

# **ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ**

**Внутренняя энергия  
и способы ее изменения.**

**Работа в термодинамике**

# **Термодинамика** как наука

**сформировалась в первой половине 19 в.**

**Внутренняя энергия это  $\Sigma$   
кинетической энергии хаотического  
движения молекул и потенциальной  
энергии их взаимодействия.**

**Чему равна потенциальная энергия молекул  
идеального газа?**

**- 0, т.к. нет взаимодействия.**

**=>, внутренняя энергия U идеального газа =  $\sum$   
E<sub>к</sub> хаотически движущихся молекул:**

$$U = E_{k1} + E_{k2} + E_{k3} + \dots + E_{kN} = N \langle E_k \rangle,$$

**Где N – число молекул газа, а**

**$\langle E_k \rangle$  - средняя кинетическая энергия их хаотического (теплового) движения.**

**Из формулы:**

$$T = \frac{2}{3} * \frac{1}{k} * T_0 \langle v \rangle^2 / 2$$

**Находим выражение для средней кинетической энергии молекул:**

$$\langle E_k \rangle = m_0 \langle v \rangle^2 / 2 = 3 / 2 k T.$$

**Внутренняя энергия идеального газа, содержащего N молекул, в N раз больше энергии одной молекулы:**

$$U = 3 / 2 * N k T \quad (1)$$

**Из формулы (1) видно, что внутренняя энергия идеального газа зависит только от температуры и числа молекул. Не зависит ни от давления, ни от объема.**

**Внутренняя энергия идеального газа является функцией его состояния. Действительно, если газ перешел из состояния с  $T_1$ , в состояние с  $T_2$ , изменение его внутренней энергии может быть найдено так:**

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} * N k ( T_2 - T_1 )$$

# Внутренняя энергия реальных газов

Молекулы реальных газов  
взаимодействуют между собой?

Значит молекулы реальных газов обладают и

$E_k$  и  $E_p$ ,  $\Rightarrow$ ,  $U$  реальных газов =  $\sum E_k$  и  $E_p$ ,

$$U = E_k + E_p,$$

но  $U_{р.г.}$  зависит не только от  $t$ , но и от  
занимаемого газом  $V$ .

**Так же молекулы р.г. могут совершать  
поступательные, вращательные и  
колебательные движения.**

**С этими движениями связана энергия,  
зависящая от формы молекул. Форма молекул  
зависит от числа атомов, входящих в молекулу,  
и от их расположения.**

**=>, U реальных газов  
зависит от его температуры, объема и  
структуры молекул. Т.е.**

$$U_{\text{р.г.}} = 3 / 2 * N k T + E_{\text{вращ.}} + K p + E_{\text{кол.}}$$

# Работа в термодинамике

$$A = - A' = -P\Delta V,$$

где  $A$  – работа совершаемая внешними телами над газом;

$A'$  – работа газа.

$A$  отличается от  $A'$  только знаком!

$$A = - A'$$



**При сжатии газа, когда**

$$\Delta V = V_2 - V_1 < 0,$$

**работа внешних сил положительная, т.к. при сжатии газа направление силы и перемещения поршня совпадают.**

**Совершая над газом «+» работу, внешние силы передают ему часть энергии. При расширении газа, наоборот, работа внешних сил «-» , т.е.  $\Delta > 0$ , т.к.**

$$\Delta V = V_2 - V_1 > 0.$$

**Теперь направление силы и перемещение поршня противоположны.**

# Количество теплоты

# **Применение первого закона термодинамики к изопротессам**