بشنو این نکته که خود را ز غم آزاده کنی
خون خوری گر طلب روزی نهاده کنی
تکیه بر جای بزرگان نتوان زد به گزاف
مگر اسباب بزرگی همه آماده کنی

فصل دوم: انرژی و انتقال انرژی

Energy, Energy Transfer, and General Energy Analysis

اکبر اقبالی

WWW.AEGHBALI.BLOG.IR
EGHBALI.D@GMAIL.COM

1393

انرژی

بعد از.

$$KE = m\frac{\vec{V}^2}{2} \qquad (kJ)$$

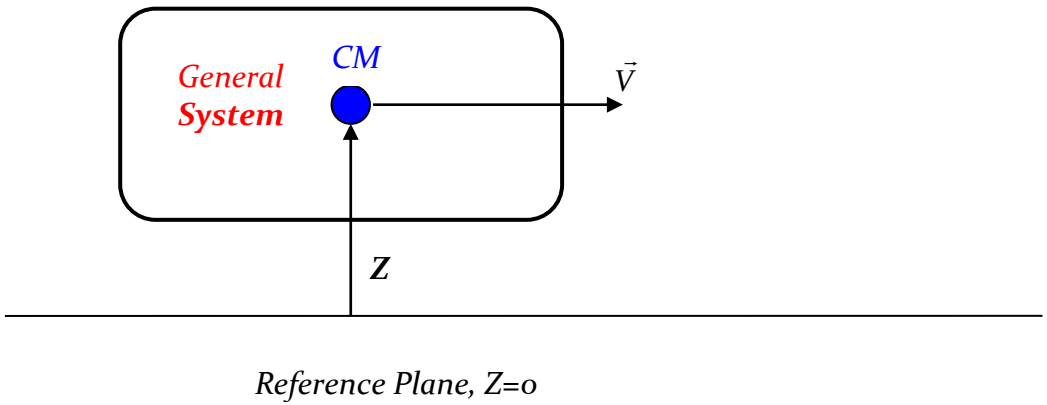
$$PE = mgZ \qquad (kJ)$$

$$E = U + KE + PE \qquad (kJ)$$

$$e = \frac{E}{m} = \frac{U}{m} + \frac{KE}{m} + \frac{PE}{m}\ (\frac{kJ}{kg}) = u + \frac{\vec{V}^2}{2} + gZ$$

$$\Delta E = \Delta U + \Delta KE + \Delta PE \qquad (kJ)$$

$$\Delta E = \Delta U \qquad (kJ)$$

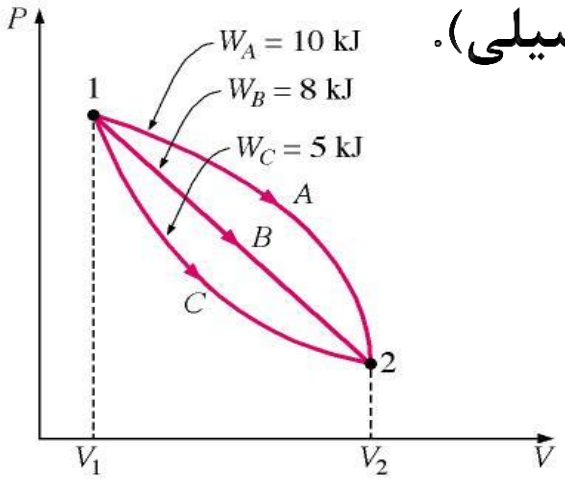


Reference Plane, Z=o

انرژی
کار و حرارت
انرژی و حرارت
انرژی و کار
قانون اول
قانون ا سیکل
موتور حرارتی
بازده

