

فصل هفتم: ترمودینامیک

ترمودینامیک

- در بررسی جهان پیرامون خود معمولاً نظر خود را به بخشی از جهان معطوف می‌کنیم و آن بخش را **دستگاه** و جهان پیرامون آن را که بر دستگاه تأثیر می‌گذارد **محیط** می‌نامیم.
- حد فاصل دستگاه و محیط را مرز دستگاه می‌نامیم، هنگامی که کار و انرژی (که می‌تواند به صورت کار و گرما باشد) بتواند از این مرز بگذرد ترمودینامیک وارد عمل می‌شود.
- علم ترمودینامیک ویژگی‌های ماکروسکوپی دستگاه مانند فشار، حجم، دما و ... را بررسی می‌کند.
- کمیت‌هایی مانند فشار، حجم، دما و ... که قابل اندازه‌گیری بوده و برای توصیف رفتار دستگاه به کار می‌روند را **متغیرهای ترمودینامیکی** دستگاه گویند.
- **معادله‌ی حالت:** رابطه‌ی بین متغیرهای ترمودینامیکی معادله‌ی حالت نامیده می‌شود.
- **گاز کامل:** هنگامی که گازها بسیار رقیق‌اند، معادله‌ی حالت آن‌ها ساده و مستقل از نوع گاز است. در این حالت گاز را گاز کامل گویند.
- **معادله‌ی حالت گاز کامل:** معادله‌ی حالت گاز کامل که کمیت‌های P ، V و T را به یکدیگر مربوط می‌کند به صورت زیر است:

$$PV = nRT$$

P فشار گاز، V حجم گاز، T دمای مطلق گاز بر حسب کلوین، n تعداد مول‌های گاز $n = \frac{m}{M}$ و R ثابت جهانی گازها و برابر $\frac{J}{molK}$ است.

فرآیند ترمودینامیکی

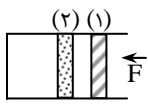
- هنگامی که دستگاه از یک حالت به حالت دیگر می‌رود، می‌گوییم یک فرآیند ترمودینامیکی انجام شده است.
- **فرآیند آرمانی یا ایستاوار:** معادله‌ی حالت دستگاه وقتی کاربردی است که دستگاه در حالت تعادل باشد. به همین علت برای بررسی رفتار گاز (دستگاه) باید فرآیند آنقدر آهسته صورت گیرد که در هر لحظه دستگاه به یک حالت تعادل بسیار نزدیک باشد. این فرآیند را فرآیند آرمانی یا ایستاوار گویند.
- در فرآیند ایستاوار یا آرمانی متغیرهای ترمودینامیکی P ، V و T گاز در حین فرآیند در همه جای دستگاه یکسان و مقدار مشخصی خواهند داشت.
- **انرژی درونی:** انرژی درونی یک ماده با مجموع انرژی‌های مولکول‌های تشکیل‌دهنده‌ی آن ماده برابر است.
- در دمای معین هر چه تعداد مولکول‌های تشکیل‌دهنده‌ی ماده در حالت یا فاز معینی بیشتر باشد، انرژی درونی آن بیشتر است.
- به طور دقیق‌تر، انرژی درونی U با مجموع انرژی‌های جنبشی و پتانسیل مولکول‌های ماده برابر است.
- **انرژی درونی گاز کامل:** در گاز کامل، به دلیل رقیق بودن گاز، ذرات گاز برهم کنشی ندارند و انرژی پتانسیل ذرات صفر است و انرژی درونی گاز کامل برابر مجموع انرژی جنبشی ذرات گاز کامل است.
- انرژی درونی گاز کامل تابعی از مجموع انرژی جنبشی ذرات گاز است و دما معیاری از انرژی جنبشی متوسط مولکول‌های گاز است. پس هر چه دما بالاتر باشد انرژی جنبشی ذرات بیشتر و انرژی درونی گاز بیشتر است. پس انرژی درونی مقدار معینی گاز کامل **تنها تابع دمای مطلق گاز** است.

$$U \propto T \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{T_2}{T_1}, \quad \frac{\Delta U}{U_1} = \frac{\Delta T}{T_1}$$

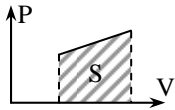
تبادل گرمایی محیط و دستگاه

- هرگاه دستگاه از محیط گرما بگیرد Q مثبت است.
- هرگاه دستگاه به محیط گرما بدهد Q منفی است.

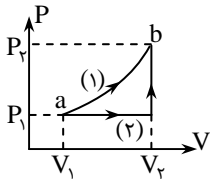
تبادل کار بین محیط و دستگاه



- هرگاه دستگاه (گاز) متراکم شود کار محیط روی دستگاه مثبت ($W > 0$) است و کار گاز روی محیط منفی ($W' < 0$) است.
- هرگاه دستگاه (گاز) منبسط شود کار محیط روی دستگاه منفی ($W < 0$) است و کار گاز روی محیط مثبت ($W' > 0$) است.
- دقت کنید در تراکم ΔV منفی و W مثبت است و در انبساط ΔV مثبت و W منفی است. کار انجام شده بر روی گاز در فرآیند هم‌فشار از رابطه $W = -P\Delta V$ به دست می‌آید.
- کار همواره برابر سطح محصور بین نمودار $P - V$ است.

قانون اول ترمودینامیک ($\Delta U = Q + W$)

- تغییرات انرژی درونی دستگاه برابر است با مجموع گرمایی که دستگاه دریافت می‌کند و کاری که روی آن انجام می‌شود.
- در واقع هرگاه دستگاه (گاز) در اثر کار یا گرما تحول یابد و از حالت a به حالت b برود (مطابق شکل) برای مسیرهای مختلف مقدار W و Q متفاوت اما همواره مجموع $Q + W$ یعنی تغییر انرژی درونی در تمام مسیرها یکسان است.



$$\Delta U_1 = \Delta U_2 \Rightarrow W_1 + Q_1 = W_2 + Q_2$$

- تغییر انرژی درونی مقدار معینی گاز کامل فقط به اختلاف دمای مطلق گاز بستگی دارد و به نوع فرآیندها در مسیر بستگی ندارد.
- قانون اول ترمودینامیک بیانی از قانون پایستگی انرژی است.

بررسی فرآیندهای خاص

فرآیند هم‌مجم: ($\Delta U = Q, W = 0$)

- گازی را درون محفظه‌ای با حجم ثابت در نظر بگیرید، به آرامی به آن گرما می‌دهیم. در این حال دمای گاز افزایش می‌یابد و فشار آن بالا می‌رود. اما کار انجام شده صفر است، ($W = 0$)

- گرمای ویژه‌ی یک گاز در حجم ثابت (C_V): مقدار گرمایی که در حجم ثابت به یکای جرم گاز داده می‌شود تا دمای آن یک کلونین بالا رود.

$$Q_V = mC_V\Delta T$$

- ظرفیت گرمایی مولی گاز در حجم ثابت (C_{MV}): مقدار گرمایی که در حجم ثابت به یک مول از یک گاز داده می‌شود تا دمای آن یک کلونین بالا رود.

$$Q_V = nC_{MV}\Delta T$$

$$mC_V = nC_{MV} \Rightarrow C_{MV} = \frac{m}{n}C_V \Rightarrow C_{MV} = MC_V \quad (M \text{ جرم مولی گاز است.})$$

- C_{MV} برای گازهای تک اتمی مانند آرگون، نئون، هلیوم و ... برابر $\frac{3}{2}R$ است.

- C_{MV} برای گازهای دو اتمی مانند O_2 ، H_2 و هوا و ... برابر $\frac{5}{2}R$ است.

- C_{MV} برای گازهای چند اتمی برابر $\frac{7}{2}R$ است.

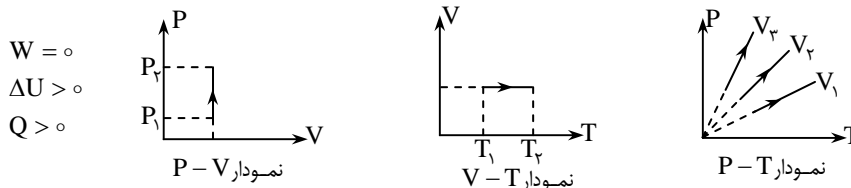
تغییر انرژی درونی گاز کامل در فرآیند هم‌حجم

$$\left. \begin{array}{l} \Delta U = Q \\ Q_V = nC_{MV}\Delta T \end{array} \right\} \xrightarrow{C_{MV} = \frac{3}{2}R} \left\{ \begin{array}{l} \Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T \\ \Delta U = \frac{3}{2}V\Delta P \end{array} \right. \quad \text{تغییر انرژی درونی گاز کامل}$$

- تغییر انرژی درونی بالا برای تمام فرآیندهای بین دو دمای T_1 و T_2 صادق است زیرا انرژی درونی گاز کامل، تابع دمای گاز است و از طرفی بنا به قانون اول ترمودینامیک تغییر انرژی درونی گاز به مسیر فرآیند بستگی ندارد.

نمودارهای فرآیند هم‌حجم گاز کامل

- به گاز گرما داده‌ایم:

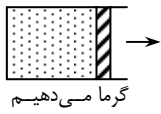


- شیب نمودار $P - T$ در فرآیند هم‌حجم با حجم گاز نسبت وارون دارد. پس در نمودار $P - T$ بالا $V_3 < V_2 < V_1$ است.
- هنگام گرما گرفتن از گاز جهت فلش‌ها وارون می‌شود.

فرآیند هم فشار گاز کامل ($\Delta U = W + Q$, $W \neq 0$, $Q \neq 0$)

- اگر گاز به کندی منسب یا به کندی متراکم گردد، فرآیند هم فشار است.

- در شکل روبه‌رو با گرما دادن آرام به گاز، پیستون آهسته به راست حرکت می‌کند. دقت کنید ابتدا فشار درون مخزن از فشار بیرون اندکی بیش‌تر شده سپس با حرکت پیستون فشار به حالت اول برمی‌گردد، به همین علت آن را فرآیند هم‌فشار گویند.



$W = -P\Delta V$

- کار انجام شده بر روی گاز در فرآیند هم‌فشار برابر است با:

- گرما در فرآیند هم‌فشار

- **گرمای ویژه گاز در فشار ثابت** (C_p): مقدار گرمایی که در فشار ثابت به یکای جرم گاز داده می‌شود تا دمای آن یک کلونین بالا رود.

$Q = mC_p\Delta T$

- **ظرفیت گرمایی مولی گاز در فشار ثابت** (C_{MP}): مقدار گرمایی که در فشار ثابت به یک مول گاز داده می‌شود تا دمای آن یک کلونین بالا رود.

$C_{MP} = \frac{mC_p}{n} = MC_p$

$Q_p = nC_{MP}\Delta T$

- C_{MP} برای گاز تک اتمی برابر $\frac{5}{2}R$ ، برای گاز دو اتمی $\frac{7}{2}R$ و برای گاز چند اتمی $\frac{9}{2}R$ است.

- همواره $C_{MP} - C_{MV} = R$ است.

- انرژی درونی گاز کامل تک اتمی در فشار ثابت نیز برابر $\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T$ است.

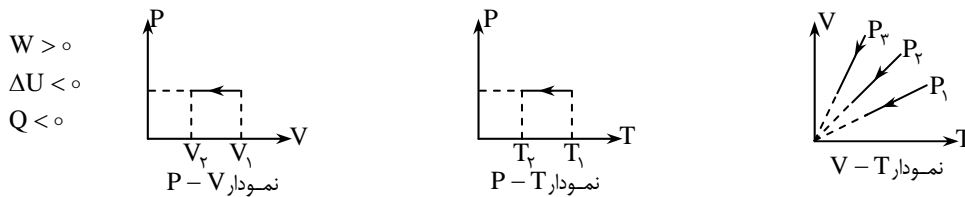
- برای گاز تک اتمی در فشار ثابت داریم:

$$\begin{cases} \Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T \\ Q_p = \frac{5}{2}nR\Delta T \\ W = -P\Delta V = -nR\Delta T \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \Delta U = \frac{3}{5}Q \\ \Delta U = -\frac{3}{2}W \\ Q = -\frac{5}{2}W \end{cases}$$

- در فرآیند هم‌فشار گاز کامل همواره $|Q| > |W|$ است.

