

ترمودینامیک

پایه دهم

مخصوص رشته ریاضی



“امیرعلی اکرمی”

جمع بندی تستی و تشریحی

بِسْمِ اللَّهِ

الرَّحْمَنِ

الرَّحِيمِ



خلاصه فصل

مفاهیم:

دستگاه: جسمی که رفتار آن بررسی می‌شود. می‌تواند: جامد، مایع، گاز، **بستر گازها** محیط: هر چه در اطراف دستگاه که بر رفتار آن اثر می‌گذارد، محیط می‌گویند. ترمودینامیک: تبدیل کار به گرما و برعکس. علم ترمودینامیک علمی است که کمیت‌ها را در سولویک را بررسی می‌کند. تبادل انرژی بین دستگاه و محیط بررسی می‌کند. کمیت‌ها: ماکروسولویک: تغییرات ترمودینامیکی که به کمک آن رفتار دستگاه را توصیف می‌کنند. ویژگی‌ها: ساده، توسط دستگاه قابل اندازه‌گیری هستند. تعداد کم - مجموعاً با خواص مادری می‌شوند. گاز آرمانی (کامل - ایده آل): برهم‌کنش بین ذرات وجود ندارد - چگالی کم - گازی دقیق

* **P** (فشار) - **V** (حجم) - **T** (دما) را متغیرهای ترمودینامیکی می‌گویند. مطلق!

* رابطه‌ی بین متغیرهای ترمودینامیکی را **معادله‌ی حالت** می‌گویند. باید وقتی آن را بر دستگاه نوشت که دستگاه در

تعادل ترمودینامیکی باشد. **تک حالتی** است که در تمام نقاط دستگاه فشار (P) و دما (T) یکسان باشد. $PV = nRT$ (معادله‌ی حالت برای گاز ایده آل)

* وقتی حالت دستگاه تغییر می‌کند، یک فرآیند ترمودینامیکی رخ داده است.

* وقتی در تغییر حالت دستگاه، دستگاه همواره به حالت تعادل نزدیک باشد، به چنین فرآیندی فرآیند ایستوار می‌گویند.

* تبادل انرژی بین محیط و دستگاه از طریق **کار** و **گرما** (Q) صورت می‌گیرد.

← کار (W)

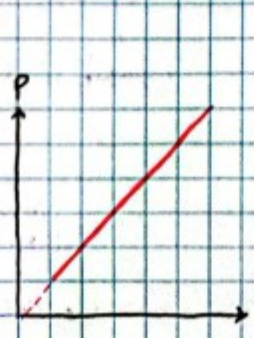
$$\Delta U = W + Q$$

قانون اول ترمودینامیک

* انرژی درونی دستگاه (گاز آرمانی) فقط تابع دما مطلق آن است. $\Delta U \propto \Delta T$ $U \propto T \propto P \propto V$ تغییرات انرژی درونی

فرآیندهای ترمودینامیکی خاص

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

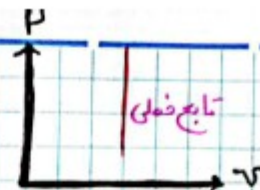


۱. هم‌حجم: ثابت $\frac{P}{T} = \frac{nR}{V}$ $P \propto T$ رابطه مستقیم

$$W = 0$$

$$\Delta U = Q$$

* نکته: در هم‌حجم چون حجم ثابت است و بیستون ثابت است $W = 0$



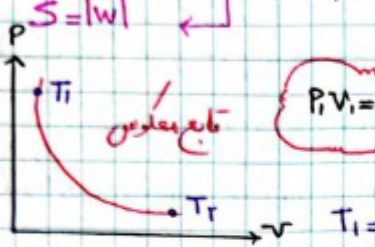
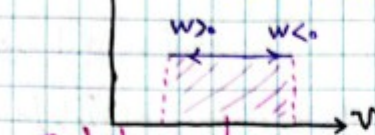
$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$W = -P \cdot \Delta V = -n \cdot R \cdot \Delta T$$