انتقال انرژی از طریق کار و حرارت

- انرژی از مرز سیستم تنها به دو صورت حرارت و کار میسر است:
  - حرارت: انتقال انرژی ناشی از اختلاف دما
  - کار: انتقال انرژی از طریق جابجایی جرم
- ارتباط یک سیستم با محیطش از طریق انتقال کار و حرارت است.
- شباهت هایی بین کار و حرارت وجود دارد:
  - هر دو پدیده هایی در مرز سیستم هستند.
  - سیستم ها دارای انرژی هستند، نه دارای کار و حرارت.
  - هر دو مرتبط با فرآیند هستند، نه مرتبط با حالت سیستم.
  - هر دو تابع مسیر فرآیند هستند (دیفرانسیلی).



$$\int_{1,along\ path}^{2} \delta Q = Q_{12} \qquad (\text{not } \Delta Q)$$

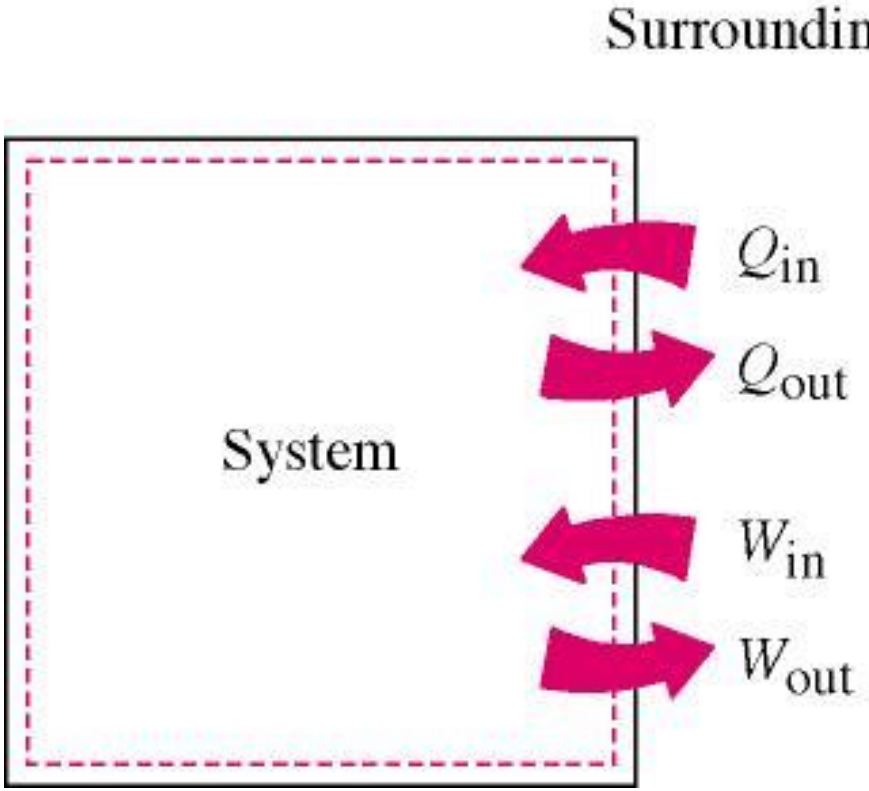
$$\int_{1,along\ path}^{2} \delta W = W_{12} \qquad (\text{not } \Delta W)$$

انتقال انرژی از طریق حرارت

$$Q_{net} = \sum Q_{in} - \sum Q_{out}$$

$$q = \frac{Q}{m}$$

- حرارت خالص
- شدت حرارت
- شار حرارتی
- روش های انتقال حرارت
  - هدایت
  - جابجایی
  - تابشی
- فرآیند آدیاباتیک (بی در رو)



