**انرژی درونی : در تحولات ترمودینامیکی همواره با دستگاه و محیط سر و کار داریم. منظور از دستگاه یک توده گاز کامل است که فضای اطراف آن را محیط می‌گویند.**

**در گازهای کامل که بسیار رقیق می‌باشند مجموع انرژی جنبشی ذرات که تابع دمای مطلق دستگاه است را انرژی درونی گاز می‌گویند. در گازهای کامل تک‌اتمی می‌توان رابطه بین انرژی درونی و دمای مطلق دستگاه را به صورت :**

$U = \frac{3}{2}nRT$ **نوشت. طبیعی است که تغییرات انرژی درونی دستگاه تابع تغییرات دمای آن است :** $\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T$

**برای تغییر دما و به دنبال آن تغییر انرژی درونی، محیط و دستگاه باید با یک‌دیگر مبادله کار و گرما انجام دهند که به این قانون، قانون اول ترمودینامیک می‌گویند.** $\Delta U = W + Q$

**در این رابطه W همان کار محیط است که روی دستگاه انجام می‌شود. اگر حجم دستگاه کاهش یابد (تراکم) علامت W مثبت است و اگر حجم دستگاه افزایش یابد (انبساط) علامت W منفی است.**

**معادله حالت دستگاه :**

**در یک دستگاه رابطه بین متغیرهای ترمودینامیکی (P فشار – V حجم – T دمای مطلق) را معادله حالت گاز یا دستگاه می‌نامند.**

$$PV = nRT$$

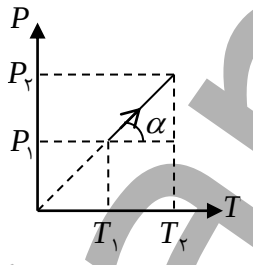
**ثابت عمومی گازها** $R \simeq ۸/۳۱۴ \frac{j}{mol^k}$

**این معادله مستقل از نوع گاز است. و وقتی می‌توان آن را برای دستگاه محاسبه کرد که دستگاه در حال تعادل باشد.**

**انواع فرآیندهای ترمودینامیکی :**

**تعداد این فرآیندها در طبیعت بسیار است. چهار حالت خاص و ویژه آن عبارتند از :**

**۱- هم‌حجم : حجم دستگاه ثابت است و تغییرات فشار متناسب تغییرات دمای مطلق است.**

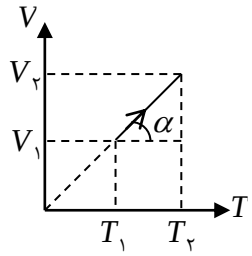



$W = ۰ \rightarrow \Delta U = Q$ **مقدار ثابت** $\frac{P}{T} = \frac{nR}{V}$

$\tan\alpha = \frac{nR}{V}$ $\frac{P_۱}{T_۱} = \frac{P_۲}{T_۲}$ $Q = nCMV\Delta T$

