰ ثانیه از عمق ۱۰ متری زمین بالا می‌آورد. اگر بازدهٔ پمپ ۴۰ درصد باشد، توان الکتریکی پمپ (توان ورودی) را حساب کنید؟ $(g = ۱۰\,N/kg)$

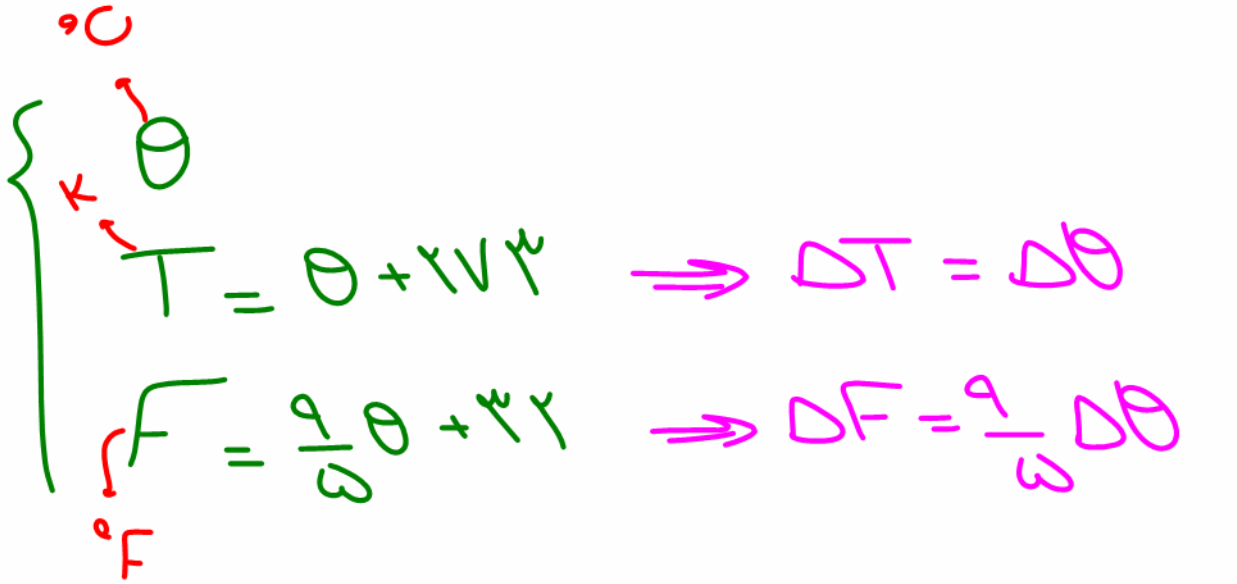
$۱۰۰\,s$

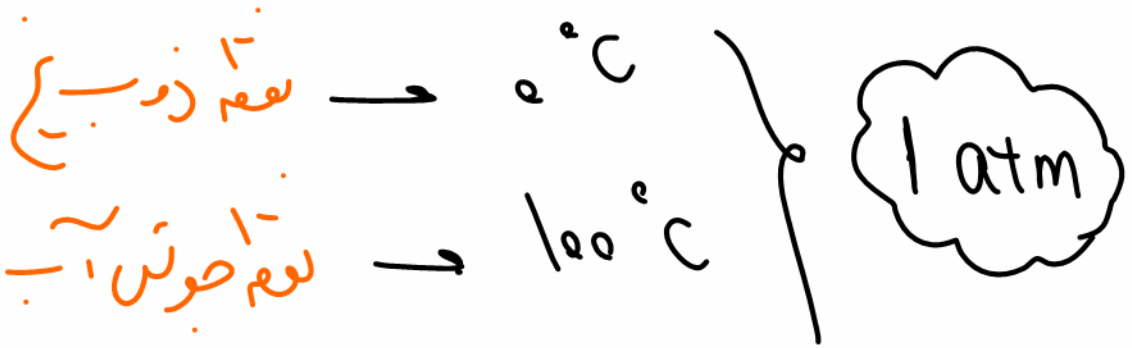
$$\frac{\eta}{۱۰۰} \times P = \frac{mgh}{t}$$

$$\frac{۴۰}{۱۰۰} P = \frac{۳۰۰۰ \times ۱۰ \times ۱۰}{۱۴۰}$$

$$P = ۷۵۰\,W$$

مجموعه آموزشی سکّو





مجموعه آموزشی سکّو

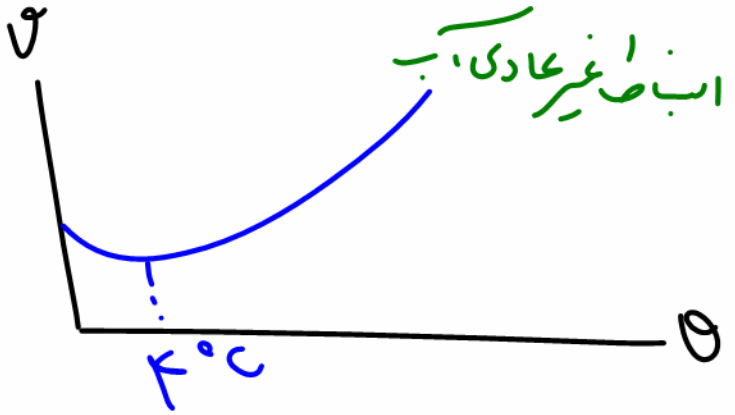
ضریب انبساط طولی ($\frac{1}{K}$)

انبساط طولی $\rightarrow \Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta$

انبساط سطحی $\rightarrow \Delta A = A_1 (2\alpha) \Delta\theta$

انبساط حجمی $\rightarrow \Delta V = V_1 (\beta) \Delta\theta \Rightarrow$ (جامد $\beta = 3\alpha$)

ضریب انبساط حجمی



با افزایش دما چگالی کاهش می‌یابد!

$\Delta \rho = -\rho_1 \beta \Delta\theta$

$\rho_2 = \rho_1 (1 - \beta \Delta\theta)$

ظرف پر $\Rightarrow$ بیرون ریخته $V = V_1 \Delta\theta (\beta_{\text{مایع}} - \beta_{\text{ظرف}})$

ظرف سرخالی $\Rightarrow \Delta h = h_1 \beta \Delta\theta$

ارتفاع پر — ارتفاع خالی

مجموعه آموزشی سکّو

ظرفیت گرمایی $(\frac{J}{K})$ ← جنس / جرم

گرما (J) ←
$Q = C\Delta\theta$
$Q = mc\Delta\theta$

c ← گرمای ویژه $(\frac{J}{kgK})$ ← جنس

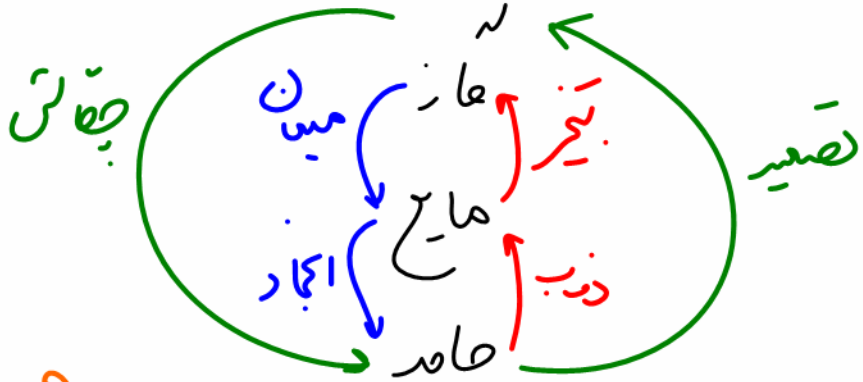
تعادل گرمایی ←
- عدم اتلاف ← $Q_1 + Q_2 + \cdots = 0$
- اتلاف ← $Q_1 + Q_2 + \cdots = -$ (انرژی تلف شده)

توان گرمایی ←
$P = \frac{Q}{t}$

بازده درصدی ←
$\frac{\eta}{100} P = \frac{Q}{t}$

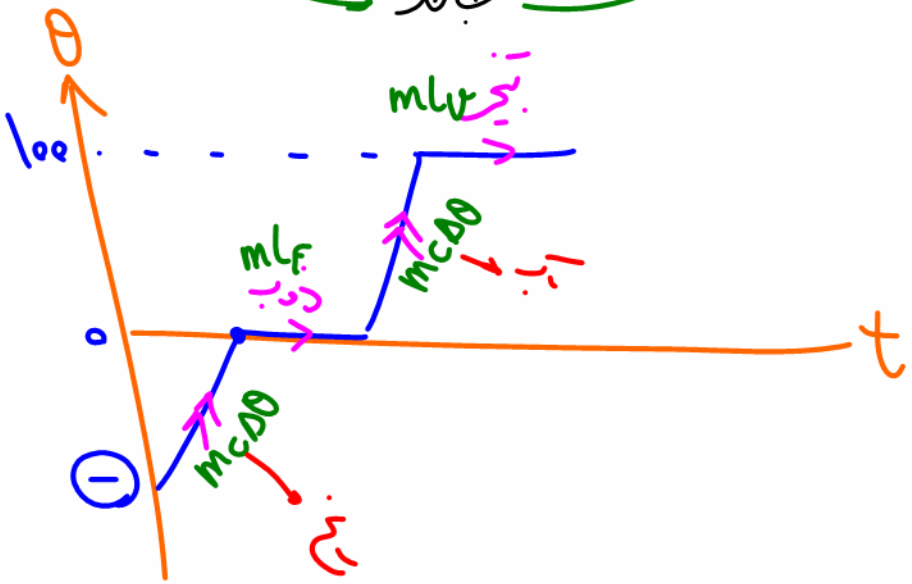
عدم اتلاف، نکته اضافی ←
$\theta = \frac{m_1c_1\theta_1 + m_2c_2\theta_2 + \cdots}{m_1c_1 + m_2c_2 + \cdots}$

