جزوات آموزشی

فیزیک و مکانیک

مبحث: ترمودینامیک

مدرس: علیرضا رمضانی

بسمه تعالی

خلاصه و جمع بندی فصل: اول | موضوع: ترمودینامیک | علیرضا رمضانی

ابتدا می خواهیم به معرفی ترمودینامیک و ابزار لازم در آن بپردازیم. یکی از مباحث فیزیک، تبدیل انرژی از صورتی به صورت دیگر می باشد. در ترمودینامیک «انرژی گرمایی» به «انرژی مکانیکی» تبدیل می شود. این عمل در وسایلی به نام ماشین گرمایی انجام می گیرد.

اولین ماشین گرمایی که انرژی گرمایی به کار تبدیل می شود، ماشین بخار کامن است. در این ماشین انرژی گرمایی که به دیگ بخار داده می شود برای به کار انداختن یک لکومتیو مورد استفاده قرار می گیرد. (شکل در کتاب درسی)

در فیزیک ۲ خوانده ایم که در مایع و گاز، مولکول ها آزادانه در حال حرکت بوده و در اثر برخورد به یکدیگر، مکان و سرعت مولکول ها پیوسته تغییر می کند. دامنه این تغییرات با رفتار ماده نیز اثر گذاشته و باعث تغییر فشار و دمای مایع و گاز می شود. به همین دلیل کمیت های ترمودینامیکی را نیز در دو دسته ی میکروسکوپیک و ماکروسکوپیک طبقه بندی کرده اند.

کمیت های میکروسکوپیک: کمیت هایی که وضعیت تک تک مولکول های یک گاز یا مایع را توصیف می کند، کمیت های «میکروسکوپیک» می باشند. سرعت ذرات گاز یا مایع از نوع این کمیت ها می باشند.

کمیت های ماکروسکوپیک: کمیت هایی که نمی توانند وضعیت مولکول های گاز یا مایع را به صورت جزء توصیف کنند، ولی وضعیت گاز و مایع را در مقیاس بزرگ و به صورت کلی توصیف می کنند را «کمیات ماکروسکوپیک» گویند. فشار، دما و حجم، گرمای ویژه و... از نوع این کمیت ها می باشند. علم ترمودینامیک رفتار ماده را بر حسب کمیت های ماکروسکوپیک توصیف می کند.

علم ترمودینامیک: علمی است که به مطالعه ی رابطه ی بین گرما و کار و چگونگی تبدیل آنها به یکدیگر می پردازد. و رفتار ماده را بر حسب کمیات ماکروسکوپیک هم چون فشار، دما و حجم توصیف می کند.

دستگاه و محیط ترمودینامیکی:

دستگاه: ماده ی خاصی که معمولاً به صورت گاز یا مایع بوده و تحولات آن مورد بررسی قرار می گیرد را دستگاه گوئیم.

محیط: آنچه که در اطراف دستگاه می باشد و می تواند با دستگاه مبادله ی انرژی داشته باشد را محیط می گوئیم.

بسمه تعالی

خلاصه و جمع بندی فصل: اول موضوع: ترمودینامیک علیرضا رمضانی

سوال: تمام بخش از دستگاه ترمودینامیکی و محیط ترمودینامیکی بزنید.

پاسخ: در موتور اتومبیل، بخشی از گرمای حاصل از سوختن مخلوط بنزین و هوا به کار تبدیل شده و بخشی از آن توسط آب موجود در رادیاتور از موتور گرفته شده و باقیمانده‌ی آن توسط اگزوز به خارج موتور انتقال می‌یابد. در این ماشین، بنزین و هوا دستگاه ترمودینامیکی محسوب شده، آب و هوای اطراف موتور، محیط ترمودینامیکی آن محسوب می‌شود.

متغیرهای ترمودینامیکی: کمیت‌های ماکروسکوپیکی که می‌توان حالت دستگاه ترمودینامیکی را برحسب آنها توصیف نمود، متغیر ترمودینامیکی نامیده می‌شوند. این متغیرها از یکدیگر مستقل نبوده و با هم رابطه دارند. فشار، دما و حجم در زمره‌ی متغیرهای ترمودینامیکی محسوب می‌شوند.

توجه: در این کتاب تنها ترمودینامیک گازهای کامل بررسی می‌شوند. گاز کامل را می‌توان گازی فرض نمود که مولکول‌های آن کوچک بوده و نیروی بین مولکول‌های گاز بسیار ناچیز است. هرچه گاز رقیق‌تر باشد به گاز کامل نزدیک‌تر است.

معادله‌ی حالت: رابطه‌ی بین متغیرهای ترمودینامیکی را معادله‌ی حالت گوئیم.

معادله‌ی حالت گازهای کامل: رابطه‌ی بین متغیرهای ترمودینامیکی یک دستگاه را که شامل گاز کامل است، معادله‌ی حالت گازهای کامل" می‌نامند؛ معادله‌ی حالت گازهای کامل، ساده بوده و مستقل از نوع گاز می‌باشد. معادله‌ی حالت برای گازهای کامل به صورت زیر تعریف می‌شود:

$\frac{PV}{T} = \text{مقدار ثابت} \Rightarrow \frac{PV}{T} = nR \Rightarrow \boxed{PV = nRT}$

P: فشار گاز برحسب پاسکال (Pa)

V: حجم گاز برحسب مترمکعب (m^3)

T: دمای مطلق گاز برحسب کلوین (K)

n: تعداد مول‌های گاز

R: ثابت عمومی گازها است. $R = 8/314 \left(\frac{J}{mol.k}\right) \simeq \frac{25}{3}\left(\frac{J}{mol.k}\right)$

لازم به ذکر است تعداد مول‌ها به جرم و نوع گاز بستگی دارد. تعداد مول گاز از رابطه‌ی: $n = \frac{m}{M}$ به دست می‌آید m در گاز و M جرم مولی است.

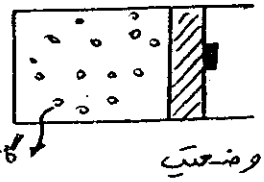
توجه: همانگونه که از نام معادله‌ی حالت برمی‌آید، این معادله برای یک حالت گاز نوشته می‌شود. در یک حالت، گاز دارای یک دما، یک فشار و یک حجم است. یعنی گاز در حال تعادل است. با برابر حالت را فقط در مواردی می‌توان به کار برد که گاز در حال تعادل باشد.

بسمه تعالی

خلاصه و جمع بندی فصل: اول　　موضوع: ترمودینامیک　　علیرضا رمضانی

فرآیند ترمودینامیکی تحولی که در متغیرهای ترمودینامیکی یک سری آیدها دستگاه از یک حالت به حالت دیگر برود، فرآیند ترمودینامیکی گوییم.

توجه: یک دستگاه که شامل مقداری گاز کامل است و درون استوانه‌ای (سیلندری) قرار دارد و دهانه‌ی آن توسط پیستونی مسدود شده است و می‌تواند در سیلندر، بدون اصطکاک، جابه‌جا شود، را در نظر بگیرید. اگر پیستون برای مدتی طولانی در یک وضعیت ساکن بماند، می‌توان برای دستگاه، دما (T)، فشار (P) و حجم (V) معنی معلوم کرد و آنها را اندازه گرفت. اگر دمای دستگاه، در نقطه های مختلف یکسان نباشد، نمی‌توان برای آن یک دما تعیین کرد. در این صورت، گاز از نقطه‌ای با دمای بیشتر به نقطه‌ای با دمای کمتر، گرما می‌دهد.



به همین شکل، اگر فشار دستگاه در نقطه‌های مختلف متفاوت باشد، صحبت از فشار گاز معنا ندارد. گاز از فشار بیشتر به فشار کم‌تر، فشار می‌دهد.

در حالتی که پیستون برای مدتی طولانی در یک وضعیت ساکن می‌ماند و دستگاه دارای دما، فشار و حجم معینی است، می‌گوییم «دستگاه در حال تعادل» است.

هنگامی که متغیرهای ترمودینامیکی یک دستگاه از مقدارهای «T_1 و P_1 و V_1» به مقدارهای «T_2، P_2 و V_2» برسد، می‌گوییم دستگاه تغییر حالت داده و از حالت «۱» به حالت «۲» رسیده است.

چند نکته:

← ① : معادله‌ی حالت برای تمام گازهایی که رفتار گاز کامل را دارند، صادق بوده و به تعداد اتم‌ها موجود در مولکول گاز و نوع اتم‌ها بستگی ندارد. گازهای تک اتمی He و Ne، Ar، Kr و گازهای دو اتمی: Cl_2، F_2، N_2، O_2، H_2، در فشار و حجم و دمای یکسان در معادله‌ی حالت، تعداد مول یکسان دارند.

← ② : چگالی گاز کامل مقدار ثابتی نمی‌باشد. زیرا جرم معینی از گاز کامل را می‌توان در هر حجم دلخواهی قرار داد:

$$PV=nRT \xrightarrow{n=\frac{m}{M}} PV=\left(\frac{m}{M}\right)RT \xrightarrow{\rho=\frac{m}{V}} P=\rho RT \Rightarrow \boxed{\rho=\frac{PM}{RT}}$$

بسمه تعالی

خلاصه و جمع بندی فصل: اول | موضوع: ترمودینامیک | علیرضا رمضانی

نکته ③ : برای استفاده از معادله عمومی حالت گاز کامل بسته به اطلاعات داده شده در سئوال عمل می کنیم :

در مسائل غیر مقایسه ای:

$PV = nRT$

- $P \xrightarrow{\text{حتماً}} (Pa)$
- $V \xrightarrow{\text{حتماً}} (m^3)$
- $T \xrightarrow{\text{حتماً}} (K)$

در مسائل مقایسه ای:

$\frac{PV}{nT} = R =$ عدد ثابت $\Rightarrow \frac{P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{P_2V_2}{n_2T_2} \Rightarrow$

- P_1 و P_2 هم یکا هستند.
- V_1 و V_2 هم یکا هستند.
- T_1 و T_2 الزاماً کلوین باشند.

و در مورد چگالی نیز:

در مسائل غیر مقایسه ای:

$\rho = \frac{PM}{RT}$

- $\rho \xrightarrow{\text{حتماً}} (kg/m^3)$
- $M \xrightarrow{\text{حتماً}} (kg)$
- $T \xrightarrow{\text{حتماً}} (K$ کلوین$)$
- $P \xrightarrow{\text{حتماً}} (Pa)$

در مسائل مقایسه ای:

$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)\left(\frac{M_2}{M_1}\right)\left(\frac{T_1}{T_2}\right) \Rightarrow$

- ρ_2 و ρ_1 هم یکا باشند.
- P_2 و P_1 هم یکا باشند.
- M_2 و M_1 هم یکا باشند.
- T_2 و T_1 حتماً کلوین باشند.

فرآیند آرمانی: فرآیندی که در ضمن انجام آن، دستگاه از حالت‌هایی بسیار نزدیک به حالت تعادل می گذرد، فرآیند آرمانی نام دارد.

به عنوان مثال اگر بخواهیم یک مقدار گاز را با فرآیندی آرمانی و در دمای ثابت از حالت P_1 و V_1 به حالت P_2 و V_2 ببریم، می توانیم فرآیند را به صورت زیر انجام دهیم. گاز را درون استوانه‌ای که با هوای خارج درتماس است قرار می دهیم و دهانه‌ی آن را با یک پیستون می بندیم. ابتدا به اندازه‌ی کافی صبر می کنیم تا دمای گاز برابر دمای هوای خارج شود. سپس پیستون را به مقدار جزیی

جابه جا می‌کنیم و حجم آن از V_1 به «$V_1 + \Delta V$» می رسانیم. پس آنقدر صبر می کنیم تا مطمئن شویم دمای گاز دوباره برابر دمای هوای خارج شده و گاز در شرایط جدید به حالت تعادل رسیده است. پس دوباره پیستون را به مقدار بسیار کوچک دیگری جابه جا می کنیم تا حجم گاز به مقدار کوچکی تغییر کند و ساتر حالت قبل عمل می کنیم. این کار را آنقدر ادامه می دهیم تا حجم گاز به V_2 برسد. در این حالت، گاز در هر لحظه، بسیار نزدیک به حالت تعادل است.

توجه: اگر یک تغییر حالت با شرایط آرمانی انجام شود، در هر لحظه می توانیم از معادله‌ی حالت گاز برای محاسبه‌ی کمیت مجهول استفاده کنیم.

م ① : اگر M جرم مولکولی و P فشار و T دمای مطلق یک گاز کامل و R ثابت گازها کامل باشد، در این صورت چگالی گاز برابر است با:

۱) $\frac{PM}{RT}$　　۲) $\frac{PMR}{T}$　　۳) $\frac{RT}{PM}$　　۴) $\frac{P}{MRT}$

حل گ۱

م ② : دو ظرف به حجم مساوی داریم که در یکی مونواکسید کربن ($CO = 28$) و در دیگری اکسیژن ($O_2 = 32$) موجود است. دما و فشار این دو گاز نیز یکی است. نسبت تعداد مولکول‌های گاز مونواکسید کربن به تعداد مولکول‌های گاز اکسیژن در این دو ظرف برابر است با:

۱) ۱　　۲) $\frac{7}{8}$　　۳) $\frac{8}{7}$　　۴) $\frac{1}{2}$

حل گ۱

$n = \frac{N}{N_a}$ و ...

م ③ : در یک مخزن ظرف ۵۰ گرم هوا با فشار P موجود است. دهگاه ۱۰ گرم هوای دیگر وارد مخزن کنیم در صورتی که دما و حجم مخزن ثابت بماند فشار چند P می شود؟

۱) ۱　　۲) ۲/۲　　۳) ۳/۳　　۴) ۴

حل گ۳

م ④ : مخلوطی از ۲ مول گرم گاز کامل A و یک مول گرم گاز کامل B در محفظه‌ای تحت فشار P و دمای T موجود است. اگر در دمای ثابت T تمام گاز B را به وسیله‌ای از محفظه خارج کنیم، فشار گاز در محفظه برابر خواهد بود با: ۱) $\frac{P}{3}$ ۲) $\frac{2P}{3}$ ۳) $\frac{3P}{4}$ ۴) P

حل ⑭ گ۲

م ⑮ : حجم گاز کاملی $300\ cm^3$ است. در فشار ثابت حجم آن را به اندازه‌ی $15\ (cm^3)$ افزایش می‌دهیم، دمای گاز برحسب کلوین چند درصد تغییر می‌کند؟ ۱) ۵ ۲) ۱۵ ۳) $\frac{15}{100}$ ۴) $\frac{5}{100}$

حل ⑮ گ۱

تبادل انرژی ـ قانون اول ترمودینامیک

یک دستگاه، شامل مقداری گاز، با محیط از دو طریق تبادل انرژی می‌کند: ① گرما ② کار

گرما: دستگاه می‌تواند از محیط مقداری گرما بگیرد یا به محیط مقداری گرما بدهد. این تبادل گرما به علت اختلاف دمای دستگاه و محیط انجام می‌شود. به علت این تبادل، گاز از حالتی به حالت دیگر می‌رود. برای آنکه تغییر حالت با غدآیند آرامی انجام شود، دستگاه را با یک منبع گرما در تماس قرار دهیم. « منبع گرما، معمولاً جسمی است با ظرفیت گرمایی بسیار زیاد. به طوری که اگر مقداری گرما دریافت کند یا از دست بدهد، تغییر دمای آن ناچیز و غیر قابل ملاحظه باشد.»

توجه:

← ① تغییر دمای یک جسم (بدون تغییر حالت) از رابطه‌ی $Q = mc\Delta T$ محاسبه می‌شود. می‌دانیم حاصل ضرب جرم جسم در گرمای ویژه‌ی آن مطلقاً: ظرفیت گرمایی گفته می‌شود (mc). حال اگر mc منبع گرما خیلی زیاد باشد، به ازای گرمایی که این جسم (منبع گرما) دریافت می‌کند یا

بسمه تعالی

خلاصه و جمع بندی فصل: اول — موضوع: ترمودینامیک — علیرضا رمضانی

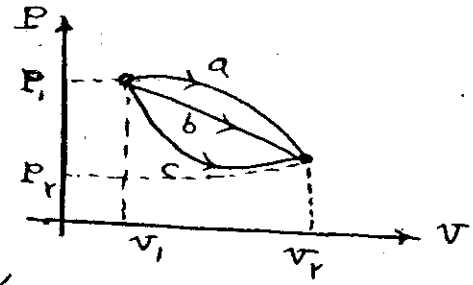
از دست می دهد، ΔT بسیار کوچک است: $\Delta T = \frac{Q}{(mc)}$

مثال: به عنوان نمونه: ① مخلوط آب و یخ در فشار (atm)1 می تواند یک منبع گرما باشد. چون با گرفتن یا از دست دادن گرما دمای این مخلوط هم چنان بحرانت و وقتی گرما می گیرد مقداری از یخ ذوب شده یا وقتی این مخلوط گرما از دست می دهد، مقداری از آب یخ می زند.

② هوای اطراف کره ی زمین یک منبع گرما است، اگرچه با دمای بالا یا پائین در هوا قرار دهیم، جسم به هوا گرما داده یا از هوا گرما دریافت می کند، اما دمای هوا تغییر قابل محاسبه ای نمی کند.

به عبارت دیگر: **منبع گرما:** « جسمی است که با گرفتن و یا از دست دادن مقداری گرما، دمای آن تغییری نکند. »

آشنایی با انواع فرآیندهای ترمودینامیکی خاص به کمک فرآیند های مختلف می توان یک دستگاه (مقداری گاز کامل) را از حالت ابتدایی (1) به حالت پایانی (2) رساند. به عنوان مثال در شکل رسم شده فرآیند های a و b و c دستگاه را از حالت (1) به حالت (2) می رسانند. علاوه بر آنها می توان فرآیندهای دیگری نیز مشخص نمود که همین دستگاه را از حالت (1) به حالت (2) برساند



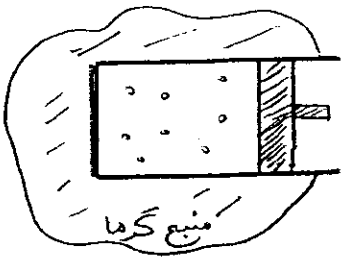
در بین فرآیند های مختلف، فرآیند های ویژه ای وجود دارند که محاسبه ی کار و گرمای مبادله شده بین دستگاه و محیط و نیز متغیرهای ترمودینامیکی مربوط به دستگاه در طی این فرآیندها امکان پذیر است. و به همین دلیل کاربرد زیادی دارند.

در ادامه ی بحث به بررسی این فرآیندها می پردازیم.

بسمه تعالی

خلاصه و جمع بندی فصل: اول　　موضوع: ترمودینامیک　　علیرضا رمضانی

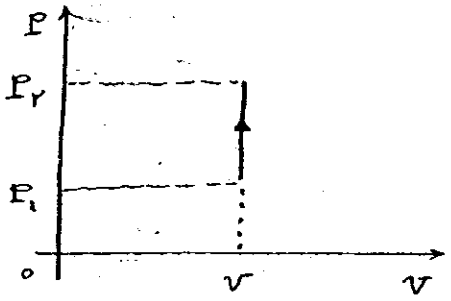
فرآیند هم حجم: در این فرآیند، حجم گاز را ثابت نگه می‌داریم.



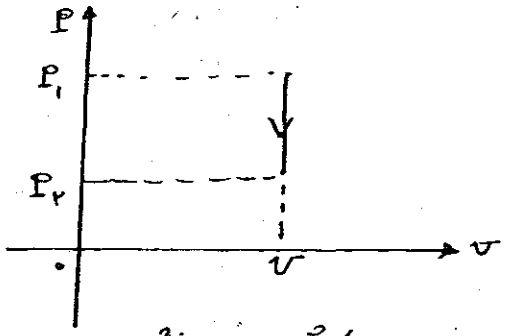
همگی پیستون را در شکل ثابت می‌کنیم تا جابه‌جا نشود. اگر دستگاه با منبع گرمایی که دمای آن قابل تنظیم است، در تماس قرار دهیم و دمای منبع را به مقدار کم و به آرامی بالا ببریم، دمای دستگاه با دریافت گرما افزایش می‌یابد و فشار آن نیز افزایش می‌یابد. می‌توان فرآیند را با کاهش دمای منبع نیز انجام داد.

نمودارها:

۱- نمودار این فرآیند در دستگاه مختصات $(P-V)$، خط راستی موازی محور فشار است.

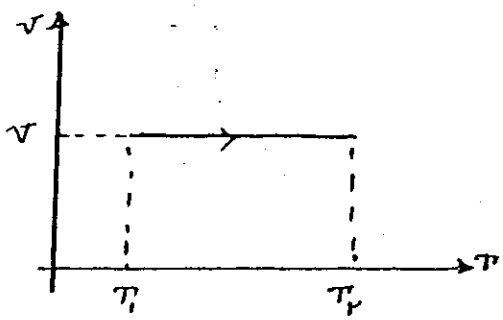


افزایش دما و فشار

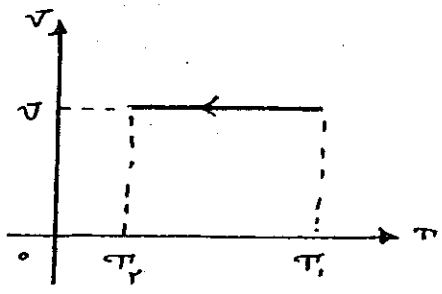


کاهش دما و فشار

۲- نمودار این فرآیند در دستگاه مختصات $(V-T)$، خط راستی موازی محور دما است.

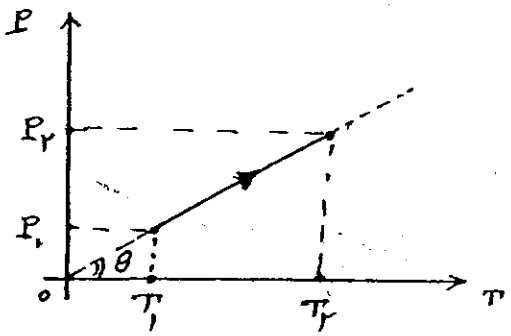


افزایش دما و فشار

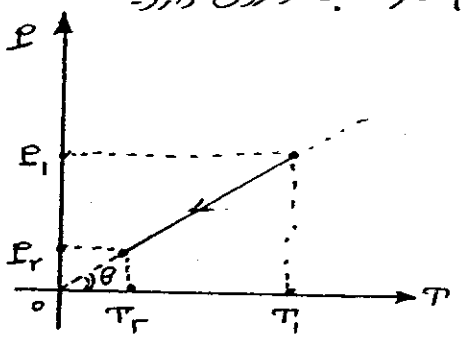


کاهش دما و فشار

۳- نمودار این فرآیند در دستگاه مختصات $(P-T)$ با توجه به رابطه $PV=nRT \Rightarrow P=\left(\frac{nR}{V}\right).T$: خط راستی است که امتداد آن از مبدأ مختصات می‌گذرد. شیب این نمودار برابر "$\frac{nR}{V}$" است که با حجم گاز نسبت وارون دارد.



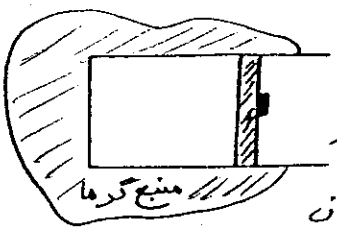
(افزایش دما و فشار)



(کاهش دما و فشار)

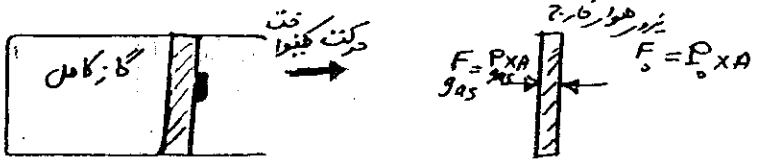
$$\left[\text{شیب خط} = tg\theta = \frac{\Delta P}{\Delta T} = \frac{nR}{V}\right]$$

فرآیند هم فشار



در این فرآیند فشار گاز ثابت می‌ماند. اگر در سطل روبه‌رو، اصطکاک پیستون با آن ناچیز باشد، از خارج، هوا بر پیستون فشار وارد می‌کند. پیستون آنقدر جابه‌جا می‌شود تا فشار گاز درون آن توانسته با فشار هوای خارج، برابر شود. اگر به هر دلیل فشار گاز تغییر کند، مجدداً پیستون جابه‌جا می‌شود و فشار گاز برابر فشار هوای خارج می‌شود. بنابراین فشار گاز، وقتی به حال تعادل است، همواره ثابت و برابر فشار هوای خارج است.

توجه: می‌دانیم اگر فرآیند مبادله گرما بین دستگاه (گاز کامل) و منبع گرما به آهستگی صورت گیرد فرآیند آرمانی بوده و پیستون به آرامی و به طور تقریباً جابه‌جا شده و پیوسته فشار گاز درون سیلندر با فشار هوای بیرون برابر بوده و فرآیند انجام شده هم فشار است.



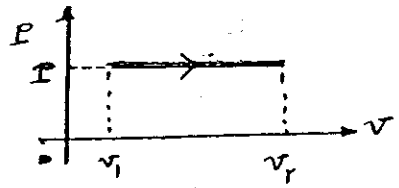
$$\text{حرکت کندوانختی} \Rightarrow \underset{\text{سرعت}}{V=\text{ثابت}} \Rightarrow \underset{\text{شتاب پیستون}}{a=0} \Rightarrow F_{net}=ma=0$$

$$\Rightarrow F_{gas}-F_0=0 \Rightarrow P_{gas}\times A = P_0\times A \Rightarrow \boxed{P_{gas}=P_0=\text{ثابت}}$$

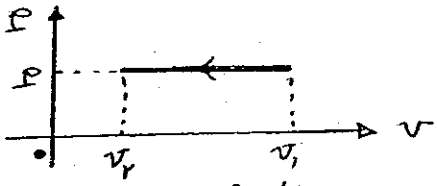
بسمه تعالی

خلاصه و جمع بندی فصل: اول موضوع: ترمودینامیک علیرضا رمضانی

نمودارها: ۱- نمودار این فرآیند در دستگاه مختصات (P-V) خط راستی موازی محور حجم است.

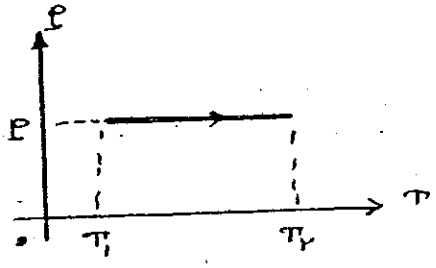


(افزایش حجم و دما)

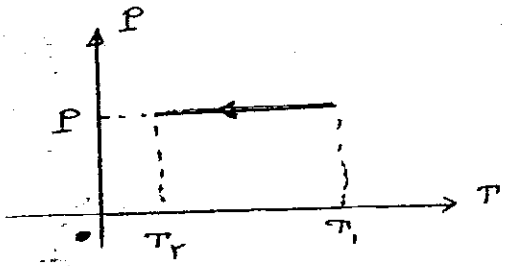


(کاهش حجم و دما)

۲- نمودار این فرآیند در دستگاه مختصات: (P-T) خط راستی موازی محور فشار است.



