درسنامه معادله حالت، فرایندهای ترمودینامیکی ایستاوار، تبادل انرژی و قانون اول ترمودینامیک

صفحه‌های ۱۲۸ تا ۱۳۰ کتاب درسی

معادلهٔ حالت

۱. در موتور خودروها، انرژی گرمایی به کار مکانیکی تبدیل شده و باعث جابه‌جایی خودروها می‌شود.
۲. موتور خودروها، هواپیماها، قطارها، کشتی‌ها و نیروگاه‌های تولید برق بر اساس اصول ترمودینامیک طراحی و ساخته می‌شوند.
۳. ترمودینامیک به مطالعهٔ رابطهٔ بین گرما و کار و تبدیل گرما به کار مکانیکی می‌پردازد.
۴. گرما خودبه‌خود از جسم سرد به جسم گرم (داغ) منتقل نمی‌شود، این واقعیت و پایستگی انرژی، بخشی از مبانی ترمودینامیک است.

دستگاه و محیط: در ترمودینامیک به جسم خاصی که تغییرات کمیت‌های مربوط به آن را بررسی می‌کنیم، دستگاه گفته و هر چه اطراف دستگاه که می‌تواند با آن انرژی مبادله کند را، محیط می‌نامیم.

۱. اگر در حجم معینی از یک گاز، دما و فشار آن در همهٔ نقاط گاز یکسان باشد، گاز در حالت تعادل ترمودینامیکی است.
۲. کمیت‌های ماکروسکوپی (مشاهده‌پذیر) که حالت تعادل گاز با آن‌ها توصیف می‌شود را متغیرهای ترمودینامیکی می‌نامند. مانند: دمای مطلق، حجم و فشار
۳. یک دستگاه ترمودینامیکی هنگامی در تعادل ترمودینامیکی است که متغیرهای ترمودینامیکی آن خود به خود تغییر نکند.

معادلهٔ حالت: اگر گاز آرمانی باشد، معادلهٔ حالت آن ساده و مستقل از نوع گاز است و با قانون گاز آرمانی (که در فصل قبل با آن آشنا شدیم)، یعنی $PV = nRT$ نشان داده می‌شود.

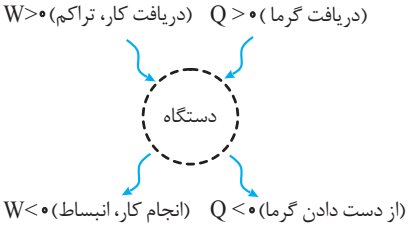
فرایندهای ترمودینامیکی ایستاوار

۱. هنگامی که دستگاه از یک حالت تعادل به حالت تعادل دیگر می‌رود، می‌گوییم یک فرایند ترمودینامیکی انجام شده است.
۲. فرایندی که در طی آن دستگاه همواره بسیار نزدیک به حالت تعادل باشد و سریع به تعادل برسد، فرایند ایستاوار می‌نامند.

تبادل انرژی

تبادل انرژی بین محیط و دستگاه از دو طریق گرما و کار صورت می‌گیرد. شرط انجام کار، تغییر حجم دستگاه و شرط لازم برای تبادل گرما اختلاف دمای بین دستگاه و محیط است.

توجه کنید، اگر کار محیط روی دستگاه را W و کار دستگاه روی محیط را W' بنامیم، همواره $W' = -W$ است. به شکل مقابل دقت کنید:



دستگاه در حین تبادل گرما، در تماس با یک منبع گرما است، منبع گرما جسمی است که جرم آن در مقابل جرم دستگاه چنان بزرگ است که می‌تواند مقدار زیادی گرما بگیرد، یا از دست بدهد، بی‌آنکه تغییر دمای محسوسی بکند. به‌عنوان مثال، هوای اتاق برای یک فنجان چای یا یک قطعه یخ، منبع گرما محسوب می‌شود.

انرژی درونی (U)

۱. به مجموع انرژی‌های جنبشی و پتانسیل ذره‌های تشکیل‌دهندهٔ دستگاه، انرژی درونی گویند.
۲. برای گاز آرمانی، انرژی درونی فقط تابع دمای گاز است، به طوری که با افزایش دما انرژی درونی گاز نیز افزایش پیدا می‌کند.

◇ نکته

۱. تغییر انرژی درونی گاز در طی فرایند، به مسیر فرایند بستگی ندارد و تنها به دمای اولیه و نهایی گاز وابسته است. در حالی که کار و گرمای مبادله شده به مسیر فرایند بستگی دارد.
۲. با توجه به معادلهٔ حالت، حاصل‌ضرب فشار در حجم گاز، متناسب با دمای گاز است، بنابراین می‌توان گفت، انرژی درونی تابع PV نیز می‌باشد، یعنی اگر حاصل‌ضرب فشار در حجم گاز افزایش یابد، انرژی درونی گاز نیز افزایش پیدا می‌کند.

قانون اول ترمودینامیک

تغییرات انرژی درونی دستگاه، برابر با مجموع جبری کار انجام شده روی دستگاه و گرمای گرفته شده توسط دستگاه می‌باشد: $\Delta U = Q + W$

توجه داشته باشیم که انرژی درونی دستگاه ممکن است افزایش یابد ($\Delta U > 0$) یا کاهش یابد ($\Delta U < 0$) یا این‌که تغییر نکند ($\Delta U = 0$).

مثال: یک دستگاه ترمودینامیکی $2kJ$ گرما به محیط می‌دهد و $1/5kJ$ کار از محیط دریافت می‌کند. انرژی درونی دستگاه چند ژول و چگونه تغییر می‌کند؟

حل: دستگاه به محیط گرما داده ($Q < 0$) و کار از آن دریافت کرده است ($W > 0$)، بنابراین با استفاده از قانون اول ترمودینامیک داریم:

$$\Delta U = Q + W \xrightarrow[W = 1/5kJ = 1500J]{Q = -2kJ = -2000J} \Delta U = -2000 + 1500 = -500J$$

علامت منفی نشان می‌دهد انرژی درونی گاز کاهش یافته است.

مفاهیم ترمودینامیکی، انرژی درونی و قانون اول ترمودینامیک

۵ سؤال

۱ پیمانه

صفحه‌های ۱۲۸ تا ۱۳۰ کتاب درسی

مرجع

۳۳۱. در هر یک از عبارت‌های زیر، کلمهٔ مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف) رابطهٔ بین متغیرهای ترمودینامیکی را (معادلهٔ حالت- فرایند ترمودینامیکی) می‌گویند.

ب) معادلهٔ حالت گاز کامل (تابع- مستقل از) نوع گاز است.

پ) علم ترمودینامیک، رفتار ماده را برحسب کمیت‌های (ماکروسکوپی- میکروسکوپی) توصیف می‌کند.

ت) کمیت‌های ماکروسکوپی را که حالت دستگاه با آن‌ها توصیف می‌شود، متغیرهای ترمودینامیکی می‌نامند. (درست- نادرست)

ث) متغیرهای ترمودینامیکی مستقل از یکدیگر هستند. (درست- نادرست)

ج) وقتی دستگاه در تعادل ترمودینامیکی است که دما و فشار در تمام نقاط گاز یکسان باشد. (درست- نادرست)

چ) تبادل انرژی بین محیط و دستگاه از طریق گرما و کار صورت می‌گیرد. (درست- نادرست)

ح) اگر گرما از دستگاه خارج شود علامت آن را منفی در نظر می‌گیریم. (درست- نادرست)

خ) در یک فرایند ترمودینامیکی تغییرات انرژی درونی به مسیر فرایند بستگی ندارد. (درست- نادرست)

د) استخر پر از آب و یخ یک منبع گرما محسوب می‌شود. (درست- نادرست)

صفحه‌های ۱۲۸ تا ۱۳۰، مرتبط با متن درس
الف) نهایی ریاضی- شهریور ۱۴۰۲
ب) نورآباد- زکریای رازی- ۱۴۰۱
پ) بانه- زانست- ۱۴۰۱
ت) سمنان- سعادت- ۱۴۰۱
ث) مشهد- هاشمی‌نژاد ۳- ۱۴۰۲
ج) کرج- سلاله- ۱۴۰۱
چ) تبریز- مشکات- ۱۴۰۱
ح) اسلامشهر- امام خمینی- ۱۴۰۱
خ) قم- هدی- ۱۴۰۱
د) نهایی ریاضی- شهریور ۱۴۰۲
(میانگین ۳ بار تکرار)

۳۳۲. در هر یک از عبارت‌های زیر جاهای خالی را کامل کنید.

الف) فرایندی که در طول آن دستگاه همواره بسیار نزدیک به حالت تعادل بوده و سریع به تعادل می‌رسد، فرایند ..... نام دارد.

ب) انرژی درونی گاز کامل تابع ..... گاز است.

پ) با افزایش دما، انرژی درونی گاز ..... می‌یابد.

ت) قانون اول ترمودینامیک بیانگر قانون ..... است.

ث) انرژی ..... یک ماده با مجموع انرژی‌های جنبشی و پتانسیل ذره‌های آن ماده برابر است.

ج) در ترمودینامیک جسمی که تحولات آن را بررسی می‌کنیم، ..... نام دارد و اجسام پیرامون آن را که با آن جسم تبادل انرژی دارند، ..... می‌نامیم. مثلاً در موتور خودرو، مخلوط هوا و بخار بنزین ..... نامیده می‌شود.

صفحه‌های ۱۲۸ تا ۱۳۰ مرتبط با متن درس
الف) تهران- فدک- ۱۴۰۱
ب) نهایی ریاضی- شهریور ۱۴۰۲
پ) تهران- سوده- ۱۴۰۱
ت) تهران- فاتح- ۱۴۰۱
ث) میناب- خدیجه- ۱۴۰۱
ج) تهران- رشد- ۱۴۰۱
(میانگین ۳ بار تکرار)

۳۳۳. تعریف کنید:

الف) تعادل ترمودینامیکی

ب) معادلهٔ حالت

پ) فرایند ترمودینامیکی

ت) فرایند ایستاوار

ث) منبع گرما

صفحه‌های ۱۲۸ تا ۱۳۰، مرتبط با متن درس
الف) قائم شهر- فرزانگان- ۱۴۰۱
ب) تهران- تلاش- ۱۴۰۱
پ) تهران- رشد- ۱۴۰۱
ت) تبریز- مشکات- ۱۴۰۱
ث) مشهد- مبین- ۱۴۰۱
(میانگین ۴ بار تکرار)

۳۳۴. الف) چرا هوای یک اتاق می‌تواند برای یک لیوان چای منبع گرما باشد؟

ب) قانون اول ترمودینامیک را بیان کنید و رابطهٔ آن را بنویسید.