θ ← دمای تعادل



تغییر حالت گرمادهنده ← $\begin{cases} Q_{ذوب} = mL_F \\ Q_{تبخیر} = mL_v \end{cases}$

تغییر حالت گرماگیر ← $\begin{cases} Q_{انجماد} = -mL_F \\ Q_{میعان} = -mL_v \end{cases}$



$c_{آب} = 4200$ ۱

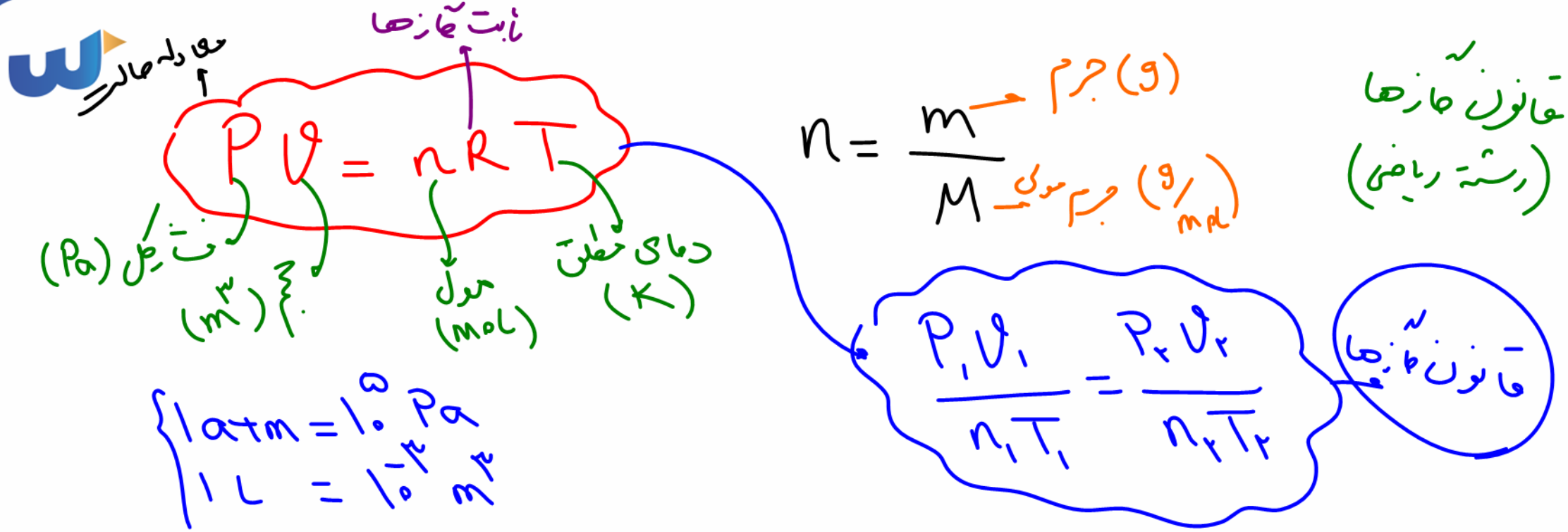
$L_F = 336000$ ۸۰

$c_{یخ} = 2100$ $\frac{1}{2}$

$L_v = 2268000$ ۵۴۰

نکته کاربردی

مجموعه آموزشی سکّو


ثابت گازها
$PV = nRT$
فشار گاز (Pa)
حجم (m^3)
مول (mol)
دمای مطلق (K)
$n = \frac{m}{M}$
جرم (g)
جرم مولی (g/mol)
قانون گازها (رشته ریاضی)
$\frac{P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{P_2V_2}{n_2T_2}$
قانون گازها
$1atm = 10^5 Pa$
$1L = 10^{-3} m^3$

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

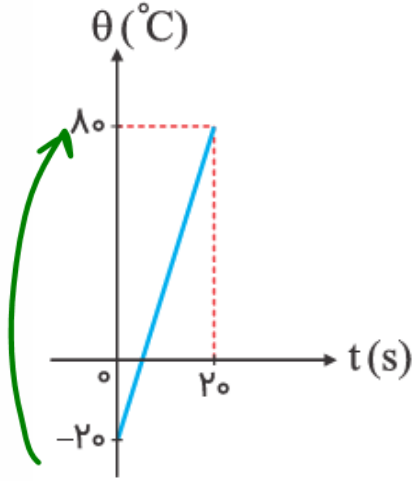
$$V_{\text{بیرون ریخته}} = V_{\text{مایع}} \Delta\theta \left(\beta_{\text{مایع}} - \beta_{\text{ظرف}} \right)$$

$$V = 100 \times 6 \left(\underbrace{5 \times 10^{-4} - 0.75 \times 10^{-4}}_{4.25 \times 10^{-4}} \right) = 25.5 \times 10^{-2} = 255 \times 10^{-3}\ cm^3$$

$$255 \times 10^{-3}\ cm^3 \times \frac{10^{-6}\ mm^3}{10^{-9}\ cm^3} = 255\ mm^3$$

مجموعه آموزشی سکّو

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:



$P = \frac{Q}{t} \rightarrow Q = P.t = ۴۰۰۰ \times ۲۰ = ۸۰۰۰۰ J$

$Q = mc\Delta\theta \rightarrow c = \frac{Q}{m\Delta\theta} = \frac{۸۰۰۰۰}{۵ \times ۱۴۰} = ۱۹۰ \frac{J}{kgK}$

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

ب گرمای ویژه این جسم چند واحد SI است؟

مجموعه آموزشی سکّو

فلزی به جرم ۸۰۰ گرم با دمای $80^\circ C$ را درون گرماسنجی می‌اندازیم که حاوی ۵۰۰ گرم آب $30^\circ C$ است و دمای نهایی مجموعه پس از برقراری تعادل، $50^\circ C$ می‌شود. ظرفیت گرمایی گرماسنج چقدر است؟ (اتلاف گرما ناچیز است و $C_{\text{آب}} = 4200\ J/kg\cdot K$, $C_{\text{فلز}} = 2000\ J/kg\cdot K$)

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{گرماسنج}} + Q_{\text{فلز}} = 0$$

$$\frac{1}{2}\times 2100 \times 20 + C \times 20 + \frac{8}{10}\times 2000 \times (-30) = 0$$

$$21000 + C - 24000 = 0 \rightarrow C = 3000\ \frac{J}{K}$$

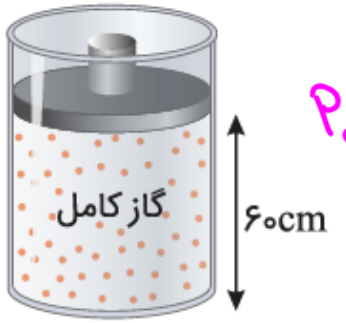
مجموعه آموزشی سکّو

در شکل زیر مساحت پیستون $10cm^2$ و جرم آن $2kg$ است. اینک اگر وزنه‌ای به جرم $3kg$ روی آن قرار دهیم، پیستون چند سانتی‌متر پایین می‌آید.

$(g = 10 m/s^2 \quad P_0 = 10^5 Pa)$

دما ثابت است ← مول ثابت

ریاضی



$P_1V_1 = P_2V_2$

$P_1Ah_1 = P_2Ah_2$

$P_1h_1 = P_2h_2$

$P_0 + \frac{mg}{A}$, $P_0 + \frac{m_2g}{A}$

$\left(10^5 + \frac{2\times10}{10\times10^{-4}}\right)\times60 = \left(10^5 + \frac{3\times10}{10\times10^{-4}}\right)\times h_2$

$10^4(10+2)\times60 = 10^4(10+5)\times h_2$

$h_2 = 48$

$|\Delta h| = |48-60| = 12cm$

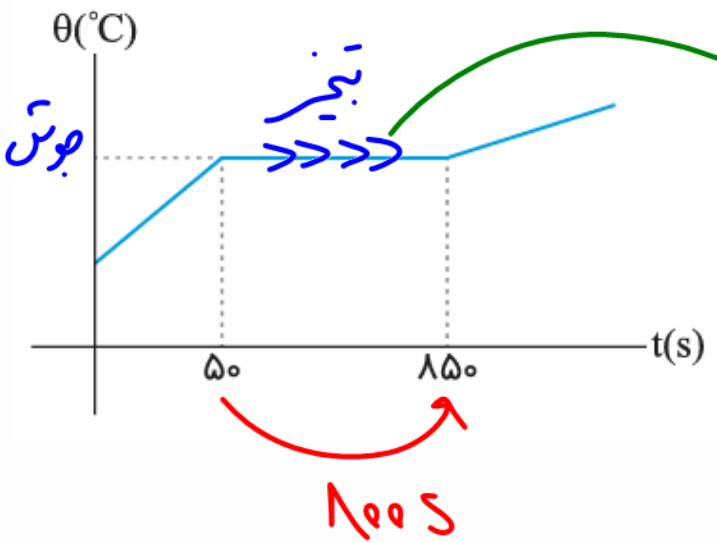
مجموعه آموزشی سکّو

$L_v = ?$

P

$0.1\ kg$

نمودار دما ـ زمان برای ۱۰۰ گرم از یک مایع که با توان ثابت $50\ W$ به آن گرما داده می‌شود، مطابق شکل زیر است. گرمای نهان تبخیر این مایع چند ژول بر کیلوگرم است؟ (از تبخیر سطحی صرف‌نظر شود.)