نمودارهای فرآیند هم‌فشار گاز کامل

- هنگام تراکم:



- شیب نمودار $V - T$ در فرآیند هم‌فشار با فشار گاز نسبت وارون دارد و در نمودار $V - T$ بالا $P_3 < P_2 < P_1$ است.

- اگر گاز منسب شود سوی فلش‌ها وارون می‌شود.

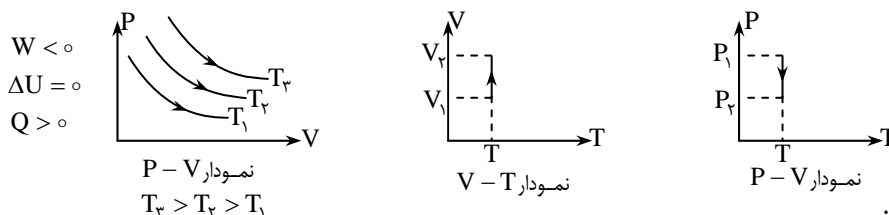
فرآیند هم‌دما ($\Delta T = 0$, $\Delta U = 0 \Rightarrow W = -Q$)

- **همیشه گرما:** محیطی که با دریافت گرما و یا از دست دادن گرما دمایش ثابت می‌ماند.

- در فرآیند هم‌دما دستگاه در مجاورت یک چشمه گرما قرار دارد و با تبادل گرمایی با آن، دمای دستگاه ثابت می‌ماند.

- دقت کنید در تغییر فاز از جامد به مایع یا مایع به گاز در مدت فرآیند، دما ثابت می‌ماند اما انرژی درونی جسم تغییر می‌کند. تنها در فرآیند هم‌دمای گاز کامل است که تغییر انرژی درونی صفر است.

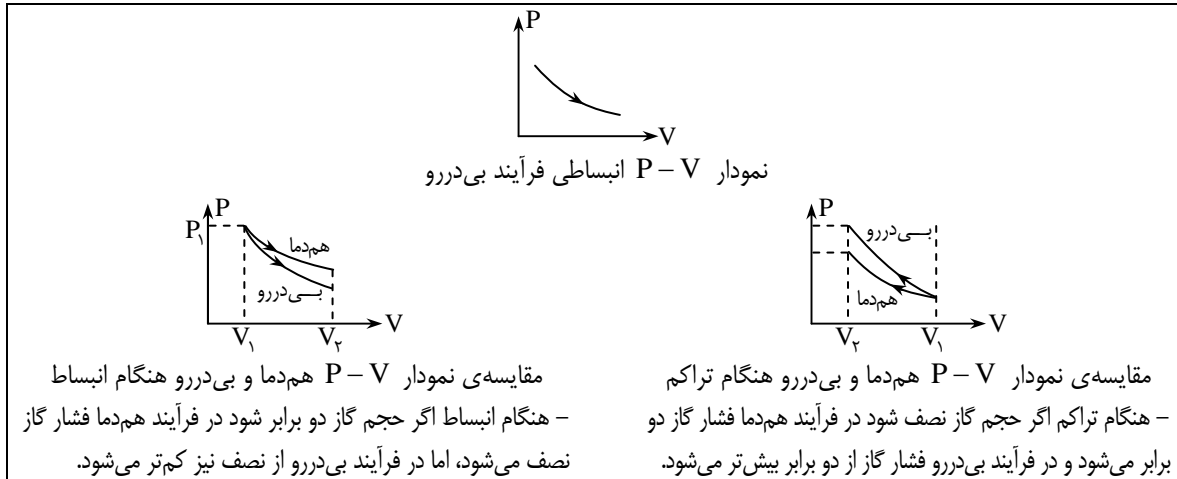
- هنگام انبساط:



- هنگام تراکم سوی فلش‌ها وارون می‌شود.

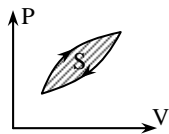
فرآیند بی‌دررو ($Q = 0, \Delta U = W$)

- در این فرآیند بین دستگاه و محیط گرما مبادله نمی‌شود. برای انجام این فرآیند دستگاه را عایق‌بندی می‌کنیم و سپس عمل تراکم یا انبساط را آهسته انجام می‌دهیم.
- هنگامی که یک گاز را به سرعت متراکم (یا منبسط) کنیم، گاز فرصت تبادل گرما را با محیط پیدا نمی‌کند. در این صورت نیز می‌توان گفت که فرآیند به صورت بی‌دررو انجام شده است.
- نمودار $P-V$ فرآیند بی‌دررو و مقایسه با فرآیند هم‌دما:



- شیب نمودار $P-V$ هم‌دما در هر نقطه از شیب نمودار $P-V$ بی‌دررو کم‌تر است.
- تغییر انرژی درونی گاز کامل در فرآیند بی‌دررو برای گاز کامل تک اتمی:

$$\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$



- چرخه:** فرآیندی که در طول آن دستگاه پس از طی چند فرآیند به حالت اولیه‌ی خود برمی‌گردد.
- تغییر انرژی درونی دستگاه در چرخه صفر است. ($\Delta U = 0, W = -Q$)

در چرخه سطح محصور درون چرخه کار و گرمای مبادله شده با محیط را نشان می‌دهد.

$$S = |W|$$

- اگر چرخه ساعتگرد باشد، کار محیط روی دستگاه منفی و گرمای مبادله با محیط مثبت است.
- اگر چرخه پادساعتگرد باشد، کار محیط روی دستگاه مثبت و گرمای مبادله با محیط منفی است.

نکته: تغییر انرژی درونی یک گاز کامل در هر فرآیند دلخواهی از رابطه‌ی $\Delta U = nC_{MV}\Delta T$ به دست می‌آید.

ماشین گرمایی: وسیله‌ای است برای تبدیل انرژی گرمایی به کار (انرژی مکانیکی).

- در ماشین گرمایی به ماشین گرمای Q_H داده می‌شود. ماشین مقداری از آن را به کار $|W|$ تبدیل کرده و مقداری از گرما را به محیط پس می‌دهد. (Q_C)

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

- چرخه‌ی ماشین گرمایی ساعتگرد است.

- قانون دوم ترمودینامیک (بیان ماشین گرمایی):

- ممکن نیست دستگاه چرخه‌ای را بپیماید که در حین آن مقداری گرما را از منبع گرم جذب و تمام آن را به کار تبدیل کند.

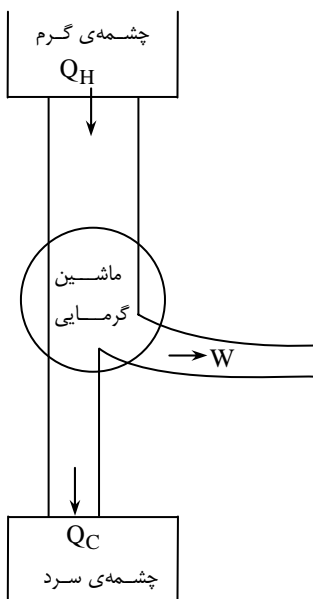
- بنا به قانون دوم ترمودینامیک هرگز Q_C برابر صفر نمی‌شود.

- بنا به قانون دوم ترمودینامیک هرگز بازده‌ی یک ماشین گرمایی ۱۰۰٪ نمی‌شود.

- **پدائید:** در فرآیند انبساط هم‌دما گاز کامل تمام گرمای داده شده به گاز به کار تبدیل می‌شود اما قانون دوم نقض نمی‌شود زیرا قانون دوم در مورد چرخه بیان می‌شود و دستگاه باید به حالت اول باز گردد.

- بازده ماشین گرمایی: نسبت $|W|$ به Q_H را بازده گویند.

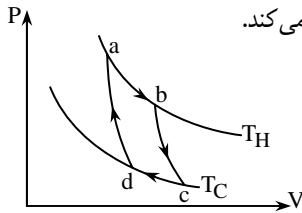
$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} = 1 - \frac{|Q_C|}{Q_H}$$



ماشین کارنو

- چرخه‌ی این ماشین از دو فرآیند بی‌دررو و دو فرآیند هم‌دما تشکیل شده است.
- فرآیند ab و cd هم‌دما و فرآیند bc و da بی‌دررو است.

- بازده ماشین کارنو، بیشترین بازدهی ممکن یک ماشین گرمایی است که بین دو منبع گرمایی T_H و T_C کار می‌کند.



- در ماشین گرمایی کارنو $\frac{Q_C}{Q_H} = \frac{T_C}{T_H}$ است.

- در ماشین گرمایی کارنو $\eta = 1 - \frac{T_C}{T_H}$ است.

- اگر T_C به تنهایی کم شود یا T_H به تنهایی افزایش یابد، بازدهی دستگاه زیاد می‌شود.

- اگر دمای منبع گرم و سرد به یک اندازه افزایش یابد، بازده طبق رابطه‌ی $\eta = \frac{T_H - T_C}{T_H}$ کم می‌شود.

ماشین بخار

- ماشین بخار در نواحی مختلف جهان برای تولید برق مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- در ماشین بخار دستگاهی که چرخه را طی می‌کند، آب است.

- آب در دیگ بخار مقداری گرما دریافت می‌کند و پس از طی چند فرآیند مختلف به حالت اولیه‌ی خود در دیگ بخار برمی‌گردد و این چرخه دائماً تکرار می‌شود.

- ماشین بخار را ماشین برون‌سوز گویند زیرا گرما توسط کوره از بیرون به آب داده می‌شود.

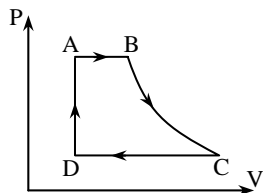
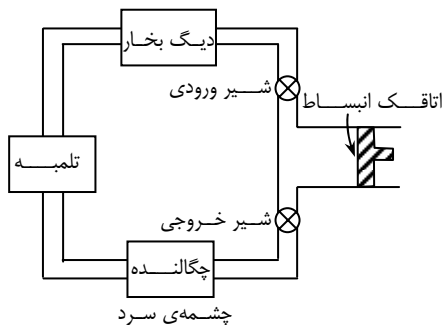
- از A تا B: تبدیل آب به بخار آب داغ در فشار ثابت با گرفتن گرما از کوره.

- از B تا C: انبساط بی‌درروی بخار آب، در این مرحله انرژی مکانیکی مورد نیاز از ماشین بخار به دست می‌آید. در این مرحله شیر ورودی باز شده، بخار پیستون را در اتاقک انبساط به عقب می‌راند.

- از C تا D: میعان بخار آب در فشار ثابت

- از D تا A: افزایش فشار آب تا فشار اولیه در حجم تقریباً ثابت

چشمه‌ی گرم (کوره)



نمودار P-V یک ماشین بخار آرمانی

ماشین گرمایی درون‌سوز: (چرخه‌ی اُتو)

- از E تا D: در یک فرآیند هم‌فشار مکش صورت می‌گیرد و پیستون پایین می‌آید.

- از A تا D: پیستون طی یک فرآیند بی‌دررو بالا می‌رود و گاز را متراکم می‌کند.

- از A تا B: در اثر جرقه‌ی شمع، مخلوط هوا و سوخت منفجر گشته، طی یک فرآیند هم‌حجم، دما و فشار به شدت بالا می‌رود. (Q_H دریافت می‌شود)

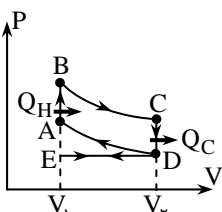
- از B تا C: در یک فرآیند بی‌دررو پیستون به پایین رانده می‌شود.