صفحه‌های ۱۲۹ و ۱۳۰، مرتبط با متن درس
الف) زابل- فرزانگان- ۱۴۰۲
ب) شیراز- آل محمد- ۱۴۰۱
(میانگین ۴ بار تکرار)

۳۳۵. یک دستگاه ترمودینامیکی ۲۵۰ ژول گرما از محیط می‌گیرد و ۳۰۰ ژول کار روی محیط انجام می‌دهد. انرژی درونی دستگاه چند ژول و چگونه تغییر می‌کند؟

صفحهٔ ۱۳۰، مکمل و مشابه مثال ۵-۱
بجنورد- ۹ دی- ۱۴۰۱
(۱۰ بار تکرار)

درسنامه برخی از فرایندهای ترمودینامیکی

صفحه‌های ۱۳۱ تا ۱۴۰ کتاب درسی

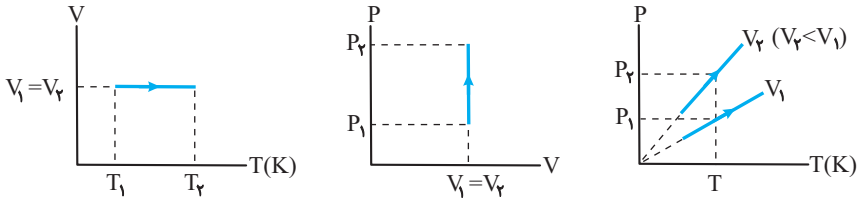
فرایند هم‌حجم

در این فرایند، حجم گاز ثابت است، بنابراین کاری انجام نمی‌شود ($W = 0$) و تغییر انرژی درونی برابر گرمای مبادله شده است: $\Delta U = Q$

تذکر: در حجم ثابت داریم:

$$V = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{P}{T} = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{\Delta P}{P_1} = \frac{\Delta T}{T_1}$$

نمودارهای فرایند هم‌حجم: نمودارهای زیر مربوط به فرایند هم‌حجم گرماگیر است: $(n_1 = n_2)$



دقت کنید، در فرایند هم‌حجم گرماده جهت فرایند، برعکس جهت فرایندهای بالا می‌باشد.

در نمودار $P-T$ فرایند هم‌حجم، شیب نمودار برابر $\frac{nR}{V}$ است. $(\frac{nR}{V}=$ شیب خط$)$

فرایند هم‌فشار

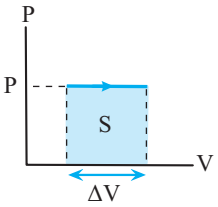
فرایندی است که در طی آن، فشار ثابت است، بنابراین علاوه بر گرما، کار نیز بین دستگاه و محیط مبادله می‌شود.

محاسبهٔ کار: اگر طی فرایند هم‌فشار، حجم دستگاه به اندازهٔ ΔV تغییر کند، کار روی دستگاه طبق رابطه‌های زیر به‌دست می‌آید:

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

بدیهی است که اگر گاز منبسط شود $(\Delta V>0)$، کار محیط روی دستگاه (W)، منفی و اگر گاز متراکم شود $(\Delta V<0)$، کار محیط روی دستگاه (W)، مثبت است.

در نمودار $P-V$ همواره، سطح محصور بین نمودار و محور حجم برابر قدرمطلق کار انجام شده روی دستگاه است.

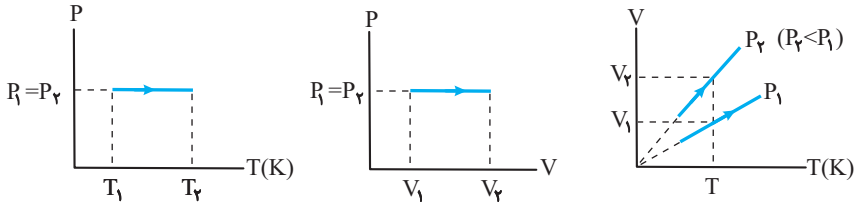


از این رو در فشار ثابت داریم:

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

$$P=\text{ثابت} \Rightarrow \frac{V}{T}=\text{ثابت} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1}=\frac{\Delta T}{T_1}$$

نمودارهای فرایند هم‌فشار: نمودارهای زیر مربوط به فرایند انبساط هم‌فشار است: $(n_1=n_2)$



در نمودار $V-T$ فرایند هم‌فشار، شیب نمودار برابر $\frac{nR}{P}$ است.

بررسی تغییر انرژی درونی در فرایند هم‌فشار: اگر یک فرایند انبساط هم‌فشار را در نظر بگیریم، دمای گاز و انرژی درونی‌اش افزایش می‌یابد و کار روی گاز منفی است. با توجه به قانون اول ترمودینامیک $(\Delta U=Q+W)$ می‌توان نتیجه گرفت:

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

پس در فرایند هم‌فشار، در مقایسهٔ بین سه کمیت گرما، کار انجام شده و تغییر انرژی درونی گاز، داریم:

$$|Q|>|\Delta U|>|W|$$

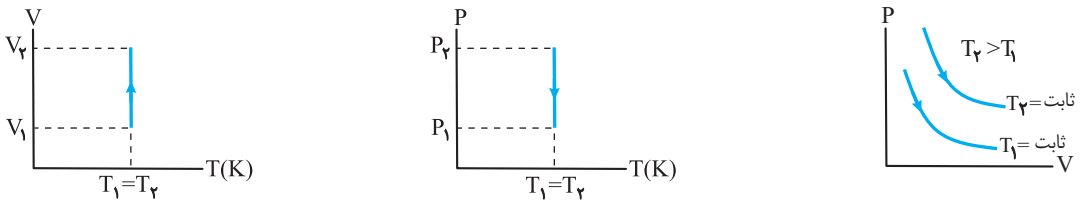
پس می‌توان گفت، در فرایند هم‌فشار، گرمای داده شده به گاز و تغییر انرژی درونی گاز، هم علامت هستند و علامت آن‌ها با علامت کار انجام شده روی گاز، قرینه است.

فرایند هم‌دما

در این فرایند دستگاه در مجاورت منبع گرما قرار دارد، بنابراین دمای دستگاه ثابت است $(\Delta T=0)$. از این‌رو تغییر انرژی درونی نیز صفر خواهد بود $(\Delta U=0)$، پس طبق قانون اول ترمودینامیک داریم:

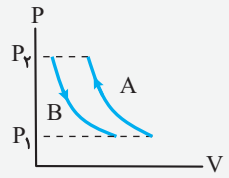
$$\Delta U=Q+W \xrightarrow{\text{هم‌دما } \Delta U=0} Q=-W$$

نمودارهای فرایند هم‌دما: نمودارهای زیر مربوط به فرایند انبساط هم‌دما است: $(n_1=n_2)$

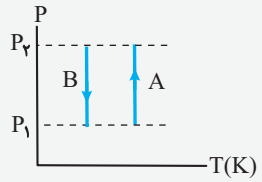


باید توجه داشته باشیم که هر چه دمای فرایند بیشتر باشد، منحنی آن در نمودار $P-V$ بالاتر قرار می‌گیرد. بنابراین قدرمطلق کار و گرمای مبادله شده در آن نیز به‌ازای تغییر حجم یکسان، بیشتر است.

مثال: نمودار $P-V$ مقدار معینی گاز کامل، طی دو فرایند هم‌دما به صورت شکل مقابل است. نمودار $P-T$ آن‌ها را رسم کنید.



حل: نمودار $P-T$ برای فرایند هم‌دما به صورت خطی، عمود بر محور T است. طبق نمودار $P-V$ چون فرایند A بالاتر از فرایند B است، دمای فرایند A بیشتر می‌باشد، هم چنین فرایند A، تراکمی بوده و فشار آن در حال افزایش می‌باشد، ولی فرایند B، انبساطی بوده و فشار آن در حال کاهش است، بنابراین نمودار $P-T$ آن‌ها به صورت شکل مقابل است:



فرایند بی‌دررو

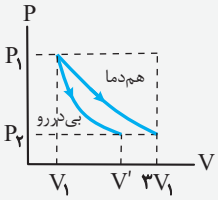
در طی این فرایند دستگاه با محیط گرمایی مبادله نمی‌کند، یعنی $(Q=۰)$ است، پس باید دستگاه نسبت به محیط عایق‌بندی گرمایی شود یا فرایند سریع انجام گیرد. در فرایند بی‌دررو، تغییر انرژی درونی فقط برابر با کار انجام شده است. یعنی: $\Delta U_{\text{بی‌دررو}} = W_{\text{بی‌دررو}}$

◇ نکته

در فرایند انبساطی بی‌دررو $(W<۰)$، ، انرژی درونی و دمای مطلق گاز کاهش می‌یابد و هم‌چنین در فرایند تراکمی بی‌دررو $(W>۰)$، انرژی درونی و دمای مطلق گاز افزایش می‌یابد.

مثال: در یک فرایند انبساط بی‌دررو، فشار گاز کاملی از $P_۱$ به $\frac{۱}{۳}P_۱$ می‌رسد. در این فرایند دمای مطلق گاز چند برابر می‌شود؟

حل: اگر دو فرایند هم‌دما و بی‌دررووی یک گاز را که فشار نهایی در هر دو حالت $\frac{۱}{۳}$ فشار اولیه می‌شود، در یک نمودار $P-V$ مطابق شکل رسم کنیم، مشاهده می‌کنیم، که حجم نهایی گاز در فرایند بی‌دررو (V') بین $V_۱$ و $۳V_۱$ است. یعنی $V_۱ < V' < ۳V_۱$، بنابراین طبق معادلهٔ حالت گاز کامل برای حالت اولیه و نهایی گاز در فرایند بی‌دررو می‌توان نوشت:

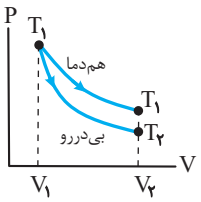


$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V'}{T_۲}\Rightarrow\frac{T_۲}{T_۱}=\frac{P_۲}{P_۱}\times\frac{V'}{V_۱}\xrightarrow{\frac{P_۲}{P_۱}=\frac{۱}{۳},\ ۱<\frac{V'}{V_۱}<۳}\frac{۱}{۳}<\frac{T_۲}{T_۱}<۱$$

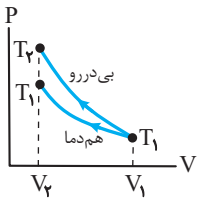
یعنی دمای مطلق گاز کمتر از یک برابر و بیش از $\frac{۱}{۳}$ برابر حالت اول خواهد شد.

مقایسه و شناسایی فرایندها

۱. نمودار $P-V$ فرایند بی‌دررو، مطابق شکل‌های زیر است که نسبت به فرایند هم‌دما، به ازای تغییر حجم مساوی، تغییر فشار بیشتری خواهد داشت:



انبساط بی‌دررو $\begin{cases}\Delta V>۰\\ W<۰\\ Q=۰\\ \Delta U<۰\\ \Delta T<۰\end{cases}$

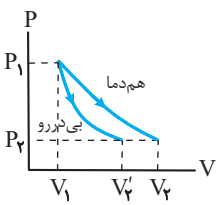


تراکم بی‌دررو $\begin{cases}\Delta V<۰\\ W>۰\\ Q=۰\\ \Delta U>۰\\ \Delta T>۰\end{cases}$

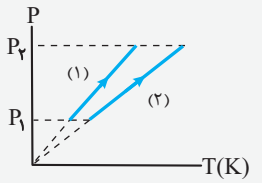
۲. مطابق شکل، فرایند بی‌دررو نسبت به فرایند هم‌دما به ازای تغییر فشار یکسان، تغییر حجم کمتری دارد.