جوش

تبخیر

$800\ s$

$P = \frac{mL_v}{t} \rightarrow L_v = \frac{Pt}{m}$

$L_v = \frac{50 \times 800}{0.1} = 4 \times 10^5\ \frac{J}{kg}$

یک گلوله فلزی به جرم ۴۰ گرم با تندی $400\ m/s$ به مانعی برخورد می‌کند و درون آن متوقف می‌شود. اگر ۷۵ درصد انرژی جنبشی گلوله صرف گرم کردن خودش شود، دمای گلوله چند درجه سلسیوس افزایش می‌یابد؟ $(c_{\text{گلوله}} = 600\ J/kg.K)$

$\Delta\theta = ?$

$\frac{75}{100} K = Q$

$\frac{3}{4} \times \frac{1}{2} m v^2 = mc\Delta\theta \rightarrow \frac{3}{4} \times \frac{1}{2} \times 16 \times 10^{2} = 6 \times \Delta\theta$

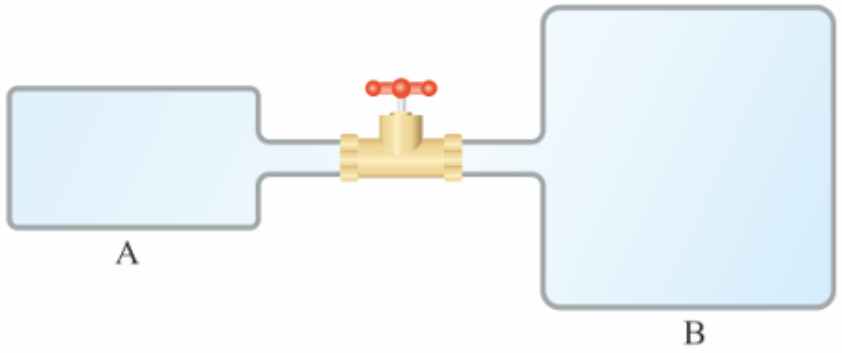
$\rightarrow \Delta\theta = 100^{\circ}C$

مجموعه آموزشی سکّو

$۲۷^{\circ}C \longrightarrow ۳۰۰K$

در شکل زیر، ظرف A به حجم ۲ لیتر حاوی گاز اکسیژن با دمای $۴۷^{\circ}C$ ($۳۲۰K$) و فشار ۴ اتمسفر است و ظرف B به حجم ۵ لیتر، کاملاً خالی است. اگر شیر رابط را باز کنیم و دمای گاز در ظرف‌ها به ۷ درجه سلسیوس برسد، فشار گاز چند اتمسفر می‌شود؟ ($۲۸۰K$)

ریاضی



$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

$$\frac{۴ \times ۲}{۳۲۰} = \frac{P_2 \times ۷}{۲۸۰} \longrightarrow P_2 = ۱ atm$$

۲ مول گاز هلیوم در دمای ۲۷ درجه سلسیوس داخل یک سیلندر به حجم ۳۰ لیتر محبوس شده است. فشار گاز چند پاسکال است؟
$(R = 8\,J/mol \cdot K)$

۳۰۰ K

ریاضی

$$PV = nRT$$

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{2 \times 8 \times 300}{30 \times 10^{-3}} = 16 \times 10^{4}\ Pa$$

مجموعه آموزشی سکّو

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؟ $(c = ۴۲۰۰\,J/kg\cdot K)$

$$Q_{فلز} + Q_{آب} + Q_{ظرف} = ۰$$

$$C_{فلز}(-۵۰) + ۱\times۴۲۰۰(۲) + ۲۰۰(۲) = ۰$$

$$C_{فلز} = ۱۶۸ + ۸ = ۱۷۶\ J/K$$

مجموعه آموزشی سکّو

دمای یک قطعه فلز ۰/۵ کیلوگرمی را توسط یک گرمکن ۵۰ واتی در مدت ۱۱۰ s از $18^\circ C$ به $38^\circ C$ رسانده‌ایم. گرمای ویژه فلز در این آزمایش چند واحد SI اندازه‌گیری می‌شود؟

$$P = \frac{mc\Delta\theta}{t}$$

$$c = \frac{Pt}{m\Delta\theta} = \frac{50 \times 110}{\frac{1}{2} \times 20} = 550 \ \frac{J}{kg.K} = 550 \ \frac{J}{kg.^\circ C}$$

مجموعه آموزشی سکّو

به جسمی که جرم آن ۵۰ گرم است، ۱۲۶۰ ژول گرما می‌دهیم، دمای آن به $60^\circ C$ می‌رسد. اگر در همین دما ۱۰۰۸ ژول دیگر به جسم گرما بدهیم، دمای آن به $100^\circ C$ می‌رسد.

$$Q = mc\Delta\theta \rightarrow c = \frac{Q}{m\Delta\theta}$$

الف گرمای ویژه جسم چند واحد SI است؟

$$c = \frac{1008}{5\times10^{-2}\times 40} = 504 \ \frac{J}{kg\,K}$$

ب دمای اولیه جسم چند درجه سلسیوس است؟

$$Q = mc\Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = \frac{Q}{mc} = \frac{1260}{5\times10^{-2}\times 504} = 50^\circ C$$

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 \rightarrow 50 = 60 - \theta_1 \rightarrow \theta_1 = 10$$

مجموعه آموزشی سکّو

t

توان گرمایی یک گرمکن $1800\,W$ است. اگر از اتلاف گرما صرف‌نظر کنیم، چند دقیقه طول می‌کشد تا دمای $5\,kg$ آب گرمکن به اندازه $36^\circ C$ افزایش یابد؟ $(c_{\text{آب}} = 4200\,J/kg\cdot^\circ C)$

$$P = \frac{mc\Delta\theta}{t}$$

$$t = \frac{mc\Delta\theta}{P} = \frac{5 \times 4200 \times 36}{1800} = 420\,s$$

$$t = \frac{420}{60} = 7\,min$$

مجموعه آموزشی سکّو

اگر در یک روز زمستانی که دمای هوا $0^\circ C$ است، ۱۷۰۰ گرم آب در داخل یک گودال کوچک باشد، مقداری از آب بر اثر تبخیر سطحی آب، تبخیر می‌شود و بقیه آن یخ می‌زند. جرم آب تبخیرشده و یخ‌زده چقدر است؟ تبادل گرما با محیط نداریم ($L_F = ۳۳۲\,kJ/kg$ و $L_V = ۲۴۹۰\,kJ/kg$: در دمای صفر درجه سلسیوس)

$m_1 + m_2 = ۱۷۰۰$

۱) تبخیرشده ۲) یخ‌زده

$(m_2 L_F)_{\text{یخ‌زده}} = (m_1 L_V)_{\text{تبخیرشده}}$

$m_2 \times ۳۳۲ = m_1 \times ۲۴۹۰$

$۱۴۶ \quad ۱۲۴۵$

$۲ \times ۱۴۳ \quad ۵ \times ۲۴۹$

$m_2 = ۷/۵\, m_1$

$m_1 + ۷/۵ m_1 = ۱۷۰۰$

$۸/۵ m_1 = ۱۷۰۰$

$m_1 = \frac{۱۷۰۰}{۸/۵} = ۲۰۰\,g$

$m_2 = ۱۵۰۰\,g$

به ۲kg یخ −۱۰°C چند کیلوژول گرما دهیم تا به بخار آب ۱۰۰°C تبدیل شود؟

$(L_f = ۳۳۶\,kJ/kg\,,\ L_v = ۲۲۵۶\,kJ/kg\,,\ c_{آب} = ۴/۲\,kJ/kg°C\,,\ c_{یخ} = ۲/۱\,kJ/kg°C)$

به وسیله یک گرمکن با توان ۱۰۰۰ وات می‌خواهیم در فشار یک اتمسفر، ۵۰۰ گرم آب ۵۰°C را به بخارآب ۱۰۰°C تبدیل کنیم.

الف چه مقدار گرما لازم است به آب برسد؟

ب اگر بازده این گرمکن ۵۰ درصد باشد، چه مدت طول می‌کشد تا تمام آب اشاره شده در سؤال به بخارآب تبدیل شود؟

$(c = ۴۲۰۰\,J/kg\cdot K\,,\ L_V = ۲۲۵۶\,kJ/kg)$

مجموعه آموزشی سکّو

$t = ۷ \times ۳۶۰۰ s$

توان ورودی یک گرمکن الکتریکی $۲\,kW$ است. اگر بازده این گرمکن برابر با ۸۰ درصد باشد، در مدت ۷ ساعت، چند کیلوگرم یخ در دمای نقطه ذوب را به آب با دمای $۴۰\,^\circ C$ تبدیل می‌کند؟ $(c_{\text{آب}} = ۴۲۰۰\,J/kg^\circ C, L_F = ۳۳۶\,kJ/kg)$

یخ صفر $\rightarrow$ آب صفر $\rightarrow$ آب ۴۰

$$\frac{x}{۱۰۰} P = \frac{mL_F + mc\Delta\theta}{t}$$

$$\frac{۸۰}{۱۰۰} \times ۲۰۰۰ = \frac{m(۳۳۶۰۰۰ + ۴۲۰۰ \times ۴۰)}{۷ \times ۳۶۰۰}$$

$$m = ۱۰\,kg$$

مجموعه آموزشی سکّو

اگر گرمای ویژهٔ آب و یخ به‌ترتیب $4200\ J/kg\cdot K$ و $2100\ J/kg\cdot K$ و همچنین $L_F = 335000$ باشد، چند کیلوژول گرما لازم است تا ۲۰۰ گرم یخ (-5) درجهٔ سلسیوس به آب ۵۰ درجهٔ سلسیوس تبدیل شود؟