انتقال انرژی از طریق کار

$$\dot{W}_e = V\,I \qquad (\mathrm{W})$$

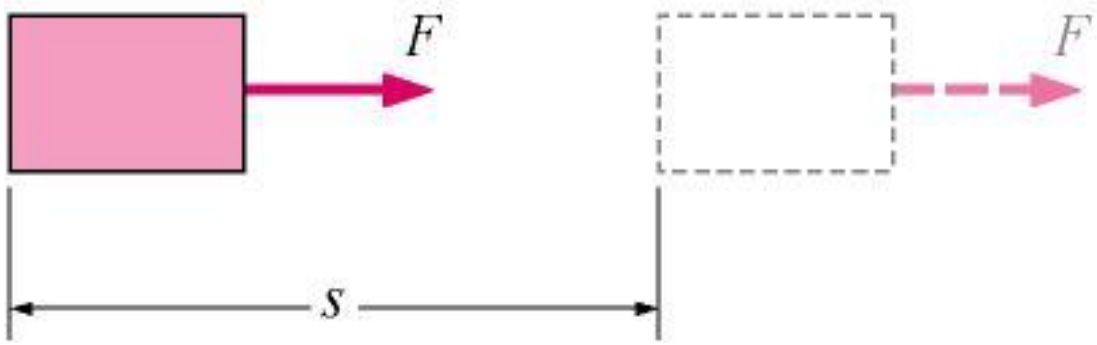
$$W_e = \int_1^2 V\,I\,dt \qquad (\mathrm{kJ})$$

$$\delta W = \vec{F}\cdot d\vec{s} = F\,ds\cos\Theta$$

$$W_{12} = \int_1^2 \delta W = \int_1^2 F\,ds$$

$$W_{net} = \left(\sum W_{out} - \sum W_{in}\right)_{other} + W_b$$

$$W_{net} = \left(W_{net}\right)_{other} + W_b$$



قانون اول ترمودینامیک

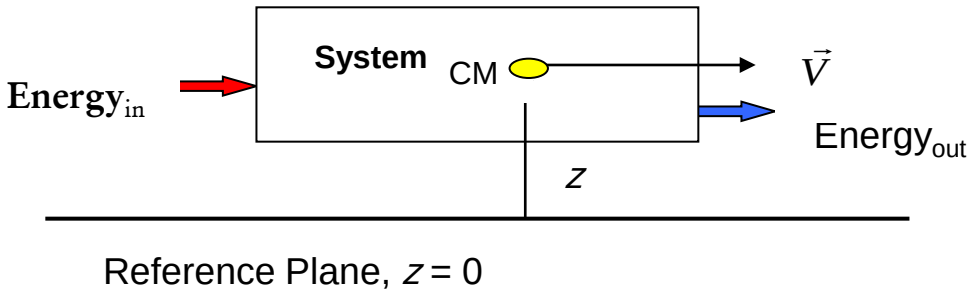
- قانون اول ترمودینامیک بیانگر قانون بقای انرژی است.
- قانون اول منجر به تعریف خاصیتی بنام انرژی کل سیستم شد.

$$\begin{pmatrix}\text{Total energy}\\ \text{entering the system}\end{pmatrix}-\begin{pmatrix}\text{Total energy}\\ \text{leaving the system}\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\text{The change in total}\\ \text{energy of the system}\end{pmatrix}$$

$$E_{in}-E_{out}=\Delta E_{system}$$

$$E = \text{Internal energy} + \text{Kinetic energy} + \text{Potential energy}$$

$$E = U + KE + PE$$



قانون اول ترمودینامیک

$$KE = \int_{\vec{V}=0}^{\vec{V}} m\vec{V}\, d\vec{V} = \frac{m\vec{V}^2}{2}$$

$$PE = \int_{z=0}^{z} mg\, dz = mgz$$

$$\Delta E = \Delta U + \Delta KE + \Delta PE$$

$$E_{in} - E_{out} = \Delta U + \Delta KE + \Delta PE$$

- سیستم ایستا: سیستم فاقد سرعت و تغییر ارتفاع.

