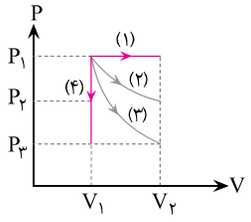
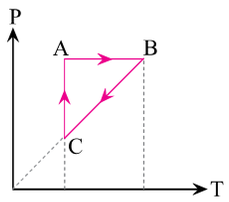
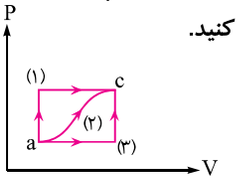
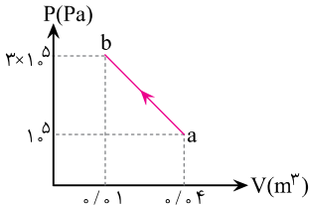
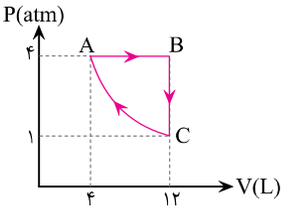
نمونه سؤالات امتحانی فصل پنجم

ردیف	سؤالات	بارم
۱	**عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب و جملات زیر را کامل کنید.** **الف.** علم ترمودینامیک قوانین حاکم بین کمیت‌های (ماکروسکوپی / میکروسکوپی) یک دستگاه را بیان می‌کند. **ب.** در ترمودینامیک به بخشی از ماده که تحولات و مبادلهٔ انرژی بین آن و محیط پیرامون بررسی می‌شود، (دستگاه / منبع گرمایی) می‌نامیم. **پ.** به رابطهٔ بین متغیرهای ترمودینامیکی (فرایند ایستاوار / معادلهٔ حالت) گفته می‌شود. **ت.** اگر دما و فشار در همهٔ نقاط یک دستگاه یکسان باشد، می‌گوییم دستگاه در حالت (تبادل انرژی / تعادل ترمودینامیکی) است. **ث.** انرژی درونی یک گاز کامل مشخص فقط تابع (فشار / دما) است. **ج.** درفرایند (هم‌حجم / هم‌دما) تغییر انرژی درونی گاز برابر صفر است.	۱/۵
۲	**درستی یا نادرستی جملات زیر را مشخص کنید و صورت صحیح جملات نادرست را بنویسید.** **الف.** در یک فرایند ترمودینامیکی هرگاه فشار دستگاه تغییر کند، الزاماً بین دستگاه و محیط کار مبادله می‌شود. ☐ درست ☐ نادرست **ب.** قانون اوّل ترمودینامیک در واقع قانون پایستگی انرژی است. ☐ درست ☐ نادرست **پ.** تغییر انرژی درونی گاز به مسیر فرایند بستگی دارد. ☐ درست ☐ نادرست **ت.** اگر علامت کار دستگاه روی محیط منفی باشد، دستگاه متراکم شده است. ☐ درست ☐ نادرست	۱
۳	**یک سرنگ محتوی هوا را درون یک ظرف آب می‌اندازیم و آب را به تدریج گرم می‌کنیم. هوای داخل سرنگ چه فرایندی را طی می‌کند؟**	۰/۵
۴	**گاز کاملی چهار فرایند جداگانه را مطابق شکل داده شده، طی می‌کند. در جدول زیر، شمارهٔ هر فرایند را در جای مناسب خود بنویسید.**  **توضیح** / **شمارهٔ فرایند** **الف.** در این فرایند $Q = ۰$ است. ☐ **ب.** در این فرایند $\Delta U = ۰$ است. ☐ **پ.** در این فرایند $W = ۰$ است. ☐ **ت.** در این فرایند اندازهٔ کار انجام شده بیشترین مقدار را دارد. ☐	۲
۵	**در نقشهٔ مفهومی زیر، به جای حروف در خانه‌های خالی، عبارتی مناسب بنویسید.** دستگاه‌های ترمودینامیکی چرخه‌ای الف. ..... مانند ث. ..... ماشین گرمایی ب. ..... مانند ت. ..... پ. ..... مانند ماشین بخار	۱/۲۵