(افزایش دما و حجم)



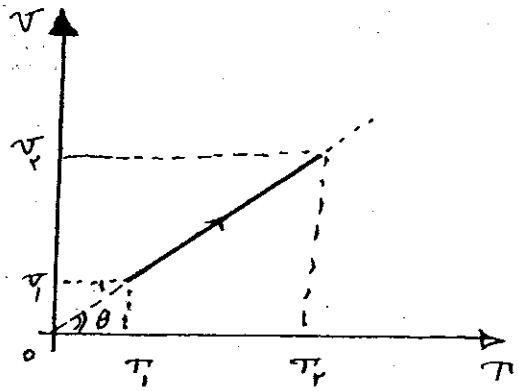
(کاهش دما و حجم)

۳- از معادله حالت گازهای کامل و با توجه به ثابت بودن فشار نتیجه می‌شود:

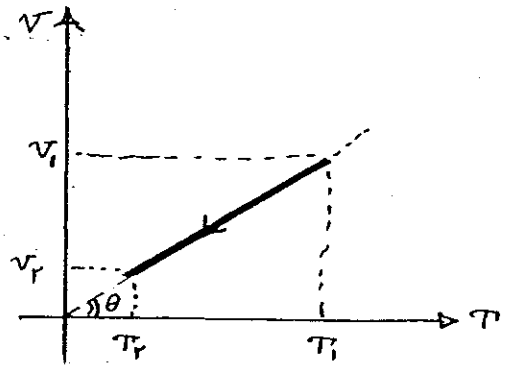
$$PV = nRT \longrightarrow V = \frac{nR}{P}\,T$$

$$\frac{nR}{P} = \text{مقدار ثابت} = b \longrightarrow \boxed{V = bT}$$

یعنی در فرآیند هم فشار، حجم گاز تابع خطی از دمای مطلق گاز است.



(افزایش دما و حجم)



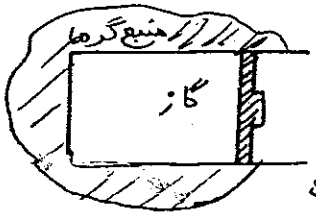
(کاهش دما و حجم)

$$\text{شیب خط} = \tan\theta = \frac{\Delta V}{\Delta T} = \frac{nR}{P}$$

بسمه تعالی

خلاصه و جمع بندی فصل: اول — موضوع: ترمودینامیک — علیرضا رمضانی

فرآیند هم‌دما

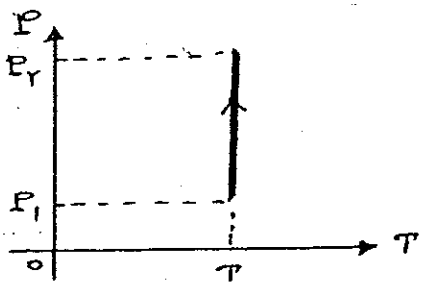


در این فرآیند، دمای دستگاه ثابت می‌ماند. برای انجام آزمایشی این فرآیند، استوانه را با یک منبع گرما با دمای ثابت در تماس قرار می‌دهیم. اگر پیستون را به مقدار بسیار بسیار ناچیز به طرف خارج حرکت دهیم حجم گاز اندکی افزایش یافته و در نتیجه دمای گاز کاهش می‌یابد. اختلاف دمای گاز با منبع گرما، باعث می‌شود مقداری گرما از منبع گرما به گاز منتقل شود. اگر به اندازه‌ی کافی صبر کنیم، گاز به حال تعادل رسیده و دمای آن نیز به مقدار اول می‌رسد. اگر این کار را به همین روش ادامه دهیم، فرآیند آرمانی در دمای ثابت انجام می‌شود.

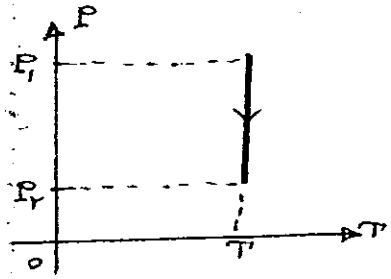
و اگر پیستون را به طرف داخل حرکت دهیم و گاز را متراکم کنیم، گاز گرما از دست می‌دهد و فشار آن با کاهش حجم، افزایش می‌یابد.

نمودارها

۱- نمودار این فرآیند در دستگاه مختصات (P-T) خط راستی موازی محور فشار است:

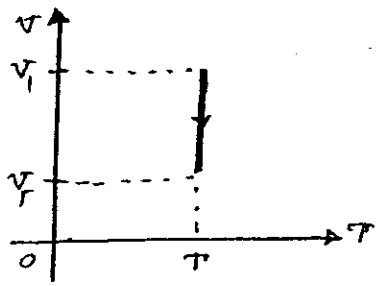


(افزایش فشار، کاهش حجم)

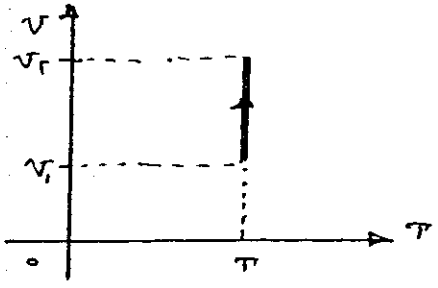


(کاهش فشار، افزایش حجم)

۲- نمودار این فرآیند در دستگاه مختصات: (V-T) خط راستی موازی محور حجم است:



(کاهش حجم، افزایش فشار)

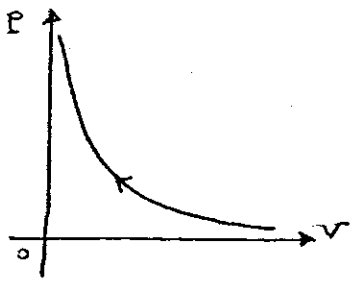


(افزایش حجم، کاهش فشار)

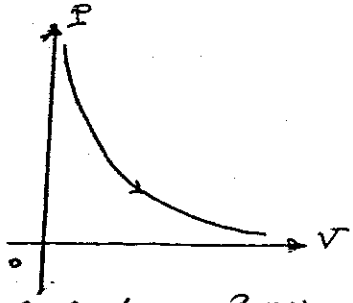
۳- نمودار این فرآیند در دستگاه مختصات (P-V) هموگرافیک است:

بسمه تعالی

خلاصه و جمع بندی فصل: اول　　موضوع: ترمودینامیک　　علیرضا رمضانی

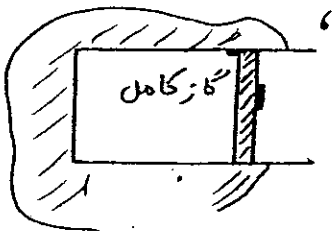


(کاهش حجم، افزایش فشار)

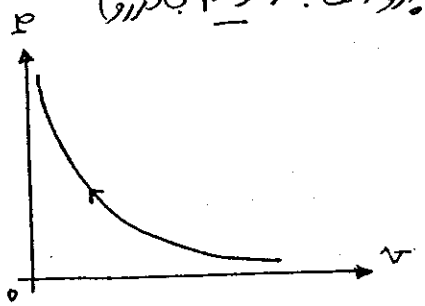


(افزایش حجم، کاهش فشار)

فرآیند بی دررو: اگر در ضمن فرآیند بین دستگاه و محیط گرما مبادله نشود، فرآیند را بی دررو می نامند. برای انجام آرمانی این فرآیند، باید دستگاه را با عایق گرمایی بپوشانیم و سپس یا به مقدار کم و بسیار آهسته جابجا کنیم تا گاز منبسط و یا متراکم شود.



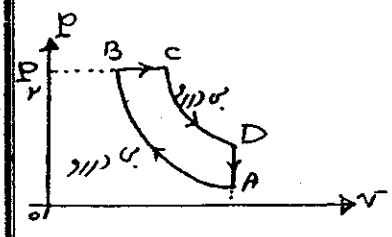
نمودار فرآیند بی دررو در دستگاه مختصات (P-V) به صورت کلی دو به رو است. (تراکم بی دررو)

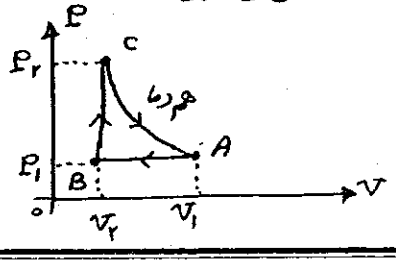


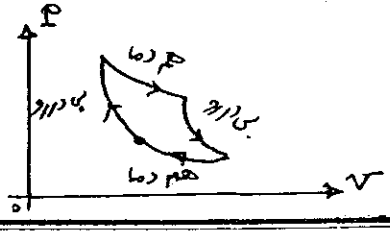
چرخه: یک دستگاه (مقداری گاز) ممکن است به دنبال هم چند فرآیند انجام دهد تا از حالت ابتدایی (۱) به حالت انتهایی (۲) برسد.

ممکن است یک گاز با انجام چند فرآیند، در نهایت به حالت اولیه برسد. در این صورت گفته می شود که گاز یک چرخه را پیموده است. بنابراین چرخه: «به مجموعه ی فرآیند هایی گفته می شود که، یک مسیر مستقیم را تشکیل می دهد و دستگاه با انجام آن ها، به حالت اولیه برمی گردد.»

نمودار زیر که چند چرخه ی مختلف را نشان می دهند.



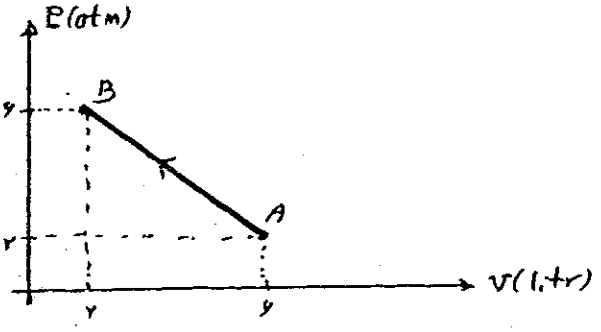




بسمه تعالی

خلاصه و جمع بندی فصل: اول　　موضوع: ترمودینامیک　　علیرضا رمضانی

م ⑥: گاز کامل فرآیند نشان داده شده در شکل روبه رو را می پیماید. دمای گاز در طی این فرآیند، چگونه تغییر کرده است؟



۱) افزایش یافته است.
۲) کاهش یافته است.
۳) ابتدا افزایش و سپس کاهش یافته است.
۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش یافته است.

م ⑦: حجم یک مقدار گاز کامل را در طی یک فرآیند بی دررو به نصف مقدار اولیه ی آن می رسانیم. فشار گاز چند برابر می شود؟
۱) دو برابر　۲) بزرگتر از دو برابر　۳) کوچکتر از دو برابر　۴) ممکن است بزرگتر از دو برابر یا کوچکتر از دو برابر باشد.

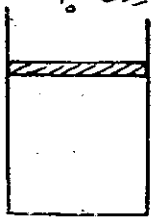
م ⑧: در فشار ثابت دمای مقدار معینی گاز کامل را از صفر درجه سلسیوس به ۲۷۳ درجه سلسیوس می رسانیم. حجم گاز در این فرآیند چند برابر می شود؟ ۱) ۲　۲) ۳　۳) $\frac{۲}{۳}$　۴) $\frac{۳}{۲}$　(سراسری - تجربی ۸۱)

م ⑨: اگر حجم یک مول گاز در فشار یک جو و دمای صفر درجه سلسیوس ۲۲٫۴ لیتر باشد حجم ۶ گرم هیدروژن در فشار $\frac{۱}{۲}$ جو و دمای ۱۸۲ درجه سلسیوس چند لیتر است؟ ۱) ۲۸　۲) ۳۶　۳) ۵۶　۴) ۸۴　(سراسری تجربی ۸۶)

م ⑩: چگالی گاز کاملی در دمای صفر درجه سلسیوس و فشار یک اتمسفر برابر ۱٫۴ کیلوگرم بر مترمکعب است. چگالی این گاز در فشار $\frac{۱}{۲}$ اتمسفر و دمای ۲۷۳ درجه سلسیوس چند کیلوگرم بر مترمکعب است؟
۱) ۰٫۳۵　۲) ۰٫۷　۳) ۱٫۴　۴) ۲٫۸　(سراسری ریاضی ۸۴)

م ⑪: حباب هوایی که در یک عملیات غواصی در عمق ۷۰ متری ایجاد می شود به طرف سطح آب حرکت می کند. اگر دما را ثابت فرض کنیم، شعاع این حباب در سطح آب چند برابر می شود؟
($g = ۱۰ (\frac{N}{kg})$ و فشار هوا در سطح آب $۱۰^۵ (\frac{N}{m^۲})$ و $\rho_{آب} = ۱۰^۳ (\frac{kg}{m^۳})$)　(سراسری ۸۰)
۱) $\sqrt{۲}$　۲) ۲　۳) $۲\sqrt{۲}$　۴) ۴

م ⑫: یک پیستون بدون اصطکاک به وزن W، گازی به حجم $V_۱$ را حبس کرده است. وزنه ی دیگری به اندازه ی W روی پیستون قرار می دهیم. پس از تعادل پیستون، حجم گاز $V_۲$ می شود. با فرض ثابت ماندن دما: نسبت $K = \frac{V_۲}{V_۱}$ کدام است؟



۱) $K < ۰٫۵$　۲) $۰٫۵ < K < ۱$　۳) $۰ < K < ۱$　۴) بسته به شرایط هرکدام از حالتها می تواند رخ دهد.

جواب ⑥ :

جواب ⑦ :

جواب ⑧ :

جواب ⑨ :

جواب ⑩ :

جواب ⑪ :

جواب ⑫ :

(A) فرآیند هم حجم :

« گرمای ویژه در حجم ثابت » : « مقدار گرمایی است که به واحد جرم گاز داده می‌شود تا در حجم ثابت ، دمای آن یک کلوین افزایش یابد . »

$$Q_V = m C_V \Delta T$$

اگر جرم مولکولی گاز برابر M و تعداد مول‌های آن n باشد ، $m = nM$ است . با جایگذاری در رابطه‌ی بالا ، نتیجه می‌شود :

$$Q_V = nMC_V\Delta T \Rightarrow \begin{cases} Q_V = n C_{MV} \Delta T \\ C_{MV} = MC_V \end{cases}$$

C_{MV} برابر گرمایی است که به یک مول گاز داده می‌شود تا در حجم ثابت ، دمای آن یک کلوین افزایش یابد . که آنرا با نماد C_{MV} نشان می‌دهند و به آن « ظرفیت گرمایی مولی » می‌گویند .

توجه : ظرفیت گرمایی مولی ، تقریباً مستقل از جنس گاز است و فقط به تعداد اتم‌های گاز در مولکول آن بستگی دارد و مقدار آن برای گازهای مختلف برابر است با :

① گازهای تک اتمی مانند گازهای بی‌اثر (هلیوم ، نئون ، آرگون و ...) که در هر مولکول آنها فقط یک اتم وجود دارد .

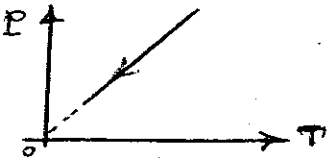
$$C_{MV_1} = \frac{3}{2}R \simeq 12,5 \left(\frac{J}{mol.k}\right)$$

م (۱۳) : اگر R ثابت گازها بر حسب $J/mol.k$ باشد ، مقدار گرمایی که در حجم ثابت باید به یک مول گاز تک اتمی بدهیم تا دمای آن را یک کلوین بالا ببرد ، برابر کدام است ؟ (سراسری - ۸۳)

۱) $\frac{1}{2}R$ ۲) $\frac{3}{2}R$ ۳) $\frac{5}{2}R$ ۴) $\frac{7}{2}R$

پاسخ برگ ۲

م (۱۴) : با توجه به نمودار مقابل که مربوط به n مول گاز کامل است تعیین کنید گاز گرما از دست داده است یا گرما دریافت نموده است ؟



پاسخ :

بسمه تعالی

خلاصه و جمع بندی فصل: اول — موضوع: ترمودینامیک — علیرضا رمضانی

② گازهای دواتمی، مانند (H_2)، اکسیژن (O_2) و...

$$C_{MV_2} = \frac{5}{2}R \simeq 20/8 \left(\frac{J}{mol.K}\right)$$

③ گازهای چنداتمی (سه اتمی به بالا) مانند اُزن (O_3)، CO_2 و...

$$C_{MV_3} = \frac{7}{2}R \simeq 29 \left(\frac{J}{mol.K}\right)$$

توجه: می‌توان از معادله‌ی حالت گازها، دمای ابتدایی (T_1) و انتهایی (T_2) گاز را محاسبه کرد و در رابطه‌ی گرما قرار داد:

$$PV = nRT \rightarrow \begin{cases} T = \frac{PV}{nR} & ① \\ \text{فرآیند هم‌حجم} \Rightarrow V = \text{ثابت} \Rightarrow V_1 = V_2 = V & ② \end{cases}$$

$$①, ② \Rightarrow \begin{cases} T_1 = \frac{P_1 V}{nR} \\ T_2 = \frac{P_2 V}{nR} \end{cases} \Rightarrow Q_V = n C_{MV}(T_2 - T_1) = n C_{MV}\left(\frac{P_2 V}{nR} - \frac{P_1 V}{nR}\right)$$

$$Q_V = n C_{MV} \Delta T = \frac{C_{MV}}{R}(P_2 - P_1)V$$

Ⓑ **فرآیند هم‌فشار:** در فرآیند هم‌فشار برای محاسبه‌ی گرمایی که گاز با محیط مبادله می‌کند، از رابطه‌ی $Q_P = m C_P \Delta T$ استفاده می‌کنیم. M در این رابطه، C_P گرمای ویژه‌ی گاز در فشار ثابت است.

"گرمای ویژه، در فشار ثابت، مقدار انرژی گرمایی است که به یکای جرم گاز می‌دهیم تا در فشار ثابت، دمای آن یک کلوین افزایش یابد."

اگر گاز شامل n مول و جرم مولکول آن با شد داریم:

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = nM \Rightarrow \begin{cases} Q_P = m C_P \Delta T = nMC_P \Delta T \Rightarrow \boxed{Q_P = n C_{MP} \Delta T} \\ C_{MP} = MC_P \end{cases}$$

بسمه تعالی

خلاصه و جمع بندی فصل: اول | موضوع: ترمودینامیک | علیرضا رمضانی

ظرفیت گرمایی مول گاز در فشار ثابت (C_{MP}) : مقدار گرمایی است که به یک مول ($n=1$) گاز داده می شود تا در فشار ثابت، دمای آن یک کلوین ($\Delta T = 1K$) افزایش یابد. آنرا با C_{MP} نمایش می دهیم.

توجه C_{MP} مانند C_{MV} تقریباً مستقل از جنس گاز است و داریم :

① برای گازهای تک اتمی : $C_{MP_1} = \frac{5}{2}R \simeq 20 \left(\frac{J}{mol.K}\right)$

② برای گازهای دو اتمی : $C_{MP_2} = \frac{7}{2}R \simeq 28 \left(\frac{J}{mol.K}\right)$

③ برای گازهای چند اتمی : $C_{MP_3} = \frac{9}{2}R \simeq 36 \left(\frac{J}{mol.k}\right)$

توجه : به کمک معادله ی حالت گازهای کامل، می توان گرمایی را که گاز با محیط مبادله می کند بر حسب فشار و حجم گاز به دست آورد :

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

$$Q_P = nC_{MP}(T_2 - T_1) = nC_{MP}\left(\frac{V_2}{nR} - \frac{V_1}{nR}\right)P$$

$$Q_P = nC_{MP}\Delta T = \frac{C_{MP}}{R}(V_2 - V_1)P$$

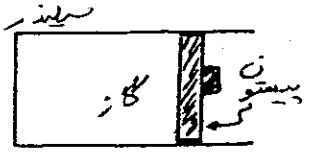
چرا ظرفیت گرمایی مول گاز در فشار ثابت (C_{MP}) از ظرفیت گرمایی مول گاز در حجم ثابت (C_{MV}) بزرگتر است ؟

پاسخ : هنگامی که در حجم ثابت به گاز گرما داده می شود این گرما صرف افزایش انرژی درونی و دمای جسم می شود و چون حجم گاز ثابت است، گاز روی محیط خارج کاری انجام نمی دهد اما در فشار ثابت هم فشار گاز با دریافت گرما منبسط شده در نتیجه برروی محیط کار انجام می دهد و در نتیجه انرژی درونی آن کاهش می یابد پس در فشار ثابت هم فشار گاز برای جبران انرژی از دست داده (کاری که روی محیط انجام می دهد) باید گرمای بیش تری دریافت کند پس C_{MP} بزرگتر از C_{MV} می شود، ($C_{MP} > C_{MV}$)

بسمه تعالی

خلاصه و جمع بندی فصل: اول　　موضوع: ترمودینامیک　　علیرضا رمضانی

کار : فرض کنید مقدار n مول گاز کامل مطابق شکل زیر درون استوانه‌ای واقع باشد.



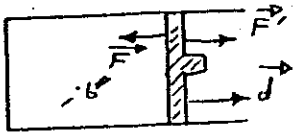
Ⓐ فرآیند هم حجم : بدیهی است اگر پیستون ثابت شده باشد، با دادن گرما یا گرفتن گرما از سیستم، کار انجام شده توسط محیط روی سیستم (گاز) و کار سیستم (گاز) روی محیط صفر است.

$$W = F\,d\cos\theta = 0 \Rightarrow \boxed{W=0}$$

جابه‌جایی $d=0$

Ⓑ فرآیند هم فشار : فرض کنید در شکل رسم شده اصطکاک پیستون با استوانه ناچیز و فشار گاز برابر P است. اندازه‌ی نیرویی که پیستون به گاز وارد می‌کند برابر $F=PA$ و اندازه‌ی نیروی گاز به پیستون : $F'=PA$ است. در این رابطه‌ها، A مساحت پیستون است.

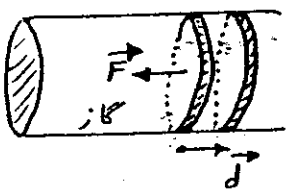
اکنون با فرآیندی آرمانی دمای گاز را از T_1 به T_2 افزایش می‌دهیم، پیستون جابه‌جا می‌شود و حجم گاز از V_1 به V_2 می‌رسد. اما چون اصطکاک پیستون با استوانه ناچیز است، فشار گاز ثابت می‌ماند. اگر جابه‌جایی پیستون کوچک و برابر d باشد کار انجام شده روی گاز برابر است با :



$$W = F.d.\cos\alpha$$

$$\Rightarrow W = Fd\cos 180^\circ = -Fd = -(PA)d \quad *$$

چون نیروی $\vec{F}$ (نیروی وارده از طرف محیط روی سیستم (گاز).) و d در خلاف جهت یکدیگرند، $\alpha=\pi$ و کار منفی است و اما Ad برابر افزایش حجم گاز است :



$$\Delta V = V_2 - V_1 = Ad \xrightarrow{*} \boxed{W = -P\Delta V}$$

از رابطه‌ی بیان شده مشخص می‌شود که چون : $V_2 < V_1 \;,\; \Delta V < 0$

بنابراین $W>0$ است.

به طریق مشابه اگر دمای گاز کاهش یابد، حجم گاز کاهش یافته و پیستون به طرف داخل استوانه (سیلندر) جابه‌جا می‌شود. در این حالت F و جابه‌جایی d هم‌جهت و کار مثبت است :

$$W = F\,d\cos 0 = Fd = (PA)d$$

در این حالت چون حجم گاز کاهش یافته است، $V_2 < V_1$ و $\Delta V = V_2 - V_1 < 0$ است. بنابراین:

$Ad = -\Delta V$ بوده و داریم: $W = PAd = -P\Delta V$

$$\Rightarrow \boxed{W = -P\Delta V}$$

نتیجه: در فرآیند هم فشار، کار انجام شده روی گاز همواره از رابطه‌ی $W = -P\Delta V$ محاسبه می‌شود. به گونه‌ای که:

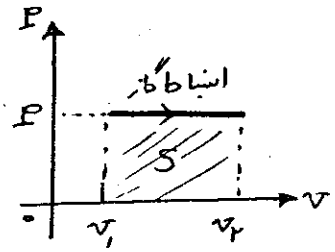
۱- در انبساط گاز: $V_2 > V_1$، $\Delta V > 0$ و $W < 0$ است.

۲- در تراکم گاز: $V_2 < V_1$، $\Delta V < 0$ و $W > 0$ است.

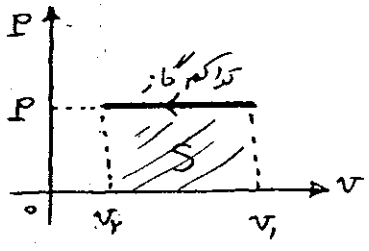
توجه: کار دستگاه (گاز) روی محیط (W') همواره برابر است با: $\boxed{W' = -W}$ (W کار محیط روی دستگاه (گاز))

اما ما، همواره کار انجام شده روی گاز را محاسبه می‌کنیم.

توجه: به کمک نمودار فرآیند در دستگاه مختصات $(P-V)$ نیز می‌توان کار انجام شده روی گاز را محاسبه کرد. مساحت بین این نمودار با محور حجم برابر کار انجام شده روی گاز است:



$W = -P\Delta V = -S$



$W = -P\Delta V = +S$

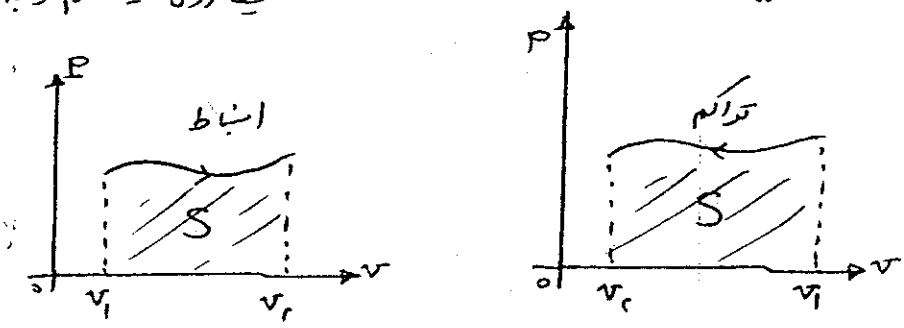
توجه: طبق رابطه‌ی کلی محاسبه‌ی کار یک نیرو هرچند F متغیر باشد: $W = \int_{x_1}^{x_2} F\,dx$ (اگر جابجایی [خارج از کتاب] در امتداد محور xها باشد.) رابطه‌ی کلی محاسبه‌ی کار محیط روی سیستم (گاز) حتی اگر جابجایی خیلی کوچک نباشد به شکل زیر خواهد بود: $W = -\int_{V_1}^{V_2} P\,dV$.

از این رابطه نتیجه می‌شود که اگر نمودار $(P-V)$ مانند مطلب (قوه) مقابل، حتی اگر به شکل

بسمه تعالی

خلاصه و جمع بندی فصل: **اول** موضوع: **ترمودینامیک** علیرضا رمضانی

هم فشار نیز نباشد ، سطح زیر نمودار (PV) کار انجام شده توسط محیط روی سیستم را به ما خواهد داد :



$W=-S$ کار محیط روی سیستم $\quad$ $W=+S$ کار محیط روی سیستم

توجه : تا این جا مشاهده نمودیم که : [شاره از کتاب]

① در فرآیند هم حجم ، چون $\Delta V=0$ بنابراین محیط روی گاز کاری انجام نمی دهد.

② در فرآیند هم فشار ، کار انجام شده توسط محیط روی گاز از رابطه‌ی زیر به دست می آید : $W=-P\Delta V$ (که حالت ساده شده‌ای از رابطه کلی تر : $W=-\int_{V_1}^{V_2} P\,dV$ است.)