$$E_{in} - E_{out} = \Delta U$$

$$E_{in} - E_{out} = (Q_{in} - Q_{out}) + (W_{in} - W_{out}) + (E_{mass,in} - E_{mass,out}) = \Delta E_{system}$$

$$\underbrace{E_{in} - E_{out}}_{\text{Net energy transfer by heat, work, and mass}} = \underbrace{\Delta E_{system}}_{\text{Change in internal, kinetic, potential, etc., energies}} \quad (kJ)$$

$$\underbrace{\dot{E}_{in} - \dot{E}_{out}}_{\text{Rate of net energy transfer by heat, work, and mass}} = \underbrace{\Delta \dot{E}_{system}}_{\text{Rate change in internal, kinetic, potential, etc., energies}} \quad (kW)$$

$$Q = \dot{Q}\,\Delta t, \quad W = \dot{W}\,\Delta t, \quad \text{and} \quad \Delta E = \Delta \dot{E}\,\Delta t \quad (kJ)$$

$$e_{in} - e_{out} = \Delta e_{system} \qquad (kJ/kg)$$

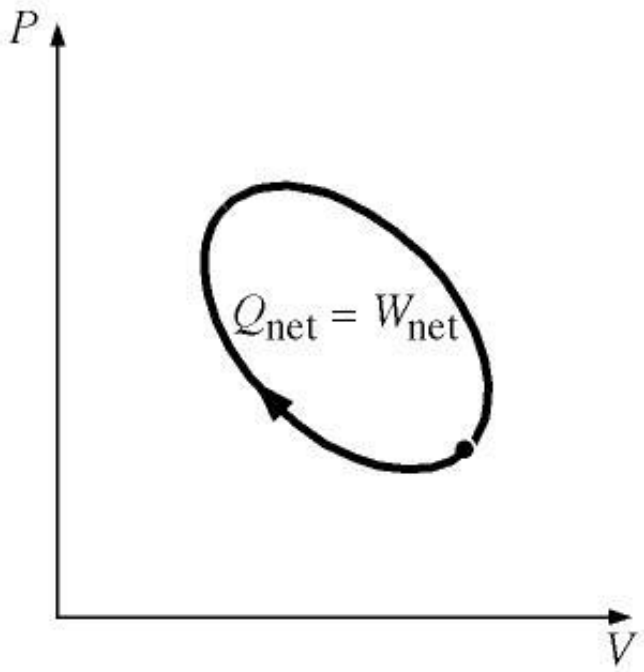
انرژی
کار و حرارت
انرژی و حرارت
انرژی و کار
قانون اول
قانون ۱ سیکل
موتور حرارتی
بازده

قانون اول ترمودینامیک برای سیکل

- در سیکل جریان جرمی وجود ندارد.
- تغییرات انرژی داخلی در سیکل صفر است.
- برای قانون اول داریم:

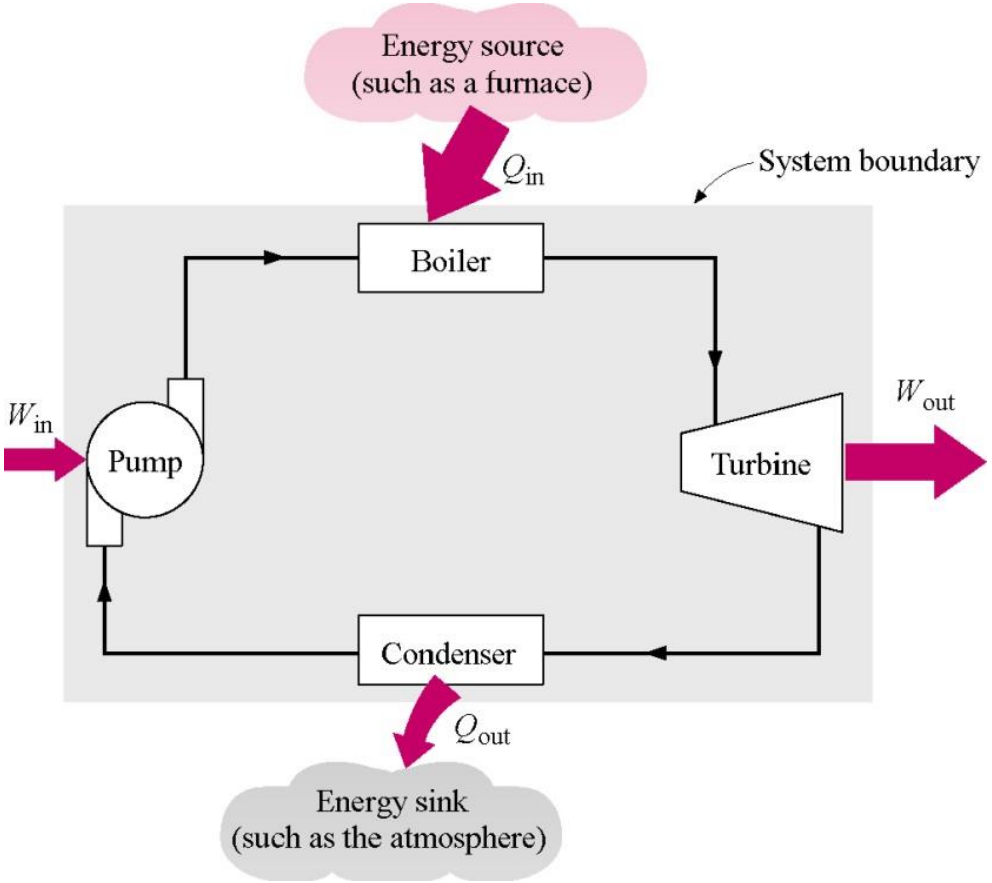
$$Q_{net} - W_{net} = \Delta E_{cycle}$$