مجموعه آموزشی سکّو

در یک ظرف شیشه‌ای به حجم $200\,cm^3$ مایعی با ضریب انبساط حجمی $10^{-3}\,1/K$ ریخته و پر کرده‌ایم. دما را $200\,^\circ C$ افزایش می‌دهیم. اگر $\alpha = 12 \times 10^{-6}\,1/K$ باشد، چه حجمی از مایع بیرون می‌ریزد؟

$$V_{\text{بیرون ریخته}} = V_{\text{اولیه}}\left(\beta_{\text{مایع}} - \beta_{\text{ظرف}}\right) = 200 \times 200 \left(\frac{1}{1000} - 36 \times 10^{-6}\right)$$

$$= 3856\ cm^3$$

مجموعه آموزشی سکّو

طول قاب پنجره‌ای از جنس فولاد در دمای $-۱۰\,^\circ C$ برابر با ۲ متر است. کمترین و بیشترین دمای شهری به ترتیب $-۱۰\,^\circ C$ و $۴۰\,^\circ C$ است. بیشترین تغییر طول قاب چقدر است؟ $(\alpha = ۱۱ \times ۱۰^{-۶}\,۱/K)$

$$\Delta L = L_۱ \alpha \Delta\theta$$

$$\Delta L = ۲ \times ۱۱ \times ۱۰^{-۶} \times ۵۰$$

$$= ۱۱ \times ۱۰^{-۴}\ m$$

مجموعه آموزشی سکّو

دمای یک میله فلزی را چند کلوین افزایش دهیم تا طول آن به اندازه ۰/۰۰۱ طول اولیه افزایش یابد؟ $(\alpha = ۲ \times ۱۰^{-۵} \frac{۱}{K})$

$\Delta L = ۰/۰۰۱ L_۱$

$\Delta L = L_۱ \alpha \Delta\theta$

$\frac{۱}{۱۰۰} L_۱ = L_۱ \times ۲ \times ۱۰^{-۵} \times \Delta\theta$

$\Delta\theta = ۵۰$

مجموعه آموزشی سکّو

ارلنی شیشه‌ای با ضریب انبساط طولی $۱۰^{-۵}\ \frac{۱}{K}$ را که در دمای $۲۰^\circ C$ گنجایشی برابر با $۲۰۰\ cm^۳$ دارد، با گلیسیرین در همان دما پر کرده‌ایم اگر دمای ظرف و گلیسیرین را به $۶۰^\circ C$ برسانیم، چند سانتی‌متر مکعب گلیسیرین از ظرف بیرون می‌ریزد؟ ($\beta_{\text{گلیسیرین}} = ۰/۵ \times ۱۰^{-۳}\ \frac{۱}{K}$)

$$V = ۲۰۰ \times ۴۰ \times \left(\frac{۵۰ \times ۱۰^{-۶} - ۳ \times ۱۰^{-۵}}{۴۷ \times ۱۰^{-۵}} \right) = ۳/۱۷۶\ cm^۳$$

مجموعه آموزشی سکّو

در دمای یکسان، اگر جرم ۴۰ لیتر از یک گاز آرمانی در فشار ۱۲ اتمسفر برابر ۳۶۰ گرم باشد، جرم ۲۰۰ لیتر از همان گاز در فشار ۲ اتمسفر چند گرم خواهد بود؟

آیین

M یون

ریاضی

$PV = nRT \rightarrow PV = \frac{m}{M}RT$ (نابت)

$\frac{m_2}{m_1} = \frac{P_2}{P_1} \times \frac{V_2}{V_1} \rightarrow \frac{m_2}{36} = \frac{2}{12} \times \frac{200}{40}$

60

$m_2 = 300\,g$

مجموعه آموزشی سکّو

در ظرفی ۸۰۰ گرم آب صفر درجه سلسیوس وجود دارد. یک قطعه مس به جرم ۴۲۰ گرم و دمای ۹۰ درجه سلسیوس را درون آب می‌اندازیم. پس از برقراری تعادل، دمای مجموعه تقریباً چند درجه سلسیوس می‌شود؟ (اتلاف گرما ناچیز و $C_{\text{مس}} = ۴۰۰\ \text{J/kg}\cdot\text{k}$, $C_{\text{آب}} = ۴۲۰۰\ \text{J/kg}\cdot\text{k}$)

$$\theta = \frac{m_1c_1\theta_1 + m_2c_2\theta_2}{m_1c_1 + m_2c_2} = \frac{۸۰۰\times۴۲۰۰\times۰ + ۴۲۰\times۴۰۰\times۹۰}{۸۰۰\times۴۲۰۰ + ۴۲۰\times۴۰۰} = \frac{۴\times۹۰}{۲۱} = \frac{۳۶۰}{۲۱}$$

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؟

$\rho_A = \frac{1}{2}\rho_B$ $\quad c_A = 4c_B$ $\quad Q_A = Q_B$ $\quad V_A = V_B$

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

$$\Delta\theta = \frac{Q}{\rho V c} \rightarrow \frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{c_A}{c_B} = \frac{\frac{1}{2}}{1} \times \frac{4}{2} = 2$$

مجموعه آموزشی سکّو

گرمای ویژه آب $4200\ J/kg\cdot K$ است. چند کیلوژول گرما به دو کیلوگرم آب بدهیم تا دمای آن ۱۵ کلوین افزایش یابد؟

$\Delta\theta = 15^\circ C$

$Q = mc\Delta\theta = 2 \times 4200 \times 30 = 126000\ J = 126\ kJ$

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi r^3} = \frac{16}{4 \times 1^3} = 4 \frac{g}{cm^3}$$

یک گلوله سربی به شعاع $1\ cm$ و جرم $16\ g$ در دمای $0^\circ C$ قرار دارد. اگر دمای گلوله به $100^\circ C$ برسد:
$(\pi = 3,\ \alpha = 2 \times 10^{-5}\ K^{-1})$

الف چگالی آن کاهش می‌یابد یا افزایش؟ چرا؟ (در این قسمت نیازی به محاسبه نیست)

با افزایش دما حجم افزایش و در نتیجه چگالی کاهش می‌یابد!

ب میزان تغییرات چگالی جسم چند کیلوگرم بر مترمکعب است؟ (یادآوری: $\rho_2 = \rho_1(1 - \beta \Delta T)$)

$$\Delta\rho = -\rho_1 \beta \Delta\theta = -4 \times 1/111 \times 3 \times 2 \times 10^{-5} \times 1/100 = -24\ kg/m^3$$

$\beta = 3\alpha$

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؟ $L_{f_{\text{یخ}}} = 336000\ J/kg$, $C_{\text{آب}} = 4200\ J/kgK$

$L_f = ۳۳۶۰۰۰\ J/kg$ → ۸۰

$C_{\text{آب}} = ۴۲۰۰\ J/kgK$ → ۱

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

آب 28 ← $mc\Delta\theta$ ← آب $1^\circ C$

$m \times ۸۰ + m \times ۱ \times ۱ + ۳ \times ۱ \times (-۲۷) = ۰$

$۸۱m = ۸۱ \rightarrow m = ۱kg$

مجموعه آموزشی سکّو

$\Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta$ $\quad \Delta\theta = 25$ $\quad m = \rho V = 4 \times 1000 = 4000\,g = 4\,kg$

دمای یک مکعب فلزی با حجم اولیه $1000\,cm^3$ و چگالی اولیه $4000\,kg/m^3$ را ۴۵ درجه فارنهایت افزایش می‌دهیم.

الف چگالی مکعب چند کیلوگرم بر متر مکعب کاهش می‌یابد؟ $\alpha_{\text{فلز}} = 2 \times 10^{-5}\,\frac{1}{K}$

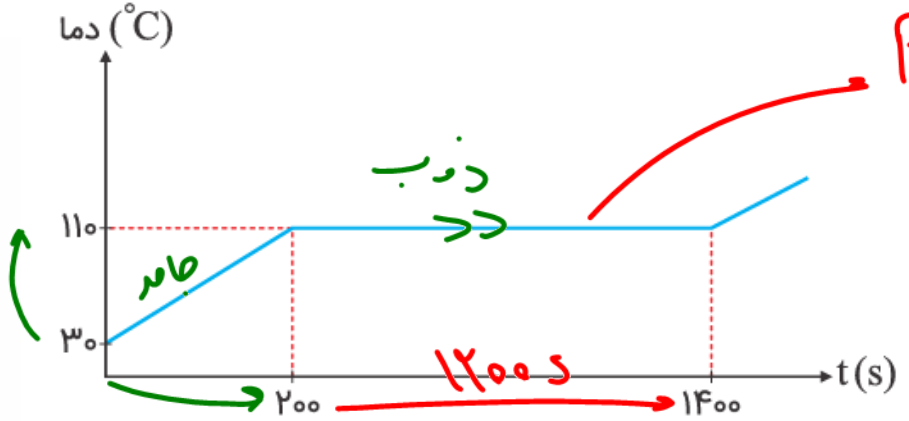
ب اگر گرمای ویژه فلز $400\,J/kgK$ باشد، به فلز چند ژول گرما داده‌ایم؟

$\Delta\rho = -\rho_1 \beta \Delta\theta = -4000 \times 3 \times 2 \times 10^{-5} \times 25 = -6\,kg/m^3$

$Q = mc\Delta\theta = 4 \times 400 \times 25 = 40000\,J$

مجموعه آموزشی سکّو

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:



الف گرمای ویژه حالت جامد چقدر است؟

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

مجموعه آموزشی سکّو

$m = ۲۰۰ + ۱۰۰ = ۳۰۰\,g$

۲۰۰ g آب ۴۰ °C را روی تکه یخ بسیار بزرگی با دمای ۰ °C می‌ریزیم. پس از تعادل گرمایی، جرم آب چند گرم می‌شود؟

$(L_F = ۳۳۶\,J/g\,,\ c_{آب} = ۴/۲\,J/g.°C)$

۸۰ ، ۱

آب صفر ← یخ صفر : mL_F ?