۳. تغییر انرژی درونی به نوع فرایند بستگی ندارد و فقط به دمای ابتدا و انتهای فرایند وابسته است.

۴. برای مقایسهٔ قدرمطلق کار در طی چند فرایند، کافی است سطح زیر نمودار $P-V$ فرایندها را با یک‌دیگر مقایسه کنید.



مثال: در شکل مقابل، گرمایی که یک نوع گاز کامل آرمانی طی دو فرایند (۱) و (۲) با محیط مبادله می‌کند به ترتیب $Q_۱$ و $Q_۲$ است، گرمای مبادله شده توسط گاز در طی این دو فرایند را با هم مقایسه کنید.



حل: نمودار این دو فرایند، خطی است که امتداد آن از مبدأ مختصات عبور می‌کند، پس این دو فرایند، هم‌حجم هستند، بنابراین مقدار گرمای گرفته شده توسط گاز برابر تغییر انرژی درونی گاز است. تغییرانرژی درونی، تابعی از تغییر دما است و از آنجا که مطابق نمودار، تغییر دما در فرایند (۲) بیشتر از فرایند (۱) است، در نتیجه تغییر انرژی درونی گاز و گرمای مبادله شده در فرایند (۲) بیشتر از فرایند (۱) است: $Q_۲ > Q_۱$

فرایندهای غیر خاص و فرایندهای متوالی

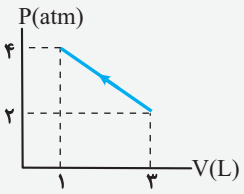
در فرایندهای غیرخاص و متوالی که سطح زیر نمودار $P-V$ آن‌ها قابل محاسبه است، برای تعیین گرمای مبادله شده باید به ترتیب زیر عمل کنیم:

الف) تغییر انرژی درونی فرایند را معلوم کنیم.

ب) کار انجام شده روی گاز را با محاسبهٔ سطح زیر نمودار $P-V$ به دست آوریم.

پ) با استفاده از قانون اول ترمودینامیک ($\Delta U = Q + W$) ، گرمای مبادله شده را محاسبه کنیم.

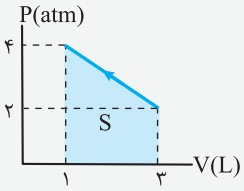
مثال: نمودار $P-V$ فرایند AB، بر روی مقداری گاز کامل مطابق شکل روبه‌رو است. اگر انرژی درونی گاز در نقاط A و B به ترتیب ۳۰۰J و ۱۰۰J باشد، گرمای مبادله شده در فرایند AB چند ژول است؟



حل: چون انرژی درونی در ابتدا و انتهای فرایند، داده شده است، تغییر انرژی درونی برابر است با:

$$\Delta U_{AB} = U_B - U_A \xrightarrow{U_A=300J,\ U_B=100J} \Delta U_{AB} = -200J$$

این فرایند، یک فرایند تراکمی است، پس کار انجام شده روی گاز در این فرایند، مثبت است که مقدار آن را توسط، سطح زیر نمودار محاسبه می‌کنیم:



$$W_{AB} = +S = \frac{(2+4)\times10^{5}\times(3-1)\times10^{-3}}{2} = 600J$$

حال با استفاده از قانون اول ترمودینامیک، گرمای مبادله شده توسط گاز، محاسبه می‌شود:

$$\Delta U_{AB} = Q_{AB} + W_{AB} \xrightarrow{\Delta U_{AB}=-200J,\ W_{AB}=600J} Q_{AB} = -800J$$

برخی از فرایندهای ترمودینامیکی

۱۵ سوال

۳ پیمانه

صفحه‌های ۱۳۱ تا ۱۴۰ کتاب درسی

فرایند هم‌حجم و فرایند هم‌فشار

مرجع

۳۳۶. در هر یک از جمله‌های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید:

الف) در فرایند هم‌حجم تبادل انرژی از طریق (کار و گرما- گرما) امکان‌پذیر است.

ب) کار محیط بر روی دستگاه در یک تراکم هم‌فشار (منفی- مثبت) است.

پ) در (انبساط- تراکم) هم‌فشار گاز کامل، دستگاه گرما می‌گیرد.

ت) در فرایند هم‌حجم مقدار کار انجام شده صفر است. (درست- نادرست)

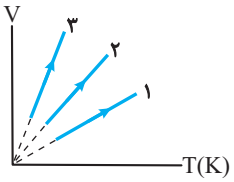
ث) در فرایند هم‌حجم تغییر انرژی درونی گاز برابر گرمای مبادله شده است. (درست- نادرست)

ج) در فرایند انبساط هم‌فشار، انرژی درونی افزایش و کار انجام شده روی سیستم منفی است. (درست- نادرست)

صفحه‌های ۱۳۱ تا ۱۳۵، مرتبط با متن درس
الف) کرمانشاه- بعثت- ۱۴۰۱
ب) تهران- حجاب- ۱۴۰۱
پ) بندرعباس- دانا- ۱۴۰۱
ت) نهایی ریاضی- شهریور ۱۴۰۲
ث) تهران- دکتر حسابی- ۱۴۰۱
ج) تبریز- مشکات- ۱۴۰۱
(میانگین ۵ بار تکرار)

۳۳۷. الف) نمودارهای $V-T$ ، $P-V$ و $P-T$ فرایند هم‌حجم گرماگیر را رسم کنید.

ب) با توجه به نمودار، فشار فرایندها را با هم مقایسه کنید.



صفحهٔ ۱۳۲، مکمل و مرتبط با مثال ۵-۲
الف) همدان- طالقانی- ۱۴۰۱
ب) تهران- فدک- ۱۴۰۱
(۶ بار تکرار)

۳۳۸. الف) در فرایند هم‌فشار چگونه می‌توان حجم گاز را افزایش یا کاهش داد؟

ب) ته یک سرنگ را که دستهٔ آن می‌تواند آزادانه حرکت کند، مسدود می‌کنیم و آن را درون آب می‌اندازیم. اگر آب را گرم کنیم هوای درون سرنگ چه فرایندی را طی می‌کند؟ چرا؟

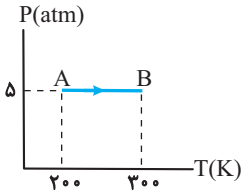
صفحهٔ ۱۴۸، مکمل و مرتبط با تمرین‌های ۲ و ۳
تهران- سرای دانش سعادت آباد- ۱۴۰۱
(۴ بار تکرار)

۳۳۹. شکل زیر مربوط به نیم مول گاز کامل می‌باشد.

الف) نوع فرایند چیست؟

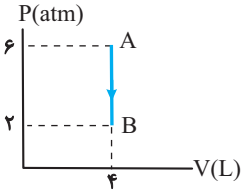
ب) مقدار کار انجام شده روی گاز چقدر است؟ ($R = 8J / mol.K$)

پ) اگر گرمای داده شده به گاز ۱۴۰۰J باشد، تغییر انرژی درونی گاز را پیدا کنید.



صفحهٔ ۱۳۴، مکمل مثال ۵-۳
تهران- سرای دانش فلسطین- ۱۴۰۱
(۶ بار تکرار)

۳۴۰. نمودار $P-V$ دو مول گاز کامل به صورت شکل زیر است. نمودار $P-T$ و $V-T$ این گاز را رسم کنید. ($R = 8J / mol.K$)



صفحهٔ ۱۳۴، مکمل مثال ۵-۳
اسلامشهر- شهید کلینی- ۱۴۰۱
(۶ بار تکرار)

فرایند هم‌دما و فرایند بی‌دررو

مرجع

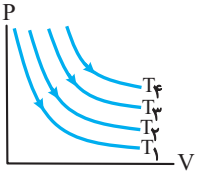
۳۴۱. در هر یک از جمله‌های زیر، جاهای خالی را کامل و یا عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید:
الف) در تراکم هم‌دما، گاز گرما (می‌گیرد- از دست می‌دهد).
ب) در تراکم بی‌دررو گاز کامل، دمای گاز (افزایش- کاهش) می‌یابد.
پ) در فرایند انبساط بی‌دررو، دمای گاز (افزایش- کاهش) می‌یابد.
ت) طبق قانون اول ترمودینامیک، در فرایند بی‌دررو تغییر انرژی درونی گاز با ..... برابر است.
ث) در فرایند هم‌دما، ..... صفر است و در فرایند بی‌دررو ..... صفر است.
ج) در فرایند هم‌دما، تغییرات انرژی درونی صفر است. (درست- نادرست)
چ) در فرایند بی‌دررو، بین دستگاه و محیط گرما مبادله نمی‌شود. (درست- نادرست)
ح) در فرایند بی‌دررو، مقدار کار انجام شده صفر است. (درست- نادرست)

صفحه‌های ۱۳۵ تا ۱۴۰، مرتبط با متن درس
الف) تهران- دکتر حسابی- ۱۴۰۱
ب) تهران- دماوند- ۱۴۰۱
پ) خمین- علامه حلی- ۱۴۰۲
ت) کرمان- بردسیر- ۱۴۰۱
ث) ری- دکتر حسابی- ۱۴۰۱
ج) خمین- علامه حلی- ۱۴۰۲
چ) تبریز- مشکات- ۱۴۰۱
ح) قزوین- علامه طباطبایی- ۱۴۰۱
(میانگین ۵ بار تکرار)

۳۴۲. الف) یک نمونه از فرایند تراکم هم‌دما را توضیح داده و ضمن بیان علامت کار بر روی گاز و گرمای مبادله شده، نمودارهای $P-V$، $P-T$ و $V-T$ آن را رسم نمایید.
ب) فرایند بی‌دررو را توضیح دهید.
پ) چرا در انبساط بی‌دررو دمای گاز کاهش می‌یابد؟

صفحهٔ ۱۳۶، مرتبط با تمرین ۵-۳
الف) قم- آیت ا... بهاء الدینی- ۱۴۰۱
ب و پ) صفحهٔ ۱۳۴، مرتبط با متن درس
ب) کرج- سلاله- ۱۴۰۱
پ) کرج- پارسیان- ۱۴۰۱
(میانگین ۲ بار تکرار)

۳۴۳. در شکل روبه‌رو، نمودار P-V مربوط به انبساط هم‌دمای یک گاز آرمانی در دماهای مختلف رسم شده است:
الف) دمای این چهار حالت را با هم مقایسه کنید.
ب) در یک تغییر حجم معین، اندازهٔ کار انجام شده در کدام فرایند بیشتر است؟

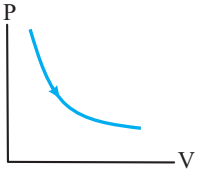


صفحهٔ ۱۳۷، مرتبط با تمرین ۵-۴
الوند- معلم- ۱۴۰۲
(۲ بار تکرار)

۳۴۴. الف) سرنگ آتش‌زنه استوانهٔ کوچکی است، مجهز به پیستونی که کاملاً منطبق بر سطح داخلی استوانه است. در فضای محبوس داخل سرنگ فقط هوا و تکه کاغذ کوچکی قرار دارد. با راندن سریع پیستون به داخل و تراکم بی‌دررو هوای محبوس، تکه کاغذ مشتعل می‌شود. علت این امر چیست؟
ب) یک گاز کامل را یک بار به صورت هم‌دما و بار دیگر به صورت بی‌دررو از حجم V_1 تا حجم V_2 متراکم می‌کنیم.
۱) نمودار $P-V$ را به صورت کیفی در این فرایندها رسم کنید.
۲) در کدام‌یک از این فرایندها کار بیشتری بر روی دستگاه انجام می‌شود؟ توضیح دهید.
پ) نشان دهید در تراکم بی‌دررو گاز کامل، دمای گاز افزایش می‌یابد.