- از C تا D: در یک فرآیند هم‌حجم، گاز از سوپاپ خروجی خارج شده و فشار گاز کاهش می‌یابد.

- از D تا E: پیستون روبه بالا حرکت کرده تا باقی‌مانده‌ی گازهای حاصل را در یک فرآیند هم‌فشار از سیلندر خارج کرده و دستگاه به حالت اولیه باز گردد.

- با تکرار چرخه‌ی فوق، ماشین کار می‌کند.

- در نمودار چرخه‌ی اُتو معمولاً فرآیند E تا D و D تا E را که وارون یکدیگر هستند رسم نمی‌کنند. اما برای توضیح کامل باید مورد توجه قرار گیرد.



یخچال

- یک ماشین گرمایی که در جهت وارون کار کند را یخچال گویند.

- یخچال به انجام کار بر روی دستگاه (گاز فرئون)، گرما را از چشمه‌ی سرد (محتویات درون یخچال) می‌گیرد و گرمای Q_H را به چشمه‌ی گرم (هوای بیرون یخچال) می‌دهد:

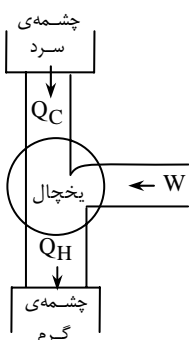
$$K = \frac{Q_C}{W}$$

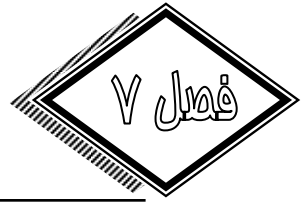
- نسبت Q_C به W را ضریب عملکرد یخچال می‌گویند:

- چرخه‌ی یخچال پادساعتگرد است.

قانون دوم ترمودینامیک (بیان یفحالی): گرما به خودی‌خود از جسم سرد به جسم گرم منتقل نمی‌شود.

- اگر قانون دوم به بیان یخچالی نقض شود، قانون دوم به بیان ماشین گرمایی نیز نقض می‌شود.





ترمودینامیک

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

معادله‌ی حالت گاز کامل

۱۲۳۴- ۰/۵ مول گاز در فشار 10^5 پاسکال ۸/۳ لیتر حجم دارد. دمای این گاز چند کلوین است؟ $(R = 8/3 \frac{J}{mol.K})$

- (۱) ۴۰۰
- (۲) ۱۰۰
- (۳) ۵۰
- (۴) ۲۰۰

۱۲۳۵- یکای R (ثابت جهانی گازها) در SI کدام است؟

- (۱) $\frac{J}{kg^\circ C}$
- (۲) $\frac{J}{kg.K}$
- (۳) $\frac{J}{mol^\circ C}$
- (۴) $\frac{J}{mol.K}$

۱۲۳۶- برای گازهای کامل حاصل ضرب فشار در حجم در دمای ثابت مقدار ثابتی است. این مقدار ثابت به کدام یک از عامل‌های زیر بستگی دارد؟
(۱) فقط به جرم گاز (۲) فقط به دمای گاز (۳) فشار و حجم گاز (۴) جرم، دما و جنس گاز

۱۲۳۷- درون ظرفی به حجم ۲ لیتر مقدار ۶۴ گرم اکسیژن با فشار ۱۶ اتمسفر موجود است. دمای این گاز چند درجه‌ی سلسیوس است؟ (جرم مولکولی

اکسیژن $\frac{32}{mol}$ و R در SI برابر ۸ است.)

- (۱) ۲۰۰
- (۲) ۱۰۰
- (۳) -۷۳
- (۴) -۱۷۳

۱۲۳۸- در اتاقی به ابعاد $3m \times 4m \times 8m$ چند کیلوگرم هوا وجود دارد؟ (فشار هوا ۱ اتمسفر و دمای اتاق $27^\circ C$ است. و جرم مولکولی هوا

$\frac{29}{mol}$ و مقدار R در SI برابر ۸ می‌باشد.)

- (۱) ۱۱/۶
- (۲) ۱۱۶
- (۳) ۲۹
- (۴) ۲۹۰

۱۲۳۹- حجم مخزنی محتوی هوا، برابر ۳۰ لیتر است. فشار هوای درون آن $1.057 \times 10^5 Pa$ و دمای آن $27^\circ C$ است. جرم هوای درون مخزن چند

گرم است؟ (جرم مولکولی هوا برابر $\frac{29}{mol}$ است و مقدار R در SI برابر $8/314$ می‌باشد.)

- (۱) ۱۱۵
- (۲) ۱۴۵
- (۳) ۱۳۵
- (۴) ۱۰۵

۱۲۴۰- دو مخزن به حجم مساوی، اولی محتوی گاز CO با جرم مولی $\frac{28}{mol}$ و دیگری اکسیژن O_2 با جرم مولی $\frac{32}{mol}$ دارای دما و فشار

یکسان هستند. نسبت تعداد مولکول‌های گاز CO به تعداد مولکول‌های گاز O_2 در این دو مخزن برابر است با:

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

۱۲۴۱- ۲۰ گرم گاز کامل در فشار ۴atm در محفظه‌ای به حجم ۳۰ لیتر قرار دارد. در دمای ثابت، ۱۰ گرم از گاز را خارج کرده و حجم محفظه را نیز نصف می‌کنیم. فشار آن چند اتمسفر می‌شود؟ (سراسری ریاضی - ۸۵)

- (۱) ۲
- (۲) ۴
- (۳) ۶
- (۴) ۸

۱۲۴۲- ۵/۷ گرم از یک گاز در فشار ۵۷ سانتی‌متر جیوه و دمای $273^\circ C$ حجمی برابر ۵/۶ لیتر دارد. جرم مولکولی این گاز چند گرم بر مول است؟

(شرایط استاندارد $\theta_0 = 0^\circ C$ ، $P_0 = 76cmHg$ و $V_0 = 22/4lit$)

- (۱) ۳۰/۴
- (۲) ۶۰/۸
- (۳) ۱۵/۲
- (۴) ۳۰

۱۲۴۳- کدام رابطه برای جگالی یک گاز کامل درست است؟ (M جرم مولکولی گاز، P فشار گاز و T دمای مطلق گاز)

- (۱) $\rho = \frac{PT}{RM}$
- (۲) $\rho = \frac{PM}{RT}$
- (۳) $\rho = \frac{M}{V}$
- (۴) $\rho = \frac{PTR}{M}$

۱۲۴۴- فشار گاز کاملی را دو برابر و دمای آن را نصف می‌کنیم. چگالی گاز چند برابر می‌شود؟

- (۱) ۱ (۲) ۴ (۳) $\frac{1}{4}$ (۴) اظهار نظر قطعی ممکن نیست.

۱۲۴۵- فشار گاز کاملی دو برابر و دمای آن بر حسب درجه‌بندی سلسیوس نصف می‌شود. چگالی گاز چند برابر خواهد شد؟

- (۱) ۱ (۲) ۴ (۳) $\frac{1}{4}$ (۴) اظهار نظر قطعی ممکن نیست.

۱۲۴۶- در ظرفی به حجم ۱۶ لیتر، ۸ گرم گاز هیدروژن با فشار ۴ atm داریم. در فشار ثابت حجم گاز را به نصف می‌رسانیم. دمای گاز چند درجه‌ی سلسیوس تغییر می‌کند؟ ($R = 8 \frac{J}{mol.K}$ و $M_{H_2} = 2 \frac{g}{mol}$)

- (۱) ۵۰°C کاهش می‌یابد. (۲) ۱۰۰°C کاهش می‌یابد. (۳) ۵۰°C افزایش می‌یابد. (۴) ۱۰۰°C افزایش می‌یابد.

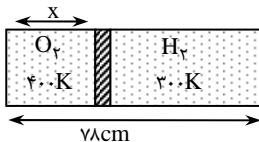
۱۲۴۷- ظرفی به حجم ۲ لیتر محتوی نیتروژن با فشار ۲ اتمسفر و ظرف دیگری به حجم ۸ لیتر، محتوی نیتروژن با فشار ۷ اتمسفر مفروضند. در دمای ثابت اگر دو ظرف را به هم مربوط سازیم، پس از مخلوط شدن گازها فشار مخلوط بر حسب اتمسفر برابر است با:

- (۱) ۴/۵ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۶

۱۲۴۸- در داخل یک مخزن ۴ لیتر هوا با فشار ۵ اتمسفر موجود است. مقداری از هوای این مخزن را خارج می‌کنیم و در نتیجه فشار آن به ۳ اتمسفر می‌رسد. حجم هوای خارج شده از مخزن در فشار یک اتمسفر چند لیتر است؟ (فرض کنید دما ثابت است.)

- (۱) ۴ (۲) ۸ (۳) ۱۲ (۴) ۲۰

۱۲۴۹- مطابق شکل داخل یک استوانه به وسیله‌ی پیستون عایقی که می‌تواند در طول آن جابه‌جا شود به دو بخش تقسیم شده است. پیستون در حالت تعادل است جرم دو گاز برابر است. X بر حسب سانتی‌متر کدام است؟



- (۱) ۴ (۲) ۵ (۳) ۶ (۴) ۸

۱۲۵۰- یک گاز کامل چنان انبساط می‌یابد که بین حجم و فشار آن رابطه‌ی «ثابت P^2V » برقرار است. در این فرآیند دمای گاز چگونه تغییر می‌کند؟

- (۱) به صورت خطی کاهش می‌یابد. (۲) به صورت خطی افزایش می‌یابد. (۳) به صورت غیرخطی کاهش می‌یابد. (۴) به صورت غیرخطی افزایش می‌یابد.

۱۲۵۱- استوانه‌ای به حجم ۵۰ لیتر حاوی گاز هلیوم در فشار ۱۵۰ جو و دمای ۲۷°C است. اگر گاز را مایع کنیم، حجم مایع چند لیتر خواهد شد؟ (چگالی مایع هلیوم $0.125 \frac{g}{cm^3}$ و $R = 8 \frac{J}{mol.K}$ و $M_{He} = 4 \frac{g}{mol}$ است.)

- (۱) ۱۰۰ (۲) ۱۰ (۳) ۳۰۰ (۴) ۳۰

۱۲۵۲- اگر حجم یک مول گاز در فشار یک جو و دمای صفر درجه‌ی سلسیوس، ۲۲/۴ لیتر باشد، حجم ۶ گرم هیدروژن در فشار ۲ جو و دمای ۱۸۲°C چند لیتر است؟ (سراسری ریاضی - ۸۶)

- (۱) ۲۸ (۲) ۳۶ (۳) ۵۶ (۴) ۸۴

۱۲۵۳- مخلوطی از ۲ مول گاز کامل A و یک مول 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 شد با:

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

قانون اول ترمودینامیک تغییر انرژی درونی

۱۲۵۴- در یک فرآیند ترمودینامیکی دستگاه ۵۰۰ ژول کار انجام می‌دهد و ۳۰۰ ژول گرما دریافت می‌کند. تغییر انرژی درونی دستگاه چه قدر است؟

- (۱) +۸۰۰ J (۲) -۸۰۰ J (۳) -۲۰۰ J (۴) +۲۰۰ J

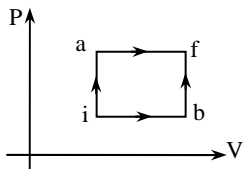
۱۲۵۵- مقدار معینی گاز با دریافت ۴۰۰ J گرما منبسط می‌شود و ۱۰۰ J کار با محیط مبادله می‌کند. تغییر انرژی درونی آن چند ژول است؟

- (۱) +۵۰۰ (۲) -۵۰۰ (۳) +۳۰۰ (۴) -۳۰۰

۱۲۵۶- دمای یک قطعه فلز به جرم $m = 200 \text{ g}$ از ۱۵°C به ۹۵°C می‌رسد. انرژی درونی آن چه قدر افزایش می‌یابد؟ ($C = 600 \frac{J}{kg.K}$) (از تغییر حجم صرف‌نظر شود.)