③ در فرآیند هم برای محاسبه‌ی مستقیم کار انجام شده توسط محیط روی گاز کافی است از رابطه‌ی کلی و انتگرالی $W=-\int_{V_1}^{V_2} P\,dV$ استفاده شود.

$$(\text{توجه})\Rightarrow \int_{x_1}^{x_2}\frac{dx}{x}=\ln\left(\frac{x_2}{x_1}\right) \Rightarrow W=-\int_{V_1}^{V_2} P\,dV \xrightarrow{P=\frac{nRT}{V}} W=-\int_{V_1}^{V_2}\left(\frac{nRT}{V}\right)dV$$

$$R, n, T=\text{ثابت} \Rightarrow W=-(nRT)\int_{V_1}^{V_2}\frac{dV}{V}=-nRT\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)\Rightarrow \boxed{W=-nRT\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)} \quad (1)$$

والبته :

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}\xrightarrow[n_1=n_2]{T_1=T_2} P_1V_1=P_2V_2\Rightarrow \frac{V_2}{V_1}=\frac{P_1}{P_2} \quad (2)$$

$$(1),(2)\Rightarrow \begin{cases} W=-nRT\ln\left(\frac{P_1}{P_2}\right)\xrightarrow{(*)}\boxed{W=+nRT\ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right)} \\ \text{توجه: } \ln\left(\frac{x_1}{x_2}\right)=-\ln\left(\frac{x_2}{x_1}\right)(*) \end{cases}$$

④ و همانگونه که خواهیم دید در فرآیند بی دررو چون هر سه کمیت P و V و T متغیر می باشند ، رابطه‌ی مستقیم نتیجه نمی شود بلکه کافی است تغییرات انرژی درونی گاز را محاسبه نمائیم : $\boxed{W=\Delta U}$ (ΔU تغییرات انرژی درونی گاز است .)

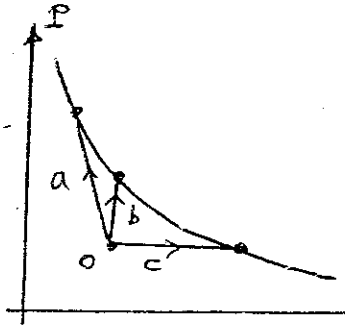
م (۱۵) : مقداری گاز کامل تک اتمی ، در یک فرآیند هم فشار منبسط می شود .

الف) چند درصد از گرمای داده شده به گاز ، صرف افزایش انرژی درونی گاز می شود ؟

ب) چند درصد از گرمای داده شده به گاز ، صرف انجام کار روی محیط می شود ؟

پاسخ :

م (۱۶) : سه ظرف محتوی گازهای یکسان هستند و فشار و حجم و دمای یکسانی دارند . هر یک از گازها درون این ظرف ها مطابق شکل ، از حالت اولیه ی یکسان O و از طریق سه فرآیند a و b و c متحول شده و در نهایت هم دما می شوند . هم رابطه ای بین گرماهای مبادله شده در این سه فرآیند وجود دارد ؟



۱) $Q_a > Q_b > Q_c$

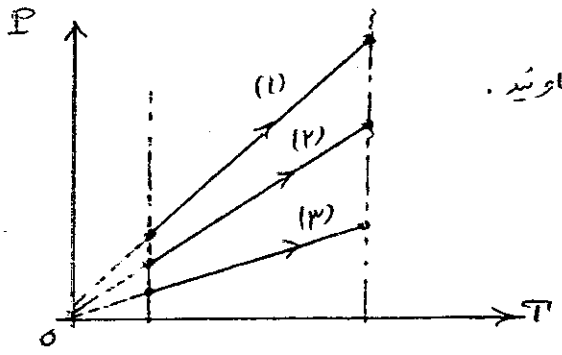
۲) $Q_a > Q_c > Q_b$

۳) $Q_a = Q_b > Q_c$

۴) $Q_a = Q_b = Q_c$

پاسخ : گزینه ۱

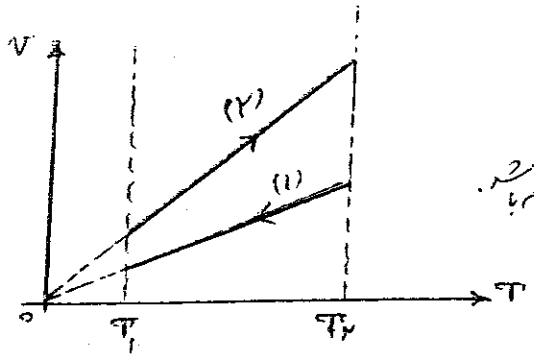
م (۱۷) : سه تحول آرمانی گاز کامل تک اتمی در شکل زیر دیده می شود . اندازه ی کار مبادله شده بین دستگاه و محیط در کدام فرآیند بیشتر است ؟



۱) (۱) ۲) (۲) ۳) (۳) ۴) مساوی .

پاسخ : گزینه ۴

م ⑱ : نمودار دو تحول یک مقدار معین گاز کامل مطابق شکل است. کدام مطلب در مورد این فرآیندها با هم رابطه دارد؟



۱) $|W_1| > |W_2|$
۲) $|W_1| = |W_2|$
۳) $|W_1| < |W_2|$
۴) شرایط اولیه گاز باید معلوم باشد.

پاسخ: گ۲

م ⑲ : در یک فرآیند هم فشار یک لیتر گاز کامل دواتمی در دمای صفر درجه سلسیوس مقداری گرما از دست می‌دهد و حجم آن در فشار یک اتمسفر به $\frac{1}{8}$ حجم اولیه‌اش می‌رسد. در این فرآیند گاز چند ژول گرما از دست می‌دهد؟ ($1atm = 10^5 Pa$ ، $C_{mp} = \frac{5}{2}R$) (سراسری - ۸۶)

۱) ۵۰ ۲) ۷۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۴۵

پاسخ: گ۲

م ⑳ در یک فرآیند هم‌دما، حجم گازی را با صرف کار W_1 از ۵۰ لیتر به ۴۶ لیتر و سپس با صرف کار W_2 از ۴۶ لیتر به ۴۲ لیتر کاهش داده‌ایم. کدام گزینه درست است؟

۱) $W_1 = W_2$ ۲) $W_1 > W_2$ ۳) $W_1 < W_2$ ۴) قابل محاسبه نیست.

پاسخ:

بسمه تعالی

خلاصه و جمع بندی فصل: اول　　موضوع: ترمودینامیک　　علیرضا رمضانی

انرژی درونی: به مجموع انرژی پتانسیل و جنبشی تمام ذره های یک جسم، انرژی درونی آن جسم می گوییم. در گازهای کامل نیروی چسبندگی بین ذرات و در نتیجه انرژی پتانسیل بین ذرات وجود ندارد. بنابراین انرژی درونی آنها فقط شامل انرژی جنبشی ذره های (اتم ها یا مولکولهای) گاز است.

(می دانیم: دمای گاز، متناسب با میانگین انرژی جنبشی ذره های گاز است.) بنابراین انرژی درونی گاز کامل متناسب با دمای مطلق گاز است.

هنگامی که حالت دستگاه تغییر می کند، انرژی درونی دستگاه نیز تغییر می کند و از مقدار U_1 به U_2 می رسد. اگر در این تغییر حالت، دمای دستگاه از T_1 به T_2 رسیده باشد، تغییر انرژی درونی ΔU متناسب با تغییر دمای دستگاه ΔT است.

$$U \propto T \Rightarrow (\Delta U \propto \Delta T)$$

نکات:

← ①: اگر در یک فرآیند و یا در مجموعه ای از فرآیند ها که برای یک دستگاه رخ می دهد، دمای دستگاه به مقدار اولیه برسد، تغییر انرژی درونی دستگاه صفر می شود. مثلا:

1) تغییر انرژی درونی دستگاه در فرآیند هم دما صفر است.

2) تغییر انرژی درونی دستگاه در طی یک چرخه برابر صفر است.

← ②: دقت شود انرژی درونی به طور کلی به ۲ عامل وابسته است. 1) دمای مطلق گاز کامل
2) تعداد مول های گاز کامل

برای مقدار معینی گاز کامل که تعداد مول های گاز ثابت است، انرژی درونی فقط تابع دمای مطلق گاز کامل است. اگر به فرض در دمای ثابت $\frac{1}{3}$ مول از گاز کامل را از مخزن حاوی آن گاز خارج کنیم، انرژی درونی گاز باقیمانده در مخزن، $\frac{2}{3}$ برابر حالت قبل خواهد بود. یعنی در این مثال:

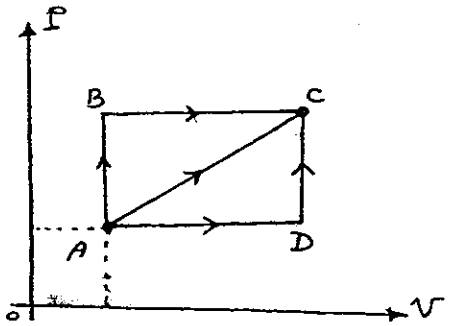
$$\begin{cases} U \propto nT \\ T = \text{ثابت} \end{cases} \Rightarrow U \propto n \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \left(\frac{U_2}{U_1} = \frac{\frac{2}{3}n_1}{n_1} = \frac{2}{3}\right)$$

(n_2: تعداد مول های باقیمانده)

بسمه تعالی

خلاصه و جمع بندی فصل: اول　　موضوع: ترمودینامیک　　علیرضا رمضانی

③ : برای مقدار معینی گاز کامل ، انرژی درونی فقط تابع دما بوده بنابراین به مسیر فرآیند بستگی ندارد و فقط حالت اولیه و ثانویه ی دستگاه مهم است . به عنوان مثال :



$$\Delta U_{ABC} = \Delta U_{AC} = \Delta U_{ADC} = U_C - U_A$$

④ : می توان نشان داد (این موضوع خارج از کتاب درسی بوده و در امتحان پایانی استفاده نشود.) انرژی درونی گاز کامل از رابطه ی مقابل به دست می آید :

$$U = \frac{3}{2} nRT = \frac{3}{2} PV$$ (انرژی درونی گاز کامل تک اتمی)

$$\xrightarrow{\text{و یا تغییرات آن}} \Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T = \frac{3}{2} \Delta(PV) \quad (*)$$

انرژی درونی گاز کامل دو اتمی یا چند اتمی نیز تابع دمای مطلق گاز است . اما ضریب رابطه * به ترتیب $\frac{5}{2}$ و $\frac{7}{2}$ است .

⑤ : بدون دانستن نکته ی قبلی ، یکی از انواع سؤالاتی که می تواند مطرح شود این است که :

$$U \propto T \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} - 1 = \frac{T_2}{T_1} - 1 \Rightarrow \frac{\Delta U}{U_1} = \frac{\Delta T}{T_1}$$ (برای مقدار معینی گاز کامل)

(درصد تغییرات دمای مطلق گاز کامل) = (درصد تغییرات انرژی درونی گاز)

قانون اول ترمودینامیک « بنابراین قانون ، جمع جبری کار انجام شده روی دستگاه و گرمای داده شده به آن ، برابر تغییرات انرژی درونی دستگاه است. »

$$\Delta U = W + Q$$

نکات

① گرما و کار مبادله شده بین دستگاه و محیط ممکن است مثبت و یا منفی باشند. در رابطه ی $\Delta U = Q + W$ ، Q و W با علامت (+) یا (−) نوشته می شوند .

② : اگر در یک تغییر حالت : U افزایش یابد / T افزایش یابد

$$\Delta U > 0 \Rightarrow U_2 - U_1 > 0 \Rightarrow U_2 > U_1 \Rightarrow T_2 > T_1$$

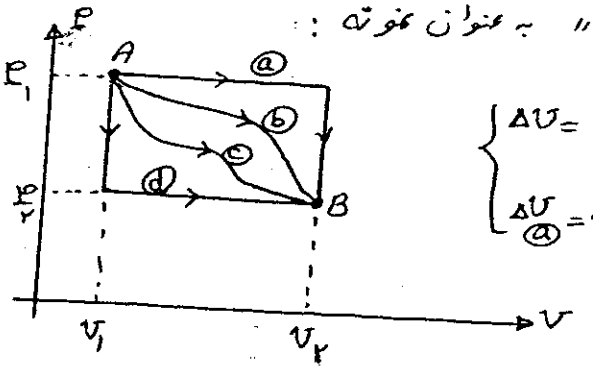
و بالعکس .

و اگر $\Delta U = 0$ یعنی دما و انرژی درونی دستگاه ثابت مانده است .

بسمه تعالی

خلاصه و جمع بندی فصل: اول — موضوع: ترمودینامیک — علیرضا رمضانی

← ③ : قانون اول ترمودینامیک ، بیان دیگری از قانون پایستگی انرژی است ، نکته‌ی قابل ذکر دیگر در این قانون این است که : « تغییر انرژی درونی دستگاه ، به نوع فرآیندی که دستگاه انجام می دهد تا از حالت ابتدایی به حالت انتهایی برسد بستگی ندارد. » به عنوان نمونه :



$$\begin{cases} \Delta U = U_B - U_A \\ \Delta U_{(a)} = \Delta U_{(b)} = \Delta U_{(c)} = \Delta U_{(d)} \end{cases} \Rightarrow Q_a + W_a = Q_b + W_b = Q_c + W_c = Q_d + W_d$$

← ④ : حال می خواهیم در مورد محاسبه‌ی تغییرات انرژی درونی در فرآیند های مختلف صحبت کنیم.

ⓐ در فرآیند هم حجم : می دانیم در این فرآیند : $W=0$ بنابراین تغییر انرژی درونی برابر است با:

$$\Delta U_V = Q_V + W_V = Q_V = n C_{MV} \Delta T \left(= \frac{C_{MV}}{R}(V)(\Delta P) \right)$$

ⓑ در فرآیند بی دررو : می دانیم در این فرآیند : $Q=0$ است . در نتیجه تغییر انرژی درونی در فرآیند بی دررو برابر کار داده شده به دستگاه است :

$$Q=0 \Rightarrow \Delta U = Q + W = W \quad (= \text{سطح زیر نمودار } P\text{-}V)$$

ⓒ در فرآیند هم دما : در این فرآیند چون دمای گاز ثابت است و انرژی درونی گاز نیز تابع دمای گاز است بنابراین انرژی درونی گاز ، در طی این فرآیند ثابت می باشد :

$$\begin{cases} U \propto T \\ T = \text{ثابت} \end{cases} \Rightarrow U = \text{ثابت} \Rightarrow \Delta U = 0 \Rightarrow \boxed{Q + W = 0}$$

ⓓ در فرآیند هم فشار :

$$\begin{cases} \Delta U = Q_P + W_P \\ Q_P = n C_{mp} \Delta T \\ W_P = -P \Delta V \end{cases} \Rightarrow \Delta U = (-P\Delta V) + (n C_{mp} \Delta T)$$

تذکر: چون تغییر انرژی درونی به نوع فرآیند بستگی ندارد و فقط به دمای ابتدایی و انتهایی گاز بستگی دارد، تغییر انرژی درونی در هر فرآیند که دمای گاز را از T_1 به T_2 می‌رساند، از رابطه‌ی $\Delta U = n C_{mV} \Delta T$ محاسبه می‌شود. به عنوان مثال در فرآیند هم فشار نیز داریم:

$$\begin{cases} \Delta U = Q_p + W_p = n C_{mp} \Delta T - P\Delta V = n C_{mp}\Delta T - nR\Delta T = n(\overbrace{C_{mp} - R}^{C_{mV}})\Delta T \\ Q_p = n C_{mp} \Delta T \\ C_{mp} = C_{mV} + R \\ PV = nRT \xrightarrow{P,n=\text{ثابت}} \begin{cases} PV_2 = nRT_2 \\ PV_1 = nRT_1 \end{cases} \end{cases}$$

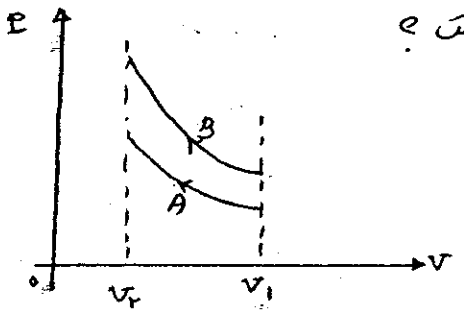
$$\Rightarrow \boxed{\Delta U = n C_{mV} \Delta T} \qquad \boxed{P\Delta V = nR\Delta T}$$

تذکر: اندازه‌ی گرمای مبادله شده بین گاز و محیط در فرآیند هم فشار همواره بیش از اندازه‌ی گرمای مبادله شده بین گاز و محیط در این فرآیند است.

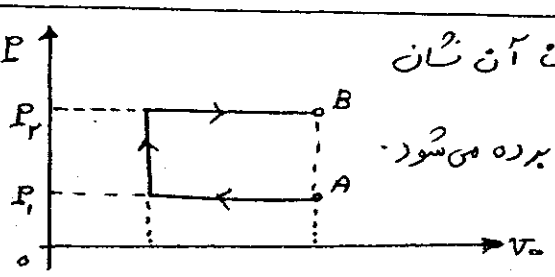
$$\begin{cases} Q_p = n C_{mp} \Delta T \\ W = -P\Delta V = -nR\Delta T \end{cases} \xrightarrow{C_{mp} \geq \frac{5}{2}R} Q_p \geq n(\tfrac{5}{2}R)\Delta T = 2{,}5\, nR\Delta T$$

$$\Rightarrow \boxed{|Q_p| \geq 2{,}5\,|W|} \quad \text{و یا} \quad \boxed{|Q_p| > |W|}$$

م ۲۱: در شکل زیر در دو فرآیند بی‌دررو مقدار مول‌های مساوی از گاز کامل A و B از حجم V_1 تا V_2 متراکم می‌شوند. تغییرات انرژی درونی در کدام فرآیند بیشتر است؟



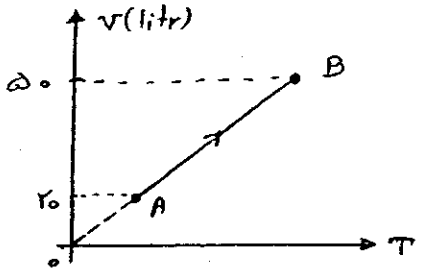
م ۲۲: در شکل زیر مقداری گاز کامل در یک تحول که مسیر حالت آن نشان داده شده است از حالت اولیه‌ی A به حالت نهایی B برده می‌شود. علامت Q و W در کل این فرآیند را مشخص کنید.



بسمه تعالی

خلاصه و جمع بندی فصل: اول — موضوع: ترمودینامیک — ز: ضا رمضانی

م (۲۴): نمودار تغییرات حجم برحسب دما در یک فرآیند ترمودینامیکی روی مقداری گاز کامل به شکل زیر است. اگر فشار گاز در نقطه‌ی A، 2_0 (KPa) باشد در این صورت گرمایی که به دستگاه داده شده برابر حسب ژول بیابید.

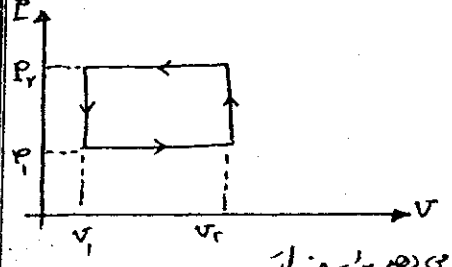


{۱۵۰ J}

م (۲۵): دستگاهی از گاز کامل در یک فرآیند هم‌دما ۶۰۰ ژول کار روی محیط انجام می‌دهد. انرژی درونی این دستگاه: ۱) ثابت می‌ماند. ۲) ۶۰۰ ژول کاهش می‌یابد. ۳) ۶۰۰ ژول افزایش می‌یابد. ۴) بیش از ۶۰۰ ژول کاهش می‌یابد.

(سراسری - ریاضی - ۸۶)

م (۲۶): (سراسری - ریاضی - ۸۶): مطابق شکل گاز کامل سه فرآیند AB، BC و CD را طی می‌کند. وقتی گاز از حالت A به حالت D می‌رود کدام گزینه زیر درست است؟



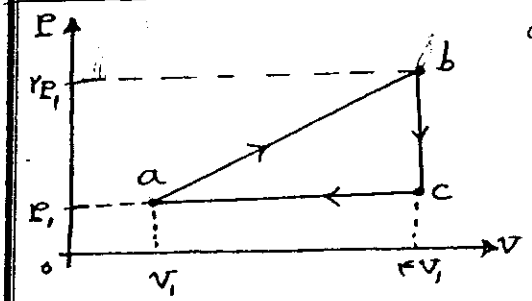
۱) انرژی درونی گاز ثابت می‌ماند. ۲) کار محیط روی گاز منفی است.

۳) انرژی درونی گاز افزایش می‌یابد. ۴) کاری که گاز روی محیط انجام می‌دهد برابر صفر است.

م (۲۶): (سراسری - ریاضی - ۸۷): در یک سیستم گاز کامل، در کدام فرآیند انرژی درونی گاز کاهش می‌یابد؟

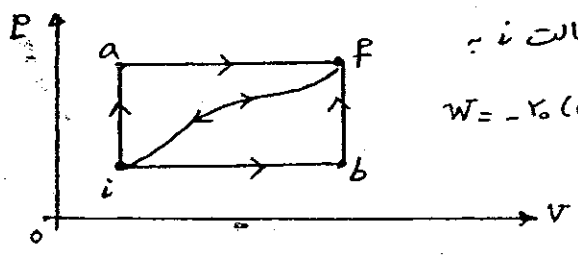
۱) انقباض هم‌دما ۲) انبساط هم‌دما ۳) انبساط بی‌دررو ۴) انقباض بی‌دررو

م (۲۷): (سراسری - ۸۷): یک گاز کامل تک‌اتمی چرخه‌ای را مطابق شکل می‌پیماید. تغییر انرژی درونی گاز در فرآیند ab چند برابر P_1V_1 است؟ ($C_{MV}=\frac{3}{2}R$، $C_{MP}=\frac{5}{2}R$)



۱) ۴٫۵ ۲) ۸ ۳) ۱۰٫۵ ۴) ۱۵

م (۲۸): در شکل زیر مقداری گاز کامل طی فرآیند af از حالت i به حالت f برده می‌شود. در این فرآیند: $Q=50(cal)$ و $W=-20(cal)$ است. اگر این عمل در مسیر ibf انجام شود $Q=36(cal)$ می‌باشد. W_{ibf} چند (cal) است؟ {-۶ cal}



بسمه تعالی

خلاصه و جمع بندی فصل: اول — موضوع: ترمودینامیک — علیرضا رمضانی

م (۲۵) : در سوال قبل بازگشت از مسیر خمیده ای $f i$ صورت می گیرد و $W=-12cal$ می باشد . Q برای این مسیر کدام است ؟ (برحسب کالری) {$-10\ cal$}

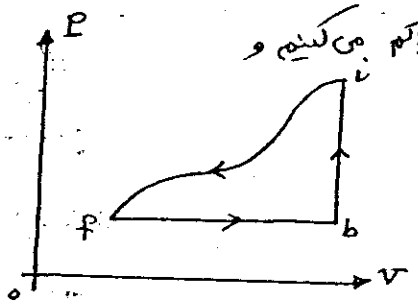
م (۳۰) : در سوال ۷۵ اگر $U_i=10\ (cal)$ باشد U_f برحسب کالری چند است ؟ {$40\ cal$}

م (۳۱) : در سوال (۷۵) اگر $U_b=22\ cal$ مقدار Q_{ib} چند cal است ؟ {$18\ cal$}

م (۳۲) : Q_{bf} در سوال (۷۵) چند cal است ؟ {$18\ cal$}

م (۳۳) : در یک فرآیند هم دما انرژی داخلی دستگاه در ابتدا ۴۲۰ ژول است و با دادن $100\ (cal)$ گرما ، چند cal کار انجام می شود ؟

م (۳۴) : مطابق شکل مقداری گاز کامل را در مسیر منحنی if متراکم می کنیم و تغییر انرژی داخلی آن $\Delta U=-30\ (cal)$ است . اگر کار انجام شده در مسیر fb ، ۲۱ ژول باشد گرمای داده شده به گاز در مسیر fbi چند cal است ؟



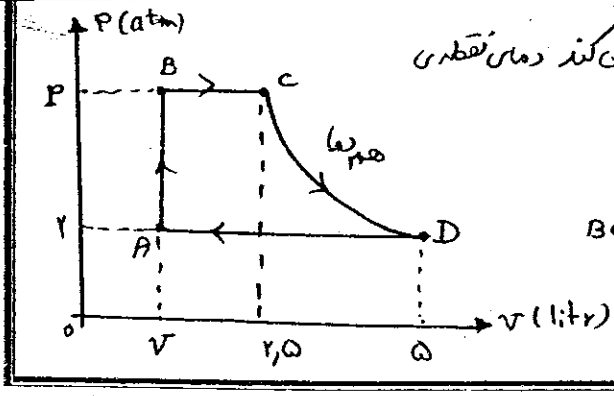
{۳۵ cal}

م (۳۵) در یک فرآیند هم فشار اگر ۶۰۰ ژول کار از طرف دستگاه به محیط داده شود (گاز تک اتمی) در این صورت دستگاه ... ژول گرما ...

م (۳۶) : در یک فرآیند ترمودینامیکی دما کاهش یافته و حجم افزایش یافته است . اگر دستگاه مقداری گاز کامل باشد در این صورت این فرآیند می تواند یک فرآیند .... باشد .

م (۳۷) : دمای یک مول گاز ایده آل به طور بی دررو از $3\ (^\circ C)$ به $27\ (^\circ C)$ می رسد . کار انجام شده توسط گاز تقریباً چند ژول است ؟ $R=8,3\ (\frac{J}{mol.K})$ {تقریباً $-375\ J$}

م (۳۸) : ۰/۵ مول گاز کامل تک اتمی چرخه ای مطابق شکل طی می کند دمای نقطه ای A برابر $300\ (K)$ می باشد . تعیین کنید :



الف) فشار حالت B ب) گرمای مبادله شده در فرآیند BC

ج) تغییرات انرژی در فرآیند CD

د) کار فرآیند DA

جـ (٢١) :

جـ (٢٢) :

جـ (٢٣) :

جـ (٢٤) :

جـ (٢٥) :

جـ (٢٦) :

جـ (٢٧) :

جواب (٢٨) :

جواب (٢٩) :

جواب (٣٠) :

جواب (٣١) :

جواب (٣٢) :

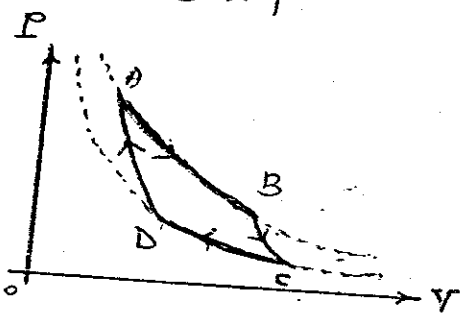
جواب (٣٣) :

جواب (٣٤) :

⑥ ← بازده ماشین‌های بخار ۵ تا ۱۰ درصد و ماشین‌های درون‌سوز در بهترین وضعیت ۴۰٪ است.

⑦ ← متداول‌ترین نوع ماشین‌های گرمایی از نوع ماشین‌های گرمایی درون‌سوز می‌باشند که در اتومبیل‌ها، قطارها، کشتی‌ها و هواپیماها به کار می‌روند. ماشین‌های گرمایی درون‌سوز دارای دو نوع توربینی و پیستونی می‌باشند. ماشین‌های گرمایی پیستونی، خود دارای دو نوع بنزینی و دیزلی می‌باشند.

