

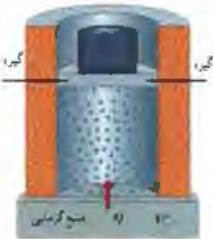
به لطف خدا آلاء رایگان هست و همیشه رایگان خواهد ماند... ❁

# آلاء

دوره آموزش معادنی و صورتان الهی، منبعی شریف

امام علی (علیه السلام) فرمودند: زکات و انش، آموزش به کسانی که شایسته آند و کوشش در عمل به آن است. نهج الفصاحیح ۷۸۱





• فرایند هم‌حجم:

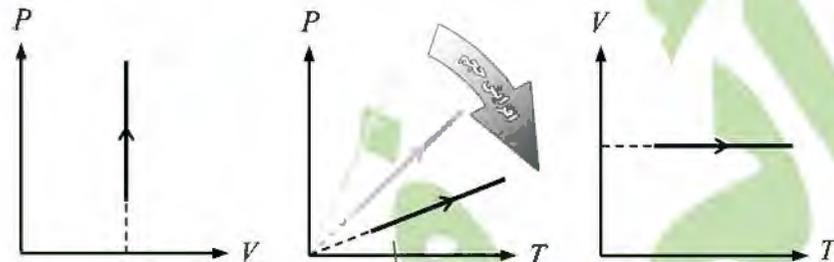
• در این فرایند، حجم ظرف ثابت است.

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \text{ , } V \Delta P = nR \Delta T$$

• روابط ریاضی فرایند هم‌حجم:

کار انجام شده روی گاز	گرمای مبادله شده	تغییرات انرژی درونی
$W = 0$	$Q = nC_V \Delta T$ $= \frac{C_V}{R} V \Delta P$	$\Delta U = nC_V \Delta T$ $= \frac{C_V}{R} V \Delta P$

• نمودارهای فرایند هم‌حجم:



شیب نمودار، بیانگر  $\frac{nR}{V}$  است.

• ظرفیت گرمایی مولی در حجم ثابت ( $C_V$ ):

	تک اتمی	دو اتمی	چند اتمی
$C_V$	$\frac{5}{2}R$	$\frac{7}{2}R$	-

فصل اول - ترمودینامیک

$PV = nRT$

• معادله‌ی حالت گاز کامل:

$PV = nRT$

atm	→	$\times 10^5$	Pa
lit	→	$\times 10^{-3}$	m <sup>3</sup>
°C	→	+ 273	K

$n$ : تعداد مولهای گاز کامل

- نسبت هر م گاز به هر م ملکولی آن، تعیین کننده تعداد مول‌های گاز است. ( $n = \frac{m}{M}$ )
- هر یک مول گاز، از تعداد  $N_A = 6.02 \times 10^{23}$  ملکول گاز تشکیل شده است.

$R = 8.314 \text{ J/molK}$  (ثابت جهانی گازها (ثابت رانول))

• قانون عمومی گازها:

اگر در طی یک فرایند، هر م گاز تغییر نکند، رابطه‌ی زیر برقرار است:

$$\frac{P_i V_i}{T_i} = \frac{P_f V_f}{T_f}$$

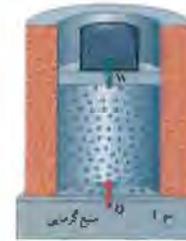
• قانون اول ترمودینامیک:

$$\Delta U = Q + W$$

- در این رابطه،  $Q$  می‌تواند مثبت (دستگاه گرما بگیرد) یا منفی (دستگاه گرما از دست بدهد) باشد.
- در این رابطه،  $W$  می‌تواند مثبت (محیط روی دستگاه کار انجام دهد) یا منفی (دستگاه روی محیط کار انجام دهد) باشد.

• فرایند هم فشار:

• در این فرایند، پیستون می‌تواند آزادانه حرکت کند. (پیستون با پرده اصطکاک ندارد.)