- (۱) ۹۶ kJ (۲) ۹/۶ kJ (۳) ۹۶۰ kJ (۴) ۹۶۰ J

۱۲۵۷- مطابق شکل، یک گاز کامل در طول مسیر iaf از حالت i به f می‌رسد. در این فرآیند گاز با محیط ۲۱۰ ژول گرما و ۸۴ ژول کار مبادله می‌کند. اگر این فرآیند در مسیر ibf انجام شود گاز با محیط ۱۵۰ ژول گرما مبادله می‌کند. کاری که گاز در مسیر ibf روی محیط انجام می‌دهد چند ژول است؟



- (۱) $+۲۴$ (۲) -۲۴ (۳) $+۴۸$ (۴) -۴۸

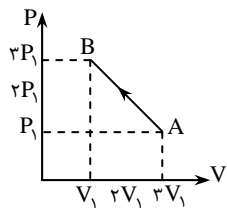
۱۲۵۸- انرژی درونی مقدار معینی گاز کامل را افزایش داده‌ایم. کدام کمیت وابسته به گاز الزاماً افزایش یافته است؟ (سنجش ریاضی - ۸۴)

- (۱) چگالی (۲) حجم (۳) دما (۴) فشار

۱۲۵۹- هنگامی که یک گرم آب ۱۰۰°C در فشار ۱atm می‌جوشد و بخار می‌شود تقریباً $۱۷۰ \cdot \text{cm}^3$ بخار تولید می‌شود. تغییر انرژی درونی آن بعد از تبخیر تقریباً چند ژول است؟ ($L_V = ۲۲۶ \cdot \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$)

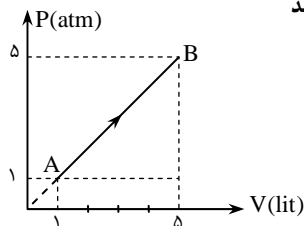
- (۱) ۲۲۶۰ (۲) ۲۰۹۰ (۳) ۲۴۲۹ (۴) ۱۴۲۹

۱۲۶۰- فرآیند آرمانی گاز کاملی به شکل روبه‌رو است. اگر کار و گرمای دریافت شده به‌وسیله‌ی گاز Q و W باشد، کدام رابطه درست است؟ (آزاد ریاضی - ۸۱)



- (۱) $W + Q > 0$ (۲) $W + Q < 0$ (۳) $Q < 0$ و $W > 0$ (۴) $W + Q = 0$

۱۲۶۱- یک گاز کامل مطابق شکل از حالت A به حالت B می‌رسد. کار انجام شده توسط گاز در این فرآیند چند ژول است؟



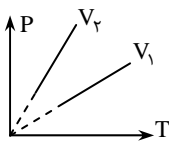
- (۱) ۱۲۰J (۲) -۱۲۰J (۳) ۶۰J (۴) -۶۰J

◆ فرآیند هم حجم

۱۲۶۲- در یک فرآیند هم حجم ۱۰۰ ژول گرما به دستگاه داده می‌شود. تغییر انرژی درونی دستگاه چند ژول است؟

- (۱) ۱۰۰ (۲) صفر (۳) -۱۰۰ (۴) ۲۰۰

۱۲۶۳- تغییرات فشار در مقابل دمای یک گاز در دو حجم ثابت V_1 و V_2 مطابق شکل است. در این صورت:



- (۱) $V_1 = V_2$ (۲) $V_1 > V_2$ (۳) $V_1 < V_2$

(۴) داده‌های مسئله برای مقایسه‌ی V_1 و V_2 کافی نیست.

۱۲۶۴- دمای ۶۴ گرم اکسیژن در فرآیند هم‌حجم از ۲۰°C به ۱۲۰°C می‌رسد. در این فرآیند گاز چند کیلوژول گرما دریافت کرده است؟

$$\left(M_{O_2} = ۳۲ \frac{\text{g}}{\text{mol}} \text{ و } R = ۸ \frac{\text{J}}{\text{mol.K}} \right)$$

- (۱) $۲/۴$ (۲) $۴/۸$ (۳) ۲ (۴) ۴

۱۲۶۵- حجم مخزنی که با هلیوم در شرایط متعارفی پر شده ۴۳۶۸ لیتر است. چند ژول گرما لازم است تا دمای گاز به ۵۰°C برسد؟ ($R = ۸ \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$)

- (۱) ۴×۱۰^۴ (۲) $۱/۲ \times ۱۰^۵$ (۳) ۲×۱۰^۲ (۴) ۴×۱۰^۲

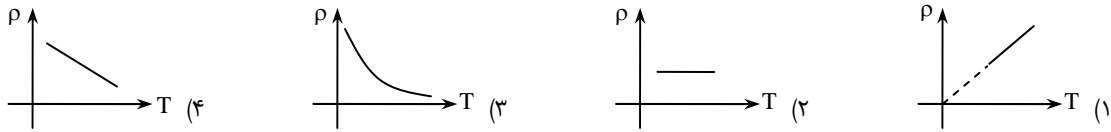
۱۲۶۶- در یک فرآیند هم‌حجم، فشار گاز کامل تک اتمی دو برابر می‌شود. انرژی درونی گاز چند برابر می‌شود؟

- (۱) $1/۲$ (۲) ۲ (۳) ۴ (۴) $\sqrt{۲}$

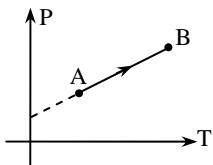
۱۲۶۷- درون ظرفی 20 cm^3 گاز کامل اکسیژن با فشار 2 atm وجود دارد. در حجم ثابت فشار گاز به $1/5$ اتمسفر می‌رسد. انرژی درونی گاز چند ژول تغییر می‌کند؟

- (۱) 25 J افزایش می‌یابد. (۲) 50 J افزایش می‌یابد. (۳) 25 J کاهش می‌یابد. (۴) 50 J کاهش می‌یابد.

۱۲۶۸- در یک فرآیند هم‌حجم برای گاز کامل نمودار چگالی بر حسب دمای مطلق گاز کدام است؟

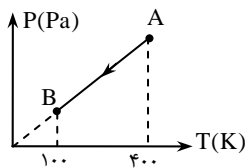


۱۲۶۹- گاز کاملی طی یک فرآیند مطابق شکل از حالت A به B می‌رسد در این فرآیند:



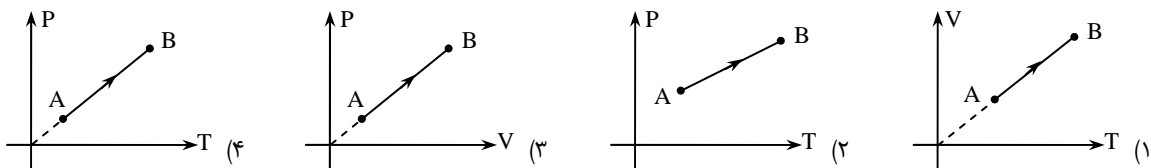
- (۱) حجم گاز ثابت می‌ماند.
 (۲) حجم گاز افزایش می‌یابد.
 (۳) حجم گاز کاهش می‌یابد.
 (۴) حجم گاز ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

۱۲۷۰- دو مول گاز اکسیژن مطابق شکل روبه‌رو فرآیند A تا B را انجام داده است. اندازه‌ی تغییر انرژی درونی آن چند ژول است؟ ($R = 8 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$)



- (۱) 12000 (۲) 7200 (۳) -12000 (۴) -7200

۱۲۷۱- در کدام یک از فرآیندهای زیر کار انجام شده روی گاز صفر است؟



فرآیند هم‌فشار

۱۲۷۲- دمای 10 گرم هیدروژن در فشار ثابت از 100 K به 300 K می‌رسد. کار انجام شده توسط گاز بر روی محیط چند ژول است؟ ($R = 8 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$)

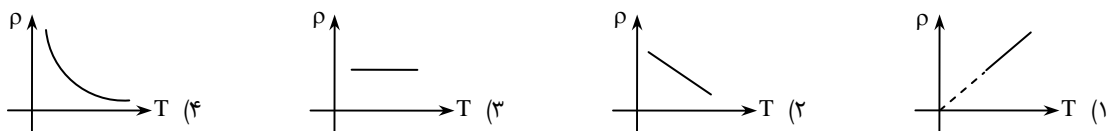
$$(M_{H_2} = 2 \frac{\text{g}}{\text{mol}})$$

- (۱) 800 (۲) -800 (۳) -800 (۴) 800

۱۲۷۳- حجم گاز کاملی در فشار ثابت 2 اتمسفر، $3/6$ لیتر کاهش می‌یابد. کار انجام شده بر روی گاز در این فرآیند چند ژول است؟

- (۱) $7/2$ (۲) 720 (۳) -72 (۴) -7200

۱۲۷۴- کدام نمودار تغییرات چگالی یک گاز کامل را نسبت به دمای مطلق گاز در فرآیند هم‌فشار درست نشان می‌دهد؟



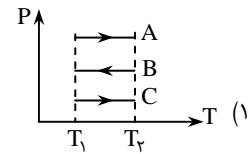
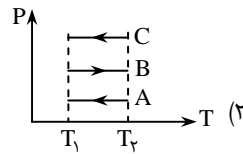
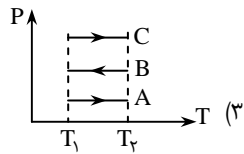
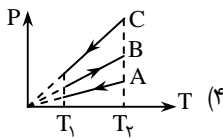
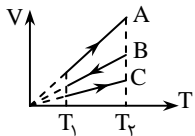
۱۲۷۵- برای یک گاز کامل مقدار $C_{Mp} - C_{Mv}$:

- (۱) برابر nR است.
 (۲) برابر R است.
 (۳) بستگی به این دارد که گاز چند اتمی است.
 (۴) بستگی به جنس گاز دارد.

۱۲۷۶- در تراکم هم‌فشار به روی مقدار معینی گاز کامل تک اتمی، کار انجام شده بر روی گاز W و گرمای مبادله شده‌ی گاز با محیط Q است. داریم:

- (۱) $Q > W, Q > 0, W > 0$
 (۲) $|Q| > W, Q < 0, W > 0$
 (۳) $|Q| < W, Q < 0, W > 0$
 (۴) $|Q| > W, Q < 0, W < 0$

۱۲۷۷- نمودار $V-T$ سه فرآیند A ، B و C گاز کاملی به صورت شکل روبه‌رو است. نمودار $P-T$ آن‌ها کدام است؟



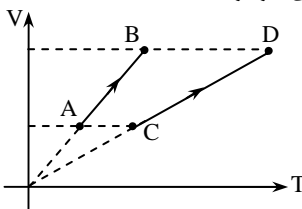
۱۲۷۸- در یک فرآیند هم فشار، گاز کامل تک اتمی را متراکم می‌کنیم، گرمای مبادله شده با محیط 500 ژول است. کار دستگاه روی محیط چند ژول است؟

- (۱) -200 (۲) 200 (۳) 300 (۴) -300

۱۲۷۹- دمای 2 مول گاز کامل تک اتمی در فشار ثابت از 400 K به 200 K می‌رسد. گرمای مبادله شده‌ی گاز با محیط در این فرآیند چند کیلوژول است؟ $(R = 8 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}})$

- (۱) $+48$ (۲) $+80$ (۳) -48 (۴) -80

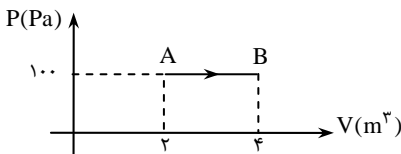
۱۲۸۰- در شکل مقابل دو فرآیند AB و CD گاز کاملی رسم شده است. کدام گزینه در مورد کار انجام شده بر روی گاز درست است؟



- (۱) $|W_{AB}| < |W_{CD}|$
 (۲) $|W_{AB}| > |W_{CD}|$
 (۳) $|W_{AB}| = |W_{CD}|$

(۴) پاسخ بستگی به چند اتمی بودن گاز دارد.