SanatiSharif.ir
مجری طرح توسعه عدالت آموزشی
www.sanatisharif.ir

**۲- فرآیند هم‌فشار : فشار ثابت و تغییرات حجم و تغییرات دما با هم متناسب هستند.**



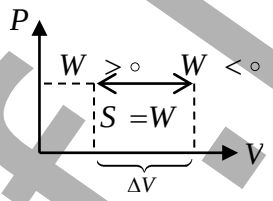

$\frac{V}{T}=\frac{nR}{P}$ مقدار ثابت

$\tan\alpha=\frac{nR}{P}$

$\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}$

$Q=nCMP\Delta T$

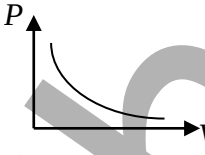
$W=-P\Delta V=-nR\Delta T$




**۳- فرآیند هم‌دما : دما ثابت و فشار با حجم رابطه عکس دارد.**

$PV=nRT$ مقدار ثابت

$P_1V_1=P_2V_2$



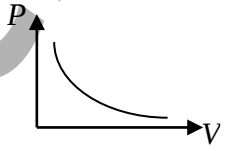

$\Delta T=\circ\rightarrow\Delta U=\circ\rightarrow W=-Q$

**۴- فرآیند بی‌دررو : در این فرآیند دستگاه عایق‌پوش شده و گرما مبادله نمی‌شود.** $Q=\circ$

$\Delta U=W$

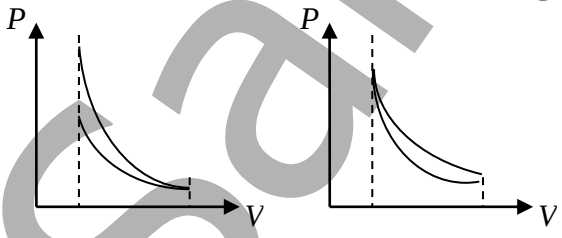
$\frac{PV}{T}=nR$ ثابت

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




**تفاوت هم‌دما و بی‌دررو :**

**در عمل تراکم افزایش فشار به ازای تغییر حجم یکسان در فرآیند بی‌دررو بیشتر از فرآیند هم‌دما است. ولی در عمل انبساط کاهش فشار به ازای تغییر حجم یکسان در فرآیند بی‌دررو بیشتر است.**




در تراکم همدما $W$ بی‌دررو $W$

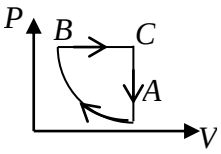
در انبساط بی‌دررو $|W|$ همدما $|W|$

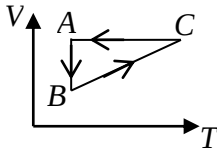
SanatiSharif.ir
مجری طرح توسعه عدالت آموزشی
www.sanatisharif.ir

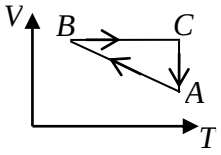
**چرخه :**

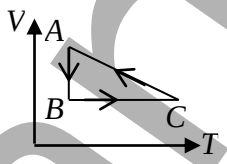
**هرگاه یک دستگاه پس از چند فرآیند ترمودینامیکی به حالت اول خود بازگردد، یک چرخه را پیموده است. در یک چرخه تغییرات انرژی درونی کل دستگاه صفر است. زیرا دمای اولیه و دمای نهایی یکی است. پس کار کل که برابر مساحت داخل چرخه $(P-V)$ است، برابر گرمای کل فرآیندها است.** $W=-Q$

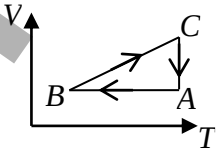
**۹- نمودار P – V چرخه مقابل در شکل روبرو نشان داده شده است. نمودار $(V-T)$ آن کدام است؟**



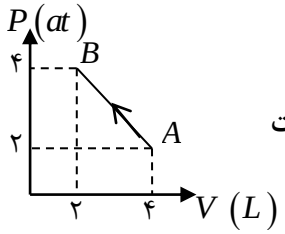




**۱۰- شکل روبه‌رو تحول ترمودینامیکی را از A تا B نشان می‌دهد. در این فرآیند دمای گاز چگونه تغییر کرده است؟**



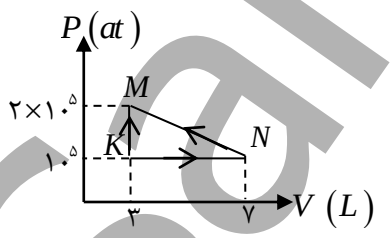

**۱) ابتدا کاهش سپس افزایش یافته** **۲) در طول فرآیند ثابت است**

**۳) به تدریج کاهش یافته است** **۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش یافته است**

**۱۱- گازی در فشار $P_1$ و حجم $V_1$ قرار دارد. آن را تا حجم $V_2$ متراکم می‌کنیم. در کدام فرآیند کار انجام شده روی دستگاه بیشتر است.**

**۱) هم‌فشار** **۲) بی‌دررو** **۳) هم‌دما** **۴) کار انجام شده به نوع فرآیند بستگی ندارد**

**۱۲- مطابق شکل، گاز دواتمی از طریق دو مسیر از K به N رسیده است. گرمایی که گاز در مسیر KMN گرفته چند ژول است؟** $C_{MV}=\frac{۵}{۲}R\ ,C_{MP}=\frac{۷}{۲}R$