$$Q_{net} = W_{net}$$



موتور حرارتی

- سیستمی ترمودینامیکی است که در یک سیکل ترمودینامیکی عمل می کند و حرارت را انتقال داده و کار خالص آزاد می کند.



انرژی
کار و حرارت
انرژی و حرارت
انرژی و کار
قانون اول
قانون ۱ سیکل
موتور حرارتی
بازده

بازده (کارایی) تبدیل انرژی

- عبارتست از نسبت کار خروجی (نتیجه) به حرارت ورودی (هزینه).

$$\eta = \frac{\text{Desired Result}}{\text{Required Input}}$$

$$\eta_{th} = \frac{W_{net,\,out}}{Q_{in}}$$

$$W_{net,\,out} = W_{out} - W_{in}$$

$$Q_{in} \neq Q_{net}$$

موتور حرارتی

- سوخت: کربن و هیدروژن.
- پس از احتراق: دی اکسید کربن و آب.
- ارزش حرارتی سوخت: به میزان انتقال حرارت در فرآیند احتراق کامل اشاره دارد، وقتی محصولات و واکنش دهنده ها همدما باشند.

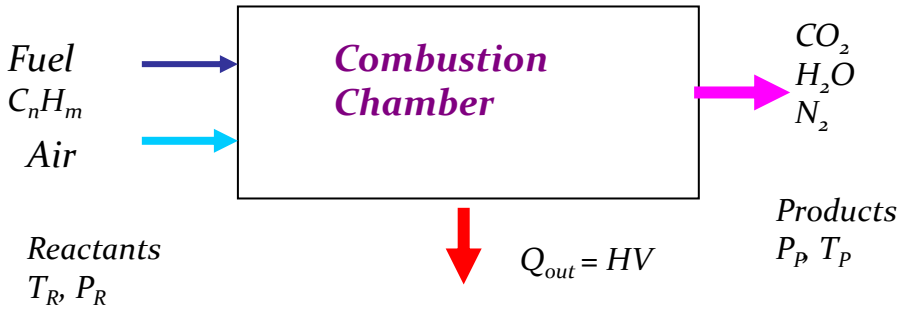
*The **lower heating value, LHV**: water appears as a gas in the products.*

$$LHV = Q_{out} \text{ with } H_2O_{vapor} \text{ in products}$$

*The **higher heating value, HHV**, water appears as a liquid in the products.*

$$HHV = Q_{out} \text{ with } H_2O_{liquid} \text{ in products}$$

$$\eta_{combustion} = \frac{Q_{out}}{HV}$$



شما را گریه مردم فریب ندهد

که به حقیقت،

تقوا در قلب است

امیر مؤمنان، امام علی علیه السلام