⑧ ← بیشترین بازده در ماشین گرمایی مربوط به ماشینی است که با چرخه‌ی کارنو کار کند. بنابراین $\eta_{Max} = 1 - \frac{T_c}{T_H}$: آن مطابق شکل زیر بوده و بازده آن از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید



$A \to B$, $C \to D$: هم‌دما

$B \to C$, $D \to A$: بی‌دررو

T_H : دمای منبع گرم

T_c : دمای منبع سرد

توجه: T_H و T_c برحسب کلوین هستند!

توجه: در چرخه‌ی کارنو: $\frac{T_c}{T_H} = \frac{|Q_c|}{Q_H} = \frac{-Q_c}{Q_H}$

⑨ ← اگر دمای چشمه‌ی سرد و گرم یک ماشین گرمایی کارنو را به یک اندازه «افزایش» دهیم، بازده ماشین «کاهش» می‌یابد.

$$\begin{cases} \eta_2 = 1 - \frac{T_c + \Delta T}{T_H + \Delta T} = \frac{(T_H - T_c)}{(T_H + \Delta T)} \\ \eta_1 = 1 - \frac{T_c}{T_H} = \frac{(T_H - T_c)}{T_H} \end{cases} \Rightarrow \eta_2 < \eta_1$$

و بالعکس. با کاهش دمای چشمه‌ی گرم و سرد یک ماشین گرمایی کارنو، بازده ماشین افزایش می‌یابد.

⑩ ← دقت شود گاهی در مدت زمان t، ماشین گرمایی N چرخه را طی می‌کند. در رابطه‌ی بازده دقت شود، Q_c و Q_H و W در زمان‌های یکسانی انجام می‌شوند.

⑪ ← گاهی از توان خروجی صحبت می‌شود. توان خروجی یک ماشین گرمایی یعنی: $P_W = \frac{W}{t}$

ماشین گرمایی

ماشین گرمایی : این ماشین ها با استفاده از برخی از فرآیندهای ترمودینامیکی و گرمای حاصل از سوخت را به کار تبدیل می‌کنند.

نکات و مفاهیم

① : از نظر تاریخی اولین ماشین گرمایی، ماشین بخار بوده است.

② : ماشین‌های گرمایی به دو دسته تقسیم می‌شوند : Ⅰ درون سوز Ⅱ برون سوز .

Ⅰ ماشین‌های درون سوز نوعی از ماشین‌های گرمایی هستند که با سوخت‌هایی چون بنزین یا گازوئیل کار می‌کنند این نوع ماشین‌ها در موتور اتومبیل‌ها و کامیون‌ها و نیز در برخی هواپیماها به کار گرفته می‌شوند.

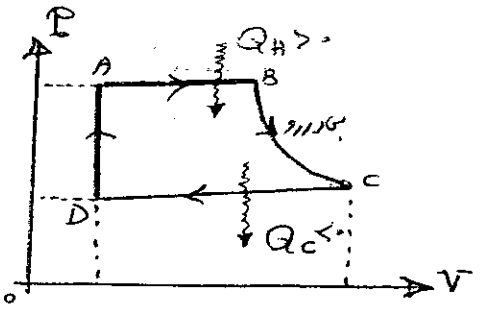
Ⅱ ماشین گرمایی برون سوز مانند ماشین‌های بخار .

* اساس کار تمام ماشین‌های گرمایی یکسان است.

③ : نمودار PV یک ماشین گرمایی ساعتگرد است چون دستگاه روی محیط کار انجام می‌دهد. (بنابراین برعکس است نمودار (P-T) ساعتگرد و نمودار (V-T) پادساعتگرد است.

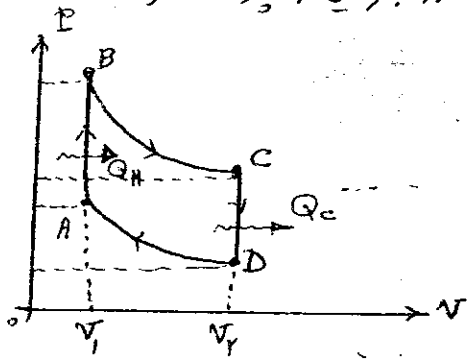
۲ نمونه مهم از نمودارهای (P-V) ماشین گرمایی عبارت‌اند از :

Ⅰ ماشین بخار :



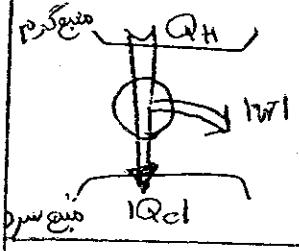
توجه : در فرآیند DA افزایش فشار نه به دلیل گرفتن گرما بلکه به واسطه تبخیر می‌باشد.

Ⅱ ماشین درون سوز بنزینی (چرخه اتو)



④ : در یک ماشین گرمایی، دستگاه همواره گرمای (Q_H) از منبع گرم می‌گیرد. قسمتی از آن را به کار (W) تبدیل می‌کند و بقیه‌ی گرما (Q_c) را به منبع سرد می‌دهد.

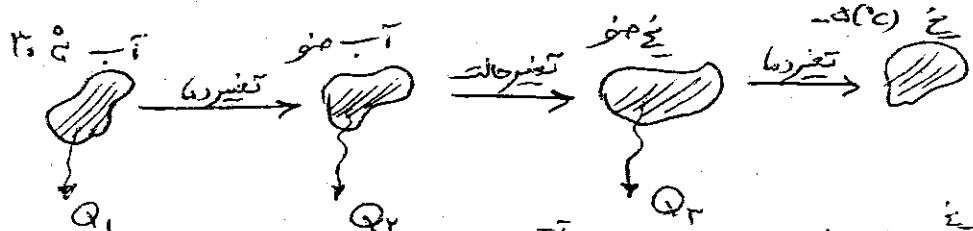
$Q_H > 0$ و $Q_c < 0$ و $W < 0$ $\Rightarrow Q_H = |W| + |Q_c|$



⑤ : بازده‌ی یک ماشین گرمایی از رابطه‌ی : $e = \frac{|W|}{Q_H}$ محاسبه می‌شود.

⑤ : به خاطر داشته باشیم یک کولر (گازی) نیز یک نوع یخچال است. داخل ساختمان (اتاق) در حکم چشمه‌ی سرد (T_c) و بیرون ساختمان (که یخچال گرما را به آن می‌دهد) در حکم چشمه‌ی گرم است.

⑥ : گاهی موارد یخچال مقداری گرما از جیبی که درون آن قرار دارد (مثلاً آب با دمای $0°C$) می‌گیرد و آن را به محیط بیرون می‌دهد. اگر به ظرف نجوشیده یخچال آب با دمای $30°C$ را به یخ $-5°C$ تبدیل کند برای یک متن مقدار گرمای Q_c کافی است مقدار گرمایی را که لازم است تا آب طی چند مرحله از دست بدهد را محاسبه نمائیم:



$$Q_c = |Q_1| + |Q_2| + |Q_3| = |mc_{آب}(0-30)| + |-mL_f| + |mc_{یخ}(-5-0)|$$

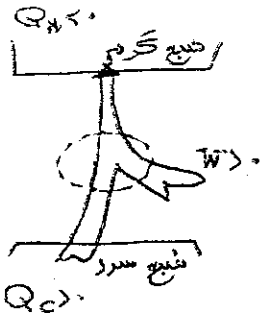
⑦ : فرض کنید یک ماشین گرمایی با بازده η موجود است. اگر این ماشین به شکل وارون کار کند تبدیل به یخچالی خواهد شد با ضریب عملکرد k. رابطه η و k به شکل زیر است:

$$\eta = \frac{1}{1+k}$$

مثلاً اگر بازده ماشین گرمایی ۲۵ درصد باشد و این ماشین را به طور وارون به کار اندازیم ضریب عملکرد یخچال حاصل برابر است با:

$$\frac{25}{100} = \frac{1}{4} = \frac{1}{1+k} \Rightarrow \boxed{k=3}$$

یخچال: وسیله‌ای است که گرما را از جسم سرد به جسم گرم منتقل می‌کند. در یخچال هم دستگاه



یک چرخه را طی می‌کند و در حین آن محیط با انجام کار W بر روی دستگاه، گرمای Q_c را از منبع سرد (محتویات درون یخچال) می‌گیرد و گرمای Q_H را به منبع گرم (هوای بیرون یخچال) می‌دهد. طرز کار یخچال به صورت طرح واره در شکل مقابل نشان داده شده است:

$$\begin{cases} \Delta U = -|Q_H| + Q_c + W \\ \text{در چرخه} \Rightarrow \Delta U = 0 \end{cases} \Rightarrow |Q_H| = Q_c + W$$

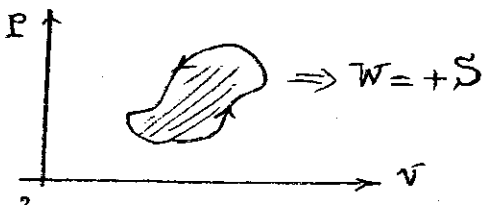
← ①: با توجه به رابطه $|Q_H| = Q_c + W$ می‌بینیم که گرمایی که یخچال به هوای اطراف خود می‌دهد، بیش‌تر از گرمایی است که از داخل یخچال می‌گیرد. بنابراین نمی‌توان با باز گذاشتن درب یخچال، آشپزخانه را خنک کرد بلکه با این کار هوای آشپزخانه گرم‌تر می‌شود. چون مقداری گرما توسط یخچال گرفته شده و یخچال به اندازه W (انرژی برق مصرفی توسط یخچال) به آن افزوده و مجدداً به محیط (همان فضای اطاق یا آشپزخانه) پس می‌دهد (Q_H).

← ②: نسبت گرمای گرفته شده از منبع سرد به کاری که موتور یخچال انجام می‌دهد، ضریب عملکرد یخچال، می‌گویند:

$$k = \frac{Q_c}{W} \quad \text{ضریب عملکرد یخچال}$$

هر چه ضریب عملکرد یخچال بیشتر باشد استفاده از آن بیش‌تر مقرون به صرفه است. ضریب عملکرد یخچال‌های تجاری بین ۲ تا ۷ است.

← ③: نمودار P-V یک یخچال پادساعتگرد است. (چون یخچال از محیط کار دریافت می‌کند که W دریافتی عموماً از همان برق مصرفی است. یادمان باشد هیچ یخچالی تقریباً نیز وجود دارد!)

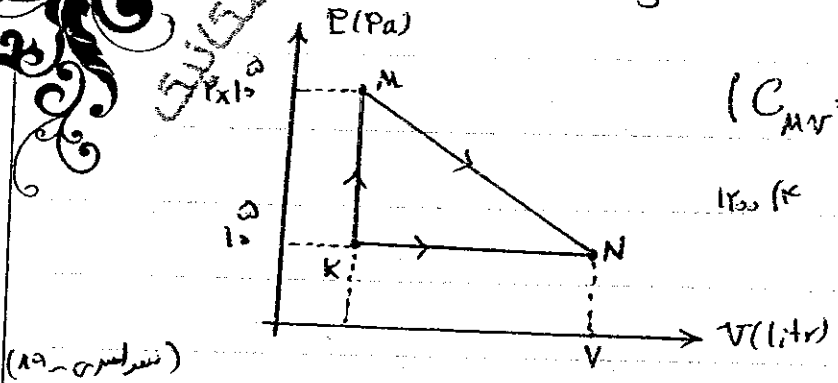


← ④: در یخچال‌ها $P_W = \frac{W}{t}$ را توان مصرفی یخچال نیز می‌گویند.

$$k = \frac{Q_c}{W} = \frac{Q_H - W}{W} = \frac{Q_H}{W} - 1 \Rightarrow k = \frac{P_H}{P_W} - 1$$

فیزیک و مکانیک

۴۰) مطابق شکل مقابل، گاز دواتمی، از طریق دو مسیر از K به N رسیده است. گرمایی که گاز در مسیر KMN گرفته چند ژول است؟



$(C_{MV}=\frac{5}{2}R \; , \; C_{MP}=\frac{7}{2}R)$

۱) ۶۰۰ ۲) ۸۰۰ ۳) ۱۶۰۰ ۴) ۱۲۰۰

(سراسری ـ ۸۹)

حل گ۳

---

۴۰) مقداری گاز کامل تک اتمی طی فرآیندی هم فشار ۵۰۰J گرما از محیط می‌گیرد. تغییر انرژی درونی این گاز چند ژول است؟ $(C_{MP}=\frac{5}{2}R)$

۱) ۲۰۰ ۲) ۳۰۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۴۰۰

سراسری (۸۹)

حل گ۲

---

۴۱) حداکثر بازده ماشین حرارتی که بین دماهای جوش و انجماد آب (۱۰۰ و صفر درجه سلسیوس) کار می‌کند، تقریباً چند درصد است؟

۱) ۱۵ ۲) ۲۷ ۳) ۴۰ ۴) ۳۳

(سراسری ۸۹)

حل گ۲

کانون دوم ترمودینامیک

① بیان ماشین گرمایی : ممکن نیست دستگاه چرخه‌ای را بپیماید که در طی آن مقداری گرما از منبع گرم جذب و تمام آن را به کار تبدیل کند.

← ① : اگر در یک چرخه تمام گرما به کار تبدیل شود کانون اول ترمودینامیک نقض نمی‌شود اما بر اساس کانون دوم ترمودینامیک امکان طراحی و ساخت ماشینی که این تبدیل را انجام دهد غیرممکن است.

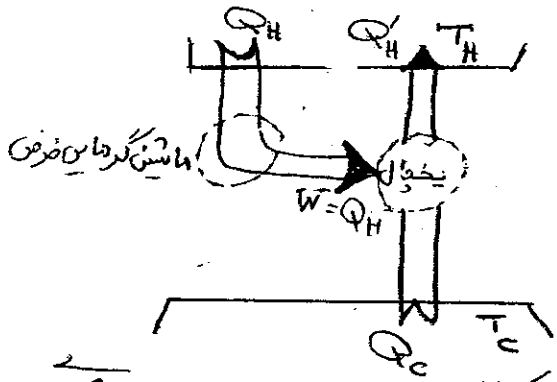
← ② : مطلب بیان شده در بالا در مورد چرخه است وگرنه ممکن است فرآیند یا فرآیندهایی طی شود که تمام گرما به کار تبدیل شود مانند یک فرآیند هم‌دما :

$$T=cte \xrightarrow[n=cte]{U\propto T} U=cte \Rightarrow \Delta U=0 \Rightarrow Q+W=0 \Rightarrow Q=-W \Rightarrow |Q|=|W|$$

② کانون دوم ترمودینامیک به بیان یخچالی : گرما به خودی خود از جسم سرد به جسم گرم منتقل نمی‌شود در حالی که گرما به جسم سرد، خود به خود منتقل می‌شود.

توجه : بیان ماشین گرمایی و بیان یخچالی کانون دوم ترمودینامیک معادل یکدیگرند. می‌توان نشان داد اگر کانون دوم ترمودینامیک به یک بیان نقض شود به بیان دیگر نیز نقض خواهد شد.

فرض کنید ماشین گرمایی ساخته‌ایم بدون اتلاف انرژی، تمام گرمای دریافتی از چشمه‌ی گرم را به کار تبدیل می‌کند:

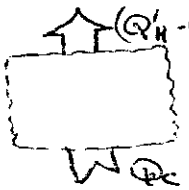


حال با W خروجی از این ماشین گرمایی فرضی می‌توانیم یک یخچال را به کار اندازیم. این یخچال گرمای Q_C را از چشمه‌ی سرد گرفته و گرمای Q'_H را به چشمه‌ی گرم می‌دهد.

مجموع این ماشین و یخچال، مانند یخچالی عمل می‌کند که گرمای Q_C را از چشمه سرد دریافت و گرمای $Q'_H - Q_H$ را به چشمه‌ی گرم می‌دهد.

$$\left.\begin{matrix} Q_H=W \\ W+Q_C=Q'_H \end{matrix}\right\} \Rightarrow Q_H+Q_C=Q'_H$$

$$\Rightarrow \boxed{Q'_H-Q_H=Q_C} \Rightarrow$$



$\Rightarrow$ (و این نقض کانون دوم به بیان یخچالی است)

فشار گاز در محفظه برابر خواهد بود با :

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

حل گ۲

۴۶) تعداد معینی گاز کامل را در دمای ثابت متراکم می‌کنیم تا فشار آن ۴ برابر شود. انرژی درونی مولکول‌های گاز چند برابر می‌شود؟ ۱) ۴ ۲) ۲ ۳) ۱ ۴) $\frac{1}{2}$

حل گ۳

۴۷)

گازی در فشار P_1 و حجم V_1 قرار دارد، آن را تا حجم V_2 به طور آرمانی متراکم می‌کنیم. در کدام یک از فرآیندهای زیر کار انجام شده روی دستگاه بیشتر است؟

۱) فرآیند هم‌فشار ۲) فرآیند بی‌دررو ۳) فرآیند هم‌دما ۴) کار انجام شده همگی‌شان یکسان است.

حل گ۲

۴۸) درون یک استوانه مقداری گاز زیر یک پیستون در حال تعادل حرارتی با محیط خارج است. پیستون را خیلی آهسته پایین می‌بریم تا حجم گاز $\frac{2}{3}$ مقدار اولیه‌اش شود. در این عمل گاز با محیط خارج چگونه انرژی مبادله می‌کند؟

۱) بدون مبادله گرما، کار گرفته است.
۲) بدون مبادله کار، گرما داده است.
۳) کار گرفته و گرما داده است.
۴) کار داده و گرما گرفته است.

(۴۲) فشار گازی را ضمن دمای آن از $27^\circ C$ به $177^\circ C$ می رسانیم، در این صورت حجم گاز چند برابر خواهد شد؟

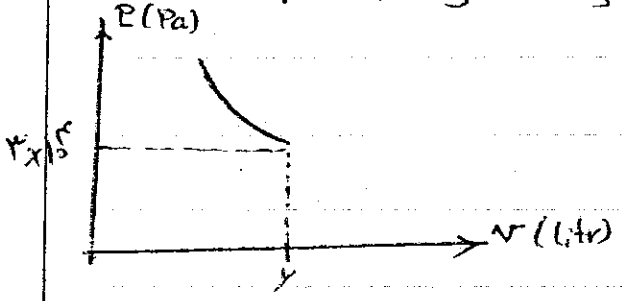
۱) ۳ ۲) $\frac{3}{2}$ ۳) $\frac{5}{2}$ ۴) ۲

(آزاد - ۸۹)

حل گزینه

(۴۳) شکل داده شده نمودار (P-V) را برای یک گاز کامل در دمای $300\,k$ نشان می دهد حجم این گاز در دمای $400\,K$ و فشار 6×10^4 پاسکال چند لیتر است؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۵ ۴) ۴



(آزاد - ۸۹)

حل گزینه

(۴۴) درکپسول مقداری گاز اکسیژن با فشار P و دمای T موجود است. اگر نصف جرم این گاز به مصرف برسد، فشار گاز باقی مانده در کپسول در همان دما چه اندازه می شود؟

۱) P ۲) $\frac{P}{4}$ ۳) $\frac{P}{2}$ ۴) $\frac{P}{8}$

حل گزینه ۳

(۴۵) مخلوطی از ۲ مول گرم گاز کامل A و یک مول گرم گاز کامل B در محفظه‌ای تحت فشار P و دمای T موجود است. اگر در دمای ثابت T تمام گاز B را به وسیله‌ای از محفظه خارج کنیم

۳۱ کدام یک از موارد زیر ناقض قانون دوم ترمودینامیک است ؟

الف) $Q_H = +300\,J$ ، $W = -250\,J$ ، $Q_C = -50\,J$

ب) $Q_H = 200\,J$ ، $W = -200\,J$ ، $Q_C = 0\,J$

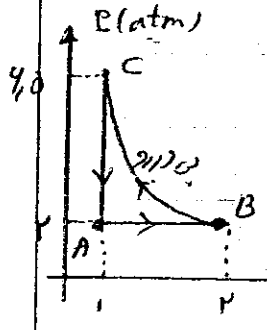
ج) $Q_H = 350\,J$ ، $W = 0\,J$ ، $Q_C = -350\,J$

حل در حالت (ب) تمام گرمای گرفته شده از منبع به کار تبدیل شده که ناقض قانون دوم ترمودینامیک است (به بیان ماشین گرمایی) در حالت (ج) اگرچه دستگاه کاری انجام نداده است اما این مطلب با نقض قانون دوم نمی باشد .

۳۲ اگر دمای چگالنده یک ماشین گرمایی را که مطابق چرخه ی کارنو کار می کند 50k کاهش دهیم بازده ماشین ۸ درصد افزایش می یابد ، دمای منبع گرم این ماشین چقدر است ؟ {425K}

حل

۳۴ ۲ مول گاز کامل تک اتمی در چرخه یک یخچال مطابق شکل ، مبادله هایی را طی می کند .



الف) ضریب عملکرد یخچال را تعیین کنید .

ب) اگر گاز در هر دقیقه ، ۱۰ چرخه را طی کند ، توان یخچال چقدر است ؟

ج) بیشینه و کمینه ی دمای گاز در این چرخه را تعیین کنید .

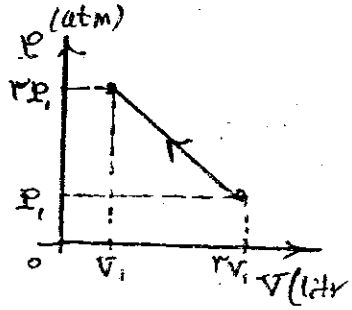
حل الف) $K = \frac{500}{375}$ ب) $P = 42,5$ ج) $\begin{cases} T_{min} = T_A = 121K \\ T_{max} = T_C = 405K \end{cases}$

ابتدا T_A و T_C و T_B را بدست می آوریم : $Q_{AB} = nC_{mp}\Delta T = \dots$ ، $Q_{CA} = nC_{mv}\Delta T = \dots$ ، $Q_{BC} = 0$

کل نیز : $\Delta U = 0 \Rightarrow W_{کل} + Q_{کل} = 0$ و $W_{CA} = 0$ ، $W_{AB} = P\Delta V = \dots$ ، $W_{BC} = \dots$ و $W_{کل} = \dots$

حل گ۳

۴۹) فرآیند آرمانی گاز کاملی به شکل زیر است. اگر کار و گرمای ردوبدل شده به وسیله گاز W و Q باشد، کدام رابطه صحیح است؟



۱) $W+Q>0$ ۲) $W+Q<0$

۳) $W<0$ و $Q>0$ ۴) $W+Q=0$

(آزاد ـ ۸۱)

حل گ۴

۵۰) درکدام فرآیند کار انجام شده روی گاز صفر است؟

۱) هم‌دما ۲) هم‌فشار ۳) هم‌حجم ۴) هم‌فشار و هم‌دما (سراسری ـ ریاضی ـ ۷۸)

حل گ

۵۱) درکدام فرآیند برای مقدار معینی گاز کامل، انرژی درونی آن ثابت می‌ماند؟ (سراسری ریاضی ـ ۷۵)

۱) بی‌دررو ۲) هم‌فشار ۳) هم‌دما ۴) هم‌حجم

حل

۵۷) بازده‌ی یک ماشین گرمایی کارنو که میان دو چشمه‌ی سرد و گرم کار می‌کند ۴/۱ است. اگر از دمای کلوین (مطلق) منبع سرد ۲۵ درصد بکاهیم بازده‌ی آن ... درصد ... می‌یابد.

۱) ۱۵، کاهش ۲) ۲۵، کاهش ۳) ۲۵، افزایش ۴) ۱۵، افزایش

(سراسری ۷۸)

حل گزینه‌ی

۵۸) ضریب عملکرد یخچالی که در هر ثانیه ۱۵۰J گرما از مواد غذایی داخل خود گرفته و ۲۰۰J گرما به محیط خارج بدهد کدام است؟ ۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴/۳ ۴) ۵ (سراسری ۸۲)

حل گزینه‌ی ۲

۵۹) برای سرد کردن ۰/۵kg آب با دمای ۲۵°C تا دمای ۵°C موتور یک یخچال ۱۲۰۰J کار انجام می‌دهد. ضریب عملکرد یخچال چند است؟ (گرمای ویژه‌ی آب $4200 \frac{J}{kg.^\circ C}$ است.)

۱) ۲/۵ ۲) ۳/۵ ۳) ۵ ۴) ۶ (سراسری - ریاضی - ۷۵)

حل گزینه‌ی ۳

۶۰) رابطه‌ی فشار گاز کامل به صورت: $P = 4V + 2$ (P برحسب اتمسفر و V برحسب لیتر) کار انجام شده توسط گاز، هنگامی که حجم گاز از ۲ لیتر به ۶ لیتر افزایش می‌یابد چقدر است؟

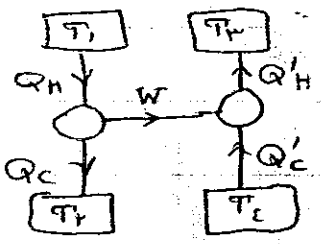
حل

(۵۵) بازده‌ی یک ماشین گرمایی ۲۰٪ است و در هر چرخه ۸۰۰ کالری گرما تلف می‌شود. این ماشین در هر چرخه چند کالری گرما دریافت کرده است؟ (سراسری ریاضی ۷۵)

۱) ۱۰۰۰ ۲) ۱۶۰۰ ۳) ۴۲۰۰ ۴) ۴۶۰۰

(۵۵) حل

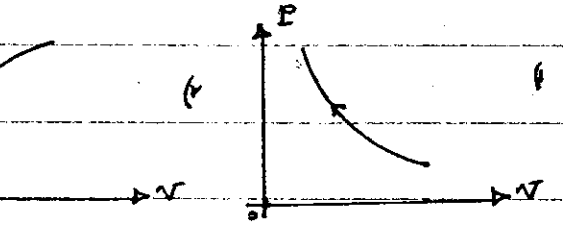
(۵۶) در شکل، ماشین کارنو بین دماهای T_1 و T_2 کار می‌کند (مقدمت سمت چپ طرح وارد) این ماشین، یخچال کارنو بین را راه‌اندازی می‌کند که بین دماهای دیگر T_3 و T_4 کار می‌کند. اگر $T_1 = 2T_2$ و $T_3 = 2T_4$ باشد نسبت $\frac{|Q'_H|}{Q_H}$ کدام است؟

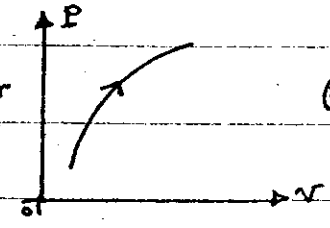


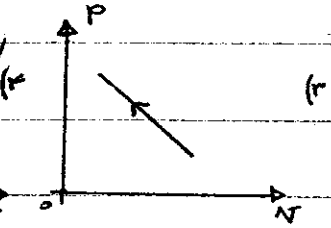
۱) $\frac{1}{4}$ ۲) ۴ ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) ۱

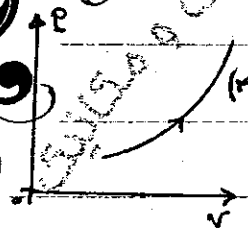
(۵۶) حل گ ۱

۴۳) کدام نمودار تراکم هم‌دما را در یک گاز کامل نشان می‌دهد؟

۱) 

۲) 

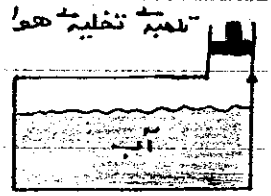
۳) 

۴) 

[ت-ر-۸۴]

حل) گزینه ۱

۴۴) اگر در شکل مقابل، به کمک تلمبه‌ی تخلیه‌ی هوا، مقداری از هوای بالای آب درون یک ظرف را که محتوی مایع حرارتی است تخلیه کنیم، چه اتفاقی می‌افتد؟



۱) دمای آب کاهش می‌یابد.
۲) دمای آب افزایش می‌یابد.
۳) دمای آب ثابت می‌ماند.
۴) تمام آب به یخ تبدیل می‌شود.