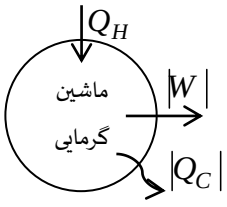

مجری طرح توسعه عدالت آموزشی
www.sanatisharif.ir

**۱۳- دو مول گاز تک‌اتمی به حجم ۱/۷۵ مترمکعب را در فشار ثابت منبسط کرده‌ایم. اگر دمای اولیه گاز $۳۵۰^{\circ}K$ باشد و در این فرآیند $۱۰^{۴}$ ژول گرما مبادله شده باشد، دمای ثانویه چند کلوین و حجم ثانویه چند مترمکعب است؟**

$$R = ۸ \frac{j}{mol^{K}}$$

## قانون دوم ترمودینامیک

**۱- بیان ماشین گرمایی : در این بیان هیچ دستگاهی همه گرمای دریافتی را به کارتبدیل نمی‌کند. به عبارتی بازده هیچ ماشینی صددرصد نیست.**

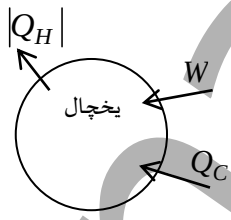



$$Q_H = |W| + |Q_C|$$

**بازده ماشین** $\eta = \frac{|W|}{Q_H} = ۱ - \frac{|Q_C|}{Q_H}$

**دمای چشمه سرد دمای چشمه گرم** $\eta_{\max} = ۱ - \frac{T_C \to}{T_H \to}$ **بازده بیشینه (کارنو)**

**۲- بیان یخچالی : در این بیان هیچگاه گرما از چشمه سرد به چشمه گرم منتقل نمی‌شود.**




$$|Q_H| = W + Q_C$$

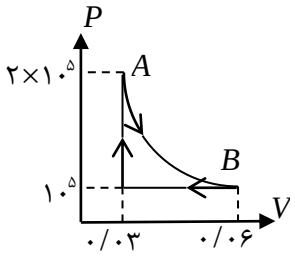
**توان مصرفی** $P = \frac{W}{T}$

**ضریب عملکرد** $k = \frac{Q_C}{W}$

SanatiSharif.ir
مجری طرح توسعه عدالت آموزشی
www.sanatisharif.ir

**چند مثال از ترمودینامیک (فرآیندهای ترمودینامیکی) :**

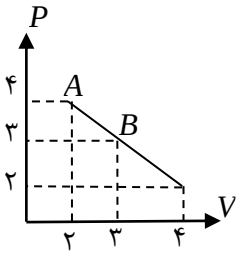
**۱- در چرخه مقابل تغییر انرژی درونی در مسیر $A \to B$ چند ژول می‌باشد؟**




۱) ۵۰۰ ۲) ۱۰۰۰

۳) صفر ۴) ۲۰۰۰

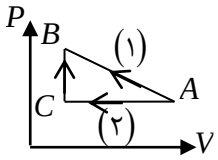
**۲- در فرآیند شکل مقابل رابطه بین انرژی درونی نقاط A , B , C کدام است؟**




۱) $U_A = U_C < U_B$ ۲) $U_A > U_C > U_B$

۳) $U_A > U_C > U_B$ ۴) $U_A = U_B > U_C$

**۳- در شکل مقابل کار و گرمای دو مسیر $Q_1, W_1, Q_2, W_2$ است. کدام گزینه صحیح است؟**




۱) $Q_1 + W_2 = Q_2 + W_1$ ۲) $Q_1 = Q_2, W_1 = W_2$

۳) $|Q_1| > |Q_2|, W_1 > W_2$ ۴) $Q_1 < Q_2, W_1 < W_2$

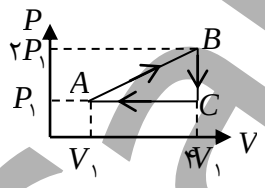
**۴- در یک انبساط ترمودینامیکی بین محیط و دستگاه ۱۰۰ ژول کار انجام شده و ۲۰۰ ژول گرما توسط محیط دریافت شده. تغییر انرژی درونی چند ژول است؟**

۱) ۱۰۰ ۲) -۱۰۰ ۳) ۳۰۰ ۴) -۳۰۰

**۵- در یک تراکم با دمای ثابت ۵۰ ژول، گرما بین محیط و دستگاه مبادله شده. کار انجام شده توسط محیط بر روی گاز چند ژول است؟**

