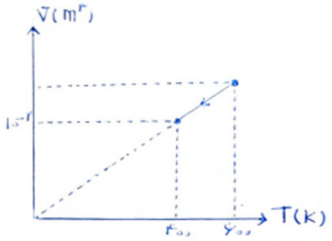
فیزیک تکمیلی – پایهٔ دهم (ترمودینامیک – رشتهٔ ریاضی و فیزیک)

آنچه که ملاحظه می‌فرمایید فایل متن سوالات فیزیک تکمیلی پایهٔ دهم مبحث اختصاصی رشتهٔ ریاضی و فیزیک با موضوع ترمودینامیک است. قانون گازهای آرمانی (معادلهٔ حالت)، قانون اول ترمودینامیک، فرآیندهای خاص ترمودینامیک (هم‌فشار، هم‌حجم، هم‌دما و بی‌دررو)، چرخه، بازده ماشین گرمایی و ضریب عملکرد یخچال از جمله مباحثی است که در سوالات فیلم فیزیک تکمیلی ترمودینامیک از آنها سوال حل شده است. این سوالات از کتاب سه سطحی فیزیک دهم و یازدهم کانون فرهنگی آموزش (قلم‌چی) از قسمت‌های دشوار و دشوارتر آورده شده است. همچنین چهار سوال آخر، سوالات کنکور سراسری ۹۹ است.

مبحث ترمودینامیک را در پنج فیلم که هرکدام دو ساعت است آموزش داده‌ایم و در صفحهٔ فیزیک سایت برای دانلود شما در دسترس است. بنابراین پس از مطالعهٔ کتاب درسی و دیدن آن فیلم‌هاست که می‌توانید از این فیلم استفادهٔ حداکثری را داشته باشید. همچنین در این تمرینات تکمیلی بر روی شماری از قسمت‌ها که عمدتا جنبهٔ مساله‌ای دارد تاکید شده است، بنابراین ضروری است که تعاریف، شکل‌ها و نمودارها از روی کتاب درسی مطالعه شود.

شما با مراجعه به سایت من با دو صفحه مواجه می‌شوید، صفحهٔ فیزیک و صفحهٔ فیزیک تکمیلی که در صفحهٔ فیزیک، آموزش مباحث داده شده است. توصیه می‌شود که فیلم‌ها را از لینک تلگرام یا گوگل‌درایو که کیفیت اصلی است دانلود کنید. آدرس سایت: riazi.blog.ir

۴۶ شکل زیر نمودار $V-T$ مربوط به نیم مول گاز کامل اکسیژن می‌باشد کار انجام شده توسط گاز بر روی محیط و گرمایی که گاز مبادله می‌کند به ترتیب از راست به چپ چند ژول است؟ ($C_V=\frac{5}{2}R$ ، $C_P=\frac{7}{2}R$ و $R=8\ \frac{J}{mol.K}$)



۱) ۱۶۰۰ ، ۵۶۰۰

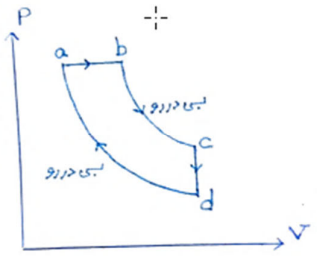
۲) ۱۶۰۰- ، ۴۰۰

۳) ۸۰۰ ، صفر

۴) ۸۰۰- و ۲۸۰۰-

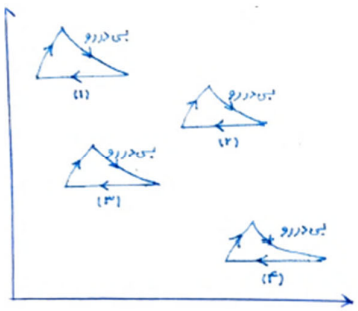
---

۴۷ نمودار شکل مقابل، چرخه‌ای را که مقدار معینی گاز کامل در یک ماشین گرمایی طی می‌کند، نشان می‌دهد. اگر مساحت داخل چرخه ۶۵۰ واحد SI باشد و این گاز طی فرایند cd به اندازه ۱۹۵۰J گرما از دست بدهد، بازده این ماشین گرمایی چند درصد است؟



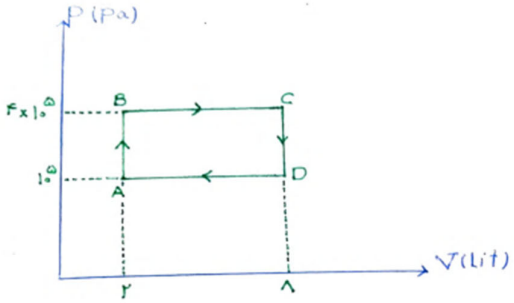
---

۴۸ در نمودار $P-V$ مقابل، شکل‌های مشابه ۱، ۲، ۳ و ۴ مربوط به چرخه‌های ماشین‌های گرمایی هستند. بازده کدام ماشین از همه بیشتر است؟ (جنس گازهای کامل در چرخه‌ها یکسان است)

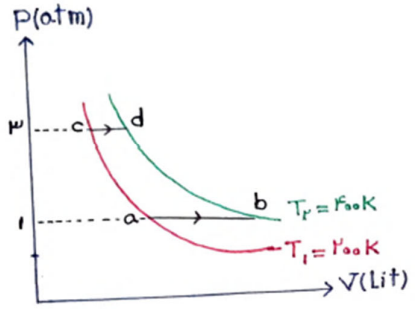


---

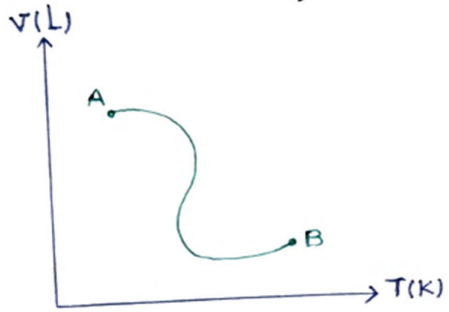
۴۹ یک مول گاز کامل تک‌اتمی، چرخه‌ای مطابق شکل مقابل طی می‌کند. چنانچه این چرخه مربوط به یک ماشین گرمایی باشد، بازده این ماشین گرمایی چقدر است؟ ($C_V=\frac{3}{2}R$ و $C_P=\frac{5}{2}R$)