صفحه‌های ۱۳۶ تا ۱۳۹، مرتبط با متن درس، مثال ۵-۶ و پرسش ۵-۲
الف) اراک- علامه حلی- ۱۴۰۱
ب و پ) تبریز- مبتکران- ۱۴۰۱
(میانگین ۳ بار تکرار)

۳۴۵. نمودار روبه‌رو، فرایند هم‌دمایی را نشان می‌دهد، علامت Q و W را تعیین کنید.



صفحهٔ ۱۳۶، مرتبط با تمرین ۵-۳
ری- دکتر حسابی- ۱۴۰۱
(۲ بار تکرار)

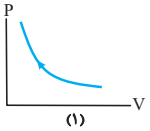
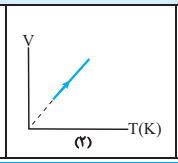
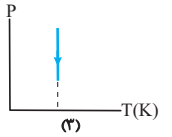
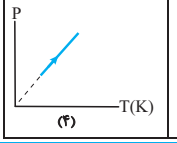
مقایسه و شناسایی فرایندها، فرایندهای غیرخاص و متوالی

مرجع

۳۴۶. در هر یک از جمله‌های زیر، جاهای خالی را کامل و یا عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید.
الف) در فرایند (هم‌فشار- هم‌حجم- هم‌دما) مبادلهٔ انرژی بین دستگاه با محیط تنها از طریق گرما است.
ب) در فرایند (هم‌دما- هم‌فشار) تغییرات انرژی درونی دستگاه صفر است.
پ) اگر فرایند ترمودینامیکی آن‌قدر سریع انجام شود که دستگاه فرصت مبادلهٔ گرما با محیط را نداشته باشد، آن فرایند (هم‌فشار- هم‌دما- بی‌دررو) می‌باشد.
ت) در یک تغییر حجم معین، تغییرات فشار در فرایند (بی‌دررو- هم‌دما) بیشتر است.
ث) اگر گاز درون سیلندری که در مخلوط آب و یخ قرار دارد را به آرامی متراکم کنیم، فرایند ..... اتفاق می‌افتد.
ج) در آزمایش سرنگ آتش‌زنه، با راندن سریع پیستون به داخل، یک تراکم بی‌دررو رخ داده و تکهٔ پنبه مشتعل می‌شود. (درست- نادرست)

صفحه‌های ۱۳۱ تا ۱۳۹، مرتبط با متن درس
الف) اهواز- دارالفنون- ۱۴۰۱
ب) بناب- فاطمه الزهرا- ۱۴۰۱
پ) اهواز- دارالفنون- ۱۴۰۱
ت) تهران- علامی حلی ۴- ۱۴۰۲
ث) تهران- خاتم- ۱۴۰۱
ج) کوثر- دزفول- ۱۴۰۱
(میانگین ۲ بار تکرار)

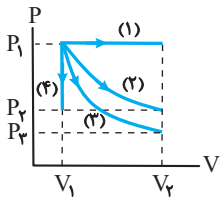
۳۴۷. در جدول زیر، هر فرایند از جدول A با یک نمودار از جدول B مرتبط است، آن‌ها را مشخص کنید.

A	B			
الف) انبساط هم‌دما	 (۱)			
ب) هم‌حجم		 (۲)		
پ) تراکم بی‌دررو			 (۳)	
ت) انبساط هم‌فشار				 (۴)

صفحه‌های ۱۳۲ و ۱۳۳، مکمل مثال ۵-۲ و تمرین ۵-۱
زابل- فرزانگان- ۱۴۰۲
(۳ بار تکرار)

مرجع

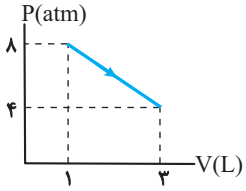
۳۴۸. گاز کاملی چهار فرایند هم‌حجم، هم‌فشار، هم‌دما و بی‌دررو را مطابق شکل، طی می‌کند. در جدول زیر، هر عبارت از ستون A به یک عبارت از ستون B مرتبط است. آن‌ها را مشخص کنید.



ستون A	ستون B
الف) در این فرایند $Q = 0$ است.	فرایند (۱)
ب) در این فرایند $\Delta T = 0$ است.	فرایند (۲)
پ) در این فرایند $W = 0$ است.	فرایند (۳)
ت) در این فرایند قدرمطلق کار انجام شده روی گاز بیشترین مقدار را دارد.	فرایند (۴)

صفحهٔ ۱۴۸، مرتبط با تمرین ۷
نهایی ریاضی- خرداد ۱۴۰۲
(۴ بار تکرار)

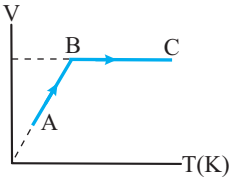
۳۴۹. الف) در نمودار زیر که مربوط به یک گاز آرمانی است:



۱) کار انجام شده روی گاز را به دست آورید.

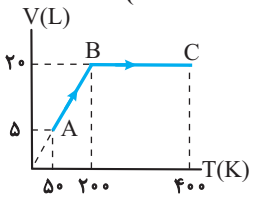
۲) اگر $U_1 = 800J$ و $U_2 = 1200J$ باشد، تعیین کنید که گاز چقدر گرما مبادله کرده است؟

ب) نمودار $V - T$ دو فرایند متوالی گازی رسم شده است. نمودار $P - T$ آن را به‌صورت کیفی رسم کنید.



صفحهٔ ۱۴۸، مکمل با تمرین‌های ۴ و ۵
الف) تهران- دکتر ترابی- ۱۴۰۱
ب) سمنان- سعادت- ۱۴۰۱
(میانگین ۳ بار تکرار)

۳۵۰. الف) نمودار $V - T$ در شکل مقابل، مربوط به یک مول گاز اکسیژن است: $(R = 8J / mol.K)$

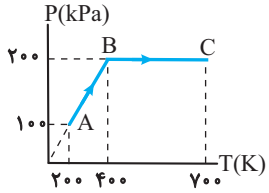


۱) فشار گاز در حالت A چند پاسکال است؟

۲) کار انجام شده در فرایند AB، چند ژول است؟

۳) نمودار $P - V$ این گاز را به‌طور کیفی رسم کنید.

ب) نمودار $P - T$ شکل روبه‌رو مربوط به $0/5 mol$ گاز آرمانی است: $(R = 8J / mol.K)$



۱) حجم گاز در حالت A چند برابر حجم گاز در حالت B است؟

۲) کار انجام شده بر روی دستگاه در فرایند BC چقدر است؟

صفحهٔ ۱۴۸، مکمل با تمرین‌های ۴ و ۵
الف) تهران- مکتب الاحرار- ۱۴۰۱
ب) نهایی ریاضی- شهریور ۱۴۰۲
(۶ بار تکرار)

درسنامه چرخه ترمودینامیکی

صفحه‌های ۱۳۹ و ۱۴۰ کتاب درسی

مفاهیم اولیه و رسم نمودارهای ترمودینامیکی

مجموعهٔ فرایندهای متوالی را که یک دستگاه انجام می‌دهد تا دوباره به حالت اولیهٔ خود برسد چرخهٔ ترمودینامیکی می‌گوییم. در چرخه‌های ترمودینامیکی:

۱. تغییر دما صفر است $(\Delta T = 0)$.

۲. تغییر انرژی درونی صفر است $(\Delta U = 0)$.

۳. $Q_{\text{چرخه}} = -W_{\text{چرخه}}$

برای بررسی چرخهٔ ترمودینامیکی که یک دستگاه طی می‌کند، باید به مفاهیم اولیه فرایندها توجه داشته باشیم:

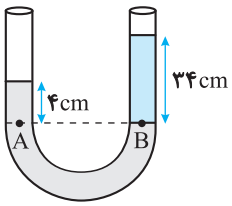
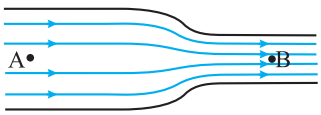
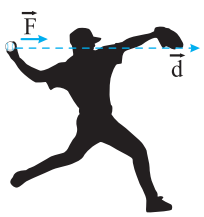
۱. در نمودار $P - T$ فرایند هم‌حجم، شیب نمودار با حجم رابطهٔ عکس دارد.

۲. در نمودار $V - T$ فرایند هم‌فشار، شیب نمودار با فشار رابطهٔ عکس دارد.

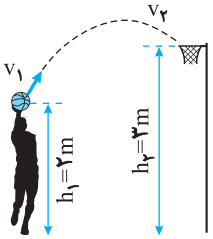
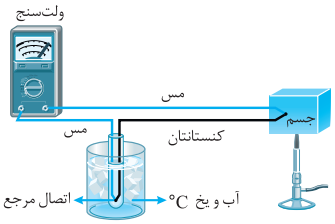
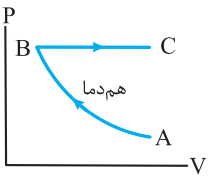
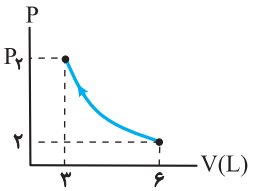
۳. در فرایند هم‌حجم $W = 0$ و در فرایند بی‌دررو $Q = 0$ و در فرایند هم‌دما $\Delta U = 0$ است.

۴. همواره در نمودار $P - V$ شیب فرایند بی‌دررو بیشتر از شیب فرایند هم‌دما است.