۱۲۸۱- مطابق شکل روبه‌رو، گاز کاملی فرآیند AB را طی می‌کند. اگر طی این فرآیند، 700 ژول گرما به گاز داده شود، تغییرات انرژی درونی گاز بر حسب ژول کدام است؟



- (۱) 300
 (۲) 500
 (۳) -500
 (۴) -300

۱۲۸۲- مقداری گاز تک اتمی در یک استوانه با قاعده‌ای به مساحت 2 cm^2 زیر یک پیستون محبوس شده است. اگر 50 ژول گرما به گاز داده شود و پیستون آزادانه با سرعت ثابت جابه‌جا شود، پیستون چند سانتی‌متر جابه‌جا خواهد شد؟ (فشار هوا 10^5 Pa و جرم پیستون ناچیز است).

- (۱) 5 (۲) $7/5$ (۳) 10 (۴) $12/5$

۱۲۸۳- در طی یک فرآیند آرمانی هم حجم، دمای 2 مول گاز کامل 10°C افزایش و انرژی درونی آن 568 J تغییر کرده است. ظرفیت گرمایی مولی این گاز در حجم ثابت در SI کدام است؟

- (۱) $113/6$ (۲) $28/4$ (۳) $11/36$ (۴) داده‌های مسئله کافی نیست.

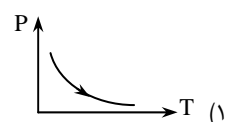
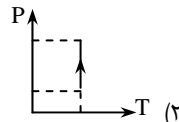
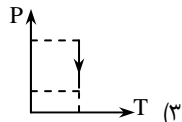
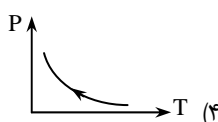
۱۲۸۴- گرمای ویژه‌ی گاز اکسیژن در حجم ثابت $650 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}$ است. گرمای ویژه این گاز در فشار ثابت بر حسب $(\frac{\text{J}}{\text{kg.K}})$ چقدر است؟ (جرم مولی

اکسیژن $32 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ و $R = 8 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$ است.)

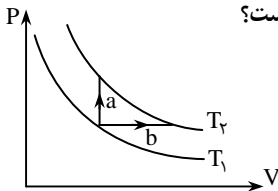
- (۱) 658 (۲) 900 (۳) $650/25$ (۴) 850

◆ فرآیند هم‌دما

۱۲۸۵- در یک فرآیند هم‌دما گاز کاملی را متراکم می‌کنیم. کدام نمودار درست است؟

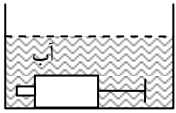


۱۲۸۶- دو فرآیند همدمای گاز کاملی در دستگاه مختصات $P - V$ شکل روبه‌رو رسم شده است. کدام گزینه درست است؟



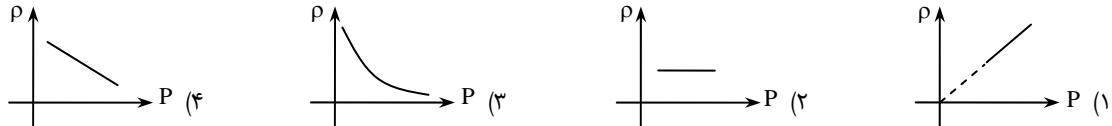
- (۱) کار در مسیر b صفر است.
- (۲) تغییر انرژی درونی در مسیر a صفر است.
- (۳) تغییر انرژی درونی در مسیر b صفر است.
- (۴) تغییر انرژی درونی در هر دو مسیر یکی است.

۱۲۸۷- یک سیلندر با انتهای بسته محتوی مقداری هوا، مطابق شکل در ته ظرف آبی قرار دارد. هوای درون سیلندر در تعادل ترمودینامیکی است و بیستون می‌تواند آزادانه حرکت کند و اصطکاک بیستون با سیلندر ناچیز است. آب مخزن را قطره قطره (به تدریج) اضافه می‌کنیم. هوای درون سیلندر چه فرآیندی را انجام می‌دهد؟



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

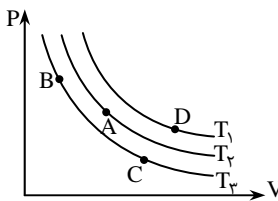
۱۲۸۸- نمودار چگالی یک گاز کامل بر حسب فشار گاز در یک فرآیند آرمانی هم‌دما کدام است؟



۱۲۸۹- مقدار معینی از یک گاز کامل طی دو فرآیند جداگانه و همدمای T_1 و T_2 به یک اندازه متراکم می‌شوند. کار انجام شده بر روی گاز در 2 فرآیند به ترتیب W_1 و W_2 است. اگر $T_2 > T_1$ باشد، کدام گزینه درست است؟

- (۱) $W_1 = W_2$
- (۲) $W_1 > W_2$
- (۳) $W_1 < W_2$
- (۴) بستگی به حجم اولیه‌ی هر یک از دو گاز دارد.

۱۲۹۰- سه نمودار هم‌دما در شکل روبه‌رو مربوط به یک مقدار معینی از یک گاز کامل می‌باشد. در کدام نقطه انرژی درونی گاز بیشینه است؟ (سنجش ریاضی - ۸۳)



- (۱) D
- (۲) B
- (۳) C
- (۴) A

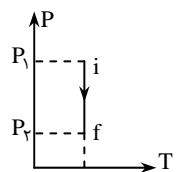
۱۲۹۱- در دمای ثابت حجم مقدار معینی گاز کامل را به تدریج کم می‌کنیم تا فشار گاز دو برابر شود. اگر در این فرآیند کاری که محیط روی دستگاه انجام می‌دهد W و گرمای داده شده به دستگاه Q باشد کدام رابطه درست است؟ (سراسری ریاضی - ۸۲)

- (۱) $W = Q$
- (۲) $W = -Q$
- (۳) $W = 0$ و $Q \neq 0$
- (۴) $W \neq 0$ و $Q = 0$

۱۲۹۲- اگر در یک فرآیند آرمانی هم‌دما، حجم یک گاز کامل 3 برابر شود، انرژی درونی گاز نسبت به حالت اول چند برابر می‌شود؟

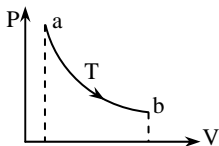
- (۱) ۳
- (۲) $\frac{1}{3}$
- (۳) ۹
- (۴) ۱

۱۲۹۳- شکل روبه‌رو، فرآیند آرمانی روی یک گاز کامل را نشان می‌دهد. اگر Q گرمای داده شده به گاز و W کار انجام شده روی گاز در این فرآیند باشد، کدام گزینه درست است؟



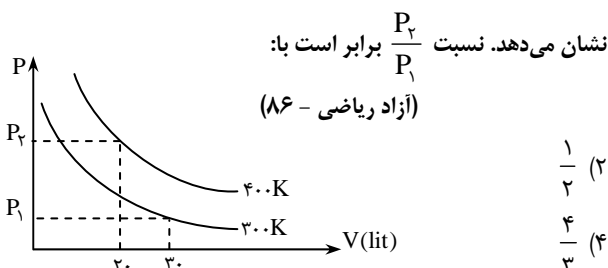
- (۱) $0 < Q = W$
- (۲) $Q > 0 > W$
- (۳) $Q < 0 < W$
- (۴) $W = Q < 0$

۱۲۹۴- مقدار معینی از یک گاز کامل فرآیندی هم‌دما مطابق شکل طی می‌کند. اگر مساحت زیر نمودار 10^4 J باشد، کدام گزینه درباره‌ی گرمای مبادله شده طی فرآیند a تا b درست است؟



- (۱) باید دمای T و گرمای ویژه‌ی گاز معلوم باشد.
- (۲) گرمای مبادله شده صفر است.
- (۳) گاز 10^4 J گرما از دست می‌دهد.
- (۴) گاز 10^4 J گرما دریافت می‌کند.

۱۲۹۵- شکل روبه‌رو نمودار هم‌دمای گاز کاملی را در دماهای 300K و 400K نشان می‌دهد. نسبت $\frac{P_2}{P_1}$ برابر است با:



(آزاد ریاضی - ۸۶)

- (۱) ۲
- (۲) $\frac{1}{2}$
- (۳) $\frac{3}{4}$
- (۴) $\frac{4}{3}$

◆ فرآیند بی‌دررو

۱۲۹۶- در کدام فرآیند زیر، گرمای مبادله شده‌ی گاز با محیط صفر است:

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

۱۲۹۷- در انبساط بی‌درروی گاز کامل، کدام کمیت مربوط به گاز ثابت می‌ماند؟

- (۱) انرژی درونی (۲) فشار (۳) حجم (۴) هیچ‌کدام

۱۲۹۸- مایعی درون ظرفی که عایق گرما است با یک همزن به هم زده می‌شود و در اثر این کار دمای آن بالا می‌رود. این مایع:

- (۱) از خارج کار دریافت می‌کند. (۲) از خارج گرما دریافت می‌کند.
(۳) کار به خارج می‌دهد و گرما می‌دهد. (۴) کار و گرما از خارج می‌گیرد.

۱۲۹۹- اگر در یک فرآیند بی‌دررو حجم مقدار معینی گاز کامل افزایش یابد، دما و انرژی درونی آن چگونه تغییر می‌کند؟

- (۱) کاهش - افزایش (۲) افزایش - افزایش (۳) کاهش - کاهش (۴) کاهش - کاهش

۱۳۰۰- در یک تراکم بی‌دررو دو مول گاز تک اتمی، کار محیط روی دستگاه ۵۰۰ ژول است. دمای گاز چند درجه‌ی سلسیوس تغییر کرده است؟

$$(R = \frac{25}{3} \frac{J}{mol.K})$$

- (۱) ۲۰°C بالا می‌رود. (۲) ۲۰°C پایین می‌آید (۳) ۱۰°C بالا می‌رود. (۴) ۱۰°C پایین می‌آید.

۱۳۰۱- حجم نیم مول گاز کامل تک اتمی را به طور بی‌دررو نصف می‌کنیم. در این فرآیند ۱۸۰ ژول کار روی گاز صورت می‌گیرد. تغییرات انرژی درونی و

$$\text{تغییر دمای مطلق گاز در SI به ترتیب از راست به چپ کدامند؟ } (R = 8 \frac{J}{mol.K})$$

- (۱) ۱۵ و ۹۰ (۲) ۱۵ و ۱۸۰ (۳) ۳۰ و ۱۸۰ (۴) ۳۰ و ۹۰

۱۳۰۲- در تراکم بی‌درروی یک گاز کامل:

- (۱) فشار گاز متناسب با عکس حجم گاز تغییر می‌کند. (۲) گرمای مبادله شده با محیط صفر است و دمای گاز تغییر نمی‌کند.
(۳) کار انجام شده توسط گاز منفی است و دمای گاز افزایش می‌یابد. (۴) کار انجام شده روی گاز مثبت است و دمای گاز کاهش می‌یابد.

۱۳۰۳- مقدار معینی گاز کامل درون استوانه‌ای توسط یک پیستون محبوس شده است. پیستون را خیلی سریع پایین می‌آوریم تا حجم گاز درون استوانه

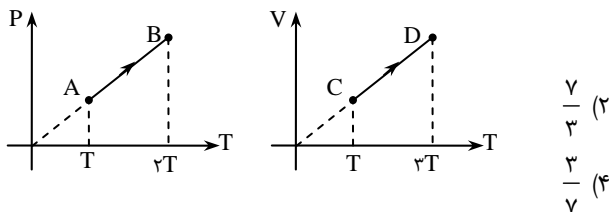
نصف شود. فشار گاز بلافاصله پس از این عمل چه تغییری می‌کند؟

- (۱) دو برابر می‌شود. (۲) کم‌تر از نصف می‌شود. (۳) نصف می‌شود. (۴) از دو برابر بیش‌تر می‌شود.