۵۱) در نمودار شکل زیر، اگر تغییر حجم مقدار معینی گاز کامل در مسیر ab برابر با ۶ لیتر باشد، تغییرات حجم آن در مسیر cd چند لیتر است؟



۵۲) در شکل زیر نمودار حجم، بر حسب دمای مطلق مقدار معینی گاز کامل بین دو حالت A و B رسم شده است. کدام گزینه در مورد فشار گاز در نقاط A و B به درستی بیان شده است؟



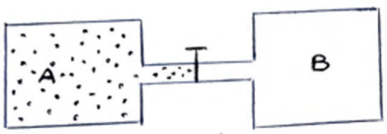
۱) $P_A = P_B$

۲) $P_A > P_B$

۳) $P_A < P_B$

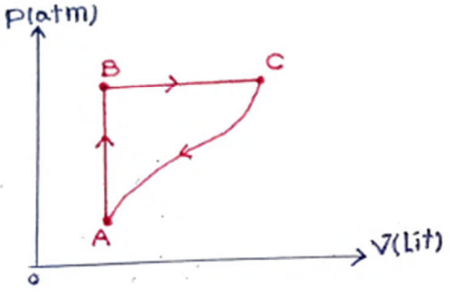
۴) بنا به شرایط هر سه حالت ممکن است

۵۳) در شکل زیر، حجم مخزن A، برابر ۱۰ لیتر و فشار گاز درون آن برابر با ۹ اتمسفر و مخزن B، خالی است. برای چند لحظه شیر رابط بین دو مخزن را باز می‌کنیم و سپس آن را می‌بندیم. اگر فشار گاز درون مخزن‌های A و B به ترتیب برابر با ۴ اتمسفر و ۲ اتمسفر شود، حجم مخزن B چند لیتر است؟ (از حجم لوله رابط صرف‌نظر کرده و دما ثابت فرض شود)

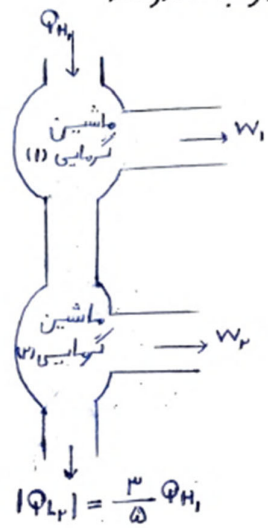


۵۴) در یک مخزن محتوی گاز کامل اکسیژن، چهار گرم گاز اکسیژن در فشار ۱۶ atm و دمای ۴۷°C موجود است. چند گرم گاز را از مخزن خارج کنیم تا فشار آن نصف و دمای آن به ۲۷°C برسد؟ ($M_{O_2} = 32 \frac{g}{mol}$)

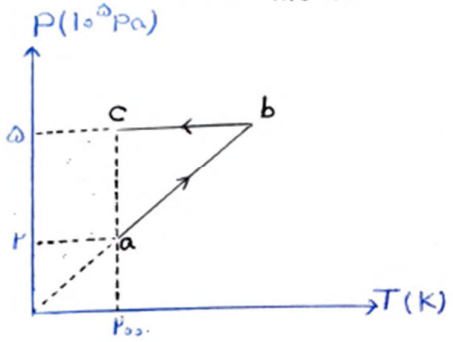
۵۵) مطابق شکل زیر، مقدار معینی گاز کامل از مسیر ABC از حالت A به حالت C می‌رود و طی این مسیر، گاز ۶۰ ژول گرما دریافت کرده و ۲۰ ژول کار بر روی محیط انجام می‌دهد. اگر طی بازگشت از حالت C به حالت A از مسیر CA، ۱۲ ژول کار بر روی گاز انجام شود، اندازهٔ گرمای مبادله شده بین گاز و محیط در مسیر بازگشت CA چند ژول است؟



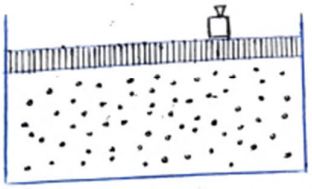
۵۶) در طرح واره شکل مقابل، تمام انرژی گرمایی تلف شده در ماشین گرمایی (۱) توسط ماشین گرمایی (۲) دریافت می‌شود. اگر بازده ماشین گرمایی (۲) برابر با ۲۵ درصد باشد، بازده ماشین گرمایی (۱) چند درصد است؟



۵۷ در شکل زیر، نمودار P-T ی ۵ مول گاز کامل تک اتمی از حالت a به حالت b و سپس به حالت c می‌رود، رسم شده است. کل گرمای مبادله شده بین گاز و محیط طی فرایندهای ab و bc چند ژول است؟ ($R=۸\ \frac{J}{mol.K}$، $C_V=\frac{۳}{۲}R$ و $C_P=\frac{۵}{۲}R$)



۵۸ دمای مقدار معینی گاز کامل که در زیر پیستون و در فشار ۲atm قرار دارد را ۵۰K کاهش می‌دهیم. سپس بر روی پیستون، وزنه‌ای قرار می‌دهیم و فشار آن را به ۶atm می‌رسانیم، پس از به تعادل رسیدن مجموعه، طی یک فرایند فشار ثابت دمای گاز را ۵۰K کاهش می‌دهیم. نسبت کار انجام شده در فرایند هم فشار دوم به فرایند هم فشار اول کدام است؟

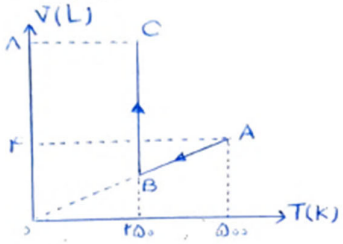


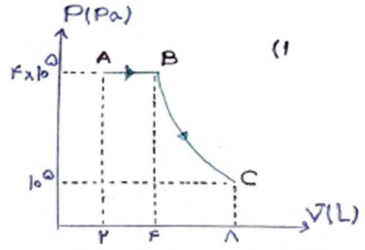
۱) بزرگ‌تر از یک
۲) کوچک‌تر از یک
۳) برابر با یک
۴) باید تعداد مول‌های گاز معلوم باشد