[ت-ر-۸۴]

حل) گزینه ۱

۴۵) در یک فرآیند هم‌حجم، ۲ مول گاز هیدروژن چند ژول گرما باید دریافت کند تا دمای آن ۲۷°C افزایش یابد؟

۱) ۱۲۰۰۰ ۲) ۸۱۰۰
۳) ۷۲۰۰ ۴) ۱۰۸۰

[ت-ر-۸۴]

حل) گزینه ۴

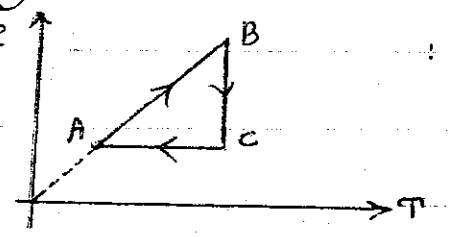
۴۶) دمای گاز کاملی ۲۷ درجه‌ی سلسیوس است. اگر در حجم ثابت، دمای آن را به صفر درجه‌ی سلسیوس برسانیم، فشارش چند درصد کاهش می‌یابد؟

۱) ۹ ۲) ۱۵ ۳) ۱۸ ۴) ۲۰

[ت-ر-۸۴]

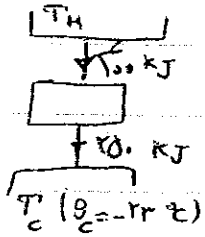
حل) گزینه ۱

(۷۱) نمودار $P-T$ چرخه‌ی مربوط به یک گاز کامل (ABCA) مطابق شکل است.
نمودارهای $(P-V)$ و $(V-T)$ مربوط به آن را رسم کنید.



حل

(۷۲) مبادله‌ی کار و گرما در چرخه‌ی یک ماشین گرمایی مطابق شکل است کدام گزینه درباره‌ی دمای چشمه‌ی گرم درست است؟



۱) $T_H > \frac{۲۵۰}{۸}\,K$
۲) $T_H = ۴۰۰\,K$
۳) $T_H > ۶۵۰\,K$
۴) $T_H > ۱۵۰\,K$

حل

$Q_H = +۴۰۰\,J$
$Q_c = ۲۵۰\,J$

$$\eta = 1 - \frac{|Q_c|}{Q_H} = 1 - \frac{۲۵۰}{۴۰۰} = 1 - \frac{۵}{۸} = \frac{۳}{۸}$$

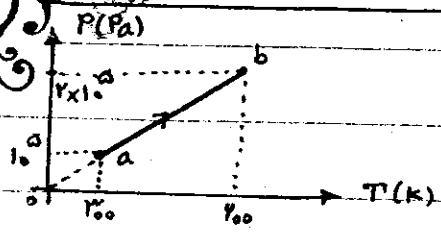
$$\eta_{max} = 1 - \frac{T_c}{T_H} = 1 - \frac{(-۲۳ + ۲۷۳)}{T_H} = 1 - \frac{۲۵۰}{T_H}$$

$$\eta_{max} > \eta \Rightarrow 1 - \frac{۲۵۰}{T_H} > \frac{۳}{۸} \Rightarrow \frac{۵}{۸} > \frac{۲۵۰}{T_H} \Rightarrow \frac{۸}{۵} < \frac{T_H}{۲۵۰}$$

$$\Rightarrow \boxed{T_H > ۴۰۰\,K}$$

حل گ۱

(۷۱) نمودار $(P-T)$ یک مول گاز کامل تک اتمی مطابق شکل است. در این فرآیند انرژی درونی گاز چند ژول افزایش می‌یابد؟ $(R = 8 \frac{J}{mol.K}, C_V = \frac{3}{2}R)$



۱) ۶۰۰ ۲) ۱۲۰۰

۳) ۱۸۰۰ ۴) ۳۰۰۰ [س-ر- ۸۷]

حل گ۳

(۷۲) اگر فشار گاز کامل را ۲۵ درصد افزایش داده و حجم آن را ۳۷ درصد کم کنیم، دمای مطلق آن ... درصد ... می‌یابد.

۱) ۲۰، کاهش ۳) ۲۰، افزایش

۲) ۲۵، کاهش ۴) ۲۵، افزایش [س-ر- ۸۷]

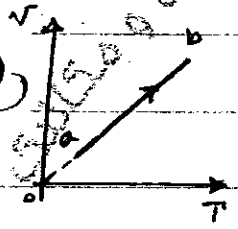
حل گ۱

(۷۳) یک ماشین گرمایی کارنو در هر ثانیه ۴۰۰ ژول کار انجام می‌دهد و بین دو منبع سرد و گرم با دماهای ۴۷°C و ۱۲۷°C کار می‌کند. گرمایی که در هر ثانیه توسط ماشین از چشمه‌ی گرم گرفته می‌شود، چند ژول است؟

۱) ۲۰۰۰ ۲) ۴۰۰۰ ۳) ۶۰۰۰ ۴) ۸۰۰۰ [س-ر- ۸۷]

حل گ۱

(۶۷) در شکل مقابل پاره خط ab فرآیندی را روی مقداری گاز کامل نشان می‌دهد. در طی این فرآیند ...



۱) انرژی درونی گاز ثابت است. ۲) فشار گاز ثابت است.

۳) حجم گاز تغییر نکرده است. ۴) با محیط خارج مبادله گرما نداشته است.

[س-ر-۸۹]

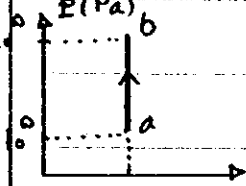
حل

(۶۸) درون یک اتاق، یخچال روشن است و درِ یخچال باز است. اگر اتاق با محیط خارج کاملاً عایق‌بندی حرارتی شده باشد، بعد از ۲۴ ساعت کار یخچال، دمای اتاق چگونه تغییر می‌کند؟ ۱) ثابت می‌ماند. ۲) افزایش می‌یابد.

۳) کاهش می‌یابد. ۴) یخچال در چنین شرایطی کار نمی‌کند. [س-ر-۸۵]

حل گ۲

(۶۹) نمودار (P-V) یک گاز کامل تک اتمی مطابق شکل است. در این فرآیند انرژی درونی گاز ... یافته است. ($C_{V} = \frac{3}{2}R$)



۱) ۲۵۰ ژول کاهش ۲) ۲۵۰ ژول افزایش

۳) 3×10^{5} ژول کاهش ۴) 3×10^{5} ژول افزایش [س-ر-۸۴]

حل گ۲

(۷۰) در یک فرآیند هم‌فشار، یک لیتر گاز کامل دواتمی مقداری گرما از دست می‌دهد و در فشار یک جو حجم آن ۲۵ درصد کاهش می‌یابد. کار انجام شده روی گاز چند ژول است؟ (یک جو برابر 10^{5} پاسکال است.)

۱) ۲۵ ۲) ۷۵ ۳) ۲۵۰ ۴) چنین فرآیندی امکان ندارد. [س-ر-۸۷]

حل گ ۳

(۷۸) دمای جسمه‌ی سرد در یک ماشین گرمایی کارنو، ۷ درجه‌ی سلسیوس و بازده‌ی آن ۵۰ درصد است. اگر با ثابت ماندن دمای کلوین جسمه‌ی گرم، بازده‌ی ماشین به ۴۰ درصد برسیده باشد، دمای جسمه‌ی سرد چند درجه افزایش یافته است؟

۱) ۴۲ ۲) ۴۹ ۳) ۵۶ ۴) ۶۳ [س-ر-۸۸]

حل گ ۳

(۷۹) در یک انبساط هم فشار گاز کامل، کدام کمیت‌ها مثبت‌اند؟

(W: کار انجام شده روی گاز، Q: گرمای داده شده به گاز، ΔU: تغییر انرژی درونی گاز است.)

۱) Q و ΔU ۲) ΔU و Q و W ۳) W و Q ۴) W و ΔU [س-ر-۸۹]

حل گ ۱

(۸۰) حجم گاز کاملی V_1 و فشارش P_1 است. آن را یکبار به صورت بی‌دررو منبسط می‌کنیم، تا فشارش به $P_2=\frac{1}{2}P_1$ برسد. حجم نهایی گاز در فرآیند هم‌دما V_2 و در فرآیند بی‌دررو V'_2 است. در این حضور کدام رابطه درست است؟

۱) $V_2=V'_2<2V_1$ ۲) $V_2=V'_2=2V_1$

۳) $V_2=2V_1$ و $V'_2>2V_1$ ۴) $V_2=2V_1$ و $V'_2<2V_1$

حل گ ۴

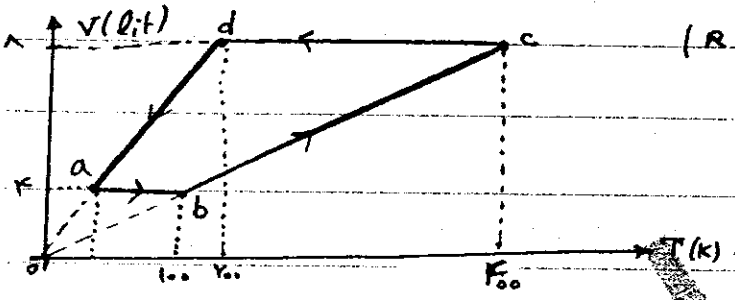
موضوع : ترمودینامیک ..... سری :

(۷۴) چگالی یک گاز کامل در دمای $7(^\circ C)$ و فشار $10^5\ Pa$ چند گرم بر لیتر است؟ ($R = 8\ \frac{J}{mol.K}$ و جرم مولکولی $= 32\ \frac{gr}{mol}$) [س. م- ۸۷]

۱) $\frac{V}{10}$ ۲) $\frac{V}{40}$ ۳) $\frac{10}{V}$ ۴) $\frac{40}{V}$

حل گ۳

(۷۵) یک مول گاز کامل تک اتمی، چرخه‌ای مطابق شکل را طی می‌کند. گاز در کل چرخه چند ژول گرما از محیط می‌گیرد؟ ($R = 8\ \frac{J}{mol.K}$) [س- ر- ۸۷]



۱) ۲۰۰ ۲) ۴۰۰ ۳) ۶۰۰ ۴) ۸۰۰

حل گ۴

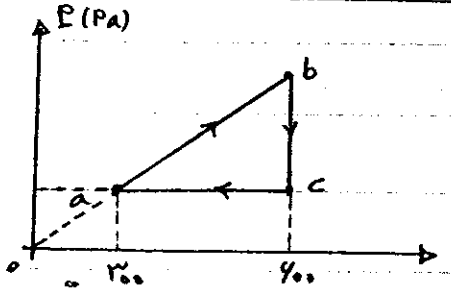
(۷۶) در فرآیند انبساط بی‌دررو گاز کامل: [س- ر- ۸۸]

۱) دمای گاز کاهش می‌یابد. ۲) دمای گاز ثابت می‌ماند.

۳) تغییر انرژی درونی گاز صفر است. ۴) انرژی درونی گاز افزایش می‌یابد.

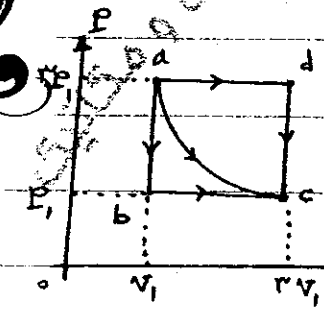
حل گ۱

(۷۷) نمودار $(P-T)$ برای یک مول گاز تک اتمی، مطابق شکل است. کار انجام شده روی گاز در فرآیند ca چند ژول است؟ ($R = 8\ \frac{J}{mol.K}$)



۱) صفر ۲) ۱۲۰۰ ۳) ۲۴۰۰ ۴) باید فشار در a معلوم باشد [س-ر- ۸۸]

(۸۱) مطابق شکل رو به رو ، مقداری گاز کامل تک اتمی طی سه فرآیند abc ، ac و adc از حالت a به حالت c می رود . در این خصوص ، کدام بیان نادرست است ؟



۱) تغییر انرژی درونی گاز در هر سه فرآیند یک سان است.

۲) تغییر انرژی درونی گاز در هر سه فرآیند برابر صفر است.

۳) در هر سه فرآیند گاز گرما یک سانت دریافت کرده است .

۴) کار در فرآیند adc ، ۳ برابر کار در فرآیند abc است . [۸۹ - ر - ۳]

حل گ ۳

(۸۲) ۲۵ مول گاز کامل در فشار 10^5 پاسکال و دمای ۲۷°c چند لیتر حجم دارد . $(R = 8,3 \ \frac{J}{Mol.K})$

۱) ۴۹۸ ۲) ۴۹۸ ۳) ۴۹۹ ۴) ۲۴۹ (آ - ر - ۹۰)

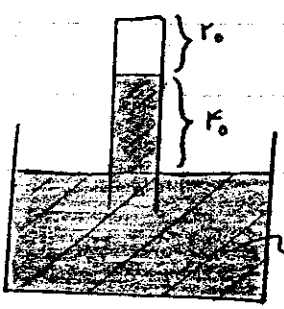
حل گ ۲

(۸۳) دمای ۲۲۰ سانتی متر مکعب گازی را در فشار ثابت از ۲۷°c به ۱۷۷°c می رسانیم . حجم گاز چند سانتی متر مکعب افزایش می یابد؟

۱) ۲۲۰ ۲) ۱۷۵ ۳) ۱۵۰ ۴) ۱۱۰ (آ - ر - ۹۰)

حل گ ۴

(۸۴) در ظرفی مطابق شکل رو به رو ، مقداری هوا بالای ستون جیوه در لوله وجود دارد . لوله را به آرامی چند سانتی متر پایین ببریم ، تا ارتفاع ستون هوا نصف شود ؟ (فشار هوا را ۷۶ (cm-Hg) بگیرید و دما ثابت است.)



۱) ۳۰ ۲) ۱۰ ۳) ۳۶ ۴) ۴۶ (س ت - ۹۰)

حل گ ۴

(۸۵) دو مول گاز کامل تک اتمی به حجم ۰٫۷۹ متر مکعب را در فشار ثابت منبسط کرده‌ایم. اگر دمای اولیه‌ی گاز ۳۵۰ کلوین باشد و در این فرآیند 10^4 ژول گرما مبادله شده باشد، دمای ثانویه‌ی گاز چند کلوین و حجم ثانویه چند متر مکعب است؟ $(R = 8 \frac{J}{mol.k})$

۱) ۳۰۰ و ۳ ۲) ۷۷۰ و ۲

۳) ۳۰۰ و ۳٫۸ ۴) ۷۷۰ و ۳٫۸ (س-ر-۹۰)

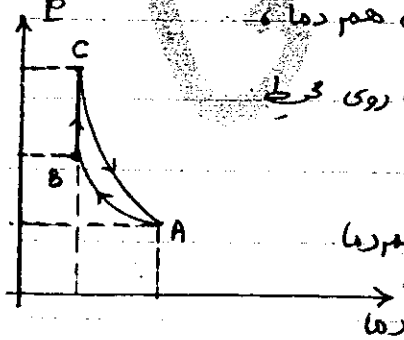
حل گ ۱

(۸۶) مخزنی به حجم ۵ لیتر حاوی گاز اکسیژن در فشار 10^5 (Pa) و دمای ۲۷ °C است. جرم گاز موجود در مخزن چند گرم است؟ $(R = 8 \frac{J}{mol.k}$ و $M_{O_2} = 32 \frac{gr}{mol})$ (س-ر-۹۰)

۱) $\frac{10}{3}$ ۲) $\frac{5}{3}$ ۳) $\frac{5}{24}$ ۴) $\frac{20}{3}$

حل گ ۴

(۸۷) یک گاز کامل تک اتمی چرخه‌ای شامل سه فرآیند متوالی هم دما، هم حجم و بی دررو را مطابق شکل رو به رو، طی می‌کند. کار انجام شده روی محیط در فرآیند بی دررو، برابر با کدام است؟



۱) کار انجام شده در کل چرخه ۲) گرمای مبادله شده در فرآیند هم دما

۳) گرمای مبادله شده در فرآیند هم حجم ۴) کار انجام شده در فرآیند هم دما

(س-ر-۹۰)

حل گ ۳

(۸۸) لوله‌ی استوانه‌ای شکلی به طول ۴۰ cm را که هر دو طرف آن باز است تا ارتفاع ۳۵ سانتی‌متر به طور قائم در جیوه فرو می‌بریم و سپس انگشت خود را بالای لوله قرار داده و لوله را از جیوه بیرون می‌آوریم. اگر فشار هوا در محل ۷۵ (cm-Hg) باشد و دما ثابت بماند، چند سانتی‌متر از جیوه در لوله باقی می‌ماند؟

۱) ۱۰ ۲) ۱۵ ۳) ۲۰ ۴) ۲۵

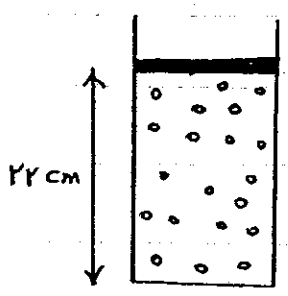
حل گ۴

(۸۹) یک حباب کروی هوا از کف دریاچه‌ای به سطح آن می‌آید و شعاعش ۲ برابر می‌شود. اگر فشار هوا در سطح دریاچه معادل فشاری از ستون آب دریاچه به ارتفاع ۱۰ m باشد و دمای آب دریاچه را بتوان ثابت در نظر گرفت، عمق این دریاچه چند متر است؟

۱) ۳۰ ۲) ۴۰ ۳) ۷۰ ۴) ۸۰

حل گ۳

(۹۰) مطابق شکل زیر یک پیستون بدون اصطکاک، گاز کامل با دمای ۵۷°C محبوس است. اگر دمای گاز را به تدریج به ۲۷°C برسانیم، پیستون چند سانتی‌متر سبک به مکان اولیه‌ی خود جابه‌جا می‌شود؟

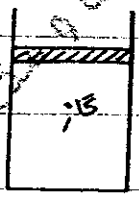


۱) ۰/۵ ۲) ۲ ۳) ۲/۵ ۴) ۵

حل گ۲

موضوع : ترمودینامیک ..... سری : .....

(۹۱) در شکل زیر، فشار گاز محبوس در داخل سیلندر ۴۰۰ kPa و فشار هوای محیط برابر 10^5 Pa و پیستون در حال تعادل است. اگر سطح مقطع پیستون ۱۰ cm^2 باشد، وزن پیستون، چند نیوتن است؟



۱) ۳۰ ۲) ۳۰۰ ۳) ۴۰ ۴) ۴۰۰

حل گزینه ۲

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

۱) ۴ lit ۲) ۸ lit ۳) ۱۲ lit ۴) ۲۰ lit

حل گزینه ۳

(۹۳) برای آنکه حجم گازی را (در فشار ثابت) ۲ برابر کنیم باید دمای اولیه‌ی آن را که ۸ درجه‌ی سلسیوس است، به ۵۸ برسانیم. دمای اولیه‌ی گاز چند درجه‌ی سلسیوس بوده است؟

۱) ۴۵,۵ ۲) ۲۷۳ ۳) ۱۸۲ ۴) ۹۱

حل

(۹۴) برای سرد کردن ۰/۵ کیلوگرم آب با دمای ۲۵°c تا دمای ۵°c، موتور یک یخچال ۱۲۰۰۰ J کار دریافت می‌کند. ضریب عملکرد یخچال چقدر است؟ (گرمای ویژه‌ی آب $\left(\frac{J}{kg.K}\right)$ ۴۲۰۰ است.)

۱) ۲,۵ ۲) ۳,۵ ۳) ۵ ۴) ۶

حل گزینه

(۹۵) در یک مخزن مقداری گاز هلیوم در فشار 2×10^5 (پاسکال) قرار دارد. حجم مخزن ۳ لیتر است. اگر بدون تغییر حجم با دادن گرما فشار گاز را به 5×10^5 پاسکال برسانیم، چند ژول گرما به گاز داده شده است؟

۱) ۱۳۵۰۰۰ ژول ۲) ۲۷۰۰ ژول

۳) ۱۳۵۰ ژول ۴) غیرقابل محاسبه است.

حل گ

(۹۶) گاز کاملی در یک فرآیند بی‌دررو منبسط می‌شود. دما و انرژی درونی آن به ترتیب چگونه تغییر خواهد کرد؟

۱) ثابت - کاهش ۲) ثابت - ثابت

۳) کاهش - ثابت ۴) کاهش - کاهش

(۹۷) یک ماشین گرمایی در هر چرخه ۳۰۰۰ ژول گرما از منبع گرم دریافت می‌کند. اگر گرمای تلف شده در هر چرخه ۲۴۰۰ ژول باشد، بازده‌ی این ماشین گرمایی چند درصد است؟ ۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۳۰ ۴) ۲۵

حل

(۹۸) کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

۱) مقدار معینی گرما را می‌توان تماماً به کار تبدیل کرد.

۲) مقدار معینی کار را می‌توان تماماً به گرما تبدیل کرد.

۳) بازده‌ی ماشین‌های گرمایی که با چرخه کارنو کار می‌کنند، برابر ۱ است.

۴) ماشین‌های گرمایی درون سوز فقط با یک چشمه‌ی گرما کار می‌کنند.

حل

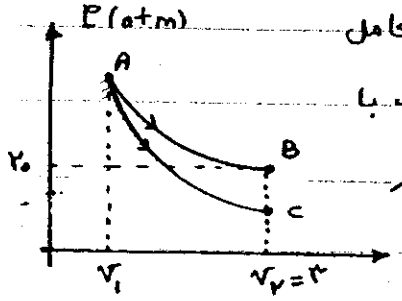
(99) ابعاد اتاقی $3m \times 3m \times 4m$ است. اگر بتوان هوا را گاز کامل فرض کرد، در دمای $27\,^{\circ}C$ چند مول هوا در این اتاق وجود دارد؟ $(P_0 = 1atm \text{ و } R = 8 \frac{J}{mol.K})$

۱) ۱۵۸۹ ۲) ۱۵۰۰

۳) ۳۱۷۸ ۴) ۳۰۰۰

حل گ

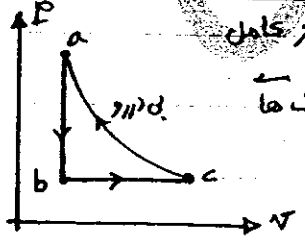
(100) مطابق نمودار $(P-V)$ ی مقابل، مقدار معینی از یک گاز کامل تک اتمی از طریق دو فرآیند بی‌دررو و هم‌دما از یک حالت با حجم V_1 به حجم $V_2 = 3\,lit$ منبسط می‌شود. اگر کاری که گاز در فرآیند بی‌دررو بر روی محیط انجام می‌دهد، برابر $4500J$ باشد، فشار نهایی در فرآیند بی‌دررو چند آتمسفر است؟ $(C_{mV} = \frac{3}{2}R)$



۱) ۱۰ ۲) ۱۲ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

حل گ

(101) نمودار $(P-V)$ ی مقابل، مربوط به چرخه‌ای است که مقداری گاز کامل تک اتمی در یک پخچال فرضی طی می‌کند. در این صورت کدام یک از عبارت‌ها زیر صحیح است؟



۱) گاز در فرآیند bc، گرما Q_H را از چشمه‌ی گرم می‌گیرد و دمای آن بالا می‌رود.

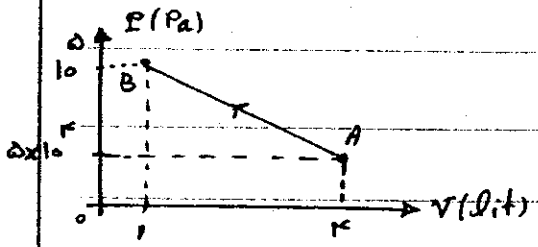
۲) گاز در فرآیند ab، گرما Q_c را به چشمه‌ی سرد می‌دهد و دمای آن کاهش می‌یابد.

۳) اندازه‌ی تغییرات انرژی درونی گاز در فرآیند ab ، بزرگ‌تر از فرآیند ac است.

۴) هر سه گزینه‌ی «۱» و «۲» و «۳» صحیح هستند.

حل

۱۰۲) در نمودار (P-V) ی شکل مقابل ، $U_A = 600\,J$ و $U_B = 300\,J$ است . گرمای داده شده به گاز کامل در فرآیند AB چند ژول است ؟



۱) ۲۲۵-

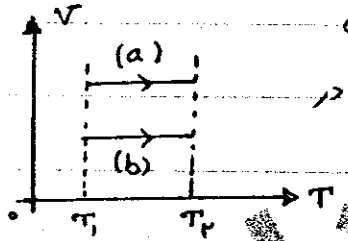
۲) ۷۵-

۳) ۵۲۵-

۴) ۳۰۰

حل

۱۰۳) نمودار (V-T) ی زیر، دو فرآیند هم حجم برای مقدار معینی از یک گاز کامل در دو مسیر (a) و (b) را نشان می‌دهد. کدام گزینه در مورد مقایسه‌ی گرماهای داده شده به گاز صحیح است ؟



۱) $Q_a > Q_b$

۲) $Q_a < Q_b$

۳) $Q_a = Q_b$

۴) نسبت به حجم اولیه‌ی گاز، هر یک از سه گزینه می‌تواند صحیح باشد.

حل

۱۰۴) یک ماشین گرمایی کارنو در هر چرخه ۲۰۰۰ J گرما از چشمه‌ی گرم می‌گیرد و ۲۴۰۰ J از این گرما را به چشمه‌ی سرد می‌دهد. اگر دمای چشمه‌ی گرم این ماشین ۳۲۷ °C باشد ، دمای چشمه‌ی سرد این ماشین چند درجه‌ی سلسیوس است ؟

۱) ۲۳۲

۲) ۲۵۰

۳) ۲۰۷

۴) ۱۲۷

حل گ

۱۰۵) ضریب عملکرد یک یخچال ۷ است. اگر این یخچال به طور وارون کار کند و به یک ماشین گرمایی تبدیل شود، بازده‌ی آن چند درصد می‌شود؟ (فرض کنید فرآیندی ترمودینامیک برگشت‌پذیر هستند.)

۱) ۵۰ ۲) ۲۵

۳) ۱۲٫۵ ۴) ۷۵

حل

۱۰۶) اگر دستگاه ترمودینامیکی (ماشین گرمایی) فرآیندی را طی کند و طی آن تمام گرمای داده شده به دستگاه به کار تبدیل شده و دستگاه دوباره به حالت اول خود برنگردد، در این صورت:

۱) قانون اول ترمودینامیک نقض می‌شود. ۲) قانون دوم ترمودینامیک نقض می‌شود.

۳) هردو قانون اول و دوم ترمودینامیک نقض می‌شوند. ۴) هیچ کدام از قانون‌ها ترمودینامیک نقض نمی‌شود.