◆ فرآیندها

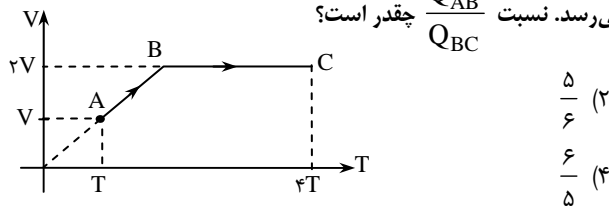
۱۳۰۴- مطابق شکل، ۲ مول گاز تک اتمی از حالت A به B می‌رسد و ۱ مول گاز دو اتمی از حالت C به D می‌رسد. اگر Q_{CD} و Q_{AB} گرمای

مبادله شده‌ی گازها با محیط باشد، نسبت $\frac{Q_{CD}}{Q_{AB}}$ برابر است با:



- (۱) $\frac{5}{3}$ (۲) $\frac{7}{3}$ (۳) $\frac{3}{5}$ (۴) $\frac{3}{7}$

۱۳۰۵- مقدار معینی گاز کامل تک اتمی مطابق شکل از حالت A به حالت C می‌رسد. نسبت $\frac{Q_{AB}}{Q_{BC}}$ چقدر است؟



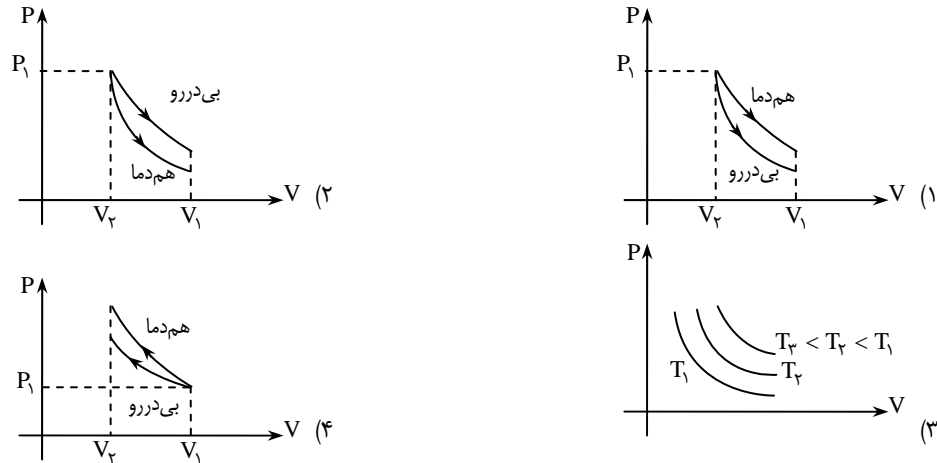
- (۱) $\frac{5}{3}$ (۲) $\frac{5}{6}$ (۳) $\frac{3}{5}$ (۴) $\frac{6}{5}$

۱۳۰۶- n مول گاز کامل طی یک فرآیند از دمای T_A به دمای T_B می‌رسد. تغییر انرژی درونی گاز از رابطه‌ی $\Delta U = nC_{MV}\Delta T$ به دست می‌آید.

فرآیند الزاماً:

- (۱) هم‌حجم است. (۲) هم‌فشار است. (۳) بی‌دررو است. (۴) هر سه حالت ممکن است.

۱۳۰۷- کدام یک از شکل‌های زیر درست است؟



۱۳۰۸- حجم مقدار معینی از یک گاز کامل ابتدا در یک فرآیند هم‌فشار دو برابر می‌شود و سپس طی یک فرآیند بی‌دررو مقدار معینی منبسط می‌شود. انرژی درونی گاز چه تغییری می‌کند؟
 (۱) افزایش می‌یابد.
 (۲) کاهش می‌یابد.
 (۳) تغییر نمی‌کند.
 (۴) بستگی به حجم نهایی گاز هر سه حالت ممکن است.

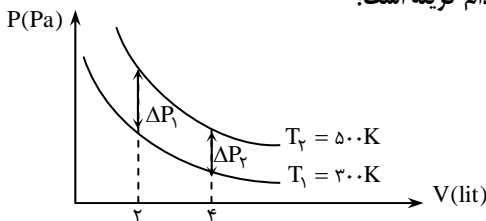
۱۳۰۹- در یک فرآیند ترمودینامیکی دمای مقدار معینی گاز کامل افزایش می‌یابد:

- (۱) در این فرآیند گاز، از محیط گرما گرفته است.
- (۲) در این فرآیند گاز با محیط تبادل گرما داشته است.
- (۳) در این فرآیند ممکن است گاز به محیط گرما داده باشد.
- (۴) بستگی به شرایط هر سه حالت ممکن است درست باشد.

۱۳۱۰- مقداری گاز کامل را به صورت هم‌دما متراکم کرده و سپس به صورت بی‌دررو به حجم اولیه باز می‌گردانیم. در کل فرآیند:

- (۱) روی دستگاه کار انجام شده و دستگاه گرما به محیط می‌دهد.
- (۲) دستگاه از محیط گرما گرفته و روی محیط کار انجام می‌دهد.
- (۳) محیط روی دستگاه کار انجام می‌دهد و دستگاه از محیط گرما می‌گیرد.
- (۴) دستگاه به محیط گرما می‌دهد و روی محیط کار انجام می‌دهد.

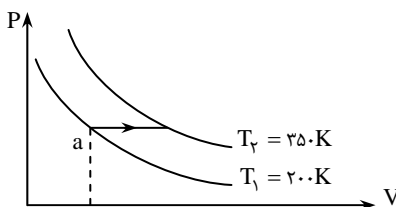
۱۳۱۱- نمودار P-V دو فرآیند هم‌دمای گاز کاملی مطابق شکل است. نسبت $\frac{\Delta P_2}{\Delta P_1}$ برابر کدام گزینه است؟



- (۱) ۱
- (۲) ۲
- (۳) ۱/۲
- (۴) ۵/۳

۱۳۱۲- در شکل روبه‌رو دمای نیم مول گاز کامل با یک فرآیند هم‌فشار از T_1 به T_2 افزایش یافته

است. تغییر انرژی درونی گاز در این فرآیند چند ژول است؟ $(C_{MV} = 20 \frac{J}{mol.K})$



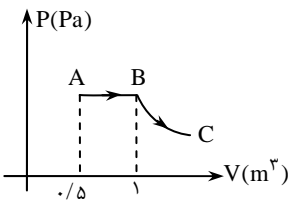
- (۱) ۱۵۰۰
- (۲) ۲۵۰۰
- (۳) صفر
- (۴) اطلاعات مسئله کافی نیست

۱۳۱۳- گازی در فشار P_1 و حجم V_1 قرار دارد. گاز را در یک فرآیند آرمانی تا حجم V_2 متراکم می‌کنیم. در کدام یک از فرآیندهای زیر کار انجام شده روی گاز بیش‌تر است؟

- (۱) هم‌فشار
- (۲) بی‌دررو
- (۳) هم‌دما
- (۴) فرآیندی بین دو حالت که فشار بر حسب حجم رابطه‌ای خطی داشته باشد.

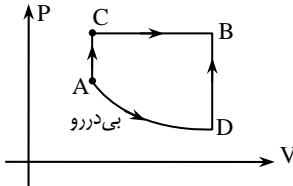
۱۳۱۴- گازی در فشار P_1 و حجم V_1 قرار دارد. گاز در یک فرآیند آرمانی تا حجم V_2 منبسط می‌شود. در کدام یک از فرآیندهای زیر کار انجام شده توسط گاز بیش‌تر است؟

- (۱) هم‌فشار
- (۲) بی‌دررو
- (۳) هم‌دما
- (۴) فرآیندی بین دو حالت که فشار بر حسب حجم رابطه‌ای خطی داشته باشد.



۱۳۱۵- ۲ مول گاز کامل تک اتمی با دمای 300K و حجم 0.5m^3 را مطابق شکل طی دو فرآیند آرمانی هم فشار و بی دررو منبسط کرده ایم. دمای گاز در ابتدا و انتهای تحول یکسان و $T_A = T_C = 300\text{K}$ است. کار انجام شده در فرآیند بی درروی BC بر حسب R کدام است؟

- (۱) $-90 \cdot R$
 (۲) $+90 \cdot R$
 (۳) $-60 \cdot R$
 (۴) $+60 \cdot R$

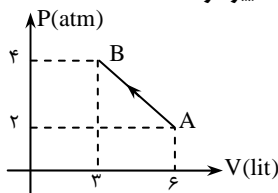


۱۳۱۶- مطابق شکل زیر ۲ مول گاز کامل از مسیر ACB از حالت A به B می‌رود. در این تحول، گرمای مبادله شده‌ی گاز با محیط 800 ژول و کار مبادله شده با محیط 150J است. اگر همین گاز در مسیر ADB از حالت A به B برود در این فرآیند 50 ژول کار با محیط مبادله می‌شود. اختلاف دمای دو

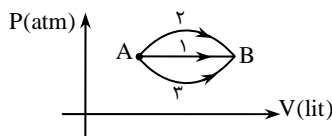
نقطه‌ی B و D چند کلونین است؟ $(C_{MV} = 14 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}})$

- (۱) $12/5$
 (۲) 25
 (۳) 50
 (۴) 10

۱۳۱۷- شکل مقابل فرآیند آرمانی یک گاز کامل را از حالت A به B نشان می‌دهد. در حین این فرآیند دمای گاز چگونه تغییر کرده است؟



- (۱) ابتدا کاهش و سپس افزایش یافته است.
 (۲) در طول فرآیند ثابت مانده است.
 (۳) به تدریج کاهش یافته است.
 (۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش یافته است.



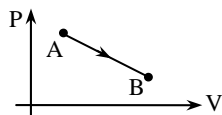
۱۳۱۸- مطابق شکل مقدار معینی از یک گاز کامل طی سه فرآیند جداگانه از حالت A به B می‌رسد. کدام گزینه در مورد گرمایی که گاز در سه فرآیند دریافت می‌کند درست است؟

- (۱) $Q_2 > Q_1 > Q_3$
 (۲) $Q_2 < Q_1 < Q_3$
 (۳) $Q_1 < Q_2 < Q_3$
 (۴) $Q_1 > Q_2 > Q_3$

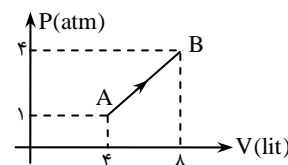
۱۳۱۹- گاز کاملی در حالت A قرار دارد. طی یک فرآیند هم دما، حجم گاز را دو برابر می‌کنیم و به حالت B می‌رسانیم. اگر همین مقدار از این گاز یک بار طی فرآیند ACB (هم فشار و هم حجم) و بار دیگر همین مقدار گاز طی فرآیند ADB (هم حجم و هم فشار) به حالت B برسانیم. کار انجام شده توسط گاز در فرآیند ACB چند برابر کار انجام شده توسط گاز در فرآیند ADB است؟

- (۱) 2
 (۲) -2
 (۳) 4
 (۴) -4

۱۳۲۰- مطابق شکل گاز کاملی طی یک فرآیند آرمانی از حالت A به B می‌رسد. جمله‌های زیر در مورد این فرآیند بیان شده است. کدام جمله الزاماً درست است؟



- (۱) انرژی درونی گاز کاهش یافته است.
 (۲) انرژی درونی گاز افزایش یافته است.
 (۳) تغییر انرژی درونی گاز صفر است.
 (۴) کار انجام شده توسط گاز مثبت است.