آب ۴۰ ← آب صفر : $mc\Delta\theta$

$m \times ۸۰ + ۲۰۰ \times ۱ \times (۰ - ۴۰) = ۰$

$۸۰m = ۸۰۰۰$

$m = ۱۰۰\,g$ ← جرم یخ ذوب شده

لیوانی از جنس شیشه در دمای $20^\circ C$ گنجایشی برابر $300/0\,cm^3$ دارد و در این دما با روغن زیتون پر می شود. اگر دمای مجموعه را به $70^\circ C$ برسانیم، چند سانتی‌متر مکعب روغن بیرون می ریزد؟

$(\alpha_{\text{شیشه}} = 1/0 \times 10^{-5}\,1/K\ ,\ \beta_{\text{روغن}} = 7/0 \times 10^{-4}\,1/K)$

$V_{\text{بیرون}} = 300 \times \frac{5}{6}\left(\frac{70\times10^{-5} - 3\times10^{-5}}{67\times10^{-5}}\right) = 105\ cm^3$

10^{-2}

335

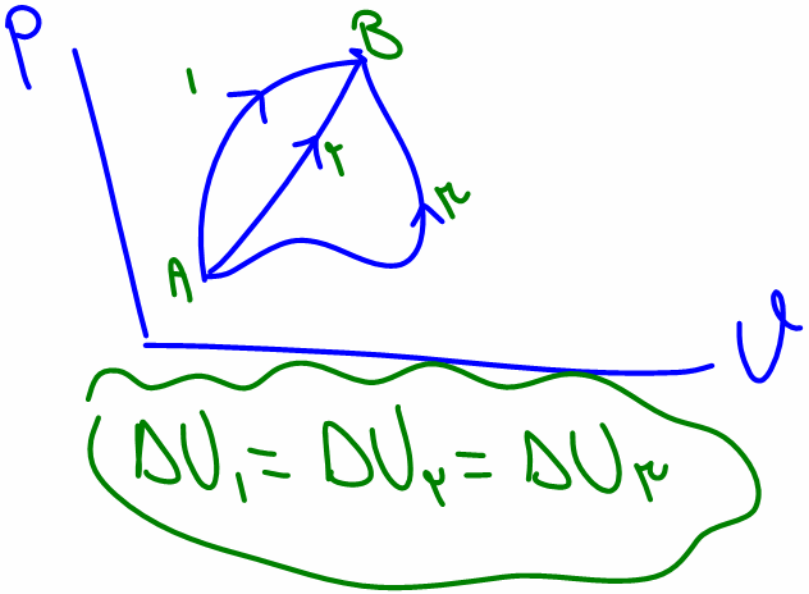
مجموعه آموزشی سکّو

ترمودینامیک (ویژه ریاضی)

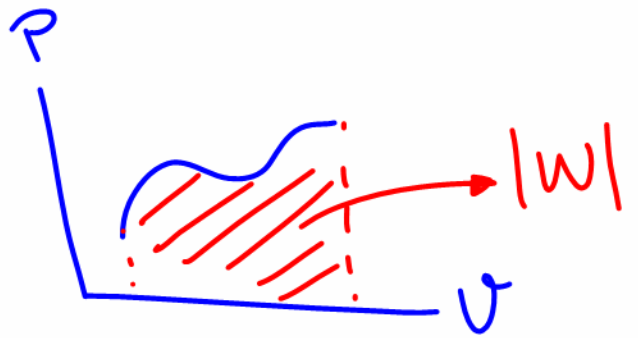
$$\Delta U = Q + W$$

- ΔU: تغییرات انرژی درونی
- Q: گرمای مبادله شده
- W: کار مبادله شده روی دستگاه (گاز)

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{n_2 T_2}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1}$$



$$\Delta U_1 = \Delta U_2 = \Delta U_3$$



- انبساط $\Rightarrow W < 0$
- تراکم $\Rightarrow W > 0$

نکته مهم

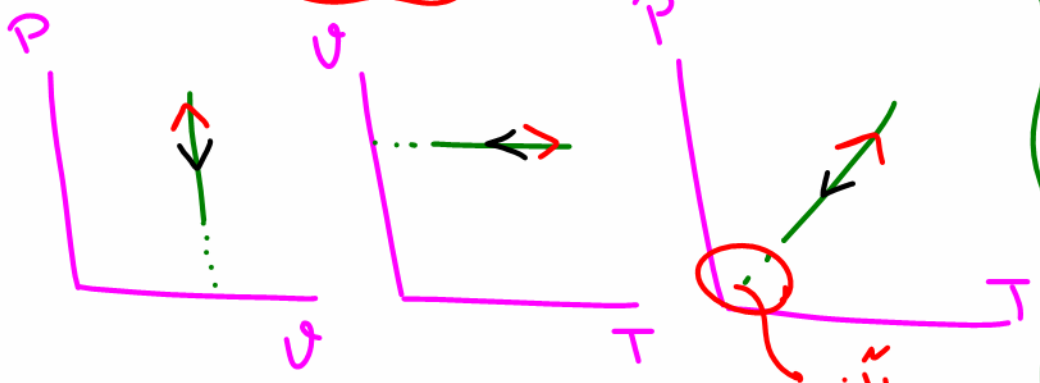
کار انجام شده توسط گاز $W' = -W$

مجموعه آموزشی سکّو

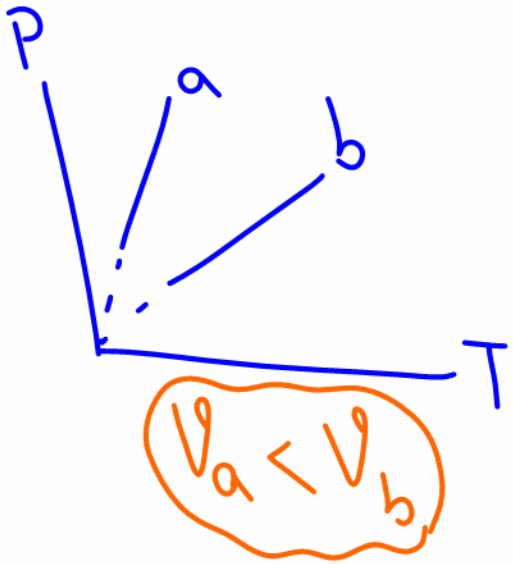
فرایند هم حجم

$W = 0$

$\Delta U = Q$



همدما (هم حجم)



$V_a < V_b$

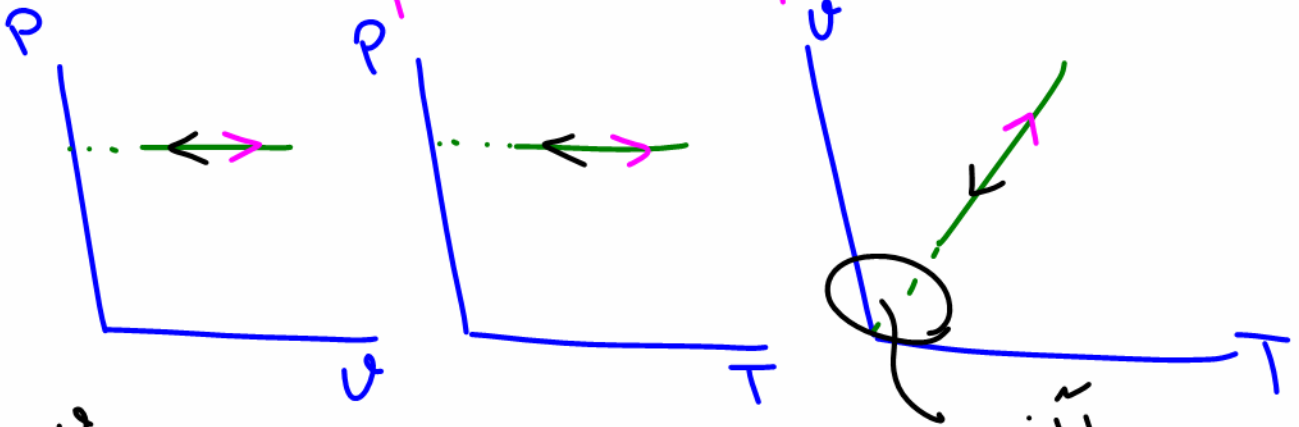
$\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1}$

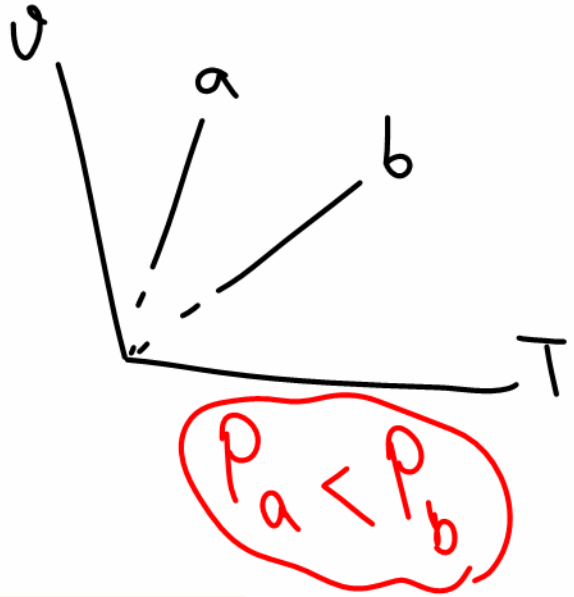
فرایند هم فشار

$\Delta U = Q + W$

$W = -P\Delta\upsilon$

$W = -nR\Delta T$





$P_a < P_b$

همدما (هم فشار)

