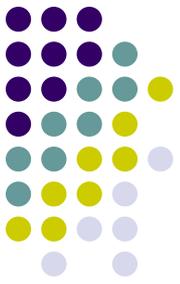


# Термодинамика и теплопередача

Первое начало термодинамики



# Закон сохранения и превращения энергии



- Энергия не исчезает и не возникает вновь, она лишь переходит из одной формы в другую, причем убыль энергии одного вида дает эквивалентное количество энергии другого вида

$$E_2 = E_1 + \sum \Delta E \quad (1)$$

Поскольку в термодинамических процессах энергия подводится и отводится только в форме тепла и работы, то:

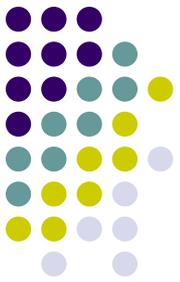
$$\sum \Delta E = \sum Q_i + \sum L_i = Q + L$$

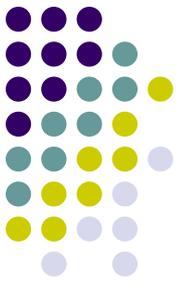
Уравнение (1) примет вид:

$$Q = E_2 - E_1 + L$$

Математическое выражение первого начала термодинамики:

$$\delta Q = dU + \delta L$$





# Частные случаи

- Адиабатный процесс:  $\delta Q = 0$

$$\delta L = -dU$$

- Изохорный процесс:  $\delta L = 0$

$$\delta Q = dU$$

- Внутренняя энергия не изменяется:  $dU = 0$

$$\delta Q = \delta L$$

- Для системы содержащей 1 кг рабочего тела первый закон термодинамики:



$$\delta q = du + \delta l$$

- В интегральной форме:

$$Q = \Delta U + L$$

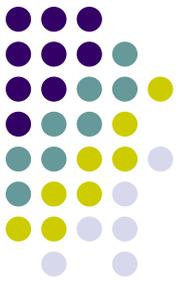
- Для системы содержащей 1 кг рабочего тела первый закон термодинамики имеет вид (\*):

$$q = u_2 - u_1 + l = u_2 - u_1 + \int_{v_1}^{v_2} p dv$$

$$\delta q = du + \delta l$$

- В интегральной форме:

$$Q = \Delta U + L$$





# Первое начало термодинамики для тел в потоке

- Изменение полной энергии тела в потоке:

$$E_2 - E_1 = H_2 - H_1 + \Delta E_K + \Delta E_{nom}$$

$$Q = H_2 - H_1 + \Delta E_K + \Delta E_{nom} + L_{BH}$$

- Техническая работа процесса:

$$L_{TEX} = \Delta E_K + \Delta E_{nom} + L_{BH}$$

- Тогда первый закон термодинамики имеет вид:  $Q = H_2 - H_1 + L_{TEX}$

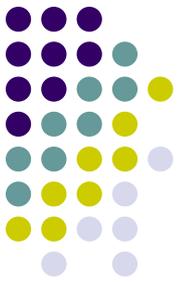
или для 1 кг тела:  $q = h_2 - h_1 + l_{TEX}$

$$dq = dh + dl_{TEX}$$

- Используя выражения (\*) и помня, что  $u = h - pv$  запишем :

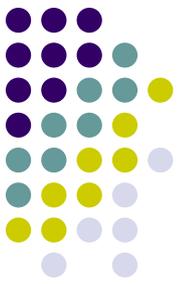
$$dq = dh + dl_{TEX} = d(h - pv) + pdv$$

откуда:  $dl_{TEX} = -vdp$



- При этом уравнение первого закона для потока можно записать так:

$$dq = dh - vdp$$



- Полная техническая работа газа в потоке:

$$l_{TEX} = - \int_{p1}^{p2} vdp$$

- Тогда уравнение первого закона для потока запишется:

$$q = h_2 - h_1 + l_{TEX} = h_2 - h_1 - \int_{p1}^{p2} vdp$$