۱۳۲۱- ۲ مول گاز کامل سه اتمی، مطابق شکل از حالت A به B می‌رود. گرمایی که گاز با محیط مبادله

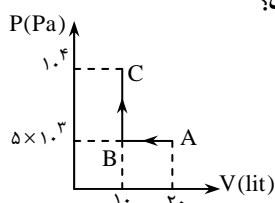
می‌کند چند کیلوژول است؟ $(C_{MV} = \frac{5}{2}R)$

- (۱) $8/8$
 (۲) $9/8$
 (۳) $10/8$
 (۴) 1

۱۳۲۲- رابطه‌ی فشار گاز کاملی به صورت $P = 2V + 1$ ، (P بر حسب اتمسفر و V بر حسب لیتر است). کار انجام شده توسط گاز، هنگامی که حجم گاز از ۲ لیتر به ۵ لیتر افزایش می‌یابد چند کیلو ژول است؟

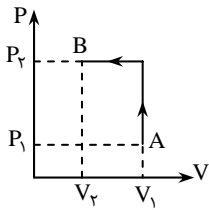
- (۱) $+4/8$
 (۲) $+2/4$
 (۳) $-4/8$
 (۴) $-2/4$

۱۳۲۳- نمودار فرآیند گاز کاملی به شکل روبه‌رو است. در این فرآیند گاز از محیط خارج چقدر کار و چقدر گرما گرفته است؟



- (۱) $Q = -50\text{J}$ و $W = 50\text{J}$
 (۲) $Q = 0$ و $W = 50\text{J}$
 (۳) $Q = 50\text{J}$ و $W = -50\text{J}$
 (۴) $Q = -50\text{J}$ و $W = 0$

۱۳۲۴- شکل روبه‌رو نمودار حجم و فشار گاز کاملی را در یک فرآیند آرمانی از A به B نشان می‌دهد. اگر کار انجام



شده روی گاز را با W و گرمای دریافت شده به وسیله‌ی آن را با Q نشان دهیم کدام درست است؟

(۱) $Q \leq 0$ و $W > 0$ یا $Q \geq 0$

(۲) $Q > 0$ و $W > 0$

(۳) $Q > 0$ و $W < 0$

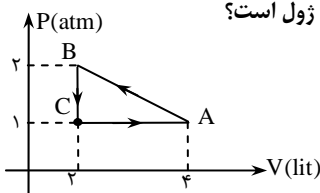
(۴) $Q \leq 0$ و $W < 0$ یا $Q \geq 0$

۱۳۲۵- مقدار معینی گاز کامل چنان انبساط می‌یابد که بین حجم و فشار آن رابطه‌ی «ثابت = PV^γ » برقرار است. اگر حجم گاز ۳ برابر شود انرژی درونی گاز چند برابر خواهد شد؟

- (۱) ۱ (۲) ۳ (۳) $\frac{1}{3}$ (۴) بستگی به چند اتمی بودن گاز دارد.

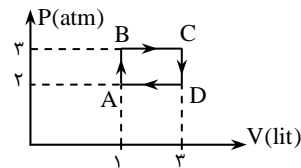
چرخه

۱۳۲۶- مطابق شکل، یک گاز کامل چرخه‌ی ABCA را می‌پیماید. کار انجام شده بر روی گاز در این چرخه چند ژول است؟



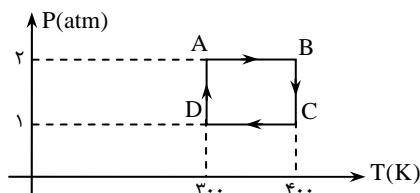
- (۱) ۳۰۰ (۲) -۳۰۰ (۳) ۱۰۰ (۴) -۱۰۰

۱۳۲۷- یک گاز کامل چرخه‌ی ABCDA را مطابق شکل طی می‌کند. کاری که گاز در این چرخه روی محیط انجام داده است چند ژول است؟



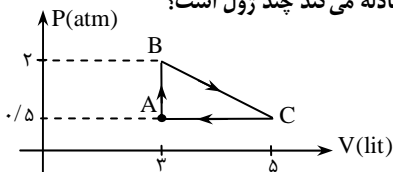
- (۱) ۱۰۰ (۲) ۲۰۰ (۳) -۲۰۰ (۴) -۶۰۰

۱۳۲۸- مقدار معینی گاز کامل چرخه‌ی ABCDA را مطابق شکل طی می‌کند. کار کل انجام شده بر روی گاز در فرآیندهای هم‌فشار چند ژول است؟



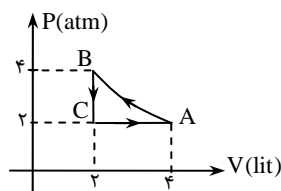
- (۱) صفر (۲) ۱۰۰ (۳) -۱۰۰ (۴) پاسخ بستگی به تعداد مول‌های گاز و چند اتمی بودن آن دارد.

۱۳۲۹- مطابق شکل مقداری گاز کامل چرخه‌ی ABCA را طی می‌کند. گرمای خالصی که گاز با محیط مبادله می‌کند چند ژول است؟



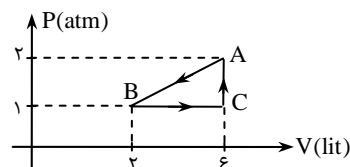
- (۱) ۷۵، گرما می‌دهد. (۲) ۷۵، گرما می‌گیرد. (۳) ۱۵۰، گرما می‌دهد. (۴) ۱۵۰، گرما می‌گیرد.

۱۳۳۰- نمودار زیر مربوط به چرخه‌ی گاز کاملی است. گرمای مبادله شده بین محیط و گاز کامل در مجموع فرآیندهای BC و CA کدام است؟



- (۱) ۶۰۰ (۲) ۴۰۰ (۳) ۸۰۰ (۴) ۱۲۰۰

۱۳۳۱- در شکل زیر گرمای مبادله شده بین گاز کامل تک اتمی و محیط در فرآیند AB چند ژول است؟

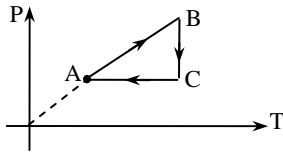


- (۱) +۱۵۰۰ (۲) +۹۰۰ (۳) -۲۱۰۰ (۴) -۶۰۰

۱۳۳۲- کدام گزینه‌ی زیر الزاماً درست است؟

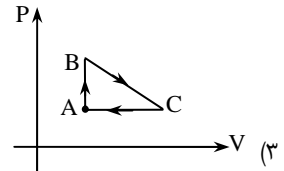
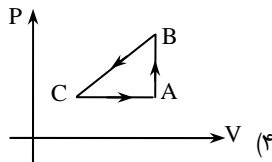
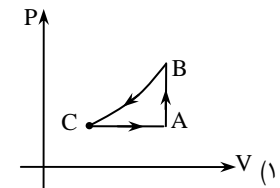
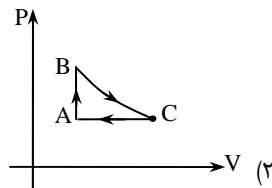
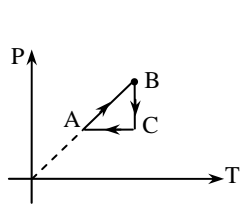
- (۱) اگر در یک فرآیند ترمودینامیکی دمای دستگاه همواره ثابت بماند، گرمای مبادله شده با محیط صفر است.
- (۲) کار انجام شده بر روی دستگاه در تغییر حالت آن به نوع فرآیندها در مسیر بستگی ندارد.
- (۳) تغییر انرژی درونی گاز کامل فقط در فرآیندهای هم‌دما و چرخه صفر است.
- (۴) گرمای مبادله شده‌ی دستگاه با محیط در تغییر حالت آن به نوع فرآیندها در مسیر بستگی دارد.

۱۳۳۳- یک گاز کامل تک اتمی چرخه‌ی ABCA را مطابق شکل طی می‌کند. اگر در فرآیند BC کار انجام شده توسط گاز ۵۰۰ J باشد، کار انجام شده در فرآیند CA چند ژول است؟

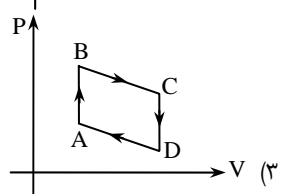
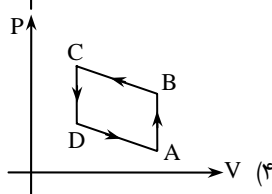
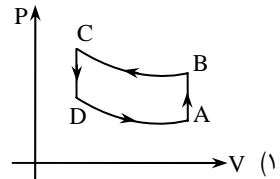
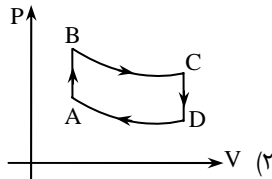
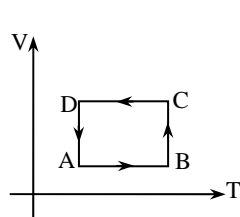


- (۱) ۵۰۰
- (۲) کم‌تر از ۵۰۰
- (۳) بیش‌تر از ۵۰۰
- (۴) صفر

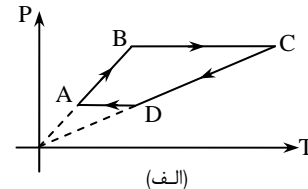
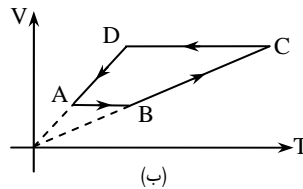
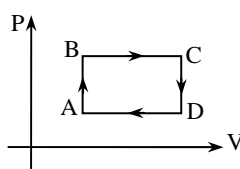
۱۳۳۴- نمودار P-T چرخه‌ی مربوط به یک گاز کامل (ABCA) مطابق شکل است. نمودار P-V مربوط به آن کدام گزینه می‌تواند باشد؟



۱۳۳۵- نمودار V-T چرخه‌ی مربوط به یک گاز کامل (ABCD) مطابق شکل است. نمودار P-V مربوط به آن کدام گزینه می‌تواند باشد؟



۱۳۳۶- نمودار P-V یک چرخه برای گاز کاملی مطابق شکل است. کدام یک از نمودارهای زیر مربوط به این چرخه است؟



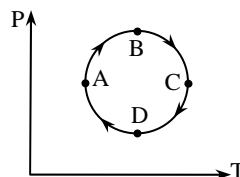
(۴) هیچ‌کدام

(۳) الف و ب

(۲) فقط ب

(۱) فقط الف

۱۳۳۷- نمودار P-T چرخه‌ی یک گاز کاملی مطابق شکل است. کم‌ترین حجم گاز و بیش‌ترین حجم گاز در فرآیند به ترتیب از راست به چپ در کدام ناحیه‌ها می‌تواند باشد؟



(۱) BC, AD

(۲) AD, BC

(۳) CD, AB

(۴) AB, CD

قانون دوم ترمودینامیک – ماشین گرمایی

۱۳۳۸- یک ماشین گرمایی با بازده ۲۵٪ در هر چرخه ۱۵۰۰ ژول گرما به محیط می‌دهد. مقدار گرمای دریافتی توسط ماشین از چشمه‌ی گرم و کار انجام شده به وسیله‌ی ماشین بر حسب ژول به ترتیب از راست به چپ عبارتند از:

- (۱) ۱۸۰۰ و ۳۰۰ (۲) ۱۲۰۰ و ۳۰۰ (۳) ۲۰۰۰ و ۵۰۰ (۴) ۱۵۰۰ و ۵۰۰

۱۳۳۹- یک ماشین گرمایی با توان خروجی 300 W و بازدهی گرمایی ۲۵٪ با بسامد ۱۰ دور بر ثانیه کار می‌کند. این ماشین در هر دور چند ژول گرما از چشمه‌ی گرم می‌گیرد و چند ژول گرما به چشمه‌ی سرد می‌دهد؟

- (۱) ۱۵۰ و ۱۲۰ (۲) ۴۰ و ۱۰ (۳) ۱۵۰۰ و ۱۲۰۰ (۴) ۱۲۰ و ۹۰

۱۳۴۰- گازی در یک فرآیند انبساط هم‌دما یک ژول گرما جذب کرده و یک ژول کار انجام داده است. در این صورت کدام یک از قانون‌های زیر نقض می‌شود؟

- (۱) قانون بقای انرژی (۲) قانون اول ترمودینامیک (۳) قانون دوم ترمودینامیک (۴) هیچ‌کدام