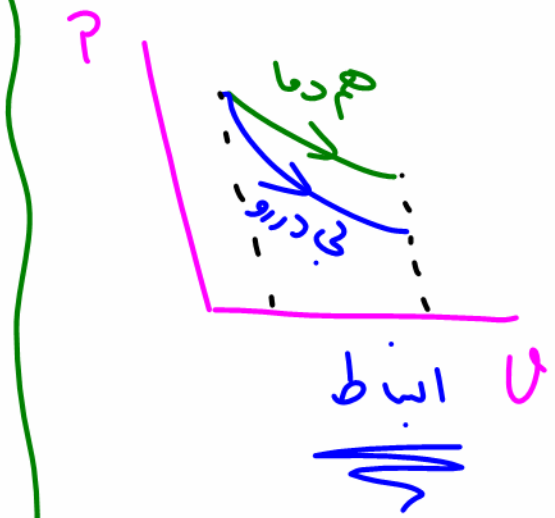
$\frac{\upsilon_2}{\upsilon_1} = \frac{T_2}{T_1}$

فرایند بی‌دررو → $Q=0$ → بسیار سریع / عایق‌بندی

$\Delta U = W$

انبساط بی‌دررو → گاز سرد می‌شود → $\Delta T<0$ → $\Delta U<0$ → $W<0$

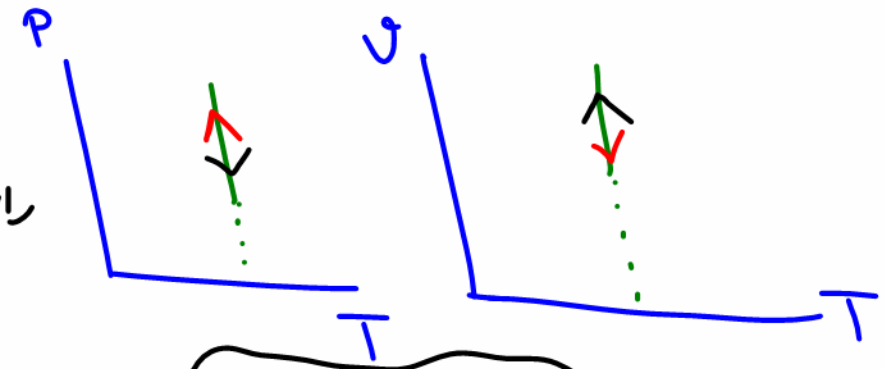
تراکم بی‌دررو → گاز گرم می‌شود → $\Delta T>0$ → $\Delta U>0$ → $W>0$



شیب نمودار بی‌دررو همواره بیشتر است

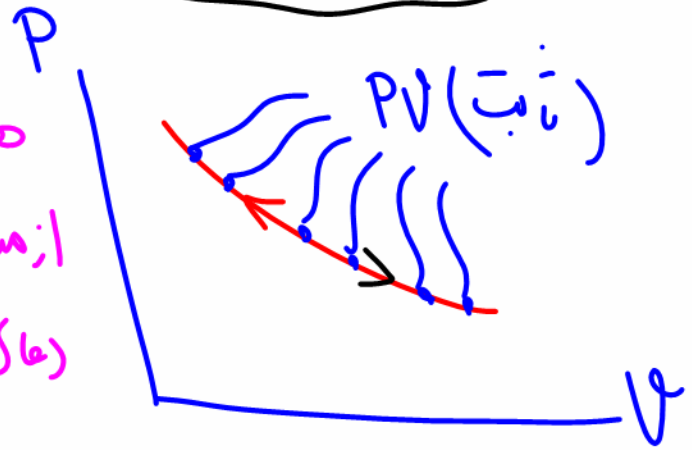
فرایند هم‌دما → $\Delta U=0$

$Q+W=0 \rightarrow Q=-W$

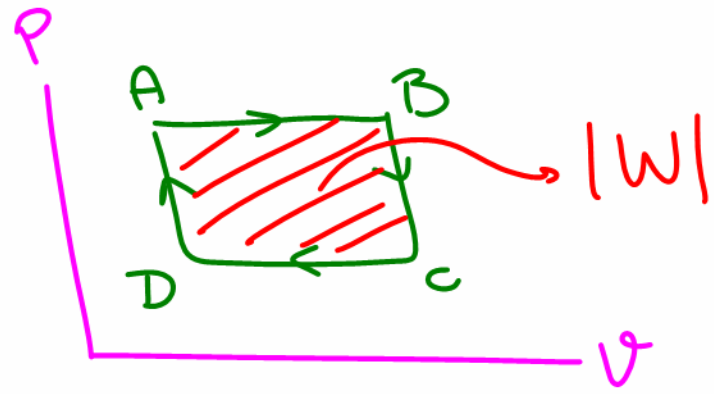


P و V رابطه عکس دارند

$P_1V_1=P_2V_2$



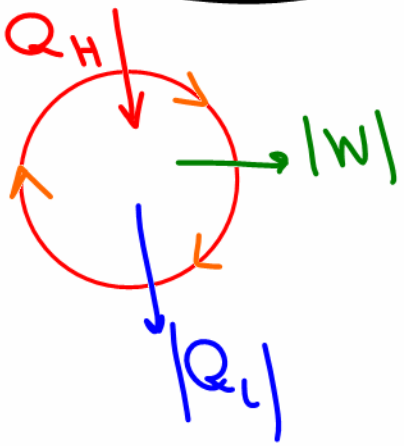
هرچه نمودار از مبدا دورتر باشد دمای فرایند بیشتر است



چرخه ترمودینامیکی ← $\Delta U = 0$ ← $Q = -W$

ماشین گرمایی ← ساعتگرد ← $W < 0 \rightarrow Q > 0$

یخچال ← پادساعتگرد ← $W > 0 \rightarrow Q < 0$

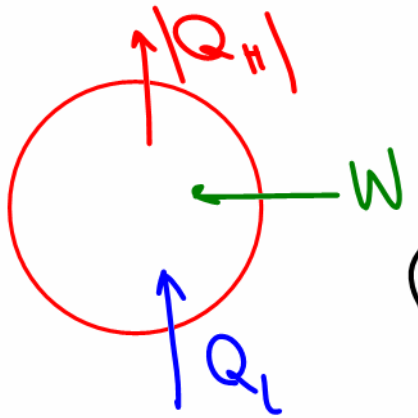


ماشین گرمایی

یخچال

$Q_H = |W| + |Q_L|$

$\eta = \frac{|W|}{Q_H}$



$|Q_H| = Q_L + W$

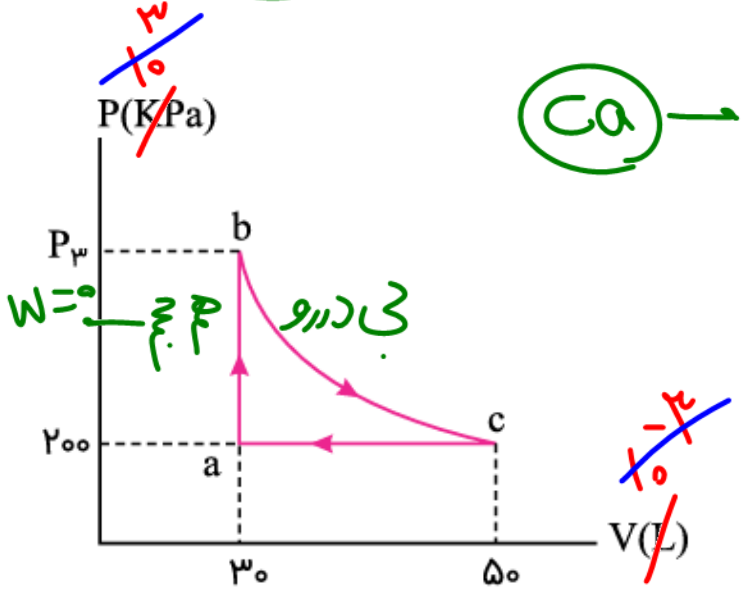
یادآوری

$P = \frac{|W|}{t}$

مجموعه آموزشی سکّو

گاز داخل یک استوانه، چرخه‌ای مطابق شکل روبه‌رو را می‌پیماید. فرآیند bc یک فرآیند بی‌دررو است و کار دستگاه در این فرآیند ۶۰۰۰ J است. کار انجام شده در این چرخه، چند ژول است؟

$W = -6000\,J$



$W = 0$ هم‌حجم — بی‌دررو

ca → $W = -P\Delta V = -200(30-50) = 4000\,J$

$W_{چرخه} = -6000 + 4000 + 0 = -2000\,J$

مجموعه آموزشی سکّو

در جدول زیر، برای هر یک از جمله‌های ستون (۱)، عبارت مناسبی از ستون (۲) انتخاب کنید و در پاسخ‌برگ بنویسید. (یک مورد در ستون دوم اضافی است)

ستون (۱)	ستون (۲)
الف) در این فرآیند، بین دستگاه و محیط گرما مبادله نمی‌شود. ب) در این فرآیند کار دستگاه صفر است. پ) در این فرآیند، انرژی درونی دستگاه ثابت است.	۱) هم‌حجم ۲) هم‌فشار ۳) هم‌دما ۴) بی‌دررو