فصل ۵: ترمودینامیک

ردیف	سؤالات	بارم
۶	**نشان دهید در فرایند هم‌دما، هر چه دمای گاز آرمانی بیشتر باشد، برای متراکم کردن آن تا یک اندازهٔ معین باید کار بیشتری انجام داد.**	۱
۷	**با توجه به نمودار $P-T$ داده شده که مربوط به چرخهٔ یک گاز کامل است. خانه‌های خالی جدول را با کلمات مثبت، منفی یا صفر پر کنید.**  | فرایند / کمیت | W | Q | ΔU | | $A \to B$ | | | | | $B \to C$ | | | | | $C \to A$ | | | |	۲/۲۵
۸	**گازی مطابق شکل، از سه مسیر از حالت a به حالت c می‌رود. تغییر انرژی درونی (ΔU)، اندازهٔ کار انجام شده توسط محیط بر روی گاز (W) و گرمای مبادله شده (Q) را در این سه مسیر با یک‌دیگر مقایسه کنید.**  	۱
۹	**کمیت‌های Q_H ، Q_L و W که در یک چرخهٔ ماشین گرمایی یا یخچال مبادله می‌شوند، به صورت زیر هستند:** **۱)** $Q_H = ۱۰۰J$ و $W = -۶۰J$ ، $Q_L = -۴۰J$ **۲)** $Q_H = ۱۰۰J$ و $W = -۱۰۰J$ ، $Q_L = ۰J$ **۳)** $Q_H = -۱۰۰J$ و $W = ۶۰J$ ، $Q_L = ۱۰۰J$ **۴)** $Q_H = -۱۰۰J$ و $W = ۰J$ ، $Q_L = ۱۰۰J$ **الف.** کدام‌یک از این چرخه‌ها، ماشین گرمایی و کدام‌یک یخچال هستند؟ **ب.** در کدام یخچال یا یخچال‌ها قانون دوم ترمودینامیک نقض شده است؟ **پ.** در کدام ماشین یا ماشین‌های گرمایی، قانون دوم ترمودینامیک نقض شده است؟ **ت.** در کدام مورد قانون اوّل ترمودینامیک نقض شده است؟	۲
۱۰	**نمودار فرایند ab برای یک گاز تک اتمی، مطابق شکل داده شده است.**  **الف.** دمای گاز را در حالت‌های a و b با یک‌دیگر مقایسه کنید. **ب.** کاری که دستگاه روی محیط انجام می‌دهد، چند ژول است؟ **پ.** گاز در این فرایند چند ژول گرما دریافت می‌کند؟	۲
۱۱	**چرخهٔ مقابل متعلق به ۰/۵mol گاز کامل تک اتمی و CA فرایندی بی‌دررو است. کار انجام شده بر روی گاز در کل این چرخه را محاسبه کنید.**  	۱/۵

ردیف	سؤالات	بارم
۱۲	**یک ماشین گرمایی درون‌سوز در هر چرخه $8000\,J$ گرما از سوزاندن سوخت دریافت می‌کند و $2000\,J$ کار تحویل می‌دهد. گرمای حاصل از سوخت $5\times10^{4}\,\frac{J}{g}$ است و ماشین در هر ثانیه ۴۰ چرخه را می‌پیماید. با فرض آرمانی بودن چرخه، کمیت‌های زیر را محاسبه کنید.** **الف.** بازدهٔ ماشین **ب.** مقدار گرمای تلف شده **پ.** سوخت مصرف شده در هر چرخه **ت.** توان ماشین	۲
۱۳	**توان مصرفی یک یخچال $500\,W$ و ضریب عملکرد آن ۳/۳ است.** **الف.** چه مدت طول می‌کشد تا این یخچال $1\,kg$ آب صفر درجهٔ سلسیوس را به یخ صفر درجه سلسیوس تبدیل کند؟ $(L_F = 330\,\frac{kJ}{kg})$ **ب.** در این مدت چه مقدار گرما به محیط بیرون داده می‌شود؟	۲
	جمع نمره	۲۰

پاسخنامهٔ نمونه سؤالات امتحانی فصل پنجم

۱ الف. ماکروسکوپی ب. دستگاه
پ. معادلهٔ حالت ت. تعادل ترمودینامیکی
ث. دما ج. هم‌دما

۲ الف. نادرست، در ترمودینامیک هرگاه حجم دستگاه تغییر کند، الزاماً بین دستگاه و محیط، کار مبادله می‌شود.
ب. درست
پ. نادرست، تغییر انرژی درونی گاز به مسیر فرایند بستگی ندارد.
ت. درست

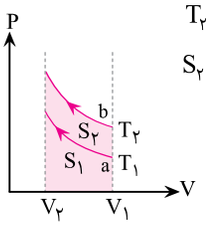
۳ با توجه به این‌که آب به تدریج گرم می‌شود و دمای هوای داخل سرنگ به تدریج بالا می‌رود، هوا در این فرایند، انبساط هم‌فشار را تجربه می‌کند.