۱۳۴۱- یک ماشین گرمایی در هر چرخه ۴۰۰۰ ژول گرما از چشمه‌ی گرم دریافت می‌کند. اگر گرمای تلف شده در هر چرخه ۲۴۰۰ ژول باشد. بازدهی گرمایی ماشین چند درصد است؟

- (۱) ۶۰ (۲) ۴۰ (۳) ۳۰ (۴) ۲۵

۱۳۴۲- اگر دمای چگالنده‌ی یک ماشین بخار که طبق چرخه‌ی کارنو کار می‌کند ۵۰ کلوین کاهش یابد. بازده ماشین ۸ درصد افزایش می‌یابد. دمای چشمه‌ی گرم این ماشین چند کلوین است؟

- (۱) ۸۰۰ (۲) ۶۲۵ (۳) ۴۰۰ (۴) ۵۰۰

۱۳۴۳- به یک موتور گرمایی که بازدهی گرمایی آن ۴۰٪ است در هر ثانیه 1×10^5 ژول گرما داده می‌شود. اگر این موتور در هر ثانیه ۲۰ چرخه را طی کند، کار انجام شده توسط موتور در هر چرخه چند ژول است؟

- (۱) ۴۸۰۰ (۲) ۹۶۰۰ (۳) ۹۶۰ (۴) ۴۸۰

۱۳۴۴- کدام‌یک از گزینه‌های زیر در مورد یک ماشین گرمایی می‌تواند درست باشد؟

$$(1) \quad Q_H = 120\text{ J}, \quad W = 60\text{ J}, \quad Q_C = 60\text{ J}$$

$$(2) \quad Q_H = 200\text{ J}, \quad W = -200\text{ J}, \quad Q_C = 0$$

$$(3) \quad Q_H = 100\text{ J}, \quad Q_C = -30\text{ J}, \quad T_C = 300\text{ K}, \quad T_H = 900\text{ K}$$

$$(4) \quad Q_H = 100\text{ J}, \quad Q_C = -55\text{ J}, \quad T_C = 200\text{ K}, \quad T_H = 800\text{ K}$$

۱۳۴۵- در چرخه‌ی ماشین بخار کدام فرآیند وجود ندارد؟

- (۱) انبساط هم‌فشار (۲) انبساط بی‌دررو (۳) انبساط هم‌دما (۴) تراکم هم‌فشار

۱۳۴۶- چرخه‌ی اتو تشکیل شده از:

- (۱) دو فرآیند هم‌حجم و دو فرآیند هم‌دما
(۲) دو فرآیند هم‌فشار و دو فرآیند هم‌حجم
(۳) دو فرآیند بی‌دررو و دو فرآیند هم‌حجم
(۴) دو فرآیند بی‌دررو و دو فرآیند هم‌دما

۱۳۴۷- در چرخه‌ی ماشین گرمایی اتو، در مرحله‌ی معادل تخلیه‌ی گاز چه فرآیندی صورت می‌گیرد؟

- (۱) انبساط بی‌دررو (۲) تراکم بی‌دررو (۳) هم‌حجم (۴) تراکم هم‌فشار

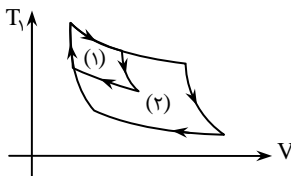
۱۳۴۸- یک ماشین بخار بین دو دمای 27°C و 50°C کار می‌کند. بیشینه بازدهی گرمایی این ماشین تقریباً چند درصد است؟

- (۱) ۳۰ (۲) ۴۶ (۳) ۵۰ (۴) ۲۵

۱۳۴۹- هرگاه دمای چشمه‌ی گرم و سرد یک ماشین گرمایی را که با چرخه‌ی کارنو کار می‌کند، به یک اندازه افزایش دهیم بازدهی ماشین:

- (۱) افزایش می‌یابد. (۲) کاهش می‌یابد.
(۳) ثابت می‌ماند. (۴) به اندازه‌ی افزایش دما بستگی دارد، ممکن است افزایش و یا کاهش یابد.

۱۳۵۰- در شکل مقابل نمودار PV دو ماشین گرمایی کارنو با شماره‌های (۱) و (۲) مشخص شده است. کدام گزینه درباره‌ی بازدهی گرمایی این ماشین درست است؟



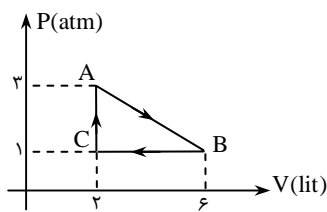
$$(1) \quad \eta_2 = \eta_1$$

$$(2) \quad \eta_2 > \eta_1$$

$$(3) \quad \eta_2 < \eta_1$$

(۴) پاسخ بستگی به دمای چشمه‌ی سرد دو ماشین دارد.

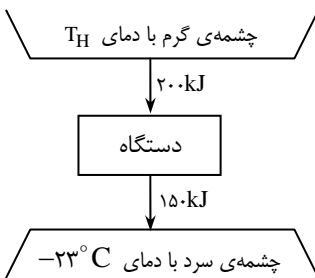
- ۱۳۵۱- دمای چشمه‌ی گرم یک ماشین کارنو 400K است. این ماشین در هر چرخه 4000 ژول گرما گرفته و 1200 ژول گرما به چشمه‌ی سرد می‌دهد. دمای چشمه‌ی سرد و بازده‌ی این ماشین به ترتیب کدام‌اند؟
- (۱) 120K ، 70% (۲) 120K ، 30% (۳) 240K ، 30% (۴) 240K ، 70%



- ۱۳۵۲- چرخه‌ی شکل مقابل مربوط به یک گاز کامل تک اتمی مربوط به یک ماشین گرمایی است. بازده‌ی گرمایی این ماشین تقریباً چند درصد است؟

- (۱) ۱۴
(۲) ۲۸
(۳) ۱۸
(۴) ۳۶

- ۱۳۵۳- مبادله‌ی کار و گرما در چرخه‌ی یک ماشین گرمایی مطابق شکل است. کدام گزینه درباره‌ی دمای چشمه‌ی گرم درست است؟



- (۱) $T_H > 500\text{K}$
(۲) $T_H = \frac{500}{3}$
(۳) $T_H > 1000\text{K}$
(۴) $T_H > \frac{1000\text{K}}{3}$

❖ قانون دوم ترمودینامیک - یخچال

- ۱۳۵۴- ضریب عملکرد یک یخچال ۵ است. اگر با ۵ دقیقه کار موتور مقدار 1.8×10^5 ژول گرما از داخل یخچال گرفته شود، توان موتور یخچال چند کیلووات است؟

- (۱) $1/2$ (۲) $2/4$ (۳) $3/6$ (۴) $4/8$

- ۱۳۵۵- کدام یک از بیان‌های زیر در مورد یک ماشین گرمایی و یا یک یخچال، قانون اول ترمودینامیک را نقض می‌کند؟

- (۱) $Q_H = 580\text{J}$ ، $Q_C = -240\text{J}$ ، $W = -340\text{J}$
(۲) $Q_H = 320\text{J}$ ، $Q_C = 0$ ، $W = -320\text{J}$
(۳) $Q_H = 450\text{J}$ ، $Q_C = -250\text{J}$ ، $W = -180\text{J}$
(۴) $Q_H = -280\text{J}$ ، $Q_C = +280\text{J}$ ، $W = 0$

- ۱۳۵۶- توان مصرفی یک کولر گازی 0.5 کیلووات است و در هر دقیقه 1.5×10^5 ژول گرما به فضای گرم می‌دهد. ضریب عملکرد آن کدام است؟

- (۱) ۲ (۲) $2/5$ (۳) ۴ (۴) ۵

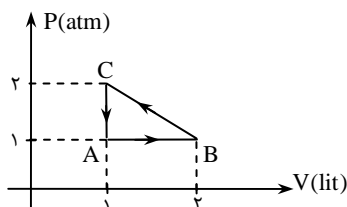
- ۱۳۵۷- یک یخچال با موتور الکتریکی به توان $1/1$ کیلووات در مدت 100 ثانیه مقدار نیم کیلوگرم آب 25°C را به یخ صفر درجه‌ی سلسیوس تبدیل می‌کند. ضریب عملکرد یخچال کدام است؟ ($c = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$ و $L_F = 335 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$)

- (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

- ۱۳۵۸- اگر یخچالی در یک اتاق در بسته کار کند و در یخچال باز بماند دمای اتاق:

- (۱) افزایش می‌یابد. (۲) ثابت می‌ماند. (۳) کاهش می‌یابد. (۴) بر حسب ضریب عملکرد یخچال هر کدام از سه حالت ممکن است روی دهد.

- ۱۳۵۹- 2 مول گاز 2 اتمی چرخه‌ی ABCA را طی می‌کند. این چرخه مربوط به کدام دستگاه زیر است؟



- (۱) یخچال، $K = 5$
(۲) یخچال، $k = 7$
(۳) موتور گرمایی $\eta = 60\%$
(۴) موتور گرمایی $\eta = 40\%$

۱۳۶۰- کدام یک از بیان‌های زیر نادرست است؟

- (۱) برای بالا بردن بازدهی گرمایی ماشین بخار می‌توان دمای دیگ بخار و نیز فشار درون دیگ را بالا برد.
- (۲) ساختن یک نیروگاه در کنار دریا که با سرد کردن آب دریا انرژی الکتریکی تولید کند محال است. زیرا با قانون دوم ترمودینامیک در تناقض است.
- (۳) بیان گرمایی و یخچالی قانون دوم ترمودینامیک هم‌ارز یکدیگرند.
- (۴) یک ماشین گرمایی بین دو چشمه‌ی گرم با دمای 45°C و چشمه‌ی سرد با دمای 273°C کار می‌کند.

۱۳۶۱- توسط یک یخچال که با چرخه‌ی کارنو کار می‌کند، می‌خواهیم از یک چشمه‌ی سرد با دمای 23°C مقدار ۳ ژول گرما گرفته و آن را به محیط

بیرون با دمای 27°C بدهیم. انرژی الکتریکی که باید به یخچال داده شود چند ژول است؟

- (۱) $\frac{50}{9}$ (۲) $\frac{4}{9}$ (۳) $\frac{1}{3}$ (۴) $\frac{1}{6}$

۱۳۶۲- فرآیندهای یک ماشین گرمایی را وارون می‌کنیم و ماشین گرمایی به یک یخچال تبدیل می‌شود. رابطه‌ی η و K کدام است؟

- (۱) $K = \frac{1}{\eta} + 1$ (۲) $K = \frac{1}{\eta} - 1$ (۳) $K\eta = 1$ (۴) $\frac{1}{K} + \eta = 1$

۱۳۶۳- یک مول گاز کامل دو اتمی به عنوان ماده‌ی کاری یک یخچال مطابق چرخه‌ی مقابل کار می‌کند. ضریب عملکرد یخچال چقدر است؟



۱۳۶۴- یک ماشین فرضی مرکب از ماشین گرمایی A و یخچال B است که هر دو بین دو چشمه‌ی (۱) و (۲) با دماهای T_1 و T_2 ، $(T_1 > T_2)$ کار

- می‌کنند. ماشین A در هر چرخه ۲۰J گرما از چشمه‌ی (۱) می‌گیرد و ۱۵J از آن را به کار تبدیل می‌کند و بقیه را به صورت گرما به چشمه‌ی (۲) می‌دهد. یخچال B در هر چرخه از چشمه‌ی (۲)، ۱۰J گرما و ۱۵J کار می‌گیرد و مجموع را به صورت گرما به چشمه‌ی (۱) می‌دهد. آیا ساخت چنین ماشینی امکان دارد؟

- (۱) آری (۲) خیر، زیرا با قانون اول ترمودینامیک در تناقض است. (۳) خیر، زیرا با قانون دوم ترمودینامیک در تناقض است. (۴) خیر، زیرا با هر دو قانون اول و دوم ترمودینامیک در تناقض است.