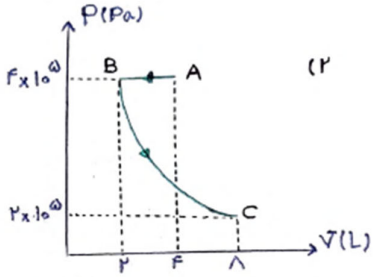
۵۹ یخچالی با ضریب عملکرد ۴ داخل یک اتاق دربسته به ابعاد ۴m × ۳m × ۲m که پر از هوا (گاز کامل دواتمی) با دمای اولیه ۲۷°C و فشار اولیه $۱۰^۵$Pa است، روشن می‌باشد. اگر گاز کامل داخل این یخچال هر چرخه‌ای که طی می‌کند، ۸۰۰J گرما از مواد داخل یخچال بگیرد، پس از طی ۱۰۰ چرخه، دمای اتاق چند درجهٔ سلسیوس خواهد شد؟ ($R=۸\ \frac{J}{mol.K}$، $C_V=\frac{۵}{۲}R$ و حجم یخچال را نادیده بگیرید)

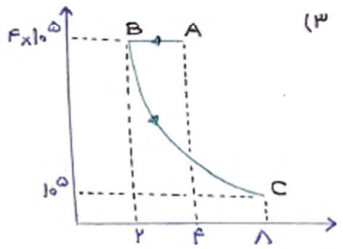
۶۰ حجم گاز آرمانی (کامل) در دمای $47^{\circ}C$ برابر ۲ لیتر و فشار آن $2\times10^{5}Pa$ است. ابتدا در فشار ثابت دمای گاز $40^{\circ}C$ افزایش می‌یابد و سپس در دمای ثابت حجم گاز ۲۰ درصد کاهش می‌یابد، فشار نهایی گاز چند پاسکال است؟

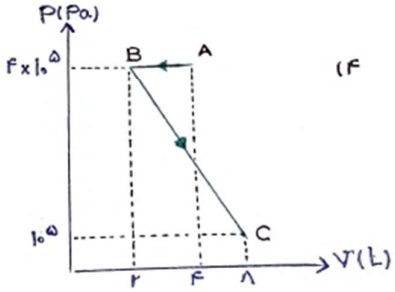
۶۱ نمودار $(T-V)$ برای ۰/۴ مول گاز آرمانی (کامل) به صورت شکل زیر است، نمودار $(P-V)$ی مربوط به این دو فرایند کدام است؟



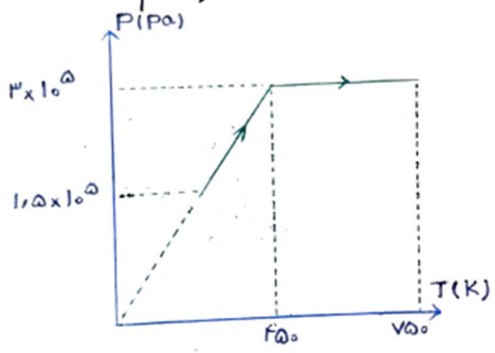
۱)


۲)


۳)


۴)


۶۲ نمودار $(P-T)$ مربوط به یک مول گاز آرمانی (کامل) تک اتمی به صورت شکل زیر است. کار انجام شده روی گاز در فرایند AB و گرمای مبادله شده در فرایند BC به ترتیب هر کدام چند ژول است؟ $(C_P=\frac{5}{2}R \quad , \quad R=8\frac{J}{mol.K})$



۱) صفر، ۳۶۰۰

۲) صفر، ۶۰۰۰

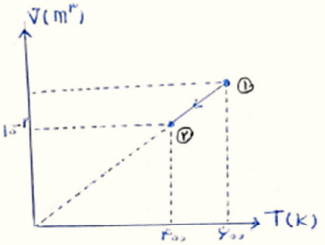
۳) ۲۷۰۰، ۳۶۰۰

۴) ۲۷۰۰، ۶۰۰۰

۶۳ یک کپسول فلزی به حجم ۳۰ لیتر، محتوی گاز اکسیژن در فشار $5\times10^5\,Pa$ و دمای $27^\circ C$ است. مقداری از اکسیژن را از کپسول خارج می‌کنیم، به طوری که گاز باقی‌مانده، فشاری معادل $2,9\times10^5\,Pa$ و دمای $17^\circ C$ داشته باشد. جرم گاز خارج شده را حساب کنید.

($M_{O_2}=32\frac{g}{mol}$ و $R=8\frac{J}{mol.K}$)

۴۶ شکل زیر نمودار $V-T$ مربوط به نیم مول گاز کامل اکسیژن می‌باشد کار انجام شده توسط گاز بر روی محیط و گرمایی که گاز مبادله می‌کند به ترتیب از راست به چپ چند ژول است؟ ($C_P=\frac{V}{2}R$ ، $C_V=\frac{5}{2}R$ و $R=8\ \frac{J}{mol.K}$)



۱) ۱۶۰۰ ، ۵۶۰۰-

۲) ۱۶۰۰- ، ۴۰۰

۳) صفر ، ۸۰۰

۴) ۲۸۰۰- و ۸۰۰-

معادله حالت $PV=nRT$

$V=\frac{nR}{P}T$

$n=0/5\ mol$

با توجه به شکل نمودار که خط است پس P ثابت است،

$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2} \xrightarrow{P_1=P_2} \frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}$

$\frac{V_1}{600}=\frac{10^{-2}}{400} \longrightarrow V_1=\frac{600}{400}\times10^{-2}$

$V_1=1/5\times10^{-2}\ m^3$

$Q=nC_P\Delta T$

$Q=0/5\times\frac{7}{2}\times8\times(400-600)$

$Q=\frac{7}{4}\times8\times-200=-2800J$

$\Delta U=Q+W \rightarrow -2000=-2800+W$

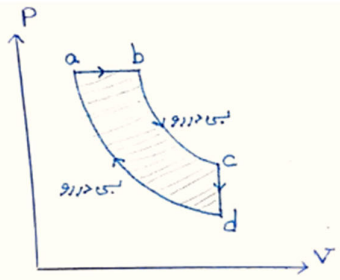
$\longrightarrow W=800J$

پس کار گاز روی محیط برابر $-800J$ است.

