



# **Внутренняя энергия Теплопередача Работа**

**В**

# Вопросы

- 1) Определение внутренней энергии
- 2) От чего зависит внутренняя энергия?
- 3) Внутренняя энергия одноатомного идеального газа
- 4) Способы изменения внутренней энергии.
- 5) Виды теплопередачи
- 6) Формула работы газа, работы внешних сил.



1. *Внутренняя энергия тела равна сумме кинетической энергии движения молекул и потенциальной энергии взаимодействия молекул.*



$$U = E_k + E_p$$

2. *Внутренняя энергия зависит от температуры и от количества частиц. Обозначается  $U$ , измеряется в Дж.*
3. *Т.к. потенциальная энергия идеального газа равна 0, то  $U = E_k$*

*Выведем формулу для расчета внутренней энергии одноатомного идеального газа:*

$$E_k = \bar{E} \cdot N; N = \frac{m}{M} N_A; \bar{E} = \frac{3}{2} kT \Rightarrow$$

$$E_k = \frac{3}{2} kT \frac{m}{M} N_A = \frac{3}{2} \frac{m}{M} (kN_A) T = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT$$

$$U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT - \text{внутренняя энергия}$$

одноатомного идеального газа.

$$U = \frac{5}{2} \frac{m}{M} RT - \text{внутренняя энергия}$$

двуатомного идеального газа.

Изменение внутренней энергии:



$$\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R \Delta T$$

$$\text{или } \Delta U = \frac{3}{2} p \Delta V$$

Способы изменения внутренней энергии

Совершение работы

Теплопередача

Теплопроводность

Конвекция

Излучение

Количество теплоты,  $Q$  – это энергия, переданная системе или полученная системой при теплообмене.

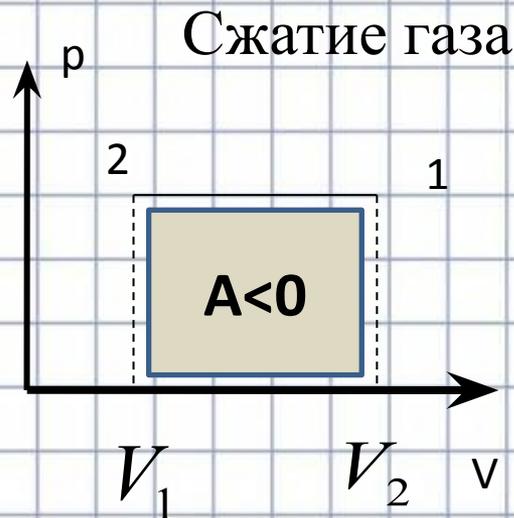
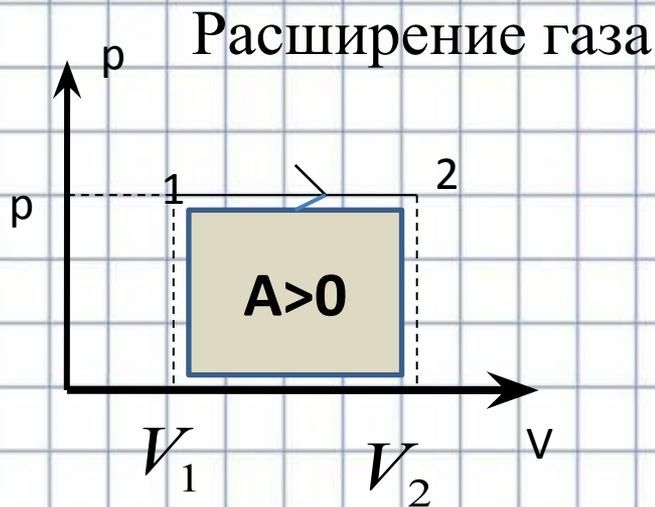
Процесс	Формула	
Нагревание или охлаждение	$Q = cm\Delta T$	$c$ – удельная теплоемкость, Дж/(кг*К) $m$ – масса, кг; $\Delta T$ – изменение температуры, К
Кипение или конденсация	$Q = Lm$	$L$ – удельная теплота парообразования, Дж/кг
Плавление или кристаллизация	$Q = rm$	$r$ – удельная теплота плавления, Дж/кг
Сгорание топлива	$Q = qm$	$q$ – удельная теплота сгорания, Дж/кг

Уравнение теплового баланса:

$$Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = const$$

*Работа в термодинамике – работа сил, приложенных к внешним телам со стороны системы при её деформации.*

*Работа газа численно равна площади фигуры под графиком зависимости давления от объёма в координатах  $p, V$*



$$A_{\Gamma} = p \cdot (V_2 - V_1) = p\Delta V - \text{работа газа}$$

$$A_{\text{вн}} = -A_{\Gamma} = -p \cdot \Delta V - \text{работа внешних сил}$$

Задача №1. В стальном баллоне находится гелий массой 0,5 кг при температуре 10°C. Как изменится внутренняя энергия гелия, если его температура повысится до 30°C?

Дано:

$$m = 0,5 \text{ кг}$$

$$t_1 = 10^\circ \text{C}$$

$$t_2 = 30^\circ \text{C}$$

$$M = 4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{моль}}$$

$$\Delta U - ?$$

Решение:

$$\Delta U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R \Delta T$$

$$T_1 = t_1 + 273 = 283 \text{K}; T_2 = t_2 + 273 = 303 \text{K};$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 20 \text{K}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot \frac{0,5}{4 \cdot 10^{-3}} \cdot 8,31 \cdot 20 = 31,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

Ответ. 31,2 кДж

Задача 2. Газ находится под давлением  $3 \cdot 10^5 \text{ Па}$  и занимает объем  $0,6 \text{ м}^3$ .  
Какая работа будет совершена при уменьшении его объема до  $0,2 \text{ м}^3$ .

Дано:

$$p = 3 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$V_1 = 0,6 \text{ м}^3$$

$$V_2 = 0,2 \text{ м}^3$$

---

$$A_{\text{вн}} - ?$$

Решение:

$$A_{\text{вн}} = -p \cdot (V_2 - V_1)$$

$$A_{\text{вн}} = -3 \cdot 10^5 \cdot (0,2 - 0,6) = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Дж}$$

Ответ.  $1,2 \cdot 10^5 \text{ Дж}$

Домашнее задание.

§ 77-79.

Задачи:

1. Определите изменение внутренней энергии кислорода ( $O_2$ ) массой 3 кг при изменении его температуры от  $17^\circ\text{C}$  до  $27^\circ\text{C}$ .
2. Газ, расширяясь изобарно, совершает работу 0,2 кДж при давлении 200 кПа. Определите первоначальный объём газа, если конечный объём стал равен 2,5 л.