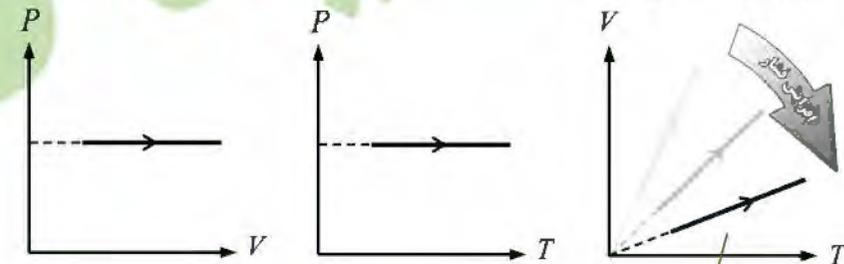


$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \text{ و } P\Delta V = nR\Delta T$$

• روابط ریاضی فرایند هم فشار:

تغییرات انرژی درونی	گرمای مبادله شده	کار انجام شده روی گاز
$\Delta U = nC_V\Delta T$ $= \frac{C_V}{R}P\Delta V$	$Q = nC_P\Delta T$ $= \frac{C_P}{R}P\Delta V$	$W = -P\Delta V$ $= -nR\Delta T$

• نمودارهای فرایند هم فشار:



شیب نمودار، بیانگر  $\frac{nR}{P}$  است.

• ظرفیت گرمایی مولی در فشار ثابت ( $C_P$ ):

	تک اتمی	دو اتمی	پنج اتمی
$C_P$	$\frac{5}{2}R$	$\frac{7}{2}R$	-

• فرایند هم دما:

• در این فرایند، گاز در مجاورت یک پشمه‌ی گرمایی قرار دارد و با آن تبادل گرما انجام می‌دهد. به عبارت دیگر، می‌توان گاز را درون یک سیلندر فلزی که در مجاورت پشمه‌ی گرمایی است، قرار داد.

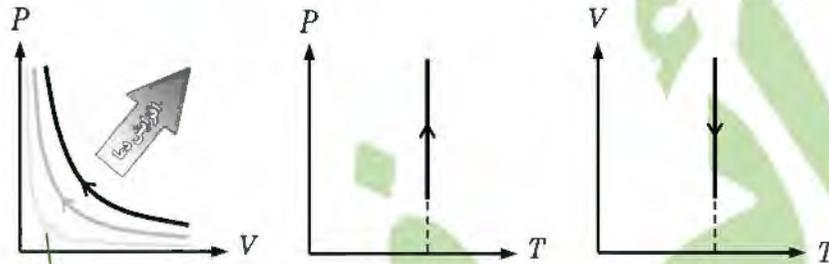


$$P_1V_1 = P_2V_2 \text{ و } \frac{\Delta V}{V} = -\frac{\Delta P}{P}$$

• روابط ریاضی فرایند هم دما:

تغییرات انرژی درونی	گرمای مبادله شده	کار انجام شده روی گاز
$\Delta U = 0$	$Q = -W$	$W = -Q$

• نمودارهای فرایند هم دما:



نمودار، به شکل کلی تابع هموگرافیک  $P = \frac{a}{V}$ ، با مقدار  $a = nRT$  است.

• فرایند بی‌دررو:

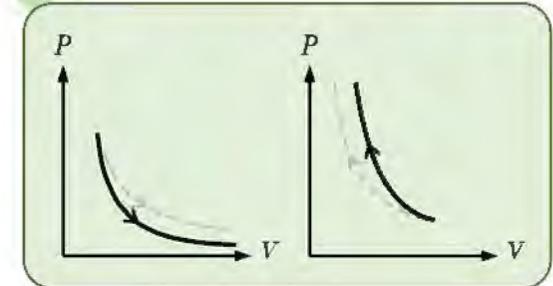


- در این فرایند، گاز با محیط اطراف تبادل گرمایی ندارد. یعنی:
  - گاز، داخل ظرف عایق‌بندی شده قرار دارد.
  - فرایند با سرعت بسیار زیاد انجام می‌شود و گاز فرصت تبادل گرما با محیط را ندارد.