مجموعه آموزشی سکّو

بازده یک ماشین درون‌سوز ۲۰ درصد است. این ماشین در هر چرخه $۲/۵ \times ۱۰^{۳}\ \mathrm{J}$ کار انجام می‌دهد. گرمای حاصل از سوخت در هر چرخه چند ژول است؟

Q_H

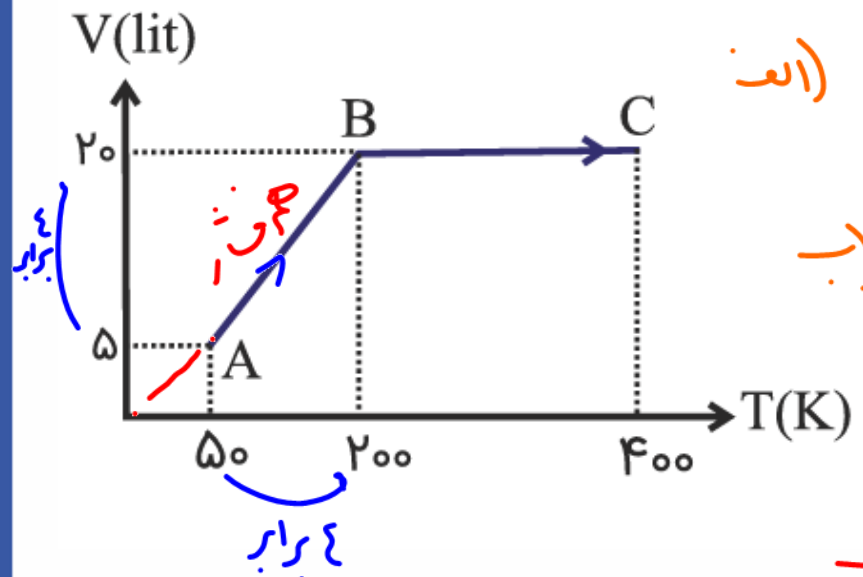
$|W|$

$\eta = \frac{۲۰}{۱۰۰}$

$\eta = \frac{|W|}{Q_H} \rightarrow Q_H = \frac{|W|}{\eta} = \frac{۲/۵ \times ۱۰^{۳}}{۲ \times ۱۰^{-۱}}$

$Q_H = \frac{۵}{۴} \times ۱۰^{۴} = ۱/۲۵ \times ۱۰^{۴}\ \mathrm{J}$

نمودار (V-T) در شکل زیر، مربوط به ۱ مول گاز اکسیژن است. $(R = 8 \frac{J}{mol.K})$



$PV = nRT$

الف) $P = \frac{nRT}{V} = \frac{1 \times 8 \times 500}{5 \times 10^{-2}} = 8 \times 10^{4}\ Pa$

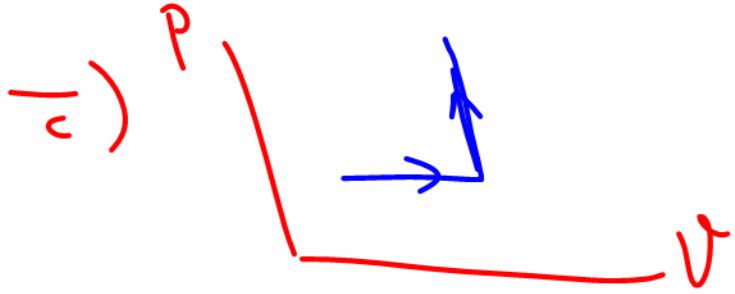
الف فشار گاز در حالت A چند پاسکال است؟

ب) $W = -P\Delta V$ یا $W = -nR\Delta T$

$W = -nR\Delta T = -1 \times 8 \times 150 = -1200\ J$

ب کار انجام شده در فرآیند AB، چند ژول است؟

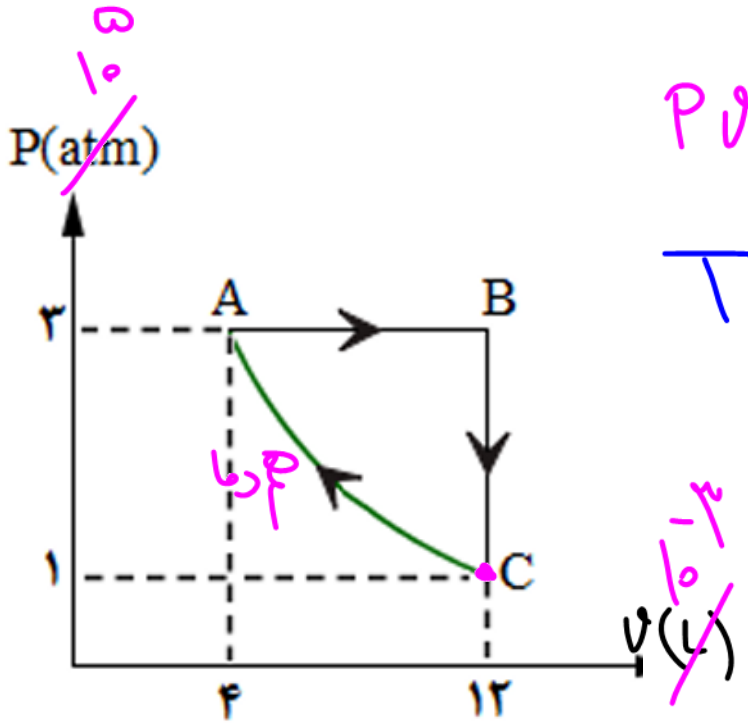
ج)



پ نمودار (P-V)ی این گاز را به طور کیفی رسم کنید.

مجموعه آموزشی سکّو

چرخهٔ زیر مربوط به ۰/۵ مول گاز کامل تک‌اتمی و فرآیند CA هم‌دما است.



$PV = nRT \rightarrow T = \frac{PV}{nR}$

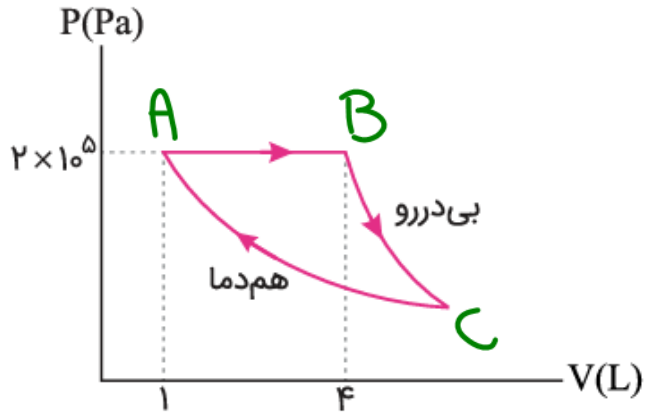
$T = \frac{1 \times 12 \times 100}{\frac{1}{2} \times 8 \times 4} = 300\ K$

الف دما در فرآیند CA چند کلوین است؟

ب کار انجام شده روی دستگاه در فرآیند AB چند ژول است؟ $(R \approx 8\ J/mol.K)$

مجموعه آموزشی سکّو

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}

$Q_{AB}=+۱۵۰۰J$

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

$Q_{AB}+W_{AB}+W_{BC}+۰$

$W_{AB}=-P\Delta V$

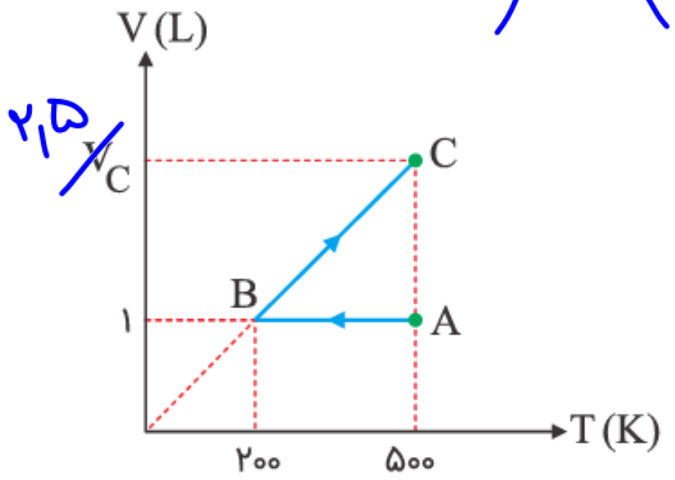
$\Rightarrow ۱۵۰۰-۲\times۱۰^۵\times۳\times۱۰^{-۲}+W_{BC}=۰$

-۹۰۰

$W_{BC}=-۹۰۰J$

مجموعه آموزشی سکّو

نمودار زیر، مربوط به ۰/۳ مول گاز تک‌اتمی است.