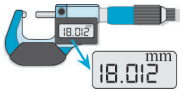
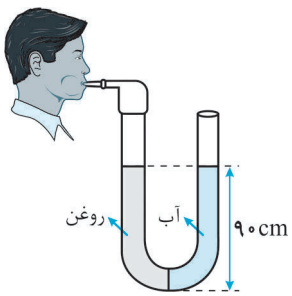
پایان سال - خرداد ۱۴۰۲	رشته: ریاضی	آزمون (۴)	مدت امتحان: ۱۱۰ دقیقه
سؤالات امتحان هماهنگ درس فیزیک ۱ نوبت عصر پایهٔ دهم دورهٔ دوم متوسطه		مرکز ارزشیابی و تضمین کیفیت آموزش و پرورش	

ردیف		سؤالات	نمره
۴۲۶	(۱)	درست یا نادرست بودن هر یک از موارد زیر را تعیین کنید. الف) افزایش دما سبب افزایش تبخیر سطحی می‌شود. (درست- نادرست) ب) مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان معتبر هستند. (درست- نادرست) پ) فاصلهٔ ذرات سازنده در جامد و مایع تقریباً برابر است. (درست- نادرست) ت) اگر در یک ماشین گرمایی تمام گرما به کار تبدیل شود قانون اول ترمودینامیک نقض می‌شود. (درست- نادرست)	۱
۴۲۷	(۲)	در جمله‌های زیر کلمه مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید: الف) فویل آلومینیمی مچاله شده (بر روی آب می‌ماند- زیر آب می‌رود). ب) در کنار ساحل در طول روز جهت وزش نسیم (از دریا به ساحل- از ساحل به دریا) است. پ) آهنگ انجام کار را (توان- بازده) می‌گوییم. ت) تغییر حالت از جامد به بخار (چگالش- تصعید) گفته می‌شود.	۱
۴۲۸	(۳)	الف) آزمایشی برای اندازه‌گیری حجم قطرهٔ آب طراحی کنید. ب) توضیح دهید چرا وقتی کامیون در حال حرکت است، پوشش برزنتی آن پف می‌کند؟	۰/۵ ۰/۵
۴۲۹	(۴)	الماس کوه نور ۱۸۲ قیراط است. جرم این الماس چند کیلوگرم است؟ (هر قیراط ۲۰۰ میلی‌گرم است.)	۱
۴۳۰	(۵)	جرم یک ظرف شیشه‌ای به حجم یک لیتر ۲۰۰ گرم است. آن را از مایعی پر می‌کنیم. جرم ظرف و مایع داخل آن ۱۰۰۰g می‌شود. چگالی مایع چند kg/m^3 است؟	۱
۴۳۱	(۶)	الف) چرا سطح جیوه در لولهٔ مویین پایین‌تر از سطح جیوه درون ظرف قرار می‌گیرد؟ ب) در یک لولهٔ U شکل مقداری جیوه قرار دارد. در شاخهٔ سمت راست ۳۴cm مایعی می‌ریزیم تا اختلاف ارتفاع جیوه در دو طرف به ۴cm برسد، چگالی مایع چند g/cm^3 است؟ $(\rho_{جیوه}=۱۳/۶g/cm^3, g=۱۰m/s^2)$ 	۰/۵ ۱
۴۳۲	(۷)	مساحت روزنه خروج بخار آب، روی درب یک زودپز $4mm^2$ است. جرم وزنه‌ای که روی روزنه باید گذاشت چقدر باشد تا فشار داخل آن در ۲ اتمسفر نگه داشته شود؟ $(P_0=1atm, g=۱۰m/s^2)$ 	۱/۲۵
۴۳۳	(۸)	در لولهٔ زیر آب جریان دارد. شعاع قسمت A، دو برابر شعاع قسمت B است. اگر تندی حرکت شاره در قسمت B برابر ۱۲m/s باشد، تندی حرکت شاره در قسمت A چند m/s است؟ 	۱
۴۳۴	(۹)	ورزشکاری توپ بیسبال به جرم ۲۰۰g را با بیشترین تندی ممکن پرتاب می‌کند. او نیروی F=۶۰N را به‌صورت افقی، تا لحظهٔ پرتاب در امتداد جابه‌جایی d=۱/۵m بر توپ وارد می‌کند. تندی توپ در لحظهٔ جدا شدن از دست ورزشکار چند m/s است؟ (نیروی مقاومت هوا ناچیز است.) 	۱

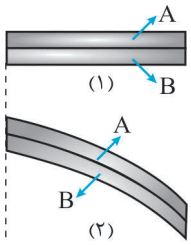
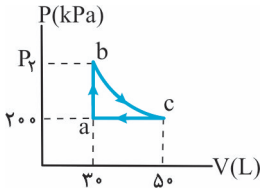
پایان سال - خرداد ۱۴۰۲	رشته: ریاضی	آزمون (۴)	مدت امتحان: ۱۱۰ دقیقه
سؤالات امتحان هماهنگ درس فیزیک ۱ نوبت عصر پایهٔ دهم دورهٔ دوم متوسطه			مرکز ارزشیابی و تضمین کیفیت آموزش و پرورش

ردیف		سؤالات	نمره
۴۳۵	(۱۰)	در شکل زیر ورزشکار توپ را با چه تندی به طرف سبد پرتاب کند تا توپ با تندی $۴m/s$ به دهانهٔ سبد برسد؟ ($g=۱۰m/s^۲$ و مقاومت هوا ناچیز است) 	۱
۴۳۶	(۱۱)	بالابری برای بالا بردن وزنهٔ ۲۰ کیلوگرمی تا ارتفاع معین، ۱۰۰۰ ژول انرژی مصرف می‌کند. اگر وزنه را از ارتفاع فوق رها کنیم با تندی $v=۹m/s$ به زمین می‌رسد. بازده بالابر چند درصد است؟ ($g=۱۰m/s^۲$ و از مقامت هوا صرف‌نظر شود.)	۱/۲۵
۴۳۷	(۱۲)	الف) شکل زیر چه دماسنجی را نشان می‌دهد؟ ب) کمیت دماسنجی در آن چیست؟ 	۰/۵
۴۳۸	(۱۳)	دمای قرص فلزی به شعاع $۲۰cm$ و ضخامت $۵mm$ را از $۲۰°C$ به $۷۰°C$ می‌رسانیم. حجم قرص چند سانتی‌متر مکعب افزایش می‌یابد؟ ($\pi=۳,\alpha_{فلز}=۱/۵\times۱۰^{-۵}K^{-۱}$)	۱/۲۵
۴۳۹	(۱۴)	جسمی به جرم $۴۰g$ و دمای $۷۵°C$ را درون گرماسنجی به ظرفیت گرمایی $۲۰۰J/°C$ که حاوی ۵۰۰ گرم آب با دمای $۲۰°C$ است می‌اندازیم. اگر دمای تعادل به $۲۵°C$ برسد، گرمای ویژهٔ جسم چند $J/kg.°C$ است؟ ($c_{آب}=۴۲۰۰J/kg.°C$)	۱/۵
۴۴۰	(۱۵)	الف) موی خرس قطبی توخالی است. این موضوع چه نقشی در گرم نگه داشتن بدن خرس در سرمای قطب دارد؟ ب) مقداری گاز کامل با دمای $۲۷°C$ در یک استوانه به طول $۲۰cm$ محبوس است. اگر در فشار ثابت طول استوانه به $۲۵cm$ برسد، دمای آن به چند درجه سلسیوس می‌رسد؟	۰/۵ ۱
۴۴۱	(۱۶)	نمودار $P-V$ مربوط به دو فرآیند در گاز کاملی مطابق شکل است. نمودار $P-T$ این دو فرایند را رسم کنید. 	۰/۵
۴۴۲	(۱۷)	گاز آرمانی در دمای ثابت از حالت $V_۱=۶L$ و $P_۱=۲atm$ تا حالت نهایی با حجم $V_۲=۳L$ متراکم می‌شود: الف) فشار گاز در حالت دوم چند اتمسفر است؟ ب) اگر سطح زیر نمودار $۸۰۰J$ باشد، گرمای مبادله شده در این فرایند چند ژول است؟ 	۰/۷۵ ۱
۴۴۳	(۱۸)	بازده ماشین گرمایی ۴۰ درصد است. این ماشین در هر چرخه ۱۰۰۰ ژول گرما از منبع با دمای بالا دریافت می‌کند. در هر چرخه چند ژول گرما به منبع با دمای پایین می‌دهد؟	۱
		جمع نمرات	۲۰

پایان سال- خرداد ۱۴۰۳	رشته: ریاضی	آزمون (۵)	مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه
سؤالات امتحان نهایی درس فیزیک ۱ پایهٔ دهم دورهٔ دوم متوسطه			مرکز ارزشیابی و تضمین کیفیت آموزش و پرورش

ردیف		سؤالات	نمره
۴۴۴	(۱)	درستی و نادرستی جمله‌های زیر را با نوشتن واژه‌های «درست» و «نادرست» مشخص کنید. الف) شتاب یک کمیت برداری است. ب) هر چه قطر لولهٔ مویین کمتر باشد، ارتفاع ستون آب در آن کمتر است. پ) انرژی پتانسیل به مکان اجسام یک سامانه نسبت به یکدیگر بستگی ندارد. ت) در انتقال گرما به روش رسانش، سهم الکترون‌های آزاد بیشتر از ارتعاشات اتمی است. ث) تمامی دستگاه‌های ترمودینامیکی در نزدیکی حالت تعادل مورد مطالعه قرار می‌گیرند.	۱/۲۵
۴۴۵	(۲)	در هر یک از جمله‌های زیر، واژهٔ مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید. الف) در مدل‌سازی حرکت توپ بسکتبال می‌توانیم (مقاومت هوا- نیروی جاذبهٔ زمین) را نادیده بگیریم. ب) وقتی مایعی را به آهستگی سرد می‌کنیم، اغلب جامد (بلورین- بی‌شکل) تشکیل می‌شود. پ) افزایش دما باعث (کاهش- افزایش) چگالی اغلب اجسام می‌شود. ت) قانون (اول- دوم) ترمودینامیک بیانگر قانون پایستگی انرژی است.	۱
۴۴۶	(۳)	هر یک از جمله‌های زیر را با عبارت مناسب کامل کنید. الف) مسافتی را که نور در مدت یک سال در خلأ می‌پیماید، یک ..... می‌نامند. ب) مادهٔ داخل لولهٔ تابان لامپ‌های مهتابی از ..... تشکیل شده است. پ) اگر تندی جسمی دو برابر شود، انرژی جنبشی آن ..... برابر می‌شود. ت) در دماسنج ترموکوپل، کمیت دماسنجی ..... است.	۱
۴۴۷	(۴)	الف) شکل روبه‌رو یک ریزسنج را نشان می‌دهد. دقت این ریزسنج چند میلی‌متر است؟ ب) چهار دانش‌آموز طول یک مداد را در آزمایشگاه اندازه‌گیری کرده‌اند و مقادیر زیر را ثبت کرده‌اند. طول این مداد چند سانتی‌متر گزارش می‌شود؟ (۱۵/۲cm , ۱۵/۴cm , ۱۶/۱cm , ۱۵/۳cm) 	۰/۷۵
۴۴۸	(۵)	گیاهی در مدت ۱۲ روز، ۳/۶ متر رشد می‌کند. آهنگ رشد این گیاه را برحسب میلی‌متر بر ساعت (mm/h) بنویسید.	۰/۷۵
۴۴۹	(۶)	چگالی فلزی $15g/cm^3$ می‌باشد. جرم قطعه‌ای از این فلز به حجم $40cm^3$ چند گرم است؟	۰/۵
۴۵۰	(۷)	به سؤالات زیر پاسخ دهید. الف) چرا هنگام شستنِ ظروف، افزون بر استفاده از مایع ظرفشویی، ترجیح می‌دهیم از آب گرم نیز استفاده کنیم؟ ب) چرا توریچلی در آزمایش خود ترجیح داد به جای آب از جیوه استفاده کند؟ پ) چرا نیروی شناوری برای جسمی که در یک شاره قرار دارد، رو به بالاست؟	۱/۵
۴۵۱	(۸)	در یک عملیات آتش‌نشانی آب با تندی $1/5m/s$ از لوله وارد شیر ورودی به شعاع $10cm$ می‌شود. اگر شعاع قسمت خروجی شیر $2/5cm$ باشد، تندی خروج آب را برحسب m/s به‌دست آورید.	۱
۴۵۲	(۹)	شخصی مطابق شکل درون لولهٔ U شکلی می‌دمد. درون لوله حجم مساوی از آب و روغن در حال تعادل وجود دارد. فشار پیمانه‌ای هوای درون ریهٔ این شخص چند پاسکال است؟ $(g=10m/s^2, \rho_{روغن}=800kg/m^3, \rho_{آب}=1000kg/m^3)$ 	۱
۴۵۳	(۱۰)	برای آن‌که نیروی خالصی بتواند تندی جسمی را از صفر به v برساند، باید مقدار کار W را روی آن انجام دهد. اگر قرار باشد تندی این جسم از v به $3v$ افزایش یابد، کاری که روی جسم باید انجام شود، چند برابر W است؟	۱