$\Delta U=Q+W$

$\Delta U=\frac{5}{2}nR\Delta T=\frac{5}{2}\times\frac{1}{2}\times8\times(400-600)=-2000J$

۴۷ نمودار شکل مقابل، چرخه‌ای را که مقدار معینی گاز کامل در یک ماشین گرمایی طی می‌کند، نشان می‌دهد. اگر مساحت داخل چرخه ۶۵۰ واحد SI باشد و این گاز طی فرایند cd به اندازه $|1950|J$ گرما از دست بدهد، بازده این ماشین گرمایی چند درصد است؟



با توجه به جهت چرخه (ساعتگرد) می‌توانیم تشخیص دهیم مربوط به ماشین گرمایی است.

کاری که گاز روی محیط انجام داده است برابر مساحت داخل نمودار - پس کار گاز روی محیط $650J$ (کار روی گاز $-650J$ است)

$W=-650J$

$\eta=\frac{|W|}{Q_H}=\frac{|-650|}{2600}=\frac{1}{4}=25\%$

$\Delta U_{\text{چرخه}}=Q_{\text{چرخه}}+W_{\text{چرخه}}$

$Q_{\text{چرخه}}=-W_{\text{چرخه}}$

$Q_{\text{چرخه}}=Q_{ab}+Q_{bc}+Q_{cd}+Q_{da}$

$Q_H=|W|+|Q_c|$

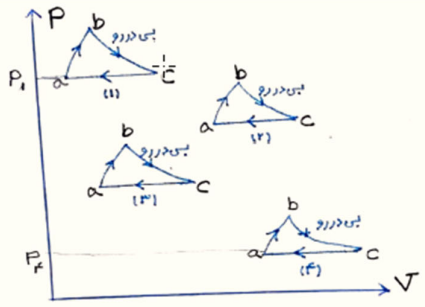
$\Delta U=0$

$Q_{\text{چرخه}}=Q_{ab}+Q_{bc}+Q_{cd}+Q_{da}=Q_H-|Q_c|$

$-(-W)=-(-650)=Q_H-1950$

$Q_H=1950+650=2600J$

۴۸ در نمودار P-V مقابل، شکل‌های مشابه ۱، ۲، ۳ و ۴ مربوط به چرخه‌های ماشین‌های گرمایی هستند. بازده کدام ماشین از همه بیشتر است؟ (جنس گازهای کامل در چرخه‌ها یکسان است)



در هر چهار نمودار، باتوجه به اینکه مساحت داخل نمودارها باهم برابر است پس کار گاز روی محیط برای این ماشین‌های گرمایی برابر است.

$$\Delta U_{\text{چرخه}} = W_{\text{چرخه}} + Q_{\text{چرخه}}$$

$$W_1 = W_2 = W_3 = W_4$$

$$\Delta U_1 = \Delta U_2 = \Delta U_3 = \Delta U_4 = 0$$

$$Q_{\text{چرخه}_{(1)}} = Q_{\text{چرخه}_{(2)}} = Q_{\text{چرخه}_{(3)}} = Q_{\text{چرخه}_{(4)}}$$

$$Q_{\text{چرخه}} = Q_{ab} + Q_{bc} + Q_{ca} \qquad Q_{ca} < 0$$

$$Q_{\text{چرخه}} = Q_H - |Q_{ca}|$$

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

هرچرخه‌ای که Q_C بزرگ‌تر (یا Q_H بزرگ‌تر) دارد، بنابراین بازده آن ماشین گرمایی کمتر است.

Q_{ca} فرایند هم‌فشار $= nC_P\Delta T = nC_P\left(\frac{P_aV_a}{nR} - \frac{P_cV_c}{nR}\right)$

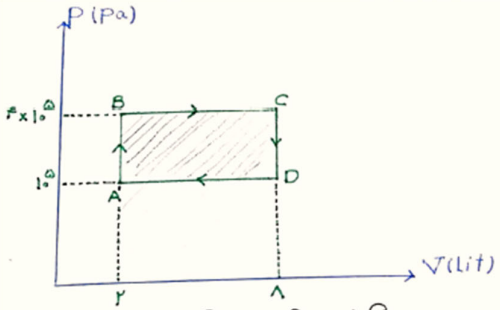
$$Q_{ca} = \frac{nC_P}{nR} \times P\Delta V = \frac{C_P}{R} P\Delta V$$

ΔV هر چهار نمودار باهم برابر است.

پس P هرکدام از نمودارها بیشتر باشد، $|Q_{ca}|$ بزرگ‌تر است.

پس نمودار (۱)، P_{ca} بزرگ‌تر، بازده کمتر و نمودار (۴)، P_{ca} کوچک‌تر $|Q_{ca}|$ کوچک‌تر، Q_H کوچک‌تر، بازده بیشترین است.

۴۹ یک مول گاز کامل تک‌اتمی، چرخه‌ای مطابق شکل مقابل طی می‌کند. چنانچه این چرخه مربوط به یک ماشین گرمایی باشد، بازده این ماشین گرمایی چقدر است؟ ($C_V = \frac{3}{2}R$ و $C_P = \frac{5}{2}R$)



$$\Delta U_{\text{چرخه}} = Q_{\text{چرخه}} + W_{\text{چرخه}}$$

$$W_{\text{چرخه}} = W_{BC} + W_{CD} + W_{DA} + W_{AB}$$

$$W_{\text{چرخه}} = (P\Delta V)_{BC} + (-P\Delta V)_{DA}$$

$$W_{\text{چرخه}} = \left[4\times10^5 \times (8-2)\times10^{-3}\right] + \left[-1\times10^5 \times (2-8)\times10^{-3}\right]$$

$$W_{\text{چرخه}} = -2400\,J + 600\,J = -1800\,J$$

$$Q_{\text{چرخه}} = 1800\,J$$

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} = \frac{1800}{6900} \simeq 26\%$$