۴ الف. ۳ ب. ۲
پ. ۴ ت. ۱

۵ الف. یخچال‌ها ب. درون‌سوز
پ. برون‌سوز ت. موتور بنزینی
ث. کولر گازی

۶ در فرایندهای هم‌دما بیشتر بودن دما به معنی بالاتر قرار گرفتن نمودار مربوط به فرایند در مختصات $P-V$ است. هر چه نمودار در این مختصات بالاتر قرار بگیرد با توجه به افزایش مساحت زیر نمودار، کار انجام شده در آن نیز افزایش می‌یابد. بنابراین کار انجام شده برای متراکم کردن یک گاز به صورت هم‌دما، با افزایش دمای گاز، افزایش می‌یابد. $T_۲ > T_۱$

$S_۲ > S_۱ \Rightarrow W_۲ > W_۱$



۷

فرایند / کمیت	W	Q	ΔU
$A \to B$	منفی	مثبت	مثبت
$B \to C$	صفر	منفی	منفی
$C \to A$	مثبت	منفی	صفر

۸ به دلیل این‌که نقطهٔ آغاز و پایان هر ۳ فرایند، یکسان است:

$\Delta U_۱ = \Delta U_۲ = \Delta U_۳$

با توجه به مساحت زیر نمودار می‌توان گفت:

$|W_۱| > |W_۲| > |W_۳|$

می‌دانیم که در هر سه فرایند کار انجام شده روی دستگاه منفی است پس:

$\Delta U = W + Q \Rightarrow \Delta U = -|W| + Q \Rightarrow Q = \Delta U + |W|$

بنابراین: $Q_۱ > Q_۲ > Q_۳$

۹ الف. چرخه‌های «۱» و «۲» ماشین گرمایی ($Q_H > ۰$) و چرخه‌های «۳» و «۴» یخچال ($Q_H < ۰$) هستند.

ب. در یخچال «۳»: $|Q_H| \neq W + Q_L \Rightarrow ۱۰۰ \neq ۶۰ + ۱۰۰$

قانون دوم ترمودینامیک نقض می‌شود.

در یخچال «۴»: امکان ندارد در یخچال بدون انجام کار، از منبع سرد گرما گرفت و به منبع گرم داد. پس قانون دوم ترمودینامیک نقض شده است.

پ. در ماشین گرمایی «۲»: چون امکان ندارد یک ماشین گرمایی تمام گرمای گرفته شده را به کار تبدیل کند پس قانون دوم ترمودینامیک نقض شده است.

ت. در قانون اوّل ترمودینامیک ($\Delta U = Q + W$)، Q مجموع گرمای مبادله شده بین دستگاه و محیط است. ($Q = Q_H + Q_L$) و چون یخچال و ماشین گرمایی در یک چرخه کار می‌کنند $\Delta U = ۰$ است. تنها در یخچال «۳» قانون اوّل ترمودینامیک نقض می‌شود.

$\Delta U \neq Q + W \to ۰ \neq (-۱۰۰ + ۱۰۰) + ۶۰$

۱۰ **الف.**

$$T_a = \frac{P_a V_a}{nR} = \frac{۰/۰۴m^۳ \times ۱۰^۵ Pa}{nR}$$

$$T_b = \frac{P_b V_b}{nR} = \frac{۰/۰۱m^۳ \times ۳ \times ۱۰^۵ Pa}{nR}$$

$$\Rightarrow T_a > T_b$$

ب. کار دستگاه روی محیط، منفی کار محیط روی دستگاه است:

$$W = -S_{\text{ذوزنقه}} = \frac{(\text{قاعده کوچک+قاعده بزرگ}) \times \text{ارتفاع}}{۲}$$

$$= \frac{(۰/۰۳) \times (۱۰^۵ + ۳ \times ۱۰^۵)}{۲} = -۶ \times ۱۰^۳ J$$

پ. برای به‌دست آوردن گرمای مبادله شده (Q) ابتدا باید ΔU را محاسبه کنیم. می‌دانیم که ΔU برای همهٔ فرایندها از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$\Delta U_{ab} = nC_V \Delta T \xrightarrow[C_V = \frac{۳}{۲}R]{\text{گاز تک اتمی}} \Delta U = \frac{۳}{۲} nR\Delta T$$