پایان سال - خرداد ۱۴۰۳	رشته: ریاضی	آزمون (۵)	مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه
سؤالات امتحان نهایی درس فیزیک ۱ پایهٔ دهم دورهٔ دوم متوسطه			مرکز ارزشیابی و تضمین کیفیت آموزش و پرورش

ردیف		سؤالات	نمره
۴۵۴	(۱۱)	توپی به جرم $0/5kg$ از بالای ساختمانی به ارتفاع $20m$ به‌صورت افقی با تندی $8m/s$ پرتاب می‌شود. اگر تندی آن در لحظهٔ برخورد به زمین $20m/s$ باشد، کار نیروی مقاومت هوا بر روی توپ چند ژول است؟ $(g=10m/s^2)$	۱/۲۵
۴۵۵	(۱۲)	هر یک از دو موتور جت یک هواپیمای مسافربری، پیشرانه‌ای برابر $2/4\times10^5N$ ایجاد می‌کند. اگر هواپیما در هر دقیقه $15km$ در امتداد این نیرو حرکت کند، توان متوسط هر یک از موتورهای هواپیما چند وات است؟	۱/۲۵
۴۵۶	(۱۳)	به پرسش‌های زیر پاسخ کوتاه بدهید. الف) درون دو ظرف کاملاً مشابه که رنگ بخش بیرونی یکی از آن‌ها سفید و دیگری سیاه است. مقدارهای یکسان آب با دمای $100°C$ می‌ریزیم. دمای آب در کدام ظرف زودتر به دمای محیط می‌رسد؟ چرا؟ ب) شکل (۱) دو تیغهٔ فلزی از جنس‌های متفاوت که سرتاسر به هم جوش داده شده‌اند را در دمای $20°C$ و شکل (۲)، همان تیغه‌ها را در دمای صفر درجهٔ سلسیوس نشان می‌دهد. ضریب انبساط طولی کدام فلز بیشتر است؟ چرا؟ 	۱
۴۵۷	(۱۴)	اگر به جسمی $9000J$ گرما داده شود، دمای آن $18°C$ افزایش می‌یابد. به همان جسم چند ژول گرما داده شود تا دمای آن $18°F$ افزایش یابد؟ (از اتلاف گرما چشم‌پوشی شود.)	۱
۴۵۸	(۱۵)	ظرفیت گرمایی گرماسنجی $420J/K$ است و درون آن $0/5kg$ آب با دمای $20°C$ در تعادل است. $0/2kg$ آب با دمای $40°C$ به آب درون گرماسنج اضافه می‌کنیم. با چشم‌پوشی از اتلاف گرما، دمای تعادل مجموعه چند درجهٔ سلسیوس می‌شود؟ (گرمای ویژهٔ آب $4200J/kg.K$ است.)	۱
۴۵۹	(۱۶)	در آزمایشی برای تعیین گرمای نهان تبخیر آب، به $0/2kg$ آب با دمای $100°C$ که درون بشری قرار دارد، با آهنگ ثابت $1250J/s$ گرما می‌دهیم و پس از ۴۰۰ ثانیه، کل آب تبخیر می‌شود. الف) گرمای نهان تبخیر آب چند J/kg است؟ ب) مقدار محاسبه شده برای گرمای نهان تبخیر آب در بخش الف، بیشتر از مقدار واقعی است یا کمتر؟	۱/۲۵
۴۶۰	(۱۷)	درون محفظه‌ای استوانه‌ای با حجم ثابت، مقداری گاز در دمای $27°C$ وجود دارد و فشارسنج متصل به استوانه عدد $1atm$ را نشان می‌دهد. اگر دمای گاز درون مخزن را به $177°C$ برسانیم، فشار درون مخزن به چند اتمسفر می‌رسد؟ (فشار هوای محیط را $1atm$ فرض کنید.)	۱
۴۶۱	(۱۸)	در جدول زیر، برای هر یک از جمله‌های ستون (۱)، عبارت مناسبی از ستون (۲) انتخاب کنید. (یک مورد در ستون دوم اضافی است.) الف) در این فرایند، بین دستگاه و محیط گرما مبادله نمی‌شود. ب) در این فرایند، کار دستگاه صفر است. پ) در این فرایند، انرژی درونی دستگاه ثابت است. ستون (۲): ۱) هم‌حجم ۲) هم‌فشار ۳) هم‌دما ۴) بی‌دررو	۰/۷۵
۴۶۲	(۱۹)	گاز داخل یک استوانه، چرخه‌ای مطابق شکل روبه‌رو را می‌پیماید. فرایند bc یک فرایند بی‌دررو است و کار دستگاه در این فرایند $6000J$ است. کار انجام شده در این چرخه، چند ژول است؟ 	۱
۴۶۳	(۲۰)	بازده یک ماشین درون‌سوز ۲۰ درصد است. این ماشین در هر چرخه $2/5\times10^3J$ کار انجام می‌دهد. گرمای حاصل از سوخت در هر چرخه چند ژول است؟	۰/۷۵
		جمع نمرات	۲۰

پاسخ‌های تشریحی

ترمودینامیک فصل ۵

۳۳۱. الف) معادلهٔ حالت ب) مستقل از پ) ماکروسکوپی
ت) درست ث) نادرست ج) درست
چ) درست ح) درست خ) درست
د) درست

۳۳۲. الف) ایستاوار ب) دمای پ) افزایش
ت) پایستگی انرژی ث) درونی
ج) دستگاه - محیط - دستگاه

۳۳۳. الف) وقتی دما و فشار در همهٔ نقاط گاز یکسان باشد، گاز در حالت تعادل ترمودینامیکی است.
ب) رابطهٔ بین متغیرهای ترمودینامیکی را معادلهٔ حالت می‌نامند.
پ) هنگامی که دستگاه از یک حالت تعادل به حالت تعادل دیگر می‌رود، می‌گوییم یک فرایند ترمودینامیکی انجام شده است.
ت) اگر در طول فرایند، دستگاه همواره نزدیک به حالت تعادل باشد و سریع به تعادل برسد، می‌گوییم فرایند ایستاوار رخ داده است.
ث) منبع گرما جسمی است که جرم آن در مقابل جرم دستگاهی که با آن تبادل گرما دارد، چنان بزرگ است که می‌تواند مقدار زیادی گرما بگیرد، یا از دست بدهد، بی‌آنکه تغییر دمای محسوسی بکند.

۳۳۴. الف) ظرفیت گرمایی هوای یک اتاق نسبت به ظرفیت گرمایی لیوان چای بسیار بزرگ‌تر است و اگر گرمایی بین لیوان چای و هوای اتاق تبادل شود، دمای هوای اتاق تغییر محسوسی نمی‌کند. به عبارتی هوای یک اتاق را می‌توان یک منبع گرما برای لیوان چای در نظر گرفت.
ب) در یک فرایند ایستاوار مجموع گرما و کار مبادله شده بین دستگاه و محیط برابر با تغییر انرژی درونی دستگاه است. $\Delta U = Q + W$

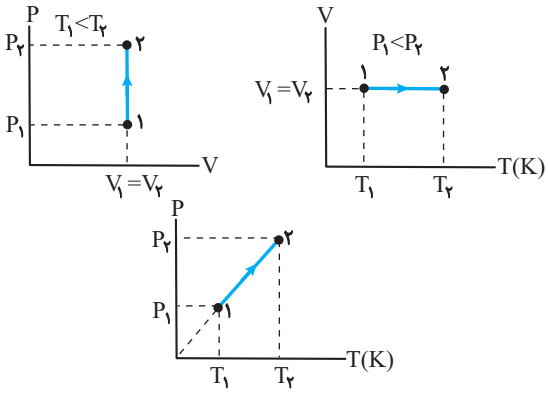
۳۳۵. دستگاه از محیط گرما گرفته است، بنابراین $Q = +۲۵۰\,J$ می‌شود و چون دستگاه روی محیط کار انجام داده است، $W = -۳۰۰\,J$ می‌باشد. بنابراین با استفاده از قانون اول ترمودینامیک داریم:

$$\Delta U = Q + W = ۲۵۰ - ۳۰۰ = -۵۰J$$

چون $\Delta U < ۰$ است، انرژی درونی دستگاه کاهش یافته است.

۳۳۶. الف) گرما ب) مثبت پ) انبساط
ت) درست ث) درست ج) درست

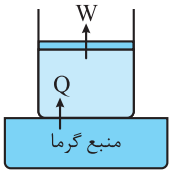
۳۳۷. الف)



ب) در نمودار $V - T$، طبق رابطهٔ $V = (\frac{nR}{P})T$، شیب نمودار برابر $\frac{nR}{P}$ می‌باشد. بنابراین شیب نمودار متناسب با $\frac{۱}{P}$ است. یعنی هر چه شیب نمودار بیشتر باشد، فشار کمتر است. لذا می‌توان نوشت:

$$P_۳ < P_۲ < P_۱$$

۳۳۸. الف) مطابق شکل، مقداری گاز را درون استوانه‌ای که اصطکاک آن ناچیز بوده و با منبع گرما با دمای قابل تنظیم، در تماس است، وارد می‌کنیم. اگر دمای منبع را اندکی بالا ببریم، به علت اختلاف دمای بین منبع و گاز،



مقدار کمی گرما به گاز منتقل شده و دمای گاز کمی افزایش می‌یابد، در نتیجه گاز کمی منبسط می‌شود و پیستون را اندکی به طرف بالا جابه‌جا کرده و حجم گاز افزایش می‌یابد. در این فرایند فشار گاز ثابت می‌ماند.
ب) هم‌فشار - فشار وارد بر پیستون درون آب و در محل سرنگ در هر لحظه، ثابت و برابر $P = P_۰ + \rho gh$ است که با تغییر دما هیچ یک از مقادیر $P_۰$ و h تغییر نمی‌کنند و از آن‌جا که دستهٔ آن آزادانه می‌تواند بلغزد، فشار ثابت می‌ماند.