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

تغییرات انرژی درونی	گرمای مبادله شده	کار انجام شده روی گاز
$\Delta U = n C_V \Delta T$ $= \frac{C_V}{R} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$	$Q = 0$	$W = \Delta U$

• نمودارهای فرایند بی‌دررو:



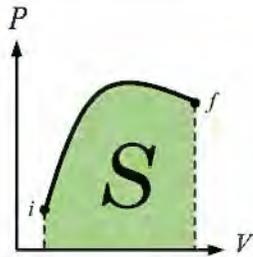
- در انبساط (تراکم) هم‌دم، فشار گاز کاهش (افزایش) می‌یابد. ولی چون گاز در این فرایند با یک منبع گرما در تماس است، مقداری گرما از منبع گرما می‌گیرد (به منبع گرما می‌دهد) و در نتیجه کاهش (افزایش) فشار آن در مقایسه با فرایند بی‌دررو - که در طی آن گاز گرما نمی‌گیرد - کمتر (بیشتر) است.

⚠ توجه:

- برای هر گاز کامل می‌توان نشان داد که رابطه‌ی زیر برقرار است:

$$C_P - C_V = R$$

• فرایندهای دلخواه:



- کار: به کمک مساحت زیر نمودار P-V تعیین می‌گردد:

$$W = \pm S$$

- + : تراکم (کاهش حجم)
- : انبساط (افزایش حجم)

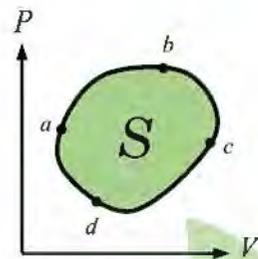
• تغییرات انرژی درونی: از تغییرات دمای نقاط i و f پرست می‌آید:

$$\Delta U = n C_V \Delta T = \frac{C_V}{R} (P_f V_f - P_i V_i)$$

• گرمای مبادله شده: به کمک قانون اول ترمودینامیک مناسب می‌شود:

$$Q = \Delta U - W$$

• چرخه:



- کار: به کمک مساحت داخل نمودار P-V تعیین می‌گردد:

$$W = \pm S$$

- + : پرفه‌ی چرخه (پاراساعتگرد)
- : پرفه‌ی راستگرد (ساعتگرد)

$$Q = -W$$

• گرمای مبادله شده:

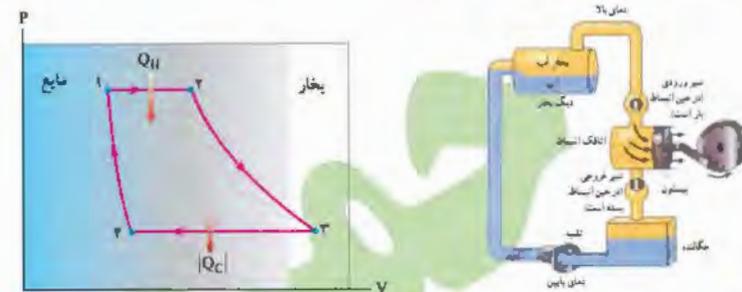
• تغییرات انرژی درونی: از آنجا که نقطه‌ی ابتدایی و انتهایی پرفه یکسان است، و تغییرات انرژی درونی فقط تابع دمای نقاط اولیه و نهایی است، لذا تغییرات انرژی درونی کل پرفه صفر است.

• کار کل پرفه، برابر جمع پیری کار هر کدام از فرایندهای پرفه است.

• گرمای مبادله شده در کل پرفه، برابر جمع پیری گرماهای مبادله شده در هر کدام از فرایندهای پرفه است.

• ماشین های گرمایی:

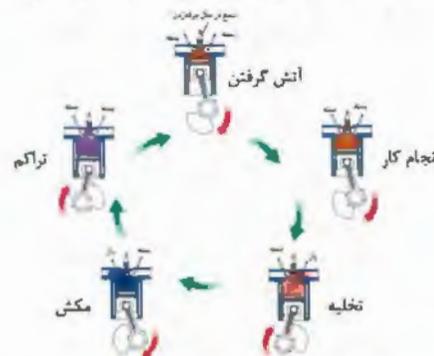
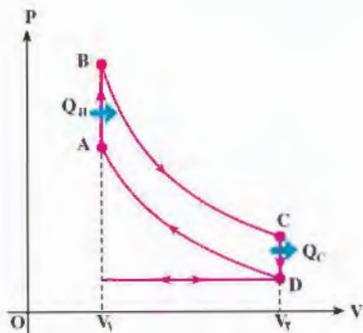
• چرخه بخار (چرخه رانکین):