$$\longrightarrow Q_H = 6900\,J$$

$$Q_{\text{چرخه}} = Q_{BC} + Q_{CD} + Q_{DA} + Q_{AB}$$

$Q_{AB} > 0 \longrightarrow Q_{AB} + Q_{BC} = Q_H$

$Q_{BC} > 0$

$Q_{CD} < 0 \longrightarrow Q_{CD} + Q_{DA} = Q_C$

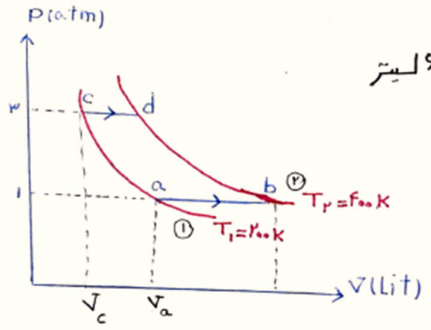
$Q_{DA} < 0$

$$Q_{AB} = nC_V\Delta T = \frac{3}{2} \times \frac{8}{R} \times (P_BV_B - P_AV_A)$$

$$= \frac{3}{2} \times \frac{8}{R} \times 2\times10^{-3}(4\times10^5 - 1\times10^5) = \frac{3}{2} \times \frac{8}{8} \times 2\times10^{-3} \times 3\times10^5 = 900\,J$$

$$Q_{BC} = nC_P\Delta T = \frac{5}{2}R\Delta T = \frac{5}{2}R\frac{P}{R}\Delta V = \frac{5}{2}P\Delta V = \frac{5}{2} \times 4\times10^5 \times (8-2)\times10^{-3} = 6000\,J$$

۵۰ در نمودار شکل مقابل، اگر تغییر حجم مقدار معینی گاز کامل در مسیر ab برابر ۶ لیتر باشد، تغییرات حجم آن در مسیر cd چند لیتر است؟



نمودارهای دو فرایند ① و ② هر دو هم‌دما هستند. بنابراین داریم:

فرایند ① $T_1=۲۰۰K$ $\quad \frac{PV}{T}=nR$

$$\frac{P_aV_a}{T_a}=\frac{P_cV_c}{T_c} \xrightarrow{T_a=T_c} P_aV_a=P_cV_c$$

$$\frac{P_a}{P_c}=\frac{V_c}{V_a} \rightarrow \frac{۱}{۳}=\frac{V_c}{V_a} \quad I$$

فرایند ② $T_b=T_d \Rightarrow \frac{P_b}{P_d}=\frac{V_d}{V_b} \rightarrow \frac{۱}{۳}=\frac{V_d}{V_b}$ II

$$P_aV_a=nRT_a \quad P_bV_b=nRT_b \xrightarrow{P_a=P_b} \frac{V_a}{V_b}=\frac{T_a}{T_b} \rightarrow \frac{V_a}{V_b}=\frac{۱}{۲}$$

$V_b=۲V_a \rightarrow ۲V_a-V_a=۶ \rightarrow V_a=۶$

$V_b-V_a=۶$

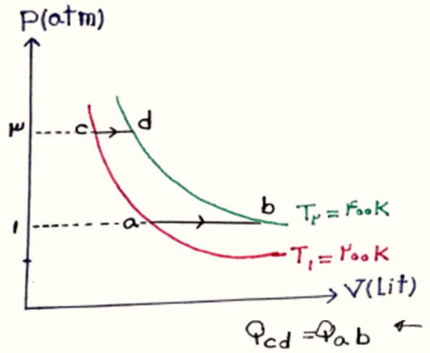
$V_b=۱۲Lit$

$I \rightarrow V_c=\frac{۱}{۳}V_a=۲Lit$

$II \rightarrow V_d=\frac{۱}{۳}V_b=۴Lit$

$\Delta V_{cd}=V_d-V_c=۴-۲=۲Lit$

۵۱ در نمودار شکل زیر، اگر تغییر حجم مقدار معینی گاز کامل در مسیر ab برابر با ۶ لیتر باشد، تغییرات حجم آن در مسیر cd چند لیتر است؟



$\Delta U_{cd}=\Delta U_{ab}$ تغییرات انرژی درونی مقدار معینی از گاز فقط به تغییرات دما بستگی دارد.

در فرایند هم‌فشار $W=-P\Delta V$

$W=-P(V_2-V_1) \rightarrow W=-nR\Delta T$

$PV=nRT$

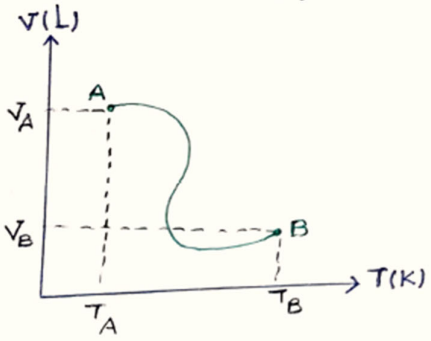
پس چون در فرایند ab همان میزان تغییرات دمایی داریم که در فرایند cd داریم، پس $W_{cd}=W_{ab}$ و با توجه به $\Delta U_{cd}=\Delta U_{ab}$ $\leftarrow Q_{cd}=Q_{ab}$

$$-۳\times۱۰^{۵}\Delta V_{cd}=-۱۰^{۵}\times\Delta V_{ab}$$

$$\frac{\Delta V_{cd}}{\Delta V_{ab}}=\frac{۱}{۳} \rightarrow \frac{\Delta V_{cd}}{۶}=\frac{۱}{۳}$$

$$\Rightarrow \Delta V_{cd}=۲Lit$$

۵۲ درشکل زیر نمودار حجم، برحسب دمای مطلق مقدار معینی گاز کامل بین دو حالت A و B رسم شده است. کدام گزینه در مورد فشار گاز در نقاط A و B به درستی بیان شده است؟



$$\frac{P_A V_A}{T_A} = \frac{P_B V_B}{T_B}$$

$$\frac{P_A}{P_B} = \frac{V_B}{V_A} \times \frac{T_A}{T_B} \longrightarrow \frac{P_A}{P_B} < 1 \longrightarrow P_A < P_B$$