۱) صفر ۲) ۵۰ ۳) -۵۰ ۴) ۱۰۰

**۶- یک گاز کامل تک‌اتمی چرخه‌ای را مطابق شکل می‌پیماید. تغییر انرژی درونی گاز در فرآیند ab چند برابر $P_1V_1$ است؟** $C_{MV} = \frac{3}{2}R, C_{MP} = \frac{5}{2}R$

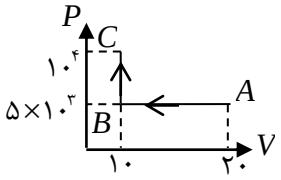



۱) ۴/۵ ۲) ۸

۳) ۱۰/۵ ۴) ۱۵

SanatiSharif.ir
مجری طرح توسعه عدالت آموزشی
www.sanatisharif.ir

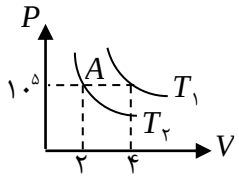
۷- نمودار مقابل مربوط به کی گاز کامل است. در این فرآیند گاز از محیط خارج چه مقدار کار و چه مقدار گرما گرفته است؟




۱) $Q=0J, W=50J$ ۲) $Q=-50J, W=50J$

۳) $Q=-50J, W=0J$ ۴) $Q=50J, W=-5J$

۸- در شکل روبرو تغییر انرژی درونی گاز تک‌اتمی چند ژول است؟




۱) ۵۰۰ ۲) ۳۰۰

۳) -۳۰۰ ۴) -۵۰۰

۱۴- یک ماشین گرمایی در هر چرخه ۴۵۰۰ ژول گرما دریافت می‌کند. اگر بازه ماشین ۴۰ درصد باشد، گرمای تلف شده در هر چرخه چند ژول است؟

۱) ۱۸۰۰ ۲) ۱۱۲۵ ۳) ۲۷۰۰ ۴) ۲۲۵۰

۱۵- اختلاف دمای منبع گرم و منبع سرد در یک ماشین گرمایی $27^{\circ}C$ است. اگر بیشترین بازده این ماشین ۳۰ درصد باشد دمای منبع گرم تقریباً چند درجه سانتیگراد است؟

۱) ۹۰ ۲) ۱۱۷ ۳) -۱۵۶ ۴) -۱۸۳

۱۶- بازده یک ماشین گرمایی کارنو که میان دو چشمه سرد و گرم کار می‌کند ۴۰ درصد است. اگر از دمای مطلق منبع سرد ۲۵ درصد بکاهیم، بازده آن ..... درصد ..... می‌یابد.

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

۱۷- ضریب عملکرد یک یخساز ۵ است. اگر در هر ساعت ۲ کیلوگرم آب با دمای $20^{\circ}C$ را به یخ با دمای $-15^{\circ}C$ تبدیل کند. توان موتور یخساز تقریباً چند وات است؟ $L_f = 3/4\times10^5 \frac{j}{kg}$ $C = 2/1\frac{kj}{kg^C}, C = 4/2\frac{j}{g^C}$

Sanatisharif.ir
مجری طرح توسعه عدالت آموزشی
www.sanatisharif.ir

۱۸- یک خنک کننده در هر ساعت $۶\times۱۰^{۶}\,j$ گرما از اتاق گرفته و در همان مدت $۷/۸\times۱۰^{۶}\,j$ گرما به فضای بیرون می-دهد. توان این خنک کننده چند کیلووات است؟

۱) ۰/۴ ۲) ۰/۵ ۳) ۴ ۴) ۵

۱۹- آهنگ مصرف انرژی یک یخچال $۵۰۰\frac{j}{s}$ است. اگر در هر دقیقه $۱۵۰kj$ گرما به فضای بیرون بدهد ضریب عملکرد آن چه اندازه است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۰- اگرضریب عملکرد یخچال(۱)،۱\۵برابرضریب عملکرد یخچال(۲)باشدوتوان الکتریکی این دویخچال باهم برابراست .دریک بازه زمانی که هردویخچال روشن هستندگرمایی که یخچال(۱) به بیرون می دهدچندبرابرگرمایی است که یخچال(۲) به بیرون می دهد؟

۲۱- حجم مقدارمعینی ازیک گازتک اتمی درفشارثابت دو برابر می شود دراین فرایند گرمای داده شده به گازچندبرابرتغییرانرژی درونی آن است؟

SanatiSharif.ir
مجری طرح توسعه عدالت آموزشی
www.sanatisharif.ir