

Внутренняя энергия

Внутренняя энергия макроскопического тела равна сумме E_k хаотического движения всех молекул и E_p взаимодействия всех молекул друг с другом. **U, Дж**

$$U = \sum E_{0k} + \sum E_{0p}$$

Для идеального одноатомного $\sum E_{0p} = 0$, поэтому $U = N \cdot E_{0k}$, где $E_{0k} = \frac{3}{2} kT$, $N = \frac{m}{M} N_A$

$$U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} k N_A T$$

$$U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT \quad \text{зависит от } T$$

Для реальных газов, жидкостей U зависит от T и V

Внутренняя энергия идеального (разреженного реального) газа: $U = \frac{i}{2} \frac{m}{M} RT$

где $i=3$ для одноатомного газа, $i=5$ для двухатомного газа, $i=6$ для многоатомного газа

Так как $pV = \frac{m}{M} RT$, то $U = \frac{i}{2} pV$

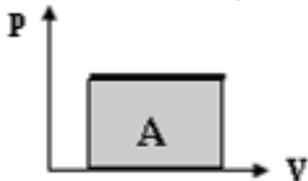
Способы изменения внутренней энергии

совершение работы
самим газом A' , Дж
над газом A , Дж

$$A' = -A = p\Delta V$$

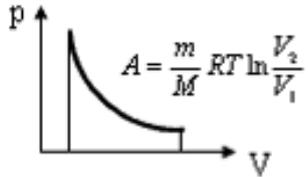
$$A' = \frac{m}{M} R\Delta T$$

1. $p = \text{const}$ $A' = p\Delta V$
 $A = -p\Delta V$

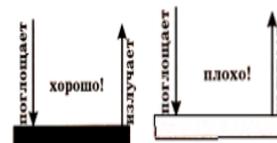


2. $V = \text{const}$ $\Delta V = 0$
 $A' = 0$

3. $T = \text{const}$



теплообмен
теплопроводность конвекция излучение



Количество теплоты – энергия, переданная телу в результате теплообмена. **Q, Дж**



Парообразование, конденсация

$$Q = \pm r m \quad (\text{при } T_k = \text{const})$$

$r, \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ – удельная теплота

парообразования

+ для парообразования,
- для конденсации

Нагревание, охлаждение

$$Q = cm(T_2 - T_1)$$

$c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$ – удельная теплоемкость

$C = c \cdot m, \frac{\text{Дж}}{\text{K}}$ – теплоемкость

Плавление, кристаллизация

$$Q = \pm \lambda m \quad (\text{при } T_{\text{пл}} = \text{const})$$

$\lambda, \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ – удельная теплота

плавления

+ для плавления,
- для кристаллизации

Сгорание топлива

$$Q = q m$$

$q, \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ – удельная теплота

сгорания топлива

$Q > 0$ энергия поглощается

$Q < 0$ энергия выделяется

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n = 0$$

уравнение теплового баланса