$(V_B < V_A \quad , \quad T_A < T_B)$

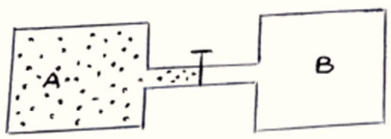
۱) $P_A = P_B$

۲) $P_A > P_B$

۳) $P_A < P_B$

۴) بنابه شرایط هر سه حالت ممکن است

۵۳ درشکل زیر، حجم مخزن A، برابر ۱۰ لیتر و فشار گاز درون آن برابر با ۹ اتمسفر و مخزن B، خالی است. برای چند لحظه شیر رابط بین دو مخزن را باز می‌کنیم و سپس آن را می‌بندیم. اگر فشار گاز درون مخزن‌های A و B به ترتیب برابر با ۴ اتمسفر و ۲ اتمسفر شود، حجم مخزن B چند لیتر است؟ (از حجم لوله رابط صرف‌نظر کرده و دما ثابت فرض شود)



تعداد مول‌های گاز در هر دو حالت برابر است. $PV = nRT$

$$n_A = n_{A'} + n_B$$

$$\frac{P_A V_A}{RT} = \frac{P_{A'} V_{A'}}{RT} + \frac{P_B V_B}{RT}$$

$$P_A V_A = P_{A'} V_{A'} + P_B V_B$$

$$9 \times 10 = 2 \times 10 + 4 \times V_B \longrightarrow 90 = 20 + 4V_B$$

$$V_0 = 4V_B \longrightarrow V_B = 17{,}5\,Lit$$

۵۴ در یک مخزن محتوی گاز کامل اکسیژن، چهار گرم گاز اکسیژن در فشار ۱۶ atm و دمای ۴۷°C موجود است. چند گرم گاز را از مخزن خارج کنیم تا فشار آن نصف و دمای آن به ۲۷°C برسد؟ ($M_{O_2} = 32 \frac{g}{mol}$)

اکسیژن $4g = ?$ مول

1 مول $= 32g$ $\longrightarrow$ تعداد مول $= \frac{4g}{32g} = \frac{1}{8}$ مول

$PV = nRT$ $\quad V_1 = V_2$ $\quad P_2 = 8 atm$

$P_1 = 16 atm$

$T_1 = 47°C = 273 + 47 = 320 K$ $\quad T_2 = 27 + 273 = 300 K$

$P_1V_1 = n_1RT_1$ $\quad P_2V_2 = n_2RT_2$

$V_1 = V_2 \Rightarrow \frac{n_1RT_1}{P_1} = \frac{n_2RT_2}{P_2}$

$\frac{\frac{1}{8} \times 320}{16} = \frac{n_2 \times 300}{8} \rightarrow n_2 = \frac{320}{300 \times 16} = \frac{2}{30}$

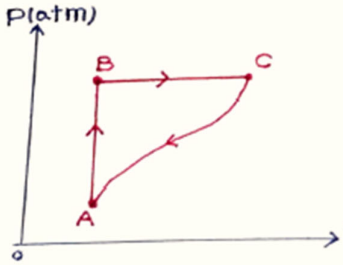
$n_2 = \frac{1}{15}$ مول

$(\frac{1}{8} - \frac{1}{15}) \times 32 = \frac{(15-8)}{120} \times 32 \simeq 1.87g$

$\frac{224}{120} \mid \frac{120}{1.87}$

$\frac{120}{1050}$

۵۵ مطابق شکل زیر، مقدار معینی گاز کامل از مسیر ABC از حالت A به حالت C می‌رود و طی این مسیر، گاز ۶۰ ژول گرما دریافت کرده و ۲۰ ژول کار بر روی محیط انجام می‌دهد. اگر طی بازگشت از حالت C به حالت A از مسیر CA، ۱۲ ژول کار بر روی گاز انجام شود، اندازهٔ گرمای مبادله شده بین گاز و محیط در مسیر بازگشت CA چند ژول است؟



$\Delta U_{\text{چرخه}} = W_{\text{چرخه}} + Q_{\text{چرخه}}$

$\Delta U = 0$

$(W_{AB} + W_{BC} + W_{CA}) + (Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA}) = 0$

$W_{AB} = 0$ فرایند هم‌حجم

$W_{BC} = -20$ چون گاز منبسط شده

$W_{CA} = +12$ تراکم گاز

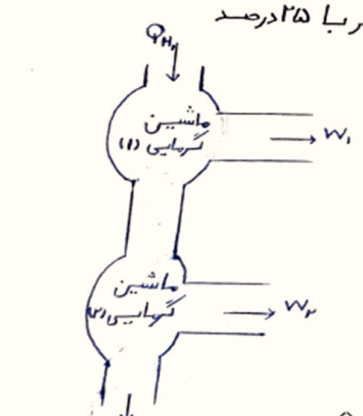
$Q_{AB} + Q_{BC} = 60$

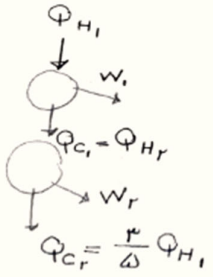
$60 + Q_{CA} = 0$

$Q_{CA} = -52 J$

اندازهٔ گرمای مبادله شده در طی فرایند CA برابر $52 J$ است.

۵۶ در طرح واره شکل مقابل، تمام انرژی گرمایی تلف شده در ماشین گرمایی (۱) توسط ماشین گرمایی (۲) دریافت می‌شود. اگر بازده ماشین گرمایی (۲) برابر با ۲۵ درصد باشد، بازده ماشین گرمایی (۱) چند درصد است؟





$$\eta_2 = 25\%$$

$$\eta_2 = \frac{W_2}{Q_{H_2}} = \frac{Q_{H_2} - Q_{C_2}}{Q_{H_2}} = \frac{Q_{C_1} - Q_{C_2}}{Q_{C_1}}$$

$$\frac{1}{4} = \frac{Q_{C_1} - \frac{3}{5} Q_{H_1}}{Q_{C_1}}$$

$$\frac{-1}{4} = \frac{\frac{3}{5} Q_{H_1} - Q_{C_1}}{Q_{C_1}}$$

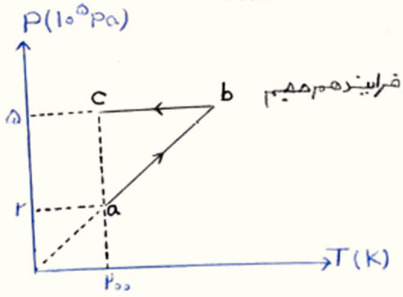
$$\frac{-1+4}{4} = \frac{\frac{3}{5} Q_{H_1}}{Q_{C_1}} \rightarrow \frac{4}{4} = \frac{3}{5} \frac{Q_{H_1}}{Q_{C_1}}$$

$$\frac{5}{4} = \frac{Q_{H_1}}{Q_{C_1}}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{W_1}{Q_{H_1}} \rightarrow \eta_1 = 20\%$$

$$\frac{4}{5} = \frac{Q_{C_1}}{Q_{H_1}} \rightarrow \frac{1}{5} = \frac{Q_{H_1} - Q_{C_1}}{Q_{H_1}}$$