$$\frac{V}{T} = \frac{nR}{P} = \text{ثابت}$$

$$Q \times W \leq 0$$

$$|Q| > |W|$$



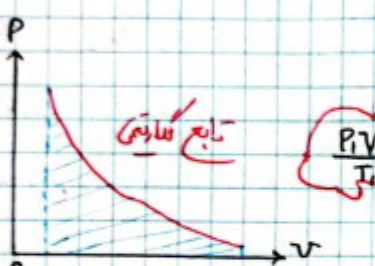
$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$W = -Q$$

$$PV = nRT = \text{ثابت}$$

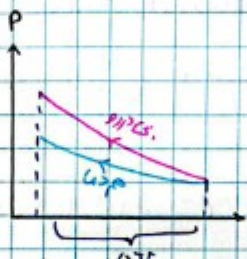
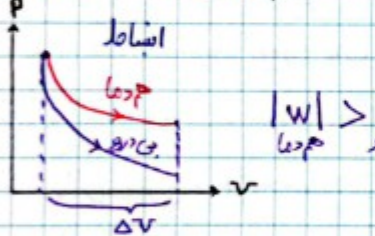
$$|W| = |Q|$$

$$T_1 = T_2 \Rightarrow \Delta T = 0 \Rightarrow \Delta U = 0$$



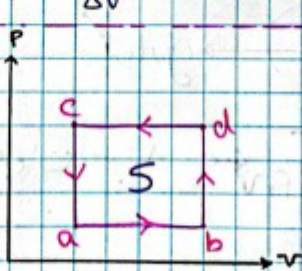
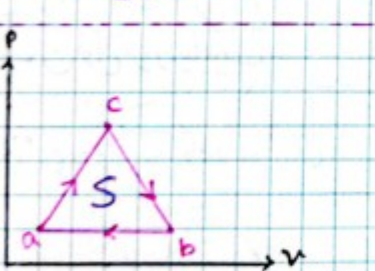
$$\Delta U = W, Q = 0 \quad nR = \frac{PV}{T} = \text{ثابت}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$



* مقایسه بی دررو و هم دما:

$$|W| > |W|$$



چرخه ترمودینامیکی

$$Q = +, W = -$$

$$Q = -, W = +$$

$$\Delta U = 0 \Rightarrow W = -Q$$

$$S = |W|$$

بخش داخلی چرخه (P-V)

بخش بیرونی چرخه (P-T)

بخش بیرونی چرخه (V-T)

بخش بیرونی چرخه (P-V)



ماشین های گرمایی

۱- موتور سوز (ماشین بخار)

۲- موتور سوز (ماشین های بنزینی)

* بازده ماشین گرمایی:

* بر طبق قانون دوم ترمودینامیک همه گرما دریافتی در ماشین های گرمایی به کار تبدیل نمی شود.

یخچال ها

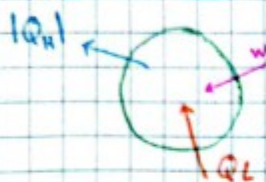
⚠ نکته: در تمام ماشین ها گرمایی، گرما Q_H دریافت شده گرمایی