مراحل کار ماشین بخار:

مرحله اول (۱ تا ۲): آب، درون دیگ بخار (منبع گرم) در فشار ثابت و نسبتاً زیاد، از کوره گرما می گیرد و به بخار آب تبدیل می شود.  
 مرحله دوم (۲ تا ۳): شیر ورودی باز شده، بخار آب با فشار و دمای بالا، وارد اتاقک انبساط شده، به سرعت پیستون را عقب می راند و کار انجام می دهد.  
 مرحله سوم (۳ تا ۴): بخار آب، وارد چکالنده (منبع سرد) شده و با از دست دادن گرما، در فشار ثابت، تبدیل به مایع می شود. (میعان)  
 مرحله چهارم (۴ تا ۱): تلمبه، آب حاصل از میعان را به دیگ بخار باز می گرداند و فشار آن را به طور پی در پی به فشار اولیه می رساند.

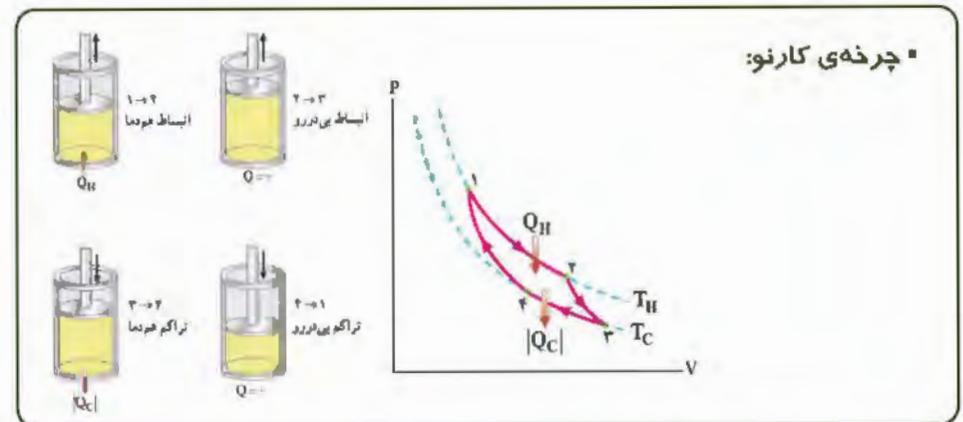
• چرخه موتور اتومبیل (چرخه اتو):



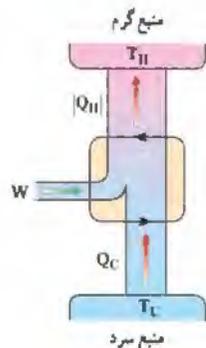
مراحل کار موتور اتومبیل:

مرحله یکش: با پایین آمدن پیستون، مخلوط بنزین و هوا وارد استوانه می شود. وقتی پیستون به پایین ترین وضعیت خود برسد، دریچه ی ورودی بسته می شود و مخلوط هوا و بنزین همپوش خواهد شد.  
 مرحله ی تراکم: پیستون به سرعت بالا می آید و مخلوط را متراکم می کند.  
 مرحله ی آتش گرفتن: شمع جرقه می زند، مخلوط آتش می گیرد و دما و فشار آن، در حجم ثابت، تا مقدار زیادی بالا می رود.  
 مرحله ی انجام کار: دستگاه به سرعت منبسط می شود و پیستون را به شدت به طرف پایین می راند.  
 مرحله ی تخلیه: دریچه ی خروجی باز می شود و فشار، تا فشار هو کاهش می یابد. سپس پیستون بالا می آید و بقیه ی محصولات احتراق را بیرون می راند.