۵۷ در شکل زیر، نمودار $P-T$ ی ۵ مول گاز کامل تک اتمی از حالت a به حالت b و سپس به حالت c می‌رود، رسم شده است. کل گرمای مبادله شده بین گاز و محیط طی فرایندهای ab و bc چند ژول است؟ ($R = 8 \frac{J}{mol.K}$، $C_V = \frac{3}{2} R$ و $C_P = \frac{5}{2} R$)



با توجه به شکل نمودار فرایند ab، بنابراین فرایند هم‌حجم است.

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

پس داریم:

$$\frac{P_a}{T_a} = \frac{P_b}{T_b}$$

$$\frac{2}{200} = \frac{5}{T_b} \rightarrow T_b = 500\,K$$

$$Q_{ab} = nC_V \Delta T \rightarrow Q_{ab} = \frac{3}{2} nR\Delta T$$

$$Q_{ab} = \frac{3}{2} \times \frac{3}{2} \times 8 \times (500 - 200) = 5400\,J$$

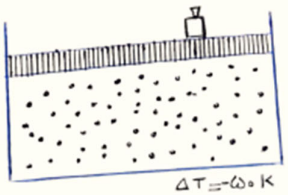
$$Q_{bc} = nC_P \Delta T = \frac{3}{2} \times \frac{5}{2} \times 8 \times (-200) = -9000\,J$$

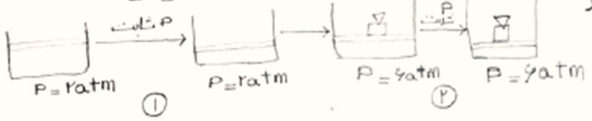
$$Q_{ab} + Q_{bc} = 5400 - 9000 = -3600\,J$$

یعنی به اندازه ۳۶۰۰J گرما از دست داده است

۵۸ دمای مقدار معینی گاز کامل که در زیر پیستون و در فشار $2atm$ قرار دارد را $50K$ کاهش می‌دهیم. سپس بر روی پیستون، وزنه‌ای قرار می‌دهیم و فشار آن را به $6atm$ می‌رسانیم، پس از به تعادل رسیدن مجموعه، طی یک فرایند فشار ثابت دمای گاز را $50K$ کاهش می‌دهیم. نسبت کار انجام شده در فرایند هم فشار دوم به فرایند هم فشار اول کدام است؟

۱) بزرگ‌تر از یک
۲) کوچک‌تر از یک
۳) برابر با یک
۴) باید تعداد مول‌های گاز معلوم باشد





$W_{①}=-P\Delta V$

$W=-P\Delta V=-P(V_2-V_1) \xrightarrow{PV=nRT} =-(nRT_2-nRT_1)=-nR\Delta T$

$W_{①}=W_{②}=-nR\Delta T=-nR\times(-50)=50nR$

$\Delta T=-50K$

۵۹ یخچالی با ضریب عملکرد ۴ داخل یک اتاق در بسته، به ابعاد $4m\times3m\times2m$ که پر از هوا (گاز کامل دواتمی) با دمای اولیهٔ $27^\circ C$ و فشار اولیهٔ 10^5Pa است، روشن می‌باشد. اگر گاز کامل داخل این یخچال هر چرخه‌ای که طی می‌کند، $800J$ گرما از مواد داخل یخچال بگیرد، پس از طی ۱۰۰ چرخه، دمای اتاق چند درجهٔ سلسیوس خواهد شد؟ ($C_V=\frac{5}{2}R$ ، $R=8\frac{J}{mol.K}$ و حجم یخچال را نادیده بگیرید)

$PV=nRT \quad T=273+27=300K$

$10^5\times24=n\times8\times300$

$n=\frac{24\times10^5}{8\times300}=1000$ مول هوا

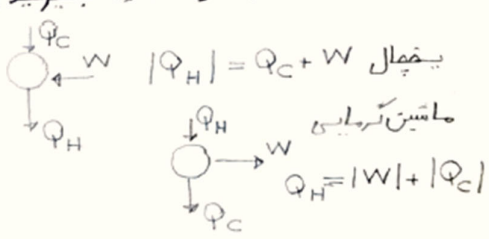
$k=\frac{Q_C}{W}\rightarrow4=\frac{800}{W}\rightarrow W=200J$

$|Q_H|=W+Q_C=200+800=1000J$

$Q_V=nC_V\Delta T\rightarrow1000=1000\times\frac{5}{2}\times8\times\Delta T\rightarrow\Delta T=\frac{1}{20}K$ برای ۱۰۰ چرخه

$100\times\frac{1}{20}=5K$

چون $\Delta T=\Delta\theta$ پس دمای اتاق $27+5=32^\circ C$ می‌شود



۶۰ حجم گاز آرمانی (کامل) در دمای $47^\circ C$ برابر ۲ لیتر و فشار آن $2\times10^5\ Pa$ است. ابتدا در فشار ثابت دمای گاز $40^\circ C$ افزایش می‌یابد و سپس در دمای ثابت حجم گاز ۲۰ درصد کاهش می‌یابد، فشار نهایی گاز چند پاسکال است؟

$P_1, V_1, T_1 \xrightarrow{P\text{ ثابت}} P_1, T_2, V_2 \longrightarrow$

$P = 2\times10^5\ Pa$ $\quad P = 2\times10^5\ Pa$ $\quad V_3 = 0/8\,V_2 \longrightarrow V_3 = \frac{8}{10}\times\frac{9}{4}\times10^{-3} = 1/8\times10^{-3}\ m^3$