حل گ۴

۱۰۷) دمای گازی در فشار ثابت از صفر درجه‌ی سلسیوس به ۲۷ (°c) رسیده است. حجم آن ... درصد ... یافته است.

۱) ۹، کاهش ۲) ۹، افزایش ۳) ۹۱، کاهش ۴) ۹۱، افزایش (س-ر-۷۲)

حل

۱۰۸) دمای گازی ۲۷ °c است. در حجم ثابت دمای گازی را یک درجه‌ی سلسیوس افزایش می‌دهیم. تغییر فشار آن چند برابر فشار اولیه می‌شود؟

۱) $\frac{1}{27}$ ۲) $\frac{1}{300}$ ۳) $\frac{301}{300}$ ۴) $\frac{28}{27}$ (س-ت-۷۳)

حل

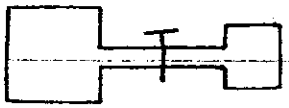
موضوع : ترمودینامیک سری :

(۱۰۹) دمای گاز کاملی را از $27(^\circ c)$ به $227(^\circ c)$ می‌رسانیم. اگر فشار این گاز ۲ برابر شده باشد، چگالی آن چند برابر شده است؟

۱) $\frac{5}{6}$ ۲) $\frac{6}{5}$ ۳) ۲ ۴) ۴ (س ـ ت ـ ۷۴)

حل

(۱۱۰) مطابق شکل دو مخزن گاز هم‌دما با یک لوله به هم ربط دارند.



در مخزن اول ۲ لیتر گاز با فشار $\frac{1}{2}$ اتمسفر و در مخزن دوم $\frac{1}{2}$ لیتر گاز با فشار $\frac{1}{4}$ اتمسفر وجود دارد. پس از باز کردن شیر رابط و رسیدن به حالت تعادل فشار گاز چند اتمسفر است؟

۱) ۱٫۶ ۲) ۱٫۵ ۳) ۱٫۴ ۴) ۱٫۲ (س ـ ر ـ ۷۱)

حل

(۱۱۱) گاز کامل در یک فرآیند هم‌دما، متراکم می‌شود، فشار و انرژی درونی آن چگونه تغییر می‌کند؟

۱) کاهش ـ کاهش ۲) افزایش ـ کاهش

۳) کاهش ـ ثابت ۴) افزایش ـ ثابت

حل گ۴

(۱۱۲) در یک ماشین گرمایی در هر دقیقه ۱۰ گرم سوخت مصرف می‌شود و گرمای حاصل از سوخت $150\ \frac{kJ}{g}$ است. اگر ۴۰ درصد گرمای حاصل از سوخت مورد استفاده قرار بگیرد و توان خروجی موتور ۵KW باشد، بازده‌ی موتور چند درصد است؟

۱) ۳۰ ۲) ۴۰ ۳) ۵۰ ۴) ۶۰

حل گ۳

(۱۱۳) درون یک کپسول ۴۰ لیتری مقداری گاز تحت فشار ۵atm و دمای ۷۳°c- وجود دارد. اگر ۲۰ درصد از گاز موجود را خارج کنیم، گاز خارج شده در فشار ۲atm و دمای ۲۷°c چند لیتر حجم دارد؟

۱) ۴۰ ۲) ۳۰ ۳) ۲۰ ۴) ۱۵

حل

(۱۱۴) در یک یخچال در هر ده ثانیه یک چرخه طی می‌شود، ضریب عملکرد ۴ بوده و موتور یخچال دارای توان ۱kw است. حداقل چند چرخه لازم است تا ۴kg آب صفر درجه در درون یخچال منجمد گردد؟ ($L_f = ۲۰۰ \frac{J}{gr}$)

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۲۰ ۴) ۳۰

حل

(۱۱۵) ماشین بخار یک لکوموتیو در هر دقیقه $۲,۷۴ \times ۱۰^۹ J$ گرما بیرون می‌دهد و $۵,۷ \times ۱۰^۸ J$ کار انجام می‌دهد. بازده‌ی این ماشین چند درصد است؟

۱) ۱۵ ۲) ۱۷,۵ ۳) ۱۸,۵ ۴) ۲۷,۵

حل

(۱۱۶) اگر یک یخ ساز با توان ۱۰۰W در مدت ۵۰ دقیقه، مقدار ۱,۵kg آب ۲°c با دمای ۲۵°c را به یخ با دمای ۳۰°c- تبدیل کند، ضریب عملکرد آن چه قدر است؟ (گرمای نهان ذوب یخ $۳۳۶ \frac{kJ}{kg}$ و گرمای ویژه‌ی یخ و آب به ترتیب $۲,۱ \frac{kJ}{kg.°c}$ و $۴,۲ \frac{kJ}{kg.°c}$ است.)

۱) ۱,۵۲ ۲) ۲,۵۲ ۳) ۳ ۴) ۱

حل

(۱۱۷) در کدام یک از فرآیند های زیر کار و گرما ، هردو مبادله می شوند ؟

۱) هم دما ، بی دررو ۲) هم فشار ، بی دررو

۳) هم فشار ، هم دما ۴) هم حجم ، هم دما

حل

(۱۱۸) حجم ۲۰ گرم از یک گاز با جرم مولکولی ۴۰ گرم و دمای $27^{\circ}C$ درجه ی سلسیوس در فشار $4,15\ atm$ چند لیتر است ؟ $R = 8,3\ \frac{J}{mol.K}$

۱) ۱,۵ ۲) ۳ ۳) ۱۵ ۴) ۳۰

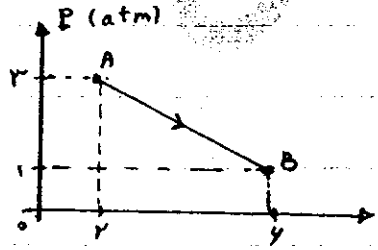
حل

(۱۱۹) به گاز درون استوانه ای شکل رو به رو $25\ J$ گرما می دهیم . بر اثر انبساط گاز ، پیستون ۲ کیلوگرمی ، ۵۰ سانتی متر بالا می رود . تغییر انرژی درونی گاز چند ژول است ؟ (از تمامی اصطکاک ها چشم پوشی می شود و $g = 10\ \frac{N}{Kg}$)

۱) ۴۵ ۲) ۳۵ ۳) ۱۵ ۴) ۵

حل

(۱۲۰) دستگاهی شامل یک گاز کامل تک اتمی فرآیندی مطابق شکل رو به رو را طی می کند . گرمای دریافت شده توسط دستگاه چند ژول است ؟

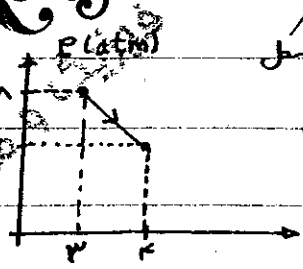


۱) ۸۰۰ ۲) ۶۰۰

۳) ۴۰۰ ۴) ۲۰۰

حل

(۱۲۱) یک مول گاز کامل تک اتمی فرآیندی را مطابق شکل روبه‌رو انجام می‌دهد. بیشینه‌ی دمای این گاز طی این فرآیند چند کلوین است؟ $R=۸\left(\frac{J}{mol.K}\right)$



۱) ۳۰۶٫۲۵ ۲) ۱۰۲٫۲۵

۳) ۲۷ ۴) ۳۰۰

حل: بیشترین دما هنگامی به دست می‌آید که حاصل ضرب (PV)، بیشترین مقدار خود را داشته باشد پس کافی است ابتدا معادله‌ی P بر حسب V را به دست آوریم.

$$P-۸=\frac{۲-۸}{۴-۳}(V-۳) \Rightarrow P=-۲V+۱۴ \Rightarrow PV=(-۲V+۱۴)(V)$$

$$\Rightarrow \begin{cases} PV=-۲V^۲+۱۴V \Rightarrow \frac{d(PV)}{dV}=-۴V+۱۴=۰ \Rightarrow V=۳٫۵\ lit \Rightarrow P=-۲(۳٫۵)+۱۴=۷\ atm \\ T=\frac{PV}{nR} \Rightarrow T\propto PV \end{cases}$$

$$PV=nRT \Rightarrow T=\frac{(۷\times۱۰^۵)(۳٫۵\times۱۰^{-۳})}{۱(۸)}=۳۰۶٫۲۵\ K$$

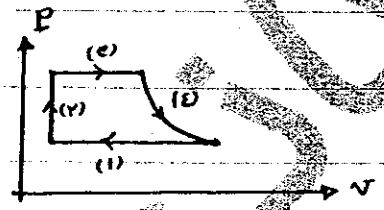
(۱۲۲) فشار گاز کامل درون مخزنی P و چگالی آن ρ است. اگر دمای گاز بر حسب کلوین ٪۲۰ کم شود، فشار و چگالی آن به ترتیب مقادیر فشار و چگالی اولیه به ترتیب کدام خواهد شد؟

۱) $۰٫۲P$ و $۰٫۲\rho$ ۲) $۰٫۸P$ و $۰٫۸\rho$

۳) $۰٫۸P$ و ρ ۴) $۰٫۸P$ و $۱٫۲\rho$

حل:

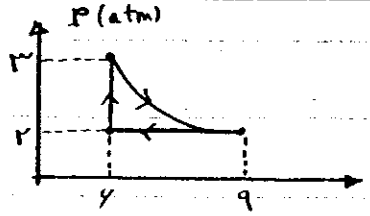
(۱۲۳) شکل رو به رو چرخه‌ی یک ماشین بخار است. در کدام مرحله دستگاه بر روی پیستون کار انجام می‌دهد؟



۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

حل:

(۱۲۴) شکل رو به رو چرخه‌ی یک گاز کامل را نشان می‌دهد. اگر در فرآیند هم‌دمای AB دستگاه $۷۲۵J$ گرما با محیط مبادله کند، کاری که دستگاه در یک چرخه انجام می‌دهد چند ژول است؟



۱) ۱۴۳۰ ۲) -۱۴۳۰ ۳) ۱۴۰ ۴) -۱۴۰

موضوع : ترمودینامیک سری :

حل گ

(۱۲۵) مطابق شکل مقدار معینی از یک گاز کامل، زیر یک پیستون محبوس و فشار و حجم آن به ترتیب P_1 و V_1 است. پیستون را خیلی سریع پایین می‌بریم تا حجم گاز $\frac{V_1}{3}$ شود. اگر فشار گاز با فاصله پس از پایین بردن پیستون برابر P_2 شود، کدام رابطه صحیح است؟

۱) $P_2 = 3P_1$
۲) $P_2 > 3P_1$
۳) $1,5P_1 < P_2 < 3P_1$
۴) $P_2 < 1,5P_1$

حل

(۱۲۶) ضریب عملکرد یک یخچال ۳ و توان موتور آن ۴۰۰ وات است. این یخچال در مدت ۵ دقیقه چند کیلو ژول گرما به محیط بیرون می‌دهد؟

۱) ۶۰۰ ۲) ۳۶۰ ۳) ۴۸۰ ۴) ۱۲۰

حل

(۱۲۷) یک ماشین گرمایی در هر $\frac{2}{5}$ ثانیه یک چرخه را طی می‌کند که در هر چرخه، ۸۰۰J گرما از منبع گرم گرفته و ۲۰۰J کار انجام می‌دهد. بازده‌ی این ماشین ... درصد است و توان تولیدی آن ... کیلو وات می‌باشد.

۱) ۲۵ ، ۳۲۰ ۲) ۲۵ ، ۸۰
۳) ۴۰ ، ۳۲۰ ۴) ۴۰ و ۸۰

حل گ۲

(۱۲۸) در یک ماشین گرمایی اختلاف دمای منبع گرم و منبع سرد برابر ۲۷°c است. اگر بیشترین بازده‌ی ممکن برای این ماشین ۳۰٪ باشد، دمای منبع گرم این ماشین گرمایی،

چند درجه‌ی سلسیوس است ؟

۱) ۹۰ ۲) ۱۱۷ ۳) ۱۵۶- ۴) ۱۸۳-

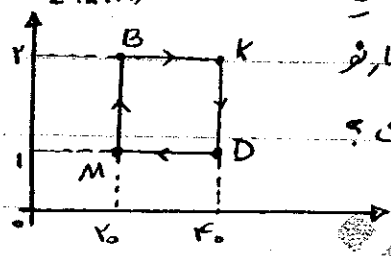
حل گ ۴

(۱۲۹) یک کولر گازی با توان ۲KW = ۲۴ مگا ژول انرژی گرمایی از هوای یک اتاق می‌گیرد و ۳۶ = ۳۶ مگا ژول گرما به محیط بیرون می‌دهد. ضریب عملکرد کولر چه مقدار و مدت زمان این فرآیند چند دقیقه است ؟

۱) ۲ و ۱۰۰ ۲) ۲ و ۶۰ ۳) ۳ و ۱۰۰ ۴) ۳ و ۶۰

حل گ ۱

(۱۳۰) یک مول از یک گاز کامل تک اتمی در یک ماشین گرمایی چرخه‌ای را مطابق شکل زیر می‌پیماید. بازده‌ی یک ماشین گرمایی کارنو که بین بالاترین و پایین‌ترین دمای این چرخه عمل می‌کند، چند درصد است ؟



۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) ۵۰ ۴) ۷۵

حل گ ۴

(۱۳۱) ۰٫۲ مول از یک گاز کامل در دمای ۲۷°C در داخل استوانه‌ای به حجم 5 lit قرار دارد. گاز را به طور هم دما متراکم می‌کنیم. فشار گاز در حجم ۴ لیتر چند اتمسفر است ؟ $\left(R = 8 \left(\frac{J}{mol.K}\right)\right)$

۱) ۱٫۲ ۲) ۱٫۴ ۳) ۱٫۵۲ ۴) ۱٫۳۲

حل گ ۱

(۱۲۲) در کدام یک از گزینه‌های زیر، قانون دوم ترمودینامیک نقض شده است ؟

۱) $W=-10J$ و $Q_c=-40J$ و $Q_H=50J$

۲) $W=20J$ و $Q_c=20J$ و $Q_H=-40J$

۳) $W=-50J$ و $Q_c=0$ و $Q_H=50J$

۴) $W=-20J$ و $Q_c=-20J$ و $Q_H=50J$

حل گ۳

(۱۲۳) دردمای T_1 و فشار P_1 در ظرفی در بسته‌ای $3g$ گاز کامل هیدروژن موجود است. در شرایط مشابه در داخل آن ظرف چند گرم گاز کامل اکسیژن وجود خواهد داشت ؟ ($M_{O_2}=32\frac{gr}{mol}$ و $M_{H_2}=2\frac{gr}{mol}$)

۱) ۱۶ ۲) ۲۴ ۳) ۳۲ ۴) ۴۸

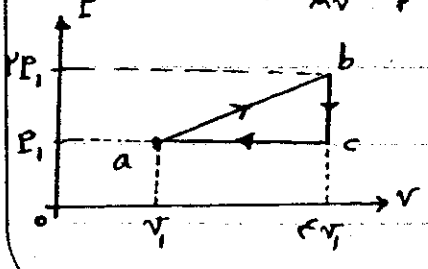
حل گ۴

(۱۲۴) در یک فرآیند ترمودینامیک، $150J$ کار بر روی دستگاه انجام می‌شود و دستگاه $250J$ گرما به محیط می‌دهد. در این صورت انرژی درونی دستگاه ... ژول ... می‌یابد.

۱) ۱۸۰، افزایش ۲) ۱۸۰، کاهش ۳) ۱۲۰، کاهش ۴) ۱۲۰، افزایش

حل گ۴

(۱۲۵) یک گاز کامل تک اتمی چرخه‌ای را مطابق شکل زیر می‌پیماید. تغییر انرژی درونی گاز در فرآیند ab، چند برابر P_1V_1 است ؟ ($C_{MV}=\frac{3}{2}R$ و $C_{MP}=\frac{5}{2}R$)

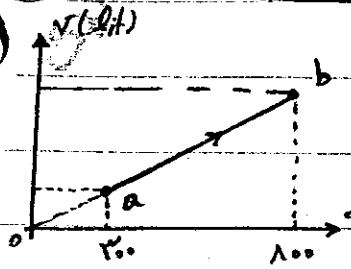


۱) ۴٫۵ ۲) ۸

۳) ۱۰٫۵ ۴) ۱۵

حل گ۳

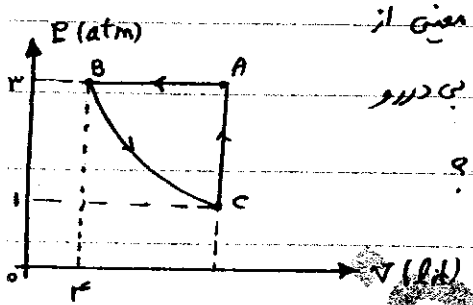
(۱۲۶) نمودار (V-T)ی یک مول از یک گاز کامل تک اتمی مطابق شکل زیر است. مقدار کار انجام شده بر روی گاز در فرآیند ab، چند ژول است؟ $R = ۸ \left(\frac{J}{mol.k}\right)$



۱) ۴۰۰۰ ۲) ۲۰۰۰-
۳) ۳۰۰۰ ۴) ۳۰۰۰-

حل گ۲

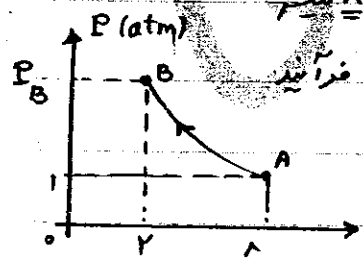
(۱۲۷) در شکل زیر، نمودار (P-V)ی یک چرخه‌ی مقدار معینی از یک گاز کامل تک اتمی رسم شده است. اگر BC یک فرآیند بی‌دررو باشد، در این چرخه چند ژول کار بر روی گاز انجام می‌شود؟ $(C_{MV} = \frac{۳}{۲}R)$



۱) ۶۰۰ ۲) ۷۰۰- ۳) ۹۰۰ ۴) ۹۰۰-

حل گ۱

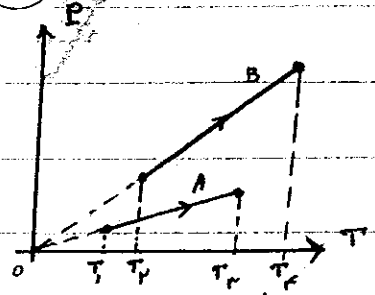
(۱۳۸) در فشار یک اتمسفر در یک محفظه‌ی عایق بندی شده، ۸ لیتر گاز اکسیژن داریم. اگر بر روی گاز، ۲۰۰ J کار انجام دهیم و گاز فرآیند بی‌دررویی مطابق نمودار (P-V)ی شکل زیر را طی کند، فشار نهایی گاز (P_B) چند اتمسفر می‌شود؟ $(C_{MV} = \frac{۵}{۲}R)$



۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۸

حل گ۴

۱۳۹) نمودار P-T مربوط به دو گاز تک اتمی ، مطابق شکل مقابل داده شده است . کار انجام شده توسط کدام گاز بیشتر است ؟

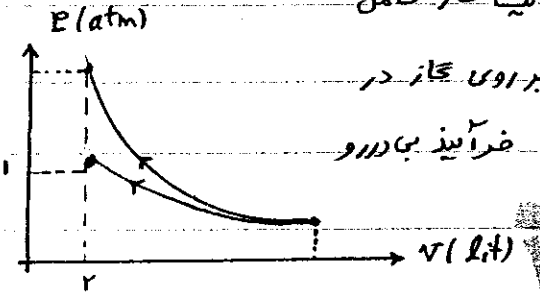


۱) گاز تک اتمی A ۲) گاز تک اتمی B

۳) هردو با هم برابرند. ۴) بستگی به مقدار (T_3-T_1) و (T_4-T_2) دارد.

حل گ

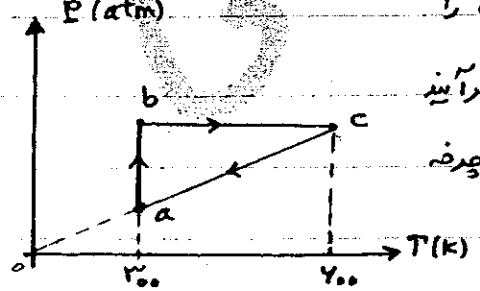
۱۴۰) در شکل دو فرآیند بی‌دررو و هم دما برای یک گاز کامل تک اتمی نمایش داده شده است . اگر کار انجام شده بر روی گاز در فرآیند بی‌دررو ۶۰۰ ژول باشد ، فشار گاز در انتهای فرآیند بی‌دررو چند اتمسفر است ؟



۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱٫۵

حل گ

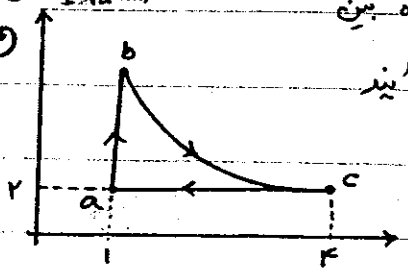
۱۴۱) شکل مقابل ، چرخه‌ی مربوط به یک ماشین گرمایی را در دستگاه (P-T) نشان می دهد. اگر کار انجام شده در فرآیند هم دما ۲۲۰۰ ژول باشد ، کل گرمای مبادله شده در این چرخه چند ژول است ؟ (ماده‌ی کاری در این دستگاه یک مول گاز کامل تک اتمی است و $R \simeq \frac{۲۵}{۳}\left(\frac{J}{mol.K}\right)$)



۱) ۵۱۰۰- ۲) ۵۱۰۰+ ۳) ۱۰۰- ۴) ۱۰۰+

حل گ

(۱۴۲) در نمودار شکل مقابل، اگر کل گرمای مبادله شده بین دستگاه و محیط در این چرخه ۶۰۰J باشد، اندازه‌ی کار در فرآیند bc چند ژول است؟



۱) ۳۰۰ ۲) ۶۰۰

۳) ۱۰۰۰ ۴) ۱۵۰۰

حل

(۱۴۳) کدام یک از مقادیر زیر می‌تواند مربوط به یک ماشین گرمایی باشد؟

۱) $Q_c = -1500J$ و $Q_H = +1200J$ و $W = -300J$

۲) $Q_c = -300J$ و $Q_H = +1200J$ و $W = -900J$

۳) $Q_c = +700J$ و $Q_H = +1600J$ و $W = +900J$

۴) $Q_c = -200J$ و $Q_H = +1400J$ و $W = -1400J$

حل

(۱۴۴) در یک یخچال، اندازه‌ی گرمای تلف شده، $\frac{5}{4}$ برابر گرمای گرفته شده از درون یخچال است. ضریب عملکرد این یخچال کدام است؟

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

حل گ

(۱۴۵) «دما» یک کمیت ... و «انرژی جنبشی» متوسط هر مولکول یک کمیت ... است.

۱) میکروسکوپیک - ماکروسکوپیک ۲) ماکروسکوپیک - میکروسکوپیک
۳) میکروسکوپیک - میکروسکوپیک ۴) ماکروسکوپیک - ماکروسکوپیک

حل گ

(۱۴۶) درون ظرفی به حجم ۴۴٫۸ لیتر ۵ گرم هیدروژن و ۱۴ گرم نیتروژن در دمای ۹۱°c وجود دارد. فشار مخلوط این دو گاز چند سانتی متر جیوه است؟

۱) ۲۰ ۲) ۷۶ ۳) ۳۸ ۴) ۱۵۲

($M_{N_2} = 28 \frac{gr}{mol}$ و $M_{H_2} = 2 \frac{gr}{mol}$)

حل گ

(۱۴۷) چگالی گاز اکسیژن در فشار ۲٫۷ اتمسفر و دمای ۳°c- چند واحد SI است؟

۱) ۴ ۲) ۳۶۰ ۳) ۰٫۰۴ ۴) ۳٫۶

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

حل

(۱۴۸) کدام یک از جملات زیر درست است؟

۱) دستگاهی دارای ۸۰J گرما است. ۲) دستگاهی دارای ۸۰J کار است.
۳) دستگاهی دارای ۸۰J انرژی درونی است. ۴) تمام جملات فوق درست هستند.

حل

(۱۴۹) اگر حجم مقدار معینی گاز کامل را از ۳ لیتر به ۹ لیتر و فشار آن را از 50(cm-Hg) به 80(cm-Hg) برسانیم، انرژی درونی آن چند برابر می شود؟

۱) ۲٫۴ ۲) ۴٫۸ ۳) $\frac{5}{12}$ ۴) $\frac{5}{24}$

حل

(۱۵۰) بنابر قانون اول ترمودینامیک کدام گزینه درست است؟

۱) کاهش انرژی درونی دستگاه برابر با کار انجام شده توسط دستگاه در همهٔ فرآیندها

۲) کاهش انرژی درونی دستگاه برابر با کار انجام شده توسط دستگاه در فرآیند هم‌فشار است.

۳) کاهش انرژی درونی دستگاه برابر با کار انجام شده توسط دستگاه در فرآیند بی‌دررو است.

۴) کاهش انرژی هر دستگاه برابر با گرمایی است که از دستگاه خارج می‌شود.

حل

(۱۵۱) در کدام فرآیند با این که گاز با محیط مبادله‌ی انرژی انجام می‌دهد، انرژی درونی آن تغییر نمی‌یابد؟

۱) هم‌حجم ۲) هم‌فشار

۳) هم‌دما ۴) بی‌دررو

حل گ

(۱۵۲) درطی یک فرآیند بی‌دررو چند ژول کار روی مقداری گاز کامل تک اتمی انجام گیرد تا فشار آن از یک اتمسفر به ۴ اتمسفر و حجم آن از ۳ لیتر به ۱ لیتر برسد؟

۱) باید تعداد مول‌های گاز معلوم باشد.

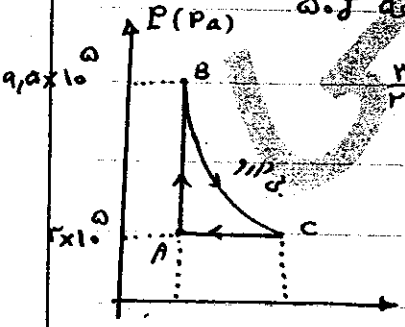
۲) ۲۵۰

۳) ۱۵۰

۴) ۳۵۰

حل گ

(۱۵۳) یک گاز کامل چرخه‌ی زیر را می‌پیماید. این گاز در هر چرخه ۵۰J کار انجام می‌دهد و مقدار گرماهای مبادله شده در فرآیند هم‌حجم، $\frac{3}{2}$ برابر مقدار گرماهای مبادله شده در فرآیند هم‌فشار است.



گرماهای مبادله شده در فرآیند هم‌فشار چند ژول است؟

۱) ۱۰۰-

۲) ۲۰+

۳) ۱۰۰+

۴) ۲۰-

حل گ

موضوع : ترمودینامیک ..... سری : .....

۱۵۴) فرآیند « تراکم هم‌فشار » در کدام قسمت ماشین بخار اتفاق می‌افتد ؟

۱) دیگ بخار ۲) چگالنده ۳) اتاقک انباط ۴) وقتی آب از چگالنده توسط پمپ به دیگ بخار فرستاده می‌شود.

حل گ

۱۵۵) در کدام مراحل موتور بنزینی ، فرآیند « بی‌دررو » رخ می‌دهد ؟

۱) مکش و تراکم ۲) مکش و آتش گرفتن

۳) آتش گرفتن و تخلیه ۴) تراکم و انجام کار

حل گ

۱۵۶) اگر نجواهم حجم $\frac{۲}{۳}$ مول گاز کامل تک اتمی را یک لیتر کاهش دهیم ، با فرض اینکه حالت اولیه‌ی گاز در همه‌ی موارد یکسان باشد ، در کدام فرآیند باید کار بیشتری انجام دهیم ؟

۱) هم‌دما ۲) بی‌دررو ۳) هم‌فشار ۴) بستگی به شرایط ممکن است ۲ یا ۳ صحیح باشد.