۳۳۹. الف) هم‌فشار
ب) در فرایند هم فشار کار از رابطهٔ $W = -P\Delta V$ به دست می‌آید، بنابراین داریم:

$$W = -P\Delta V \xrightarrow[P=\text{ثابت}]{PV=nRT} W = -nR\Delta T$$

$$\xrightarrow[\Delta T=۳۰۰-۲۰۰=۱۰۰K]{n=۰/۵mol} W = -۰/۵\times۸\times۱۰۰ = -۴۰۰J$$

پ) با استفاده از قانون اول ترمودینامیک داریم:

$$\Delta U = Q + W \xrightarrow[W=-۴۰۰J]{Q=۱۴۰۰J} \Delta U = ۱۴۰۰ - ۴۰۰ = ۱۰۰۰J$$

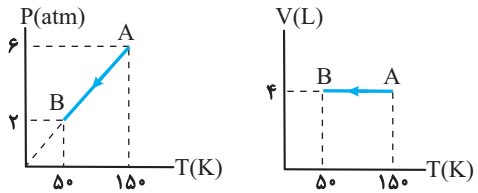
۳۴۰. ابتدا با استفاده از معادلهٔ حالت، دمای اولیه و نهایی گاز را می‌یابیم و سپس نمودارهای $P - T$ و $V - T$ را رسم می‌کنیم:

$$P_A V = nRT_A \xrightarrow[V=۴L=۴\times۱۰^{-۳}m^۳]{P_A=۶atm=۶\times۱۰^۵Pa,n=۲mol}$$

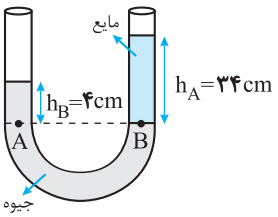
$$۶\times۱۰^۵\times۴\times۱۰^{-۳} = ۲\times۸\times T_A \Rightarrow T_A = ۱۵۰K$$

$$P_B V = nRT_B \xrightarrow[V=۴L=۴\times۱۰^{-۳}m^۳]{P_B=۲atm=۲\times۱۰^۵Pa,n=۲mol}$$

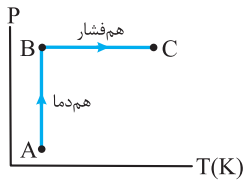
$$۲\times۱۰^۵\times۴\times۱۰^{-۳} = ۲\times۸\times T_B \Rightarrow T_B = ۵۰K$$



پاسخ تشریحی آزمون ۴ – امتحان هماهنگ فیزیک (۱) نوبت عصر خرداد ۱۴۰۲

ردیف		سؤالات	نمره
۴۲۶	(۱)	الف) درست (۰/۲۵) ب) نادرست (۰/۲۵) پ) درست (۰/۲۵) ت) نادرست (۰/۲۵)	
۴۲۷	(۲)	الف) بر روی آب می‌ماند (۰/۲۵) ب) از دریا به ساحل (۰/۲۵) پ) توان (۰/۲۵) ت) تصعید(۰/۲۵)	
۴۲۸	(۳)	الف) تعداد مشخصی قطره در استوانه مدرج می‌ریزیم تا به حجم معینی برسد. اکنون حجم کل قطره‌ها را بر تعداد قطره‌ها تقسیم می‌کنیم تا حجم یک قطره به‌دست آید. (۰/۵) ب) طبق اصل برنولی، زمانی که تندی شاره بیشتر می‌شود، فشار آن کاهش می‌یابد. بنابراین با حرکت کامیون و افزایش تندی هوای اطراف آن، فشار در قسمت بیرونی پوشش برزنتی کاهش یافته و باعث می‌شود این پوشش به سمت بیرون پف کند. (۰/۵)	
۴۲۹	(۴)	با استفاده از روش تبدیل زنجیره‌ای داریم: $۱۸۲\text{قیراط} = ۱۸۲\text{قیراط} \times \frac{۲۰۰\,mg}{۱\,\text{قیراط}} \times \frac{۱۰^{-۳}\,g}{۱\,mg} \times \frac{۱۰^{-۳}\,kg}{۱\,g} = ۳/۶۴\times۱۰^{-۲}\,kg$ (۰/۲۵) (۰/۲۵) (۰/۲۵) (۰/۲۵)	
۴۳۰	(۵)	ابتدا جرم مایع را محاسبه می‌کنیم: $m_{\text{مایع}} = m_{\text{کل}} - m_{\text{ظرف}}$ (۰/۲۵) $\xrightarrow{m_{\text{کل}}=۱۰۰۰g,\ m_{\text{ظرف}}=۲۰۰g} m_{\text{مایع}} = ۱۰۰۰-۲۰۰ = ۸۰۰g$ (۰/۲۵) حجم مایع برابر گنجایش ظرف (یک لیتر) است. بنابراین، طبق رابطهٔ چگالی داریم: $\rho = \frac{m}{V} \xrightarrow[V=۱L=۱۰^{-۳}m^۳]{m=۸۰۰g=۰/۸kg} \rho = \frac{۰/۸}{۱۰^{-۳}} = ۸۰۰\frac{kg}{m^۳}$ (۰/۵)	
۴۳۱	(۶)	الف) نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های جیوه و مولکول‌های شیشه کمتر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های جیوه است. در نتیجه جیوه سطح شیشه را خیس نمی‌کند و سطح جیوه در لولهٔ مویین پایین‌تر از سطح جیوه درون ظرف قرار می‌گیرد. (۰/۵) ب) فشار در نقاط هم‌تراز در درون یک مایع برابر است. بنابراین با برابر قرار دادن فشار در نقاط A و B داریم: $P_A = P_B \Rightarrow P_۰ + \rho_{\text{جیوه}}gh_A = P_۰ + \rho_{\text{مایع}}gh_B$ $\Rightarrow \rho_{\text{جیوه}}h_A = \rho_{\text{مایع}}h_B$ (۰/۵) $\xrightarrow[h_A=۴cm,\ h_B=۳۴cm]{\rho_{\text{جیوه}}=۱۳/۶g/cm^۳} ۱۳/۶\times۴ = \rho_{\text{مایع}}\times۳۴$ $\Rightarrow \rho_{\text{مایع}} = ۱/۶\frac{g}{cm^۳}$ (۰/۵) 	
۴۳۲	(۷)	وزن جسم گذاشته شده بر روی روزنه باید نیروی حاصل از فشار پیمانه‌ای داخل ظرف را خنثی کند. ابتدا فشار پیمانه‌ای داخل ظرف را پیدا می‌کنیم: $P_g = P - P_۰ \xrightarrow{P=۲atm,\ P_۰=۱atm}$ $P_g = ۲-۱ = ۱atm \xrightarrow{۱atm=۱۰^۵Pa} P_g = ۱۰^۵Pa$ (۰/۵) در نتیجه داریم: $F = P_gA = mg \xrightarrow[g=۱۰m/s^۲]{A=۴mm^۲=۴(۱۰^{-۳})^۲m^۲=۴\times۱۰^{-۶}m^۲}$ (۰/۲۵) $۱۰^۵\times۴\times۱۰^{-۶} = m\times۱۰ \Rightarrow m = ۰/۰۴\,kg = ۴۰g$ (۰/۵)	

ردیف		سـؤالات	نمره
۴۳۳	(۸)	با استفاده از معادلهٔ پیوستگی برای شارهٔ تراکم‌ناپذیر می‌توان نوشت: $A_A v_A = A_B v_B \xrightarrow{A=\pi r^2} r_A^2 v_A = r_B^2 v_B$ (۰/۲۵) $\xrightarrow[v_B=12\,m/s]{r_A=2r_B} (2r_B)^2 v_A = r_B^2 \times 12$ (۰/۵) $\Rightarrow 4v_A = 12 \Rightarrow v_A = 3\,m/s$ (۰/۲۵)	
۴۳۴	(۹)	طبق قضیهٔ کار – انرژی جنبشی، کار کل انجام شده بر روی جسم برابر تغییر انرژی جنبشی جسم است. بنابراین داریم: $W_t = K_2 - K_1 \xrightarrow{K_1=0} (F\cos\theta)d = \frac{1}{2}mv_2^2 \xrightarrow[d=1/5\,m, m=200\,g=0/2\,kg]{F=60\,N,\theta=0^\circ,\cos 0^\circ=1}$ (۰/۵) $60\times 1\times 1/5 = \frac{1}{2}\times 0/2\times v_2^2 \Rightarrow v_2 = 30\,m/s$ (۰/۵)	
۴۳۵	(۱۰)	با توجه به اصل پایستگی انرژی مکانیکی و با در نظر گرفتن سطح زمین به عنوان مبدأ پتانسیل گرانشی داریم: $E_1 = E_2 \Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2 \Rightarrow$ (۰/۲۵) $\frac{1}{2}v_1^2 + gh_1 = \frac{1}{2}v_2^2 + gh_2 \xrightarrow[v_2=4\,m/s, h_2=3\,m]{g=10\,m/s^2, h_1=2\,m} \frac{1}{2}v_1^2 + 10\times 2 = \frac{1}{2}\times 4^2 + 10\times 3 \Rightarrow$ (۰/۵) $\frac{1}{2}v_1^2 + 20 = 38 \Rightarrow v_1^2 = 36 \Rightarrow v_1 = 6\,m/s$ (۰/۲۵)	
۴۳۶	(۱۱)	با توجه به قسمت دوم و قضیه کار – انرژی جنبشی، کار نیروی وزن را به دست می‌آوریم: $W_t = K_2 - K_1 \xrightarrow[W_t = W_{mg}]{K_1=0}$ (۰/۲۵) $W_{mg} = K_2 \Rightarrow W_{mg} = \frac{1}{2}mv_2^2 \xrightarrow[v_2=9\,m/s]{m=20\,kg}$ $W_{mg} = \frac{1}{2}\times 20\times 9^2 = 810\,J$ (۰/۲۵) کار مفید بالابر صرف غلبه بر نیروی گرانش زمین می‌شود، بنابراین برای بازده دستگاه خواهیم داشت: $\text{درصد بازده} = \frac{W_{\text{مفید}}}{W_{\text{کل}}}\times 100 \xrightarrow[W_{\text{کل}}=1000\,J]{W_{\text{مفید}}=W_{mg}=810\,J}$ (۰/۲۵) $\text{درصد بازده} = \frac{810}{1000}\times 100 = 81\%$ (۰/۵)	
۴۳۷	(۱۲)	الف) ترموکوپل (۰/۲۵) ب) ولتاژ (۰/۲۵)	
۴۳۸	(۱۳)	ابتدا حجم جسم را محاسبه می‌کنیم؛ با توجه به این که تغییر حجم به سانتی‌متر مکعب خواسته شده است، تمام پارامترها را بر حسب سانتی‌متر می‌نویسیم. $V = \pi r^2 h \xrightarrow[h=5\,mm=0/5\,cm]{\pi=3, r=20\,cm} V = 3\times 20^2\times 0/5 = 600\,cm^3$ (۰/۵) در نتیجه با استفاده از رابطهٔ انبساط حجمی خواهیم داشت: $\Delta V = 3\alpha V_1 \Delta T \xrightarrow[\Delta T=\Delta\theta=70-20=50\,K]{\alpha=1/5\times 10^{-5}\,K^{-1},}$ (۰/۵) $\Delta V = 3\times 1/5\times 10^{-5}\times 600\times 50 = 1/35\,cm^3$ (۰/۲۵)	