هم‌چنین می‌دانیم که $nR\Delta T = P_۲V_۲ - P_۱V_۱$. بنابراین:

$$\Delta U = \frac{۳}{۲}(P_b V_b - P_a V_a)$$

$$= \frac{۳}{۲}(۳ \times ۱۰^۵ Pa \times ۰/۰۱m^۳ - ۱۰^۵ Pa \times ۰/۰۴m^۳)$$

$$= \frac{۳}{۲}(-۱۰۰) = -۱۵۰J$$

با داشتن ΔU، W و Q به‌دست می‌آید:

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow Q = \Delta U - ۶۰۰J$$

$$Q = -۱۵۰ - ۶۰۰ = -۷۵۰J$$

گاز ۷۵۰ ژول گرما از دست داده است.

۱۱

$$\cancel{\Delta U_{\text{چرخه}}} = Q_{\text{کل چرخه}} + W_{\text{کل چرخه}} \Rightarrow W_{\text{کل چرخه}} = -Q_{\text{کل چرخه}}$$

$$Q_{\text{کل چرخه}} = \cancel{Q_{CA}} + Q_{AB} + Q_{BC} = nC_P\Delta T_{AB} + nC_V\Delta T_{BC}$$

$$= \frac{۵}{۲} nR\Delta T_{AB} + \frac{۳}{۲} nR\Delta T_{BC}$$

$$Q_{\text{کل چرخه}} = \frac{۵}{۲}(P\Delta V)_{AB} + \frac{۳}{۲}(V\Delta P)_{BC} = \frac{۵}{۲}[(۴ \times ۱۰^۵ Pa)$$

$$\times (۸ \times ۱۰^{-۳} m^۳)] + \frac{۳}{۲}[(۱۲ \times ۱۰^{-۳} m^۳) \times (۳ \times ۱۰^۵ Pa)]$$

$$= ۸۰۰J + ۵۴۰J = ۱۳۴۰J$$

$$W_{\text{کل چرخه}} = -۱۳۴۰J$$

۱۲ **الف.**

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} = \frac{۲۰۰۰J}{۸۰۰۰J} = ۰/۲۵ = ۲۵٪$$

ب.

$$Q_H = |W| + |Q_L| \Rightarrow |Q_L| = Q_H - |W|$$

$$= ۸۰۰۰J - ۲۰۰۰J = ۶۰۰۰J$$

پ.

گرما		مقدار سوخت
$۵ \times ۱۰^۴ J$	→	۱g
۸۰۰۰J	→	m

$$\Rightarrow m = \frac{۸۰۰۰J \times ۱g}{۵۰۰۰۰J} = ۰/۱۶g$$

ت. با توجه به این‌که در هر ثانیه ۴۰ چرخه انجام می‌شود، زمان هر چرخه $\frac{۱}{۴۰}$ ثانیه است:

$$P = \frac{|W|}{t} = \frac{۲۰۰۰J}{\frac{۱}{۴۰}s} = ۸۰۰۰۰W = ۸۰kW$$

---

۱۳ **الف.** گرمایی که آب $۰^\circ C$ از دست می‌دهد تا به یخ $۰^\circ C$ تبدیل شود، برابر است با:

$$Q_L = mL_F = ۱ \times ۳۳۰ \times ۱۰^۳ = ۳۳۰ \times ۱۰^۳ J$$

$$K = \frac{Q_L}{W} \Rightarrow ۳/۳ = \frac{۳۳۰ \times ۱۰^۳ J}{W} \Rightarrow W = ۱۰^۵ J$$

$$P = \frac{W}{t} \Rightarrow ۵۰۰W = \frac{۱۰^۵ J}{t} \Rightarrow t = ۲۰۰s$$

ب.

$$|Q_H| = Q_L + W \Rightarrow Q_H = ۳۳۰ \times ۱۰^۳ J + ۱۰۰ \times ۱۰^۳ J$$

$$Q_H = ۴۳۰ \times ۱۰^۳ J = ۴۳۰kJ$$