حل گ

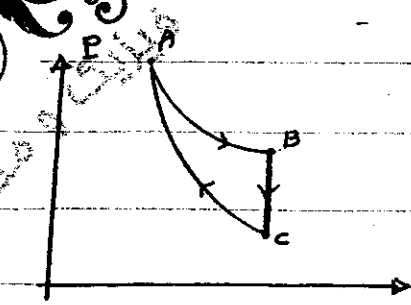
۱۵۷) مقداری گاز کامل تک اتمی در حالت $(P_۱ , V_۱ , T_۱)$ موجود است . در کدام فرآیند زیر گاز کار بیشتری انجام می‌دهد ؟

۱) افزایش دما هم حجم تا دمای $\frac{۳T_۱}{۲}$ ۲) افزایش حجم هم‌دما تا حجم $۲V_۱$

۳) افزایش حجم هم‌فشار تا حجم $۲V_۱$ ۴) افزایش فشار هم‌حجم تا فشار $۲P_۱$

حل

(۱۵۸) $\frac{3}{4}$ مول گاز محامل تک اتمی چرخه‌ی زیر را



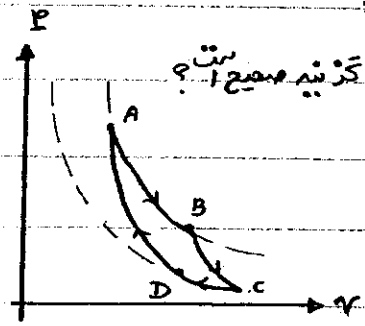
طی می‌کند. AB منحنی هم دما با $T=200\ K$ ، BC فرآیند هم حجم و CA فرآیند بی‌دررو است.

اگر سطح محدود به منحنی CA و محور افقی برابر ۶۲۴ ژول باشد، دمای حالت C چند کلوین است؟ $R=8\ (\frac{J}{mol.K})$

۱) ۲۷۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۱۳۰ ۴) ۱۷۵

حل گ

(۱۵۹) در چرخه‌ی زیر که مطابق چرخه‌ی کارنو می‌باشد، اگر:



$|Q_{AB}|=300\ J$ و $|Q_{CD}|=100\ J$ و $|W_{BC}|=50\ J$ باشند، کدام گزینه صحیح است؟

۱) در هر چرخه ۲۰۰ ژول کار به گاز داده می‌شود.

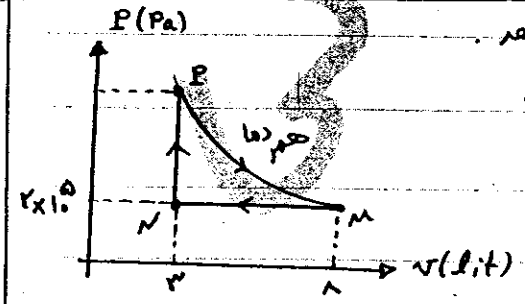
۲) در هر چرخه ۲۰۰ ژول گرما به گاز داده می‌شود.

۳) در فرآیند DA، انرژی درونی گاز ۱۰۰ ژول زیاد می‌شود.

۴) در فرآیند DA، انرژی درونی گاز ۵۰ ژول کم می‌شود.

حل گ

(۱۶۰) شکل زیر نمودار چرخه‌ی MNPM را نشان می‌دهد.



گرمای داده شده به گاز کامل در مسیر MNP چند ژول است؟

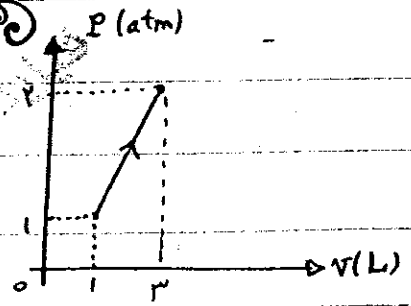
۱) ۱۰۰۰- ۲) ۵۰۰

۳) ۱۰۰۰ ۴) اطلاعات مسأله کافی نیست.

حل گ

موضوع : ترمودینامیک سری :

(۱۶۱) در فرآیند شکل روبه‌رو، گاز ...



۱) کار و گرما دریافت کرده است.

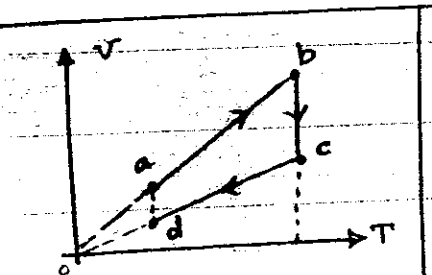
۲) کار و گرما به محیط داده است.

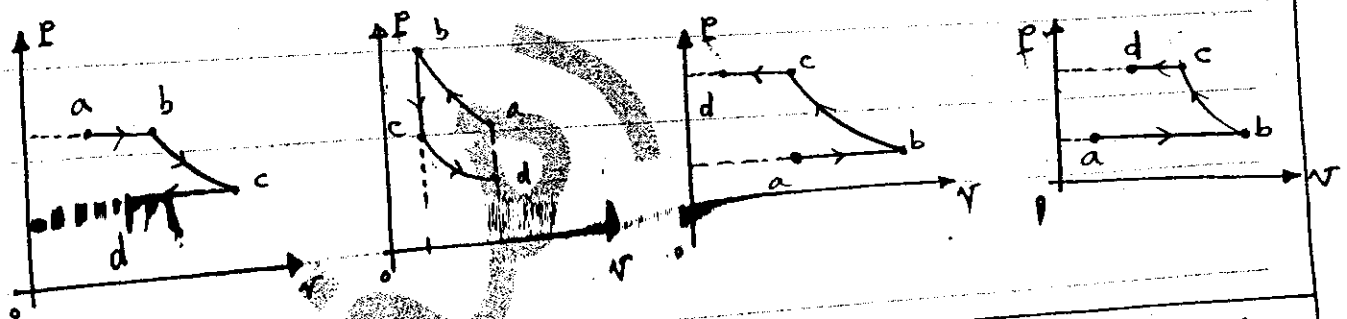
۳) کار دریافت کرده و گرما از دست داده است.

۴) کار به محیط داده و گرما دریافت کرده است.

حل گ

(۱۶۲) در شکل مقابل نمودار (V-T) یک مول گاز کامل رسم شده است. کدام گزینه در نمودار (P-V) همین فرآیند را درست نشان می‌دهد؟





حل گ۲

(۱۶۳) وقتی دمای یک گاز افزایش یابد، الزاماً ...

۱) حجم گاز افزایش می‌یابد.

۲) گرما به گاز داده می‌شود.

۳) انرژی درونی آن افزایش می‌یابد.

۴) گزینه‌های ۲ و ۳ صحیح است.

حل گ۳

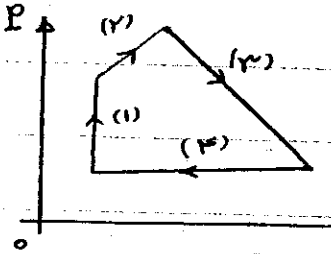
(۱۶۴) یک ماشین گرمایی با بازده ۳۰٪ در هر دوره ۲۰۰۰۰ ژول گرما دریافت می‌کند. با این ماشین گرمایی چند یخچال با ضریب عملکرد ۶ را می‌توان روشن نگاه داشت در صورتی که هر یخچال در هر دوره ۹۰۰۰J گرما از داخل یخچال بیرون بکشد ؟ ۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

حل گزینه ۳

(۱۶۵) در یک تراکم هم‌فشار به یک گاز رقیق تک اتمی ۲۰kJ کار داده‌ایم، گرما گرفته شده از گاز چند kJ است ؟ ۱) ۳۰ ۲) ۲۰ ۳) ۵۰ ۴) ۷۰

حل گزینه ۳

(۱۶۶) شکل مقابل چرخه‌ی یک ماشین گرمایی را نشان می‌دهد. اگر اندازه‌ی گرماهای مبادله شده در مسیرهای ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب از راست به چپ برابر ۲۰، ۴۰ و ۳۰ و ۸۰ ژول باشد بازده‌ی این ماشین چند درصد است ؟

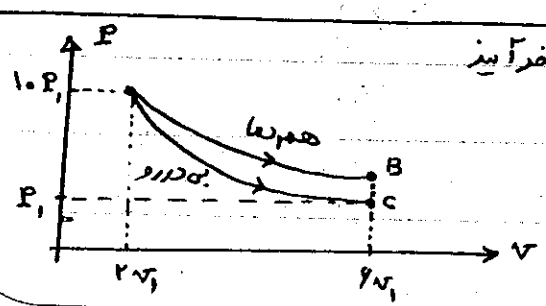


۱) $\frac{800}{9}$٪ ۲) $\frac{100}{9}$٪

۳) $\frac{800}{11}$٪ ۴) $\frac{600}{11}$٪

حل گزینه ۲

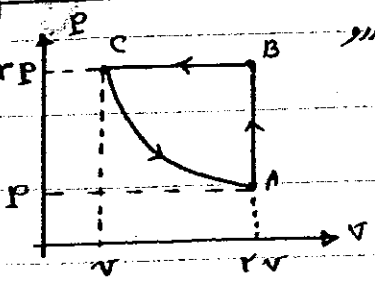
(۱۶۷) مطابق شکل بر روی مقدار معینی گاز کامل، دو فرآیند هم‌دما و بی‌دررو انجام شده است. $\frac{P_B}{P_C}$ برابر است با :



۱) ۱۰ ۲) $\frac{10}{3}$ ۳) ۳ ۴) ۳۰

حل گ ۲

(۱۴۸) کدام گزینه در مورد چرخه‌ی زیر درست است؟ (CA بی‌دررو و گاز تک اتمی است.)



۱) یخچال با ضریب عملکرد ۵ است.

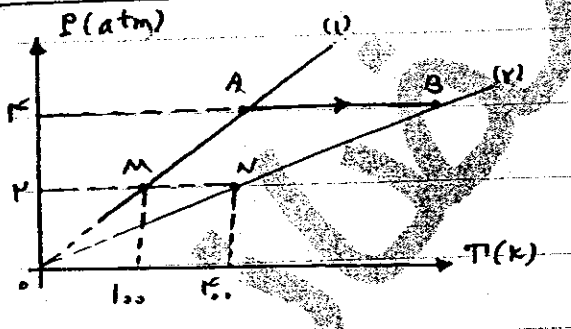
۲) یخچال با ضریب عملکرد ۴ است.

۳) ماشین گرمایی با بازده‌ی ۲۰٪ است.

۴) ماشین گرمایی با بازده‌ی ۲۵٪ است.

حل گ ۲

(۱۴۹) در نمودار شکل مقابل فرآیند AB توسط ۴ مول گاز کامل انجام شده است. کار انجام شده توسط محیط بر روی گاز در فرآیند AB، چند ژول است؟ $(R = 8 \frac{J}{mol.K})$



۱) -3840

۲) -9600

۳) -1920

۴) 9600

حل گ ۳

(۱۷۰) مقدار معینی گاز کامل، یکبار به صورت $PV^2=\alpha$ و بار دیگر به صورت $P^2V=\beta$ فشرده می‌شود. α و β ثابتند. این گاز:

۱) در حالت اول سرد و در حالت دوم گرم می‌شود.

۲) در حالت اول گرم و در حالت دوم سرد می‌شود.

۳) در هر حالت سرد می‌شود.

۴) در هر حالت گرم می‌شود. (المپیاد)

حل گ۱

به ترتیب فشار اولیه P و حجم اولیه‌ی آن V بوده و در طی انبساط حجم گاز n برابر شود $(n>1)$

$$\begin{cases} (*)\ PV^2=\alpha \Rightarrow PV^2=P'V'^2 \Rightarrow PV^2=P'(nV)^2 \Rightarrow P'=\dfrac{P}{n^2} \\ (**)\ P^2V=\beta \Rightarrow P''^2V=P''^2V'' \Rightarrow P^2V=P''^2(nV) \Rightarrow P''=\dfrac{P}{\sqrt{n}} \end{cases}$$

$$(*) \Rightarrow \frac{PV}{T}=\frac{P'V'}{T'} \Rightarrow \frac{PV}{T}=\frac{\frac{P}{n^2}\times nV}{T'} \Rightarrow \boxed{T'=\frac{T}{n}}\ ①$$

$$(**) \Rightarrow \frac{PV}{T}=\frac{P''V''}{T''} \Rightarrow \frac{PV}{T}=\frac{\frac{P}{\sqrt{n}}(nV)}{T''} \Rightarrow \boxed{T''=\sqrt{n}\,T}\ ②$$

$$①,② \xrightarrow{n>1} \begin{cases} T'<T \Rightarrow T\downarrow \\ T''>T \Rightarrow T\uparrow \end{cases}$$

(۱۷۱) توان خروجی یک ماشین گرمایی ۴۰۰W و بازده‌ی آن ۲۵٪ است. اگر این ماشین گرمایی در هر ثانیه، ۱۰ چرخه‌ی کامل را انجام دهد، در هر چرخه چند ژول گرما به چشمه‌ی سرد می‌دهد؟ ۱) ۱۲۰ ۲) ۱۶۰ ۳) ۱۲۰۰ ۴) ۱۶۰۰

حل گ۱

(۱۷۲) مقدار معینی از یک گاز کامل یک فرآیند هم‌فشار را طی می‌کند. کدام یک از جمله‌ات زیر درباره‌ی این فرآیند صحیح است؟

۱) اگر گاز متراکم شود، انرژی درونی آن افزایش می‌یابد.

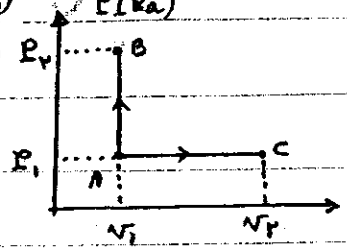
۲) اندازه‌ی گرمای مبادله شده بین دستگاه و محیط کم‌تر از اندازه‌ی کار انجام شده است.

۳) تغییرات انرژی درونی گاز کامل را می‌توان از رابطه‌ی $\Delta U=nC_{MV}\Delta T$ به دست آورد.

۴) اگر گاز منبسط شود مقداری گرما به محیط می‌دهد.

حل گ ۳

۱۷۳) در نمودار $(P-V)$ ای شکل زیر، تغییرات انرژی درونی مقدار معینی از یک گاز کامل تک اتمی طی دو فرآیند AB و AC باهم برابر است. در این صورت نسبت $\frac{P_2}{P_1}$ کدام است؟



۱) $\frac{5V_2}{3V_1}$ ۲) $\frac{5V_1}{3V_2}$

۳) $\frac{V_1}{V_2}$ ۴) $\frac{V_2}{V_1}$

حل گ ۴

۱۷۴) در داخل کپسولی ۶ مول گاز کامل اکسیژن وجود دارد. اگر ۴ مول از گاز درون کپسول مصرف شود، فشار گاز باقی مانده به $\frac{1}{4}$ برابر فشار اولیه‌اش می‌رسد. در این حالت دمای گاز داخل کپسول چند برابر دمای اولیه‌ی آن شده است؟

۱) ۳ ۲) ۲ ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) ۱

حل گ ۴

۱۷۵) اگر دمای چگالنده‌ی یک ماشین بخار که با چرخه‌ی کارنو کار می‌کند ۵۰K کاهش یابد، بازده‌ی ماشین ۰/۸ افزایش می‌یابد. دمای چشمه‌ی گرم این ماشین کدام است؟

۱) ۴۰۰k ۲) ۵۰۰k ۳) ۶۲۵k ۴) ۸۰۰k

حل گ ۳

(۱۷۶) در کدام یک از گزینه‌های زیر، قانون دوم ترمودینامیک به بیان ماشین گرمایی نقض می‌شود؟

۱) $Q_H = 400\,J$ و $Q_C = -200\,J$ و $W = -100\,J$

۲) $Q_H = 400\,J$ و $Q_C = -200\,J$ و $W = -200\,J$

۳) $Q_H = 400\,J$ و $Q_C = 0$ و $W = -400\,J$

۴) $Q_H = 400\,J$ و $Q_C = -100\,J$ و $W = -300\,J$

حل گ ۳

(۱۷۷) بازده‌ی ماشین گرمایی (۱)، ۱۵٪ بیشتر از بازده‌ی ماشین گرمایی (۲) است. چند ژول گرما به هردو ماشین بدهیم تا گرمایی که ماشین (۲) به محیط پس می‌دهد، ۳۰۰ ژول بیشتر از گرمایی باشد که ماشین گرمایی (۱) به محیط پس می‌دهد؟

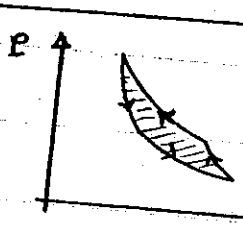
۱) ۱۵۰۰ ۲) ۱۰۰۰ ۳) ۳۰۰۰ ۴) ۲۰۰۰

حل گ ۴

(۱۷۸) یک یخچال که با چرخه‌ی کارنو کار می‌کند، $18200\,J$ گرما را از یک ظرف بزرگ آب و یخ به یک منبع گرم با دمای $27^\circ C$ منتقل می‌کند. گرماها منتقل شده به منبع گرم چند کیلوژول است؟ ۱) ۱۶٫۵۶۲ ۲) ۲۰ ۳) ۱۸ ۴) ۳٫۴۲۸

حل گ ۲

(۱۷۹) شکل زیر نمودار $(P-V)$ی چرخه‌ای که دستگاه در یک یخچال



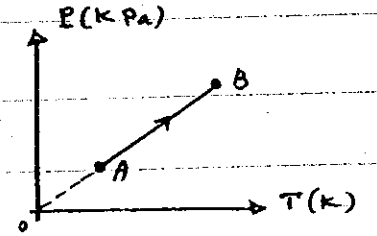
فرضی طی می‌کند را نشان می‌دهد. اگر ضریب عملکرد این یخچال برابر ۴ و مساحت داخل چرخه $4.2\,kJ$ باشد این یخچال باید

حداقل چند چرخه‌ی کامل را طی کند تا گرمای خروجی از آن بتواند دمای ۵kg آب را ۳۰°c افزایش دهد؟ ($c_{آب} = 4.2 \left(\frac{kJ}{kg.K}\right)$)

۱) ۱۰ ۲) ۱۵ ۳) ۳۰ ۴) ۵

حل گ۳

۱۸۰) ۲.۵ مول از یک گاز کامل، فرآیند AB را مطابق نمودار (P-T)ی زیر طی می‌کند. اگر شیب این نمودار برابر $\frac{4}{3}\left(\frac{kPa}{K}\right)$ باشد، حجم این گاز در دمای ۸۷°c چند لیتر است؟ ($R = 8 \left(\frac{J}{Mol.K}\right)$)



۱) ۹ ۲) ۱۰ ۳) ۲۰ ۴) ۱۶

حل گ۱

۱۸۱) دمای چشمه‌ی گرم یک ماشین گرمایی کارنو ۱۲۰۰ کلوین و بازده‌ی این ماشین ۴۰٪ می‌باشد. اگر از چشمه‌ی سرد این ماشین گرمایی به عنوان چشمه‌ی گرم برای ماشین گرمایی کارنوی دیگری با همان بازده استفاده کنیم، دمای چشمه‌ی سرد ماشین دوم چند کلوین است؟

۱) ۳۵۴ ۲) ۴۱۲ ۳) ۴۳۲ ۴) ۵۲۸

حل گ۳

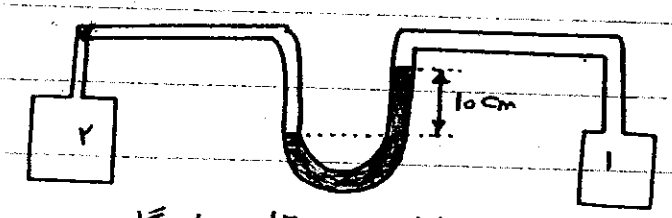
۱۸۲) در یک فرآیند هم‌فشار که بر روی مقداری گاز کامل تک اتمی انجام می‌شود، دستگاه ۱۰۰J گرما از دست داده است. در این حالت انرژی درونی دستگاه چند ژول تغییر کرده است؟ (برای گاز تک اتمی $C_{MP} = \frac{5}{2}R$ ، $C_{MV} = \frac{3}{2}R$)

۱) -۳۰ ۲) ۶۰

۳) ۳۰ ۴) -۶۰

حل گ۴

۱۸۳) دو ظرف مشابه که حجم هرکدام ۳ لیتر است، مطابق شکل به کمک لوله‌ی U شکل به هم متصل می‌باشند در لوله‌ی U شکل جیوه ریخته شده و اختلاف سطح جیوه در دو شاخه‌ی لوله ۱۰cm است. در دو ظرف گاز کامل با دمای مساوی ۳۰۰ K وجود دارد. اختلاف مقدار مول گاز موجود در دو ظرف $(n_2 - n_1)$ کدام است؟



$(R = 8 \frac{J}{mol.K}, \rho_{Hg} = 13600 \frac{kg}{m^3})$

۱) ۱٫۳۶ ۲) ۰٫۱۳۶

۳) ۱٫۷ ۴) ۰٫۰۱۷

حل

۱۸۴) کدام یک از فرآیندهای ترمودینامیکی زیر غیرممکن است؟

۱) حجم گاز کاملی را در یک ظرف عایق بندی شده کم کنیم و دمای آن کاهش یابد.

۲) به گازی گرما دهیم ولی دمای آن تغییر نکند.

۳) به گازی گرما دهیم و علاوه بر افزایش حجم، دمای گاز نیز بیشتر شود.

۴) هر سه فرآیند غیرممکن است.

حل گ۱

سر به زیر و سر بلند باشید. آتشاس دهقا دی ۱۳۹۰ ـ ساعت : ۳:۲۰ بامداد

۱- بازده یک ماشین گرمایی کارنو که میان دو چشمه سرد و گرم کار می‌کند ۰/۴ است. اگر از دمای کلوین (مطلق) منبع سرد ۲۵ درصد بکاهیم، بازده آن ... درصد ... می‌یابد.

۱) ۱۵ ، کاهش ۲) ۲۵ ، کاهش ۳) ۲۵ ، افزایش ۴) ۱۵ ، افزایش

۲- اختلاف دمای منبع گرم و منبع سرد در یک ماشین گرمایی $۲۷^{\circ}C$ است اگر بیشترین بازده این ماشین ۳۰% باشد دمای منبع گرم تقریبا چند سانتی‌گراد است؟

۱) ۹۰ ۲) ۱۱۷ ۳) -۱۵۶ ۴) -۱۸۳

۳- حجم گاز کاملی در فشار $۱۰^{۵}\,pa$ و دمای $۲۷^{\circ}C$ ، برابر $۱\,cm^{۳}$ است. تعداد مولکول‌های گاز کدام است؟
($R=۸\frac{J}{mol.k}$ و عدد آووگادرو $= ۶\times ۱۰^{۲۳}$)

۱) $۲/۵\times ۱۰^{۲۱}$ ۲) $۲/۵\times ۱۰^{۱۹}$ ۳) $\frac{۱۰^{۱۳}}{۲۴}$ ۴) $\frac{۱۰^{۲۳}}{۲۴}$

۴- حجم اولیه‌ی گاز کاملی در دمای $۲۷^{\circ}C$ برابر ۲ لیتر است. اگر در فشار ثابت $۱/۵\times ۱۰^{۵}$ پاسکال، دمای آن را به $۱۲۷^{\circ}C$ برسانیم. کاری که گاز روی محیط انجام می‌دهد، چند ژول است؟

۱) ۱ ۲) $\frac{۲۰۰}{۳}$ ۳) ۱۰۰ ۴) ۳۰۰

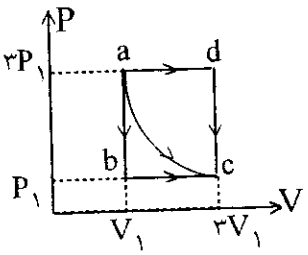
۵- یک ماشین گرمایی در هر چرخه ۸۰۰۰ ژول گرما از چشمه دریافت می‌کند و ۶۰۰۰ ژول گرما به محیط سرد می‌دهد راندمان این ماشین برابر کدام است؟

۱) ۰/۷۵ ۲) ۰/۳۳ ۳) ۰/۴۰ ۴) ۰/۲۵

۶- درون ظرفی به حجم ۳۰ لیتر ۱۰ گرم هیدروژن در دمای $۲۷^{\circ}C$ موجود است. فشار این گاز بر حسب پاسکال کدام است؟ $R = ۸/۳\frac{J}{mol.K}$ فرض شده است؟

۱) ۴۱۵۰۰ ۲) ۳۷۳۵۰ ۳) ۴۱۵۰۰۰ ۴) ۳۷۳۵

۷- مطابق شکل روبه‌رو، مقداری گاز کامل تک اتمی طی سه فرآیند abc ، ac و adc از حالت a به حالت c می رود. در این خصوص کدام بیان نادرست است؟



۱) تغییر انرژی درونی گاز در هر سه فرآیند یکسان است.
۲) تغییر انرژی درونی گاز در هر سه فرآیند برابر صفر است.
۳) در هر سه فرآیند گاز گرمای یکسانی دریافت کرده است.
۴) کار در فرآیند adc ، ۳ برابر کار در فرآیند abc است.

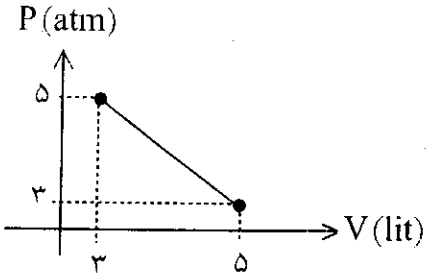
۸- درون ظرفی با حجم $۰/۲۵m^{۳}$ گاز رقیق $O_۲$ با دمای $۳۰۰K$ وفشار $۲\times ۱۰^{۵}\,Pa$ وجود دارد. جرم مولی $O_۲$ ، $۳۲\times ۱۰^{-۳}\,kg/mol$ است. چگالی این گاز چند $kg/m^{۳}$ است؟ (R را $\frac{۲۵}{۳}\frac{J}{molK}$ بگیرید.)

۱) $۲/۵۶\times ۱۰^{۳}$ ۲) ۲/۵۶ ۳) $۱/۲۸\times ۱۰^{۳}$ ۴) ۱/۲۸

۹- ۲ مول گاز کامل تک اتمی، درون محفظه‌ای تحت فشار ثابت ۵ اتمسفر قرار دارد. اگر به این گاز ۵ کیلوژول گرما دهیم، حجم آن چند لیتر افزایش می‌یابد؟ ($C_{MP}=\frac{۵}{۲}R$ گاز کامل تک اتمی ، $R = ۸/۳\frac{J}{mol.K}$)

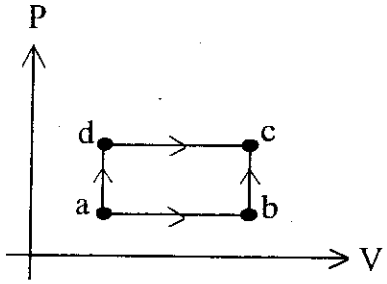
۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۸

۱۰- نمودار P - V برای یک مول گاز کامل تک اتمی، به صورت شکل مقابل رسم شده است. حداقل و حداکثر دمای گاز در طی فرآیند به ترتیب چند کلوین است؟ $\left(R \approx ۸ \frac{J}{mol.K}\right)$



۱) ۱۲۵، ۲۰۰
۲) ۱۲۵، ۱۸۷/۵
۳) ۱۸۷/۵، ۲۰۰
۴) ۱۸۷/۵، حداکثر دما قابل محاسبه نیست.