ردیف	سؤالات	نمره
۴۳۹ (۱۴)	با توجه به این که هیچ تبادل گرمایی با محیط نداریم، جمع جبری Qها صفر می‌شود. داریم:	
	$Q_{\text{گرماسنج}}+Q_{\text{جسم}}+Q_{\text{آب}}=0 \Rightarrow C_{\text{گرماسنج}}\Delta T_{\text{گرماسنج}}+m_{\text{جسم}}c_{\text{جسم}}\Delta T_{\text{جسم}}+m_{\text{آب}}c_{\text{آب}}\Delta T_{\text{آب}}=0$ (۰/۵)	
	$\xrightarrow[\Delta T_{\text{جسم}}=25-75=-50^\circ C,\ m_{\text{آب}}=500g=0/5kg,\ c_{\text{آب}}=4200J/kg.^\circ C]{C_{\text{گرماسنج}}=200J/^\circ C,\ \Delta T_{\text{گرماسنج}}=\Delta T_{\text{آب}}=25-20=5^\circ C,\ m_{\text{جسم}}=40g=0/04kg}$	
	$200\times5+0/04\times c_{\text{جسم}}\times(-50)+0/5\times4200\times5=0$ (۰/۵)	
	$\Rightarrow c_{\text{جسم}}=5750J/kg.^\circ C$ (۰/۵)	
	دقت کنید دمای اولیهٔ گرماسنج و آب درون آن یکسان می‌باشد.	
۴۴۰ (۱۵)	الف) هوای داخل موی خرس همانند یک عایق گرمایی است که از اتلاف گرمای بدن خرس جلوگیری می‌کند. (۰/۵)	
	ب) جرم و فشار گاز ثابت است، بنابراین داریم:	
	$\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}\xrightarrow{V=AL}\frac{L_1}{T_1}=\frac{L_2}{T_2}$ (۰/۲۵)	
	$\xrightarrow[T_1=273+27=300K]{L_1=20cm,\ L_2=25cm}\frac{20}{300}=\frac{25}{T_2}$ (۰/۵)	
	$\Rightarrow T_2=375K=102^\circ C$ (۰/۲۵)	
	دقت کنید در رابطهٔ $\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}$ دما باید بر حسب کلوین جایگذاری شود.	
۴۴۱ (۱۶)	فرایند AB هم‌دما و فرایند BC هم‌فشار است. بنابراین داریم: (هر فرایند ۰/۲۵)	
		
۴۴۲ (۱۷)	الف) چون گاز آرمانی و فرایند هم‌دماست، داریم:	
	$PV=nRT\xrightarrow{T=\text{ثابت}}P_1V_1=P_2V_2$ (۰/۵)	
	$\xrightarrow[V_2=3L]{V_1=6L,\ P_1=2atm}2\times6=P_2\times3\Rightarrow P_2=4atm$ (۰/۲۵)	
	ب) سطح زیر نمودار $P-V$ برابر قدرمطلق کار انجام شده در طول فرایند است. در نتیجه داریم:	
	$\lvert W\rvert=S\xrightarrow{S=800J}\lvert W\rvert=800J$ (۰/۲۵)	
	$\xrightarrow{V_2<V_1\Rightarrow W>0}W=800J$ (۰/۲۵)	
	برای فرایند هم‌دما در گاز کامل، $Q=-W$ است. بنابراین برای Q داریم:	
	$Q=-W=-800J$ (۰/۵)	
۴۴۳ (۱۸)	ابتدا با استفاده از رابطهٔ بازده ماشین گرمایی کار ماشین را به‌دست می‌آوریم:	
	$\eta=\frac{\lvert W\rvert}{Q_H}\xrightarrow[Q_H=1000J]{\eta=40\%=0/4}0/4=\frac{\lvert W\rvert}{1000}\Rightarrow\lvert W\rvert=400J$ (۰/۵)	
	اکنون با استفاده از قانون اول ترمودینامیک به بیان ماشین گرمایی، گرمای داده شده به منبع دماپایین را می‌یابیم:	
	$Q_H=\lvert W\rvert+\lvert Q_L\rvert\Rightarrow1000=400+\lvert Q_L\rvert\Rightarrow\lvert Q_L\rvert=600J$ (۰/۵)	

پاسخ تشریحی آزمون ۵– امتحان نهایی ریاضی خرداد ۱۴۰۳

برای آشنایی شما، دانش‌آموز عزیز، با نحوهٔ نمره‌دهی برگه امتحان نهایی، پاسخ این آزمون عیناً مشابه راهنمای تصحیح آزمون نهایی قرار داده شده است.

ردیف		سـؤالات	نمره
۴۴۴	(۱)	الف) درست ب) نادرست پ) نادرست ت) درست ث) درست (هر مورد ۰/۲۵)	
۴۴۵	(۲)	الف) مقاومت هوا ب) بلورین پ) کاهش ت) اول (هر مورد ۰/۲۵)	
۴۴۶	(۳)	الف) سال نوری ب) پلاسما پ) چهار ت) ولتاژ (هر مورد ۰/۲۵)	
۴۴۷	(۴)	الف) $0/001mm$ (۰/۲۵) ب) حذف $16/1cm$ (۰/۲۵) $\frac{15/2+15/4+15/3}{3}=15/3cm$ (۰/۲۵)	
۴۴۸	(۵)	$\frac{3/6}{12}\frac{m}{day}\times\frac{1000mm}{1m}\times\frac{1day}{24h}$ (۰/۵) $12/5mm/h$ (۰/۲۵)	
۴۴۹	(۶)	$\rho=\frac{m}{V}$ (۰/۲۵) $\Rightarrow 15=\frac{m}{40}\Rightarrow m=600g$ (۰/۲۵)	
۴۵۰	(۷)	الف) زیرا افزایش دما باعث کاهش نیروی بین مولکولی می‌شود. (۰/۵) ب) زیرا در صورت استفاده از آب، ارتفاع لولهٔ بارومتر حدوداً ۱۰ برابر می‌شود. (۰/۵) پ) زیرا فشار وارد بر زیر جسم بیشتر از فشار وارد بر بالای جسم است و همین باعث ایجاد نیروی خالص رو به بالا می‌شود. (۰/۵)	
۴۵۱	(۸)	$A_1v_1=A_2v_2$ (۰/۲۵) $\Rightarrow \pi r_1^2v_1=\pi r_2^2v_2$ (۰/۲۵) $\Rightarrow 100\times1/5=6/25v_2$ (۰/۲۵) $\Rightarrow v_2=\frac{150}{6/25}=24m/s$ (۰/۲۵)	
۴۵۲	(۹)	$P_{lung}+\rho_1gh_1=P_0+\rho_2gh_2$ (۰/۲۵) $\Rightarrow P_{lung}-P_0=(\rho_2-\rho_1)gh$ (۰/۲۵) $\Rightarrow P_g=200\times10\times0/9$ (۰/۲۵) $\Rightarrow P_g=1800Pa$ (۰/۲۵)	
۴۵۳	(۱۰)	$\frac{W_2}{W_1}=\frac{\Delta K_2}{\Delta K_1}$ (۰/۲۵) $\Rightarrow \frac{W_2}{W_1}=\frac{\frac{1}{2}m(9v^2-v^2)}{\frac{1}{2}m(v^2-0)}=8$ (۰/۵) $\Rightarrow W_2=8W$ (۰/۲۵)	

ردیف		سـؤالات	نمره
۴۵۴	(۱۱)	$W_f = \Delta E$ (۰/۲۵) $\Rightarrow W_f = \frac{۱}{۲}m(v_۲^۲ - v_۱^۲) + mg(h_۲ - h_۱)$ (۰/۲۵) $\Rightarrow W_f = \frac{۱}{۴}(۴۰۰ - ۶۴) + ۵(۰ - ۲۰)$ (۰/۵) $\Rightarrow W_f = -۱۶J$ (۰/۲۵)	
۴۵۵	(۱۲)	$W = (F\cos\theta)d$ (۰/۲۵) $\Rightarrow W = ۲/۴\times۱۰^۵\times۱\times۱/۵\times۱۰^۴$ (۰/۲۵) $\Rightarrow W = ۳/۶\times۱۰^۹J$ (۰/۲۵) $P = \frac{W}{t}$ (۰/۲۵) $\Rightarrow P = \frac{۳/۶\times۱۰^۹}{۶۰} = ۶\times۱۰^۷W$ (۰/۲۵)	
۴۵۶	(۱۳)	الف) ظرف سیاه (۰/۲۵)، زیرا تابش گرمایی سطوح مات و تیره بیشتر از سطوح صیقلی و روشن است. (۰/۲۵) ب) فلز B (۰/۲۵)، زیرا تغییر طول آن به‌ازای یک تغییر دمای یکسان بیشتر است. (۰/۲۵)	
۴۵۷	(۱۴)	$\Delta F = ۱/۸\Delta\theta$ (۰/۲۵) $\Rightarrow ۱۸ = ۱/۸\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = ۱۰^\circ C$ (۰/۲۵) $\frac{Q_۲}{Q_۱} = \frac{\Delta\theta_۲}{\Delta\theta_۱}$ (۰/۲۵) $\Rightarrow \frac{Q_۲}{۹۰۰۰} = \frac{۱۰}{۱۸} \Rightarrow Q_۲ = ۵۰۰۰J$ (۰/۲۵)	
۴۵۸	(۱۵)	$C(\theta - \theta_۱) + m_۲c_۲(\theta - \theta_۱) + m_۳c_۳(\theta - \theta_۳) = ۰$ (۰/۲۵) $\Rightarrow ۴۲۰(\theta - ۲۰) + ۰/۵\times۴۲۰۰(\theta - ۲۰) + ۰/۲\times۴۲۰۰(\theta - ۴۰) = ۰$ (۰/۵) $\Rightarrow ۸\theta = ۲۰۰ \Rightarrow \theta = ۲۵^\circ C$ (۰/۲۵)	
۴۵۹	(۱۶)	الف) $\left.\begin{matrix} Q = mL_V & (۰/۲۵) \\ Q = Pt & (۰/۲۵) \end{matrix}\right\} \Rightarrow Pt = mL_V$ (۰/۲۵) $\Rightarrow ۱۲۵۰\times۴۰۰ = ۰/۲L_V \Rightarrow L_V = ۲/۵\times۱۰^۶ J/kg$ (۰/۲۵) ب) بیشتر (۰/۲۵)	
۴۶۰	(۱۷)	$\frac{P_۱}{T_۱} = \frac{P_۲}{T_۲}$ (۰/۲۵) $\Rightarrow \frac{۱+۱}{۳۰۰} = \frac{P_۲}{۴۵۰}$ (۰/۵) $\Rightarrow P_۲ = ۳atm$ (۰/۲۵)	
۴۶۱	(۱۸)	الف) ۴ ب) ۱ پ) ۳ (هر مورد ۰/۲۵)	
۴۶۲	(۱۹)	$W = -S$ (۰/۲۵) $\Rightarrow W = -(\lvert W_{bc}\rvert - \lvert W_{ca}\rvert)$ (۰/۲۵) $\Rightarrow W = -(۶۰۰۰ - (۲۰۰\times۱۰^۳\times۲۰\times۱۰^{-۳}))$ (۰/۲۵) $\Rightarrow W = -۲۰۰۰$ (۰/۲۵)	
۴۶۳	(۲۰)	$\eta = \frac{\lvert W\rvert}{Q_H}$ (۰/۲۵) $\Rightarrow ۰/۲ = \frac{۲/۵\times۱۰^۳}{Q_H}$ (۰/۲۵) $\Rightarrow Q_H = ۱۲/۵\times۱۰^۳J$ (۰/۲۵)	