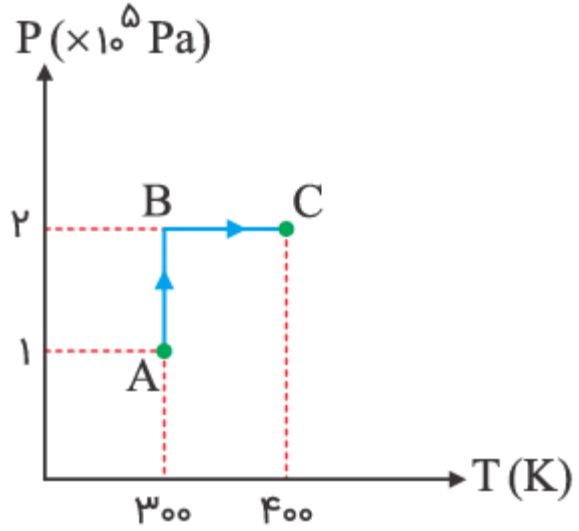


الف) در حالت C حجم گاز چند لیتر است؟

ب) کار انجام‌شده در فرآیند AB چند ژول است؟

مجموعه آموزشی سکّو

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



$PV = nRT \rightarrow V = \frac{nRT}{P}$

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

الف حجم گاز در حالت A چقدر است؟

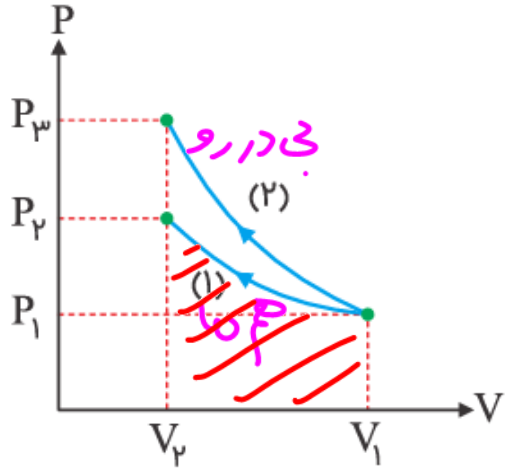
$W_{BC} = -nR\Delta T$

$= -\frac{1}{2} \times 8 \times 100 = -400\ J$

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

مجموعه آموزشی سکّو

مطابق شکل، یک گاز کامل طی دو فرآیند هم‌دما و بی‌دررو از حجم V_1 تا V_2 متراکم شده است:



شیب بیشتر

الف کدام فرآیند هم‌دما و کدام بی‌دررو است؟

ب با استدلال معین کنید کار انجام‌شده روی دستگاه در کدام فرآیند کمتر است؟

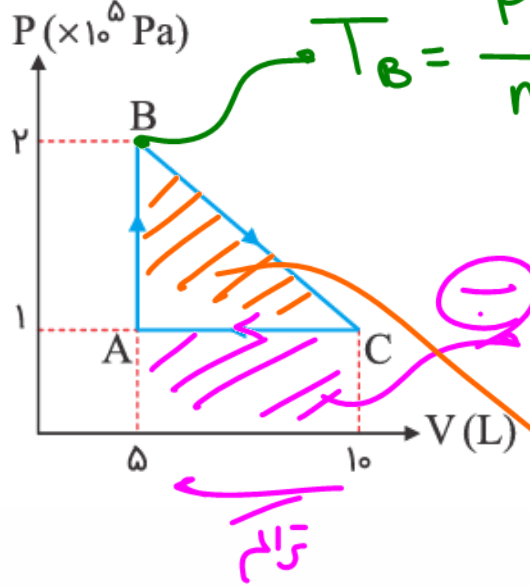
هم دما ← مساحت زیر نمودار کمتر است!

پ در فرآیند بی‌دررو، دمای گاز افزایش می‌یابد یا کاهش؟ توضیح دهید.

ترازم بی‌دررو ← $W>0 \rightarrow \Delta U>0 \rightarrow \Delta T>0 \rightarrow T \uparrow$

مجموعه آموزشی سکّو

چرخه زیر مربوط به ۰/۵ مول گاز تک‌اتمی است: $(R = 8\,J/mol\cdot K)$



$T_B = \frac{PV}{nR} = \frac{2\times10^5\times5\times10^{-3}}{\frac{1}{2}\times8} = 250\,K$

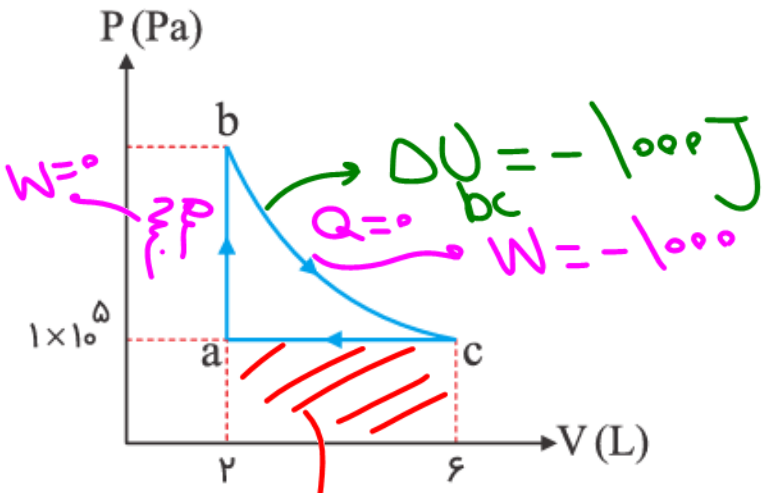
الف در حالت B دمای گاز چند کلوین است؟

ب در فرآیند CA کار انجام شده روی دستگاه را محاسبه کنید.

پ کار کل انجام‌شده روی گاز چند ژول است؟

مجموعه آموزشی سکّو

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؟



$W_{چرخه} = -۱۰۰۰ + ۴۰۰ + ۰ = -۶۰۰J$

$Q_{چرخه} = -W_{چرخه} \rightarrow Q = +۶۰۰J$

$\Delta U_{bc} = -۱۰۰۰J$

$W = ۰$ (ac)

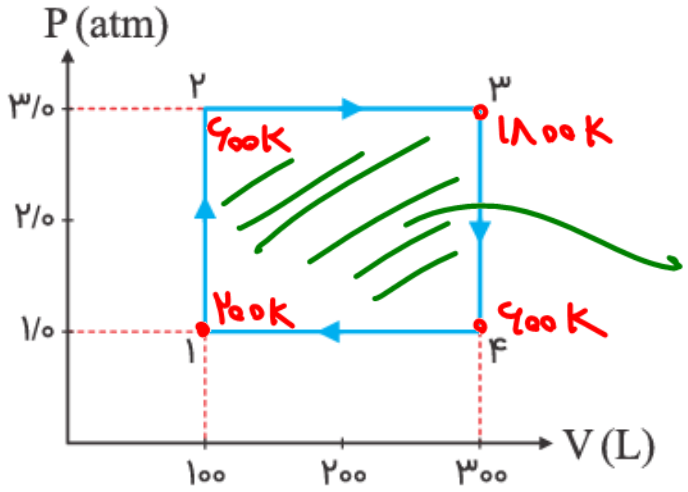
$Q = ۰$

$W = -۱۰۰۰$

$W = +۱\times۱۰^{۵} \times ۴\times۱۰^{-۲} = ۴۰۰J$

مجموعه آموزشی سکّو

یک گاز کامل چرخه نشان داده‌شده در شکل زیر را می‌پیماید. دمای گاز در حالت (۱) برابر ۲۰۰K است. $(1\ atm \simeq 10^5\ Pa)$



$W = -2\times10^5 \times 2000\times10^{-3} = -4\times10^4\ J$

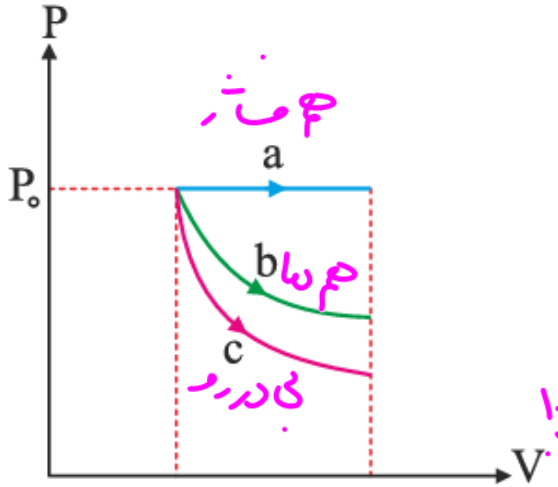
$PV = nRT$

الف دما در سه نقطه دیگر چقدر است؟

ب کار انجام‌شده در چرخه چقدر است؟

مجموعه آموزشی سکّو

در نمودار زیر سه فرآیند هم‌فشار و هم‌دما و بی‌دررو رسم شده است.



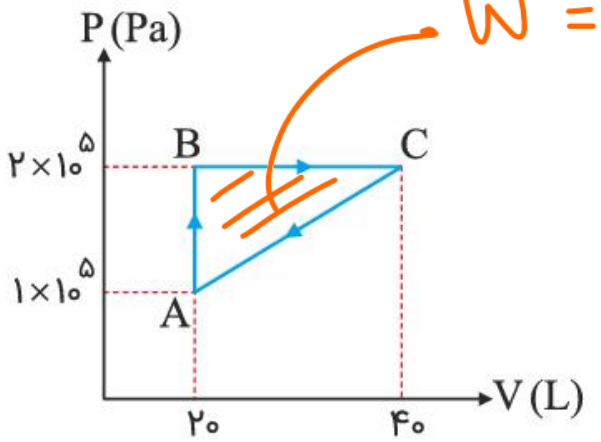
الف در کدام فرآیند اندازهٔ کار بیشتر است؟ چرا؟

ب در کدام فرآیند انرژی درونی ثابت می‌ماند؟

پ در کدام فرآیند گرمای مبادله‌شده صفر است؟

مجموعه آموزشی سکّو

در نمودار زیر:



$W = -\frac{1\times10^{5}\times20\times10^{-3}}{2} = -1000\,J$

$Q = +1000\,J$

الف کار کل در چرخه چند ژول است؟

ب گرمای دریافتی توسط گاز در چرخه چند ژول است؟

پ چرخه گرماگیر است یا گرماده؟

مجموعه آموزشی سکّو