از آن به کار $|W|$ و مابقی آن به چشمه ای سرد پس داده می شود $|Q_L|$

۱- مصرف فوس ۲- مصرف تراکم ۳- آتش گرفتن ۴- مصرف قدرت
۵- فضاویه ۶- مصرف خروج گاز

$$Q_H = |W| + |Q_L|$$

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



$$|Q_H| = W + Q_L$$



نکات تستی و تشریحی

- ۱- در موتور خودرو، مخلوط هوا و بنزین **دستگاه** نامیده می شود و در یخچال خانگی، گازی که چرخه های درون و بیرون یخچال جریان دارد و گوا را از درون یخچال به بیرون منتقل می کند، **دستگاه** نامیده می شود.
- ۲- در فرآیند **هم فشار**، کار انجام شده روی دستگاه به نوع گاز بستگی ندارد.
- ۳- قدر مطلق گرمای مبادله شده در فرآیند **هم فشار** بیش تر از قدر مطلق کار انجام شده در این فرآیند است.
- ۴- دما در (V-T) فرآیند هم فشار، خطی است که افتادش از مبدأ می گذرد و شیب آن متناسب با واریون فشار است.
- ۵- در فرآیند هم فشار در یک تغییر حجم مشخص هرچه فشار بیش تر باشد، قدر مطلق کار انجام شده **بیشتر** است.
- ۶- حجم مقدار گاز کامل در یک فرآیند بی دررو نصف می شود. فشار گاز **بیش** از دو برابر می شود.
- ۷- اگر در نموداری، دو فرآیند مبدأ و مقصد یکسانی داشته باشند $\Rightarrow \Delta U_1 = \Delta U_2 \Rightarrow \Delta T_1 = \Delta T_2$ تابع مسیر حرکت نیست.
- ۸- متغیرهای ترمودینامیکی گاز از یکدیگر مستقل نیستند و باهم رابطه دارند.
- ۹- دو یک فرآیند روی مقدار معین گاز، دمای دستگاه بدون دریافت یا انتقال گرما تغییر می کند. این فرآیند **یوازنی** یا **یک فرآیند بی دررو** است.
- ۱۰- در یک فرآیند بی دررو در آن انبساط صورت گرفته، دمای گاز **کاهش** می یابد.
- ۱۱- اگر به صورت بی دررو، حجم گاز کاملی کم شود \leftarrow متوسط انرژی جنبشی ذرات گاز زیاد می شود.
- ۱۲- در فرآیند **انبساط هم فشار**، تغییر انرژی درونی مقدار معینی گاز کامل، بزرگ تر از کاری است که محیط روی گاز انجام داده است.
- ۱۳- اگر در چرخه یک مایع گرماهی، تمام گرمای گرفته شده از منبع گرم به کار تبدیل شود، قانون اول ترمودینامیک نقض **نمی شود**.
- ۱۴- در انبساط بیج هم فشار مقدار معینی گاز کامل، باید به آن گرما داده.
- ۱۵- در انبساط بی درروی مقدار گاز معین کامل، دمای گاز **کاهش** می یابد.
- ۱۶- با نقض قانون دوم ترمودینامیک، قانون اول ترمودینامیک **نقض** نمی شود.



۱۷- در انواع چرخه های ترمودینامیکی **الزاماً** گرمايي که میان دستگاه و منبع سرد (Q) مبادله می شود منفی نیست

۱۸- در صورتی که خود به خود از دمای یخی که در تماس با مقداری آب است، چند گرم سیلیس گاشته شود به دمای آب افزوده شود، قانون دوم ترمودینامیک نقض می شود.

۱۹- در یک چرخه کامل (P-V) گاز کامل که ساعتگرد نیز می باشد، تغییر انرژی درونی گاز صفر و کار انجام شده روی گاز منفی است.

۲۰- اگر چرخه در نمودار (P-V) ساعتگرد باشد، ماشین گرمايي است و اگر چرخه پاد ساعتگرد باشد، **مخجل** است.

$$W = \oplus$$

$$W = \ominus$$

۲۱- اگر قانون دوم ترمودینامیک به بیان ماشین گرمايي نقض شود، قانون دوم ترمودینامیک به بیان مخجالي نیز نقض می شود.

۲۳- ممکن نیست دستگاه چرخه ای را بسازید که در طی آن مقداری گرما را از منبع دما بالا جذب و تمام آن را به کار تبدیل کند.

۲۴- اگر در چرخه یک ماشین گرمايي تمام گرمايي گرفته از منبع دما بالا به کار تبدیل شود، قانون دوم ترمودینامیک نقض می شود.

۲۵- اگر در یک فرایند تمام گرمايي دریافتی توسط گاز به کار تبدیل شود، نمی توان گفت که قوانین ترمودینامیک الزاماً نقض می شود.