$T = 27+273 = 300\ K$ $\quad \Delta T = 40$ $\quad T_3 = 360\ K$

$T = 320\ K$ $\quad T = 360\ K$ $\quad P = ?$

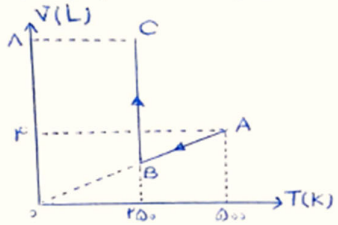
$V = 2\times10^{-3}\ m^3$ $\quad V_2 = ?$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \xrightarrow{P\text{ ثابت}} \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \longrightarrow \frac{2\times10^{-3}}{320} = \frac{V_2}{360} \longrightarrow V_2 = \frac{36}{32}\times2\times10^{-3} = \frac{9}{8}\times2\times10^{-3} = \frac{9}{4}\times10^{-3}$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_3V_3}{T_3} \longrightarrow \frac{2\times10^5\times2\times10^{-3}}{320} = \frac{P\times1/8\times10^{-3}}{360}$$

$$P = \frac{200\times10^5}{80} = 2/5\times10^5\ Pa$$

۶۱ نمودار $(T-V)$ برای ۰/۴ مول گاز آرمانی (کامل) به صورت شکل زیر است، نمودار $(P-V)$ی مربوط به این دو فرایند کدام است؟



فرایند AB هم‌فشار است چون:

$$PV = nRT$$

$$V = \frac{nR}{P}T$$

از طرفی طی این فرایند حجم کاهش یافته

فرایند BC هم‌دما است

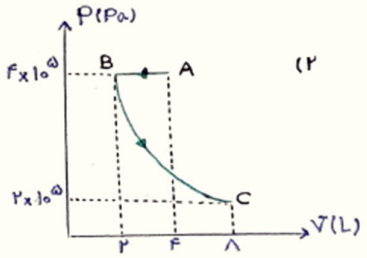
$$P = \frac{nRT}{V} \qquad \gamma = \frac{1}{X}$$

$$P_BV_B = P_CV_C$$

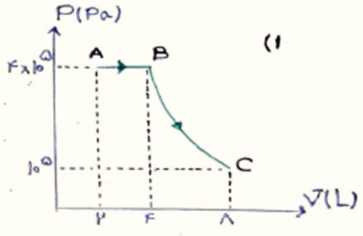
$$4\times10^5\times2 = 10^5\times8$$

در گزینه (۳)

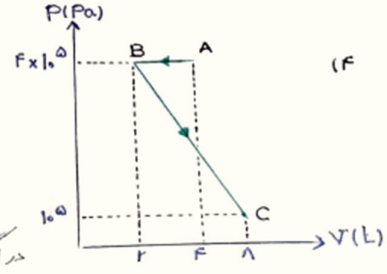
(۲)



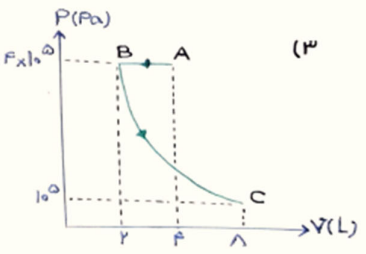
(۱)



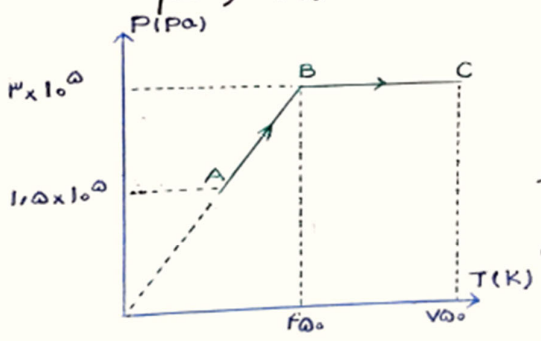
(۴)



(۳)



۶۲ نمودار $(P-T)$ مربوط به یک مول گاز آرمانی (کامل) تک اتمی به صورت شکل زیر است. کار انجام شده روی گاز در فرایند AB و گرمای مبادله شده در فرایند BC به ترتیب هر کدام چند ژول است؟ $(C_P=\frac{5}{2}R \text{ و } R=8\frac{J}{mol.K})$



۱) صفر، ۳۶۰۰

۲) صفر، ۶۰۰۰

۳) ۲۷۰۰، ۳۶۰۰

۴) ۲۷۰۰، ۶۰۰۰

$PV=nRT$

$P=\frac{nR}{V}T$

فرایند AB هم‌حجم است پس کار برابر صفر است.

فرایند BC هم‌فشار است پس

$Q_P=nC_P\Delta T$

$Q_P=\frac{5}{2}R\times(750-450)$

$=\frac{5}{2}\times8\times300=6000J$

۶۳ یک کپسول فلزی به حجم ۳۰ لیتر، محتوی گاز اکسیژن در فشار $5\times10^5 Pa$ و دمای $27^\circ C$ است. مقداری از اکسیژن را از کپسول خارج می‌کنیم، به طوری که گاز باقی‌مانده، فشاری معادل $2/9\times10^5 Pa$ و دمای $17^\circ C$ داشته باشد. جرم گاز خارج شده را حساب کنید.

$(M_{O_2}=32\frac{g}{mol} \text{ و } R=8\frac{J}{mol.K})$

$V=30Lit=30\times10^{-3}m^3$

$P=5\times10^5 Pa$

$T=273+27=300K$

$n=\frac{PV}{RT}\longrightarrow n=\frac{5\times10^5\times30\times10^{-3}}{8\times300}=\frac{50}{8}$ مول

$\longrightarrow \frac{50}{8}-\frac{30}{8}=\frac{20}{8}$

حالت دوم $V=30\times10^{-3}$

$P=2/9\times10^5$

$T=273+17=290$

$\longrightarrow n=\frac{2/9\times10^5\times30\times10^{-3}}{8\times290}=\frac{30}{8}$ مول

$\frac{20}{8}$ مول گاز اکسیژن خارج شود

جرم گاز اکسیژن خارج شده از کپسول $\frac{20}{8}\times32=80g$