• چرخه کارنو:

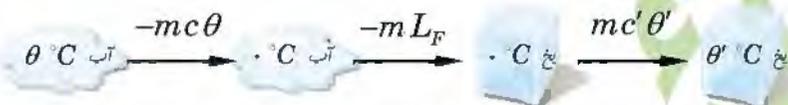


• یخچال:

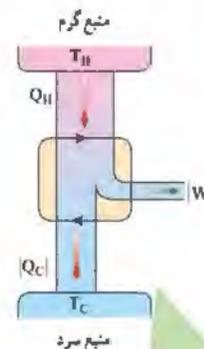


- $Q_H$ : گرمای داده شده به پشمه‌ی گرم (گرمای تلف شده)
  - $Q_C$ : گرمای گرفته شده از پشمه‌ی سرد (داخل یخچال)
  - $W$ : کاری که دستگاه دریافت می‌کند (زمان  $\times$  توان یخچال)
- $$|Q_H| = Q_C + W$$
- ضریب عملکرد یخچال (معمولاً بین ۲ تا ۷ است.)
- $$K = \frac{Q_C}{W} = \frac{|Q_H|}{W} - 1$$

▪ مراحل و گرمای لازم برای تبدیل آب  $\theta^\circ C$  به یخ  $\theta'^\circ C$



$$Q_C = |-mc_w \theta - mL_F + mc_i \theta'|$$



- $Q_H$ : گرمای گرفته شده از پشمه‌ی گرم
- $Q_C$ : گرمای داده شده به پشمه‌ی سرد (گرمای تلف شده)
- $W$ : کار انجام شده توسط دستگاه

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

▪ بازده (راندمان) ماشین گرمایی:

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

▪ چرخه‌ی کارنو:

- ✓ بیشترین بازده یک ماشین گرمایی که بین دو پشمه‌ی گرم (با دمای  $T_H$ ) و پشمه‌ی سرد (با دمای  $T_C$ ) کار می‌کند، توسط ماشین کارنو مشخص می‌شود. برای این ماشین داریم:

$$\eta_{max} = 1 - \frac{T_C}{T_H}$$

توجه:

○ برای پرفه‌ی کارنو، رابطه‌ی  $\frac{|Q_C|}{Q_H} = \frac{T_C}{T_H}$  برقرار است. ⚠

	$Q$ گرمایی که گاز دریافت می‌کند		$W$ کاری که روی گاز انجام می‌شود		$\Delta U$ تغییرات انرژی درونی گاز	
هم حجم	$n.C_{MV}.\Delta T$	$\frac{C_{MV}}{R}.V.\Delta P$	صفر		$n.C_{MV}.\Delta T$	$\frac{C_{MV}}{R}.V.\Delta P$
	$\Delta U$				$Q$	
هم فشار	$n.C_{MP}.\Delta T$	$\frac{C_{MP}}{R}.P.\Delta V$	$-P.\Delta V$	$-n.R.\Delta T$	$n.C_{MV}.\Delta T$	$\frac{C_{MV}}{R}.V.\Delta P$
	$-\frac{C_{MP}}{R}.W$	$-\frac{C_{MP}}{C_{MV}}.\Delta U$	$-\frac{R}{C_{MP}}.Q$	$-\frac{R}{C_{MV}}.\Delta U$	$-\frac{C_{MV}}{R}.W$	$-\frac{C_{MV}}{C_{MP}}.Q$
هم دما	$nRT \ln \frac{V_2}{V_1}$	$-nRT \ln \frac{P_2}{P_1}$	$-nRT \ln \frac{V_2}{V_1}$	$nRT \ln \frac{P_2}{P_1}$	صفر	
	$-W_T$		$-Q_T$			
بی‌دررو	صفر		$\frac{C_{MV}}{R}(P_2V_2 - P_1V_1)$		$\frac{C_{MV}}{R}(P_2V_2 - P_1V_1)$	
			$\Delta U$		$W$	

	تک اتمی	دو اتمی	چند اتمی
$C_{MV}$	$\frac{3}{2}R$	$\frac{5}{2}R$	$\frac{7}{2}R$
$C_{MP}$	$\frac{5}{2}R$	$\frac{7}{2}R$	$\frac{9}{2}R$

$$C_{MP} - C_{MV} = R$$

قانون عمومی گازها:  $PV = nRT$

قانون اول ترمودینامیک:  $\Delta U = Q + W$

[fadaiifard.ir](http://fadaiifard.ir)