۱۱- مقداری گاز کامل، طی دو مسیر abc و adc، از وضعیت a به وضعیت c تحول یافته است. کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد کار و گرمای مبادله شده در این دو مسیر درست است؟

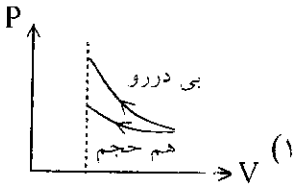


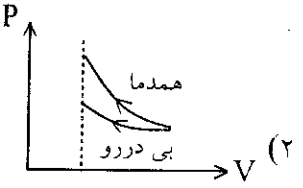
۱) گرما و اندازه‌ی کار مبادله شده در فرآیند abc بیشتر از adc است.
۲) گرمای مبادله شده در فرآیند abc بیشتر از adc است ولی اندازه‌ی کار در فرآیند abc کمتر از adc است.
۳) گرمای مبادله شده در فرآیند abc کمتر است ولی اندازه‌ی کار در فرآیند abc بیشتر از adc است.
۴) گرما و اندازه‌ی کار مبادله شده در فرآیند abc کمتر از adc است.

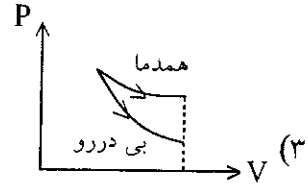
۱۲- یک یخچال با ضریب عملکرد ۴ برای آنکه دمای ۶ کیلوگرم آب را ۵۰ درجه سانتی‌گراد پایین بیاورد، چند ژول گرما به محیط اطراف می‌دهد؟ $\left(C_{\text{آب}} = ۴ \frac{J}{gr^{o}C}\right)$

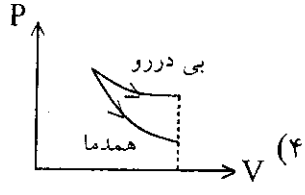
۱) $۱/۲ \times ۱۰^{۶}$
۲) $۱/۵ \times ۱۰^{۶}$
۳) $۰/۳ \times ۱۰^{۶}$
۴) $۱/۲ \times ۱۰^{۵}$

۱۳- برای یک مقدار معینی گاز کامل، کدام فرآیند درست است؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

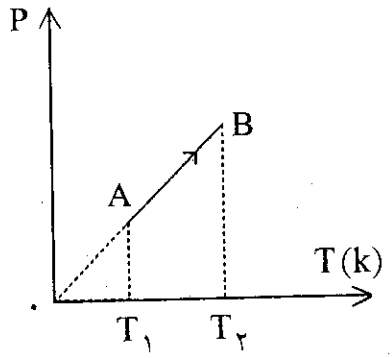
۱۴- بازده یک ماشین حرارتی ۲۰ درصد است. حال اگر یخچالی داشته باشیم که چرخه‌ی آن کاملاً در خلاف جهت چرخه‌ی این ماشین باشد، ضریب عملکرد یخچال چقدر خواهد شد؟

۱) ۱/۵
۲) ۲/۵
۳) ۴
۴) ۵

۱۵- در انبساط بی‌دررو، ..... گاز پایین می‌آید.

۱) فقط دما و انرژی درونی
۲) فقط فشار و انرژی درونی
۳) فقط دما و فشار
۴) دما، انرژی درونی و فشار

۱۶- فرآیند روبه‌رو مربوط به ۰/۲ مول گاز کامل است. اگر حجم گاز در نقطه‌ی A برابر ۸ لیتر باشد، شیب پاره خط AB (در SI) چقدر است؟ $\left(R = ۸\ \frac{J}{(mol.k)}\right)$



۱) $۲۰\ \frac{J}{(m^۳.k)}$

۲) $۲۰\ \frac{J}{k}$

۳) $۲۰۰\ \frac{J}{(m^۳.k)}$

۴) $۲۰۰\ \frac{J}{k}$

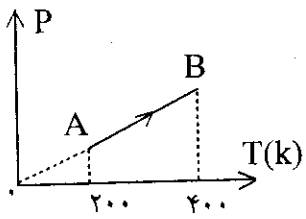
۱۷- سیلندری به حجم ۱۰۰ لیتر با فشار ۸ اتمسفر از گاز کامل با دمای $۴۷^\circ C$ پر شده است. شیر سیلندر را باز کرده تا بالونی در فشار یک اتمسفر پر شود. اگر دمای سیلندر و بالون به $۲۷^\circ C$ و فشار سیلندر به ۳ اتمسفر رسیده باشد، حجم بالون چند لیتر بوده است؟

۱) ۴۵۰ ۲) ۲۲۵ ۳) ۷۵۰ ۴) ۴۵

۱۸- توان مصرفی یک کولر گازی ۰/۸ کیلووات است و در هر دقیقه $۱۶/۸ \times ۱۰^۴$ ژول گرما به فضای بیرون می‌دهد. ضریب عملکرد آن کدام است؟

۱) ۲ ۲) ۲/۵ ۳) ۳/۵ ۴) ۴

۱۹- نمودار فشار بر حسب دمای مطلق گاز کاملی مطابق شکل است.
اگر گاز از حالت A به حالت B برود، چگالی آن چند برابر می‌شود؟



۱) $\sqrt{۲}$

۲) $\frac{۱}{۲}$

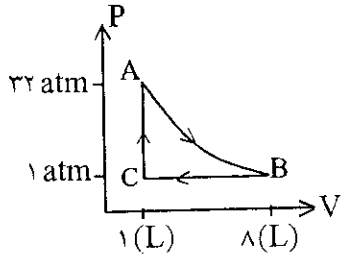
۳) ۱

۴) ۲

۲۰- در یک ماشین گرمایی که با چرخه‌ی کارنو کار می‌کند، دمای چشمه‌ی سرد ۲۷ درجه‌ی سلسیوس و بازده ۴۰ درصد است. با ثابت ماندن دمای چشمه‌ی سرد، دمای چشمه‌ی گرم را چند درجه‌ی سلسیوس افزایش دهیم تا بازده به ۵۰ درصد برسد؟

۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۲۵۰

۲۱- چرخه‌ی شکل مقابل مربوط به مقداری گاز کامل تک‌اتمی است و فرآیند AB بی‌دررو می‌باشد. گاز در هر چرخه چند ژول کار انجام می‌دهد؟



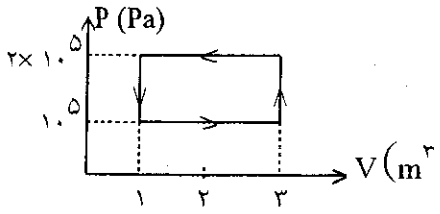
۱) ۲۹۰۰

۲) -۲۹۰۰

۳) ۶۷۰۰

۴) -۶۷۰۰

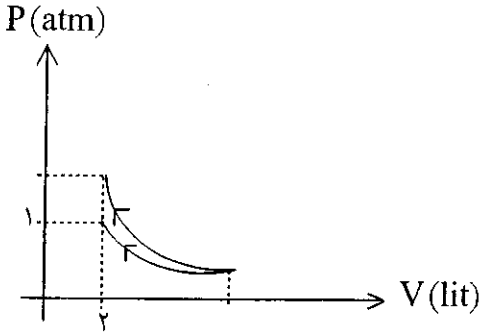
۲۲- کدام گزینه با توجه به شکل درست است؟



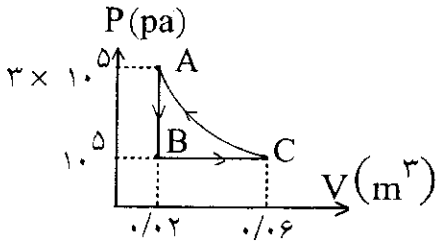
۱) ماشین گرمایی است و در هر چرخه ۲×۱۰^{۵} ژول کار به محیط می‌دهد.
۲) یخچال است و در هر چرخه ۲ ژول کار را از محیط می‌گیرد.
۳) ماشین گرمایی است و در هر چرخه ۲ ژول کار به محیط می‌دهد.
۴) یخچال است و در هر چرخه ۲×۱۰^{۵} ژول کار از محیط می‌گیرد.

۲۳- در شکل مقابل دو فرآیند بی‌دررو وهم‌دما برای یک گاز کامل تک اتمی نمایش داده شده است. اگر کار انجام شده بر روی گاز در فرآیند بی‌دررو، ۶۰۰ ژول باشد، فشار گاز در انتهای فرآیند بی‌دررو چند اتمسفر است؟

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱/۵



۲۴- هرگاه یک گاز تک‌اتمی چرخه‌ای مطابق شکل را بپیماید، تغییر انرژی درونی آن در مسیر $C \longrightarrow A$ چند ژول می‌شود؟

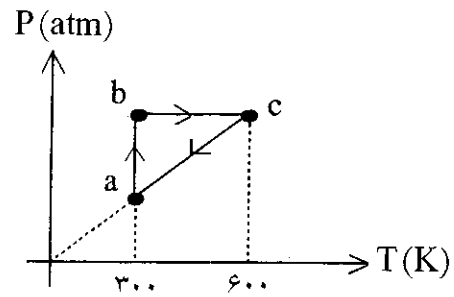


۱) ۲۰۰۰ ۲) صفر
۳) ۴۰۰۰ ۴) ۶۰۰۰

۲۵- توان موتور یک یخچال ۵۰۰ وات و ضریب عملکرد ان ۴ است. این یخچال در هر ثانیه چند ژول گرما به محیط خارج می‌دهد؟

۱) ۲۰۰۰ ۲) ۱۵۰۰ ۳) ۲۵۰۰ ۴) ۱۲۵

۲۶- شکل مقابل، چرخه‌ی مربوط به یک ماشین گرمایی را در دستگاه P - T نشان می‌دهد. اگر کار انجام شده در فرآیند هم‌دما، ۲۶۰۰ ژول باشد، کل گرمای مبادله شده در این چرخه چند ژول است؟ (ماده‌ی کاری در این دستگاه، یک مول گاز کامل تک اتمی است و $R \approx \frac{۲۵}{۳} \frac{J}{mol.K}$)



۱) -۵۱۰۰ ۲) +۵۱۰۰
۳) -۱۰۰ ۴) +۱۰۰

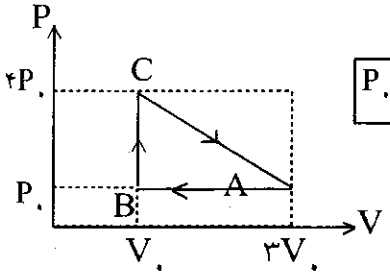
۲۷- مقداری گاز کامل تک اتمی در یک کپسول به حجم ثابت ۱۰ لیتر محبوس است. اگر فشار گاز از ۴ اتمسفر به ۱ اتمسفر کاهش یابد، انرژی درونی آن چند ژول تغییر می‌کند؟

۱) ۴۵۰۰ ژول افزایش می‌یابد. ۲) ۴۵۰۰ ژول کاهش می‌یابد.
۳) ۷۵۰۰ ژول کاهش می‌یابد. ۴) ۷۵۰۰ ژول افزایش می‌یابد.

۲۸- درون ظرفی به حجم ۴۴/۸ لیتر ۸ گرم هیدروژن و ۲۸ گرم نیتروژن در دمای صفر درجه سلسیوس وجود دارد، فشار مخلوط این دو گاز چند آتمسفر است؟

۱) ۵ ۲) ۴/۵ ۳) ۲/۵ ۴) ۹

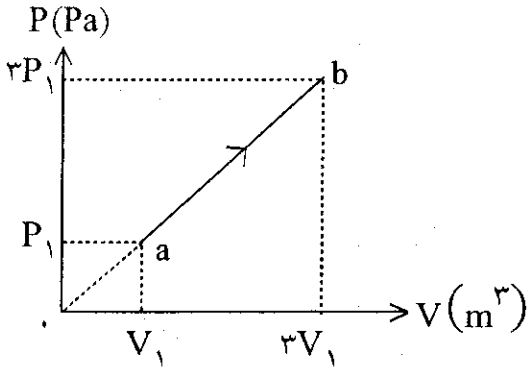
۴۰- نمودار چرخه‌ای که برای یک گاز کامل رخ داده، رسم شده است، مجموع گرماهای داده شده به گاز در شاخه‌های AB و BC و CA چند کیلوژول است؟



$P_0 V_0 = ۱۰۰\,KJ$

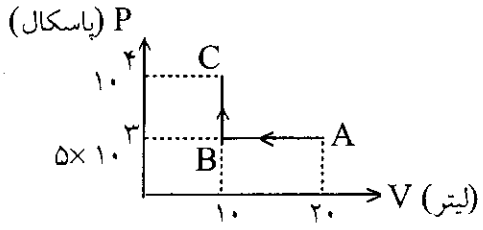
۱) ۳۰۰
۲) ۶۰۰
۳) ۹۰۰
۴) ۱۲۰۰

۴۱- نمودار p-v مربوط به n مول گاز کامل تک اتمی مطابق شکل است. گاز از حالت a به حالت b می‌رود. اگر کار انجام شده توسط گاز w' باشد و دمای گاز در حالت a برابر T_1 کلوین باشد، مقدار $\frac{w'}{nRT_1}$ در SI کدام است؟



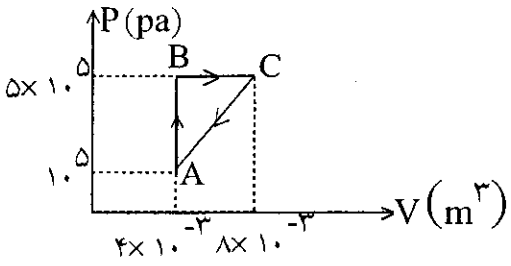
۱) $\frac{۳}{۲}$
۲) $\frac{۲}{۳}$
۳) ۲
۴) ۴

۴۲- نمودار فرآیند گاز کاملی به شکل مقابل است. در این فرآیند گاز از محیط خارج چقدر کار و چقدر گرما گرفته است؟



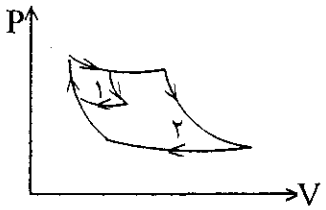
۱) $W = ۵۰j$ و $Q = -۵۰j$
۲) $W = ۵۰j$ و $Q = ۰$
۳) $W = -۵۰j$ و $Q = ۵۰j$
۴) $W = ۰$ و $Q = -۵۰j$

۴۳- یک مول از گاز تک اتمی، یک چرخه مطابق شکل پیموده است. این گاز در چرخه ABC



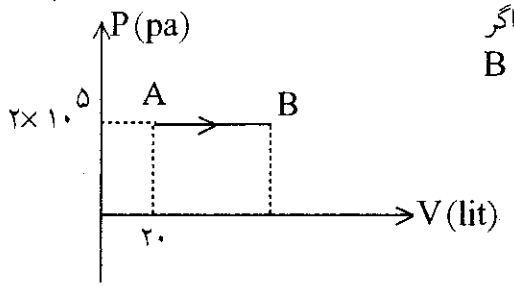
۱) ۱۶۰۰ J گرما گرفته است.
۲) ۱۶۰۰ J گرما پس داده است.
۳) ۸۰۰ J گرما گرفته است.
۴) ۸۰۰ J گرما پس داده است.

۴۴- در شکل زیر، نمودار PV دو ماشین گرمایی کارنو با شماره‌های ۱ و ۲ مشخص شده است. کدام گزینه درست است؟



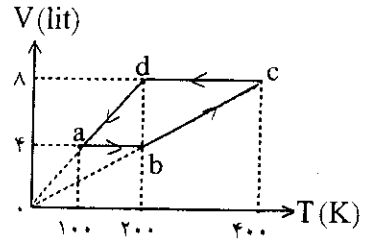
۱) بازده ماشین ۲ از بازده ماشین ۱ بزرگتر است.
۲) بازده ماشین ۱ از بازده ماشین ۲ بزرگتر است.
۳) الزاماً توان ماشین ۲ از توان ماشین ۱ بزرگتر است.
۴) الزاماً توان ماشین ۱ از توان ماشین ۲ بزرگتر است.

۴۵- یک گاز کامل تک اتمی، فرایند AB را مطابق شکل طی می‌کند. اگر انرژی درونی گاز طی این فرایند ۹kJ تغییر کند، حجم گاز در حالت B چند لیتر است؟ $\left(C_{MV}=\frac{۳}{۲}R\,,\ C_{MP}=\frac{۵}{۲}R\right)$



۱) ۳۰
۲) ۳۸
۳) ۴۵
۴) ۵۰

۳۵- یک مول گاز اتمی، چرخه‌ای مطابق شکل را طی می‌کند. گاز در کل چرخه چند ژول گرما از محیط می‌گیرد؟ $(R = 8J/mol.K)$

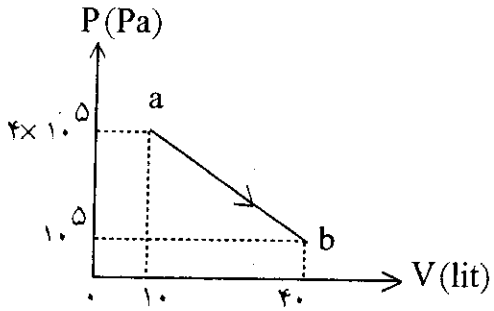


۱) ۲۰۰ ۲) ۴۰۰
۳) ۶۰۰ ۴) ۸۰۰

۳۶- حداکثر بازده ماشین حرارتی که بین دماهای جوش و انجماد آب (۱۰۰ و صفر درجه‌ی سلسیوس) کار می‌کند، تقریباً چند درصد است؟

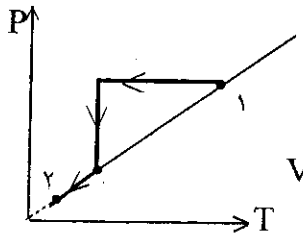
۱) ۱۵ ۲) ۲۷ ۳) ۳۳ ۴) ۴۰

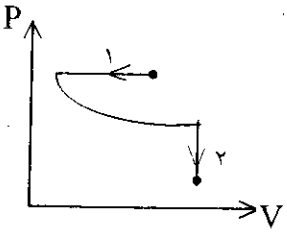
۳۷- شکل روبه‌رو نمودار (P-V) مربوط به مقداری گاز کامل است. انرژی درونی گاز در این فرایند چگونه تغییر می‌کند؟

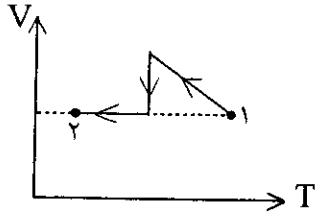


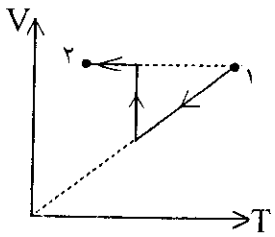
۱) پیوسته کاهش می‌یابد.
۲) پیوسته افزایش می‌یابد.
۳) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.
۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

۳۸- گاز کاملی فرآیندی را مطابق نمودار (P - T) نمایش داده شده، طی می‌نماید و از نقطه ۱ به ۲ می‌رسد. کدام گزینه را می‌توان به این فرآیند نسبت داد؟



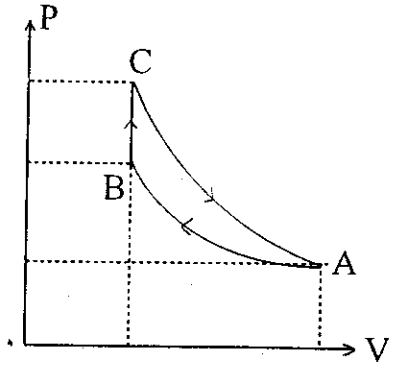
۱)


۲)


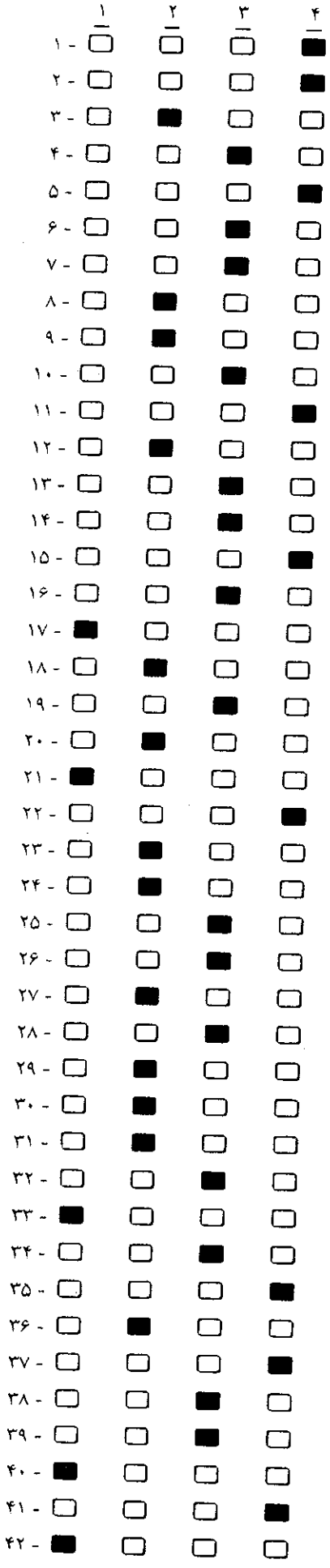
۳)


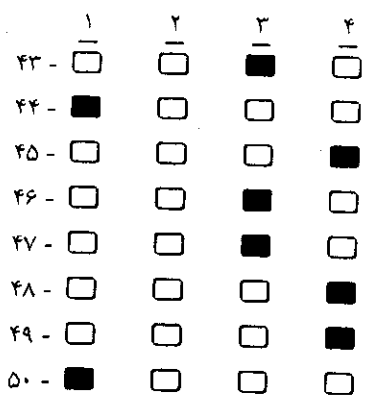
۴) گزینه‌های ۱ و ۳ درست می‌باشند.

۳۹- یک گاز کامل تک اتمی چرخه‌ای شامل سه فرآیند متوالی هم دما، هم حجم و بی‌دررو را مطابق شکل روبه‌رو، طی می‌کند. کار انجام شده روی محیط در فرآیند بی‌دررو، برابر با کدام است؟

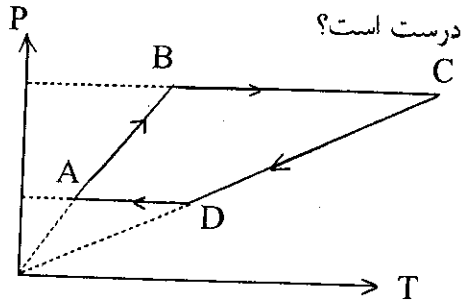


۱) کار انجام‌شده در کل چرخه
۲) گرمای مبادله‌شده در فرآیند هم‌دما
۳) گرمای مبادله‌شده در فرآیند هم‌حجم
۴) کار انجام‌شده در فرآیند هم‌دما


۱ ۲ ۳ ۴
۱ -
۲ -
۳ -
۴ -
۵ -
۶ -
۷ -
۸ -
۹ -
۱۰ -
۱۱ -
۱۲ -
۱۳ -
۱۴ -
۱۵ -
۱۶ -
۱۷ -
۱۸ -
۱۹ -
۲۰ -
۲۱ -
۲۲ -
۲۳ -
۲۴ -
۲۵ -
۲۶ -
۲۷ -
۲۸ -
۲۹ -
۳۰ -
۳۱ -
۳۲ -
۳۳ -
۳۴ -
۳۵ -
۳۶ -
۳۷ -
۳۸ -
۳۹ -
۴۰ -
۴۱ -
۴۲ -


۱ ۲ ۳ ۴
۴۳ -
۴۴ -
۴۵ -
۴۶ -
۴۷ -
۴۸ -
۴۹ -
۵۰ -

۴۶- نمودار (P-T)ی یک گاز کامل مطابق شکل است. کدام گزینه‌ی زیر درست است؟



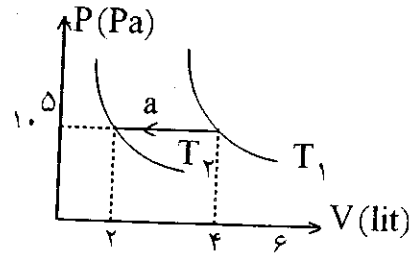
۱) $W_{CD} > W_{AB}$

۲) $Q_{BC} < |Q_{DA}|$

۳) $|Q_{CD}| > Q_{AB}$

۴) $|W_{BC}| < W_{DA}$

۴۷- شکل مقابل مربوط به گاز کامل تک اتمی است که طی فرآیند a به طور هم‌فشار از دمای T_1 به دمای T_2 رسیده است. تغییر انرژی درونی گاز در این فرآیند چند ژول است؟



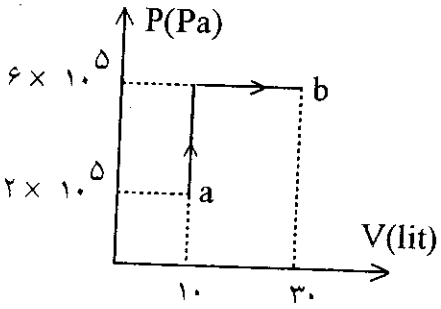
۱) + ۵۰۰

۲) + ۳۰۰

۳) -۳۰۰

۴) - ۵۰۰

۴۸- در مقدار معینی از گاز کامل تک اتمی، فرایندی مطابق شکل انجام می‌شود. گرمای داده شده به گاز در کل فرایند از a و b چند ژول است؟



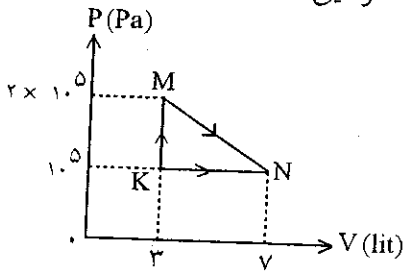
۱) ۱۲۰۰۰

۲) ۱۸۰۰۰

۳) ۲۴۰۰۰

۴) ۳۶۰۰۰

۴۹- مطابق شکل مقابل، گاز دواتمی، از طریق دو مسیر از K به N رسیده است. گرمایی که گاز در مسیر KMN گرفته، چند ژول است؟ $\left(C_{MV} = \frac{5}{2}R\ ,\ C_{MP} = \frac{7}{2}R\right)$



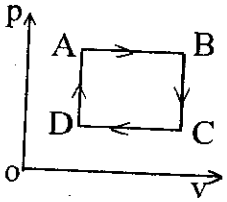
۱) ۶۰۰

۲) ۸۰۰

۳) ۱۲۰۰

۴) ۱۶۰۰

۵۰- یک مول گاز کامل تک‌اتمی چرخه‌ای به شکل زیر انجام داده است (ABCDA) در این چرخه گاز با محیط خارج چگونه کار و گرما مبادله کرده است؟



۱) کار داده و گرما گرفته است

۲) گرما داده و کار گرفته است

۳) بدون دادن گرما، کار گرفته است

۴) بدون دریافت گرما، کار داده است