


**Внутренняя энергия.  
Теплопередача.  
Работа в термодинамике**

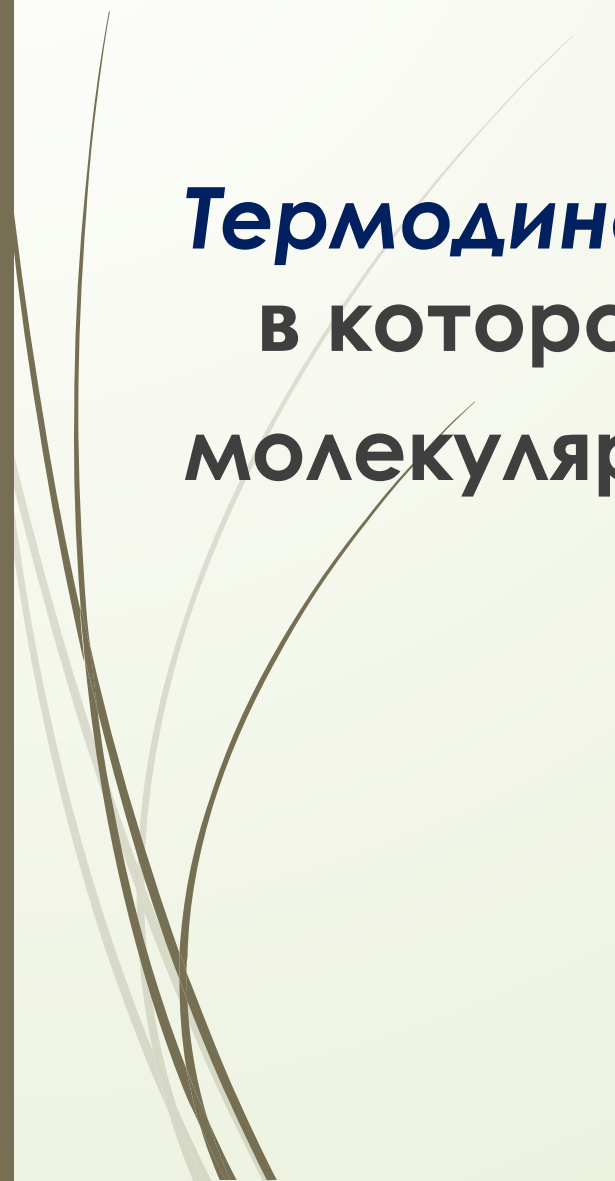
# Вопросы



- 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.



**Термодинамика-** теория тепловых процессов,  
в которой не учитывается  
молекулярное строение тел.





## **Одноатомный газ -**

- газ , состоящий из отдельных атомов, а не молекул(идеальный газ).

**Одноатомными являются инертные газы- гелий, неон, аргон и др.**



# ***ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ.***




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:**


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

$$E_k = \frac{3}{2} kT \frac{m}{M} N_A = \frac{3}{2} \frac{m}{M} k N_A T = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT \quad U = E_k$$

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

одноатомного идеального газа.

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

двуатомного идеального газа.

$R=8,31$  –  
универсальная  
газовая постоянная

## 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

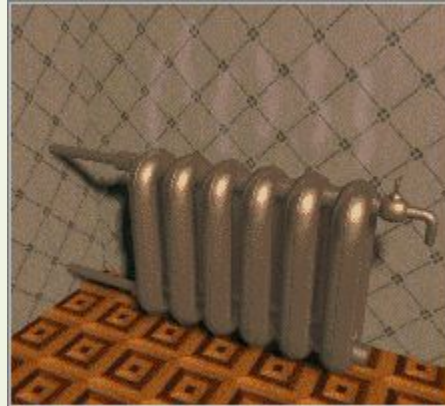


# Теплообмен

теплопроводность



конвекция



излучение



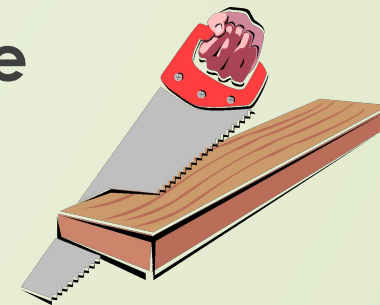
# Теплопроводность

- это такой тип теплообмена, когда тепло передаётся от более нагретых участков тела менее нагретым вследствие теплового движения молекул.

□ Все вещества имеют различную теплопроводность. Лучшие проводники тепла – кристаллы.



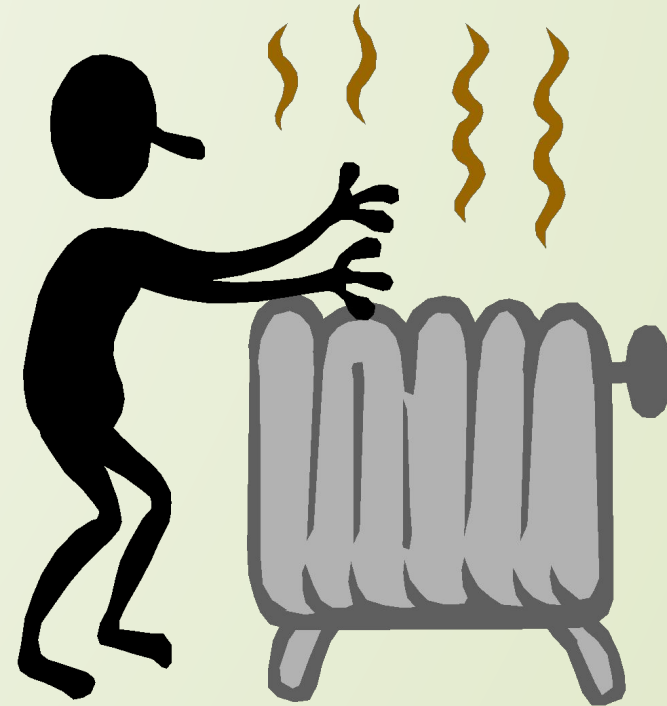
□ Те вещества, в которых расстояния между молекулами большие – плохие проводники тепла. Это древесина, кирпич и т.д.



# Конвекция

- это такой тип теплообмена, при котором энергия переносится струями жидкости или газа.

□ Плотность горячего газа или жидкости меньше, чем холодных, поэтому конвекционные потоки поднимаются вверх.



# Лучистый обмен или просто излучение

- **это перенос энергии в виде электромагнитных волн.**

Любое нагретое тело является источником излучения.

- Этот вид теплообмена отличается от предыдущих тем, что может происходить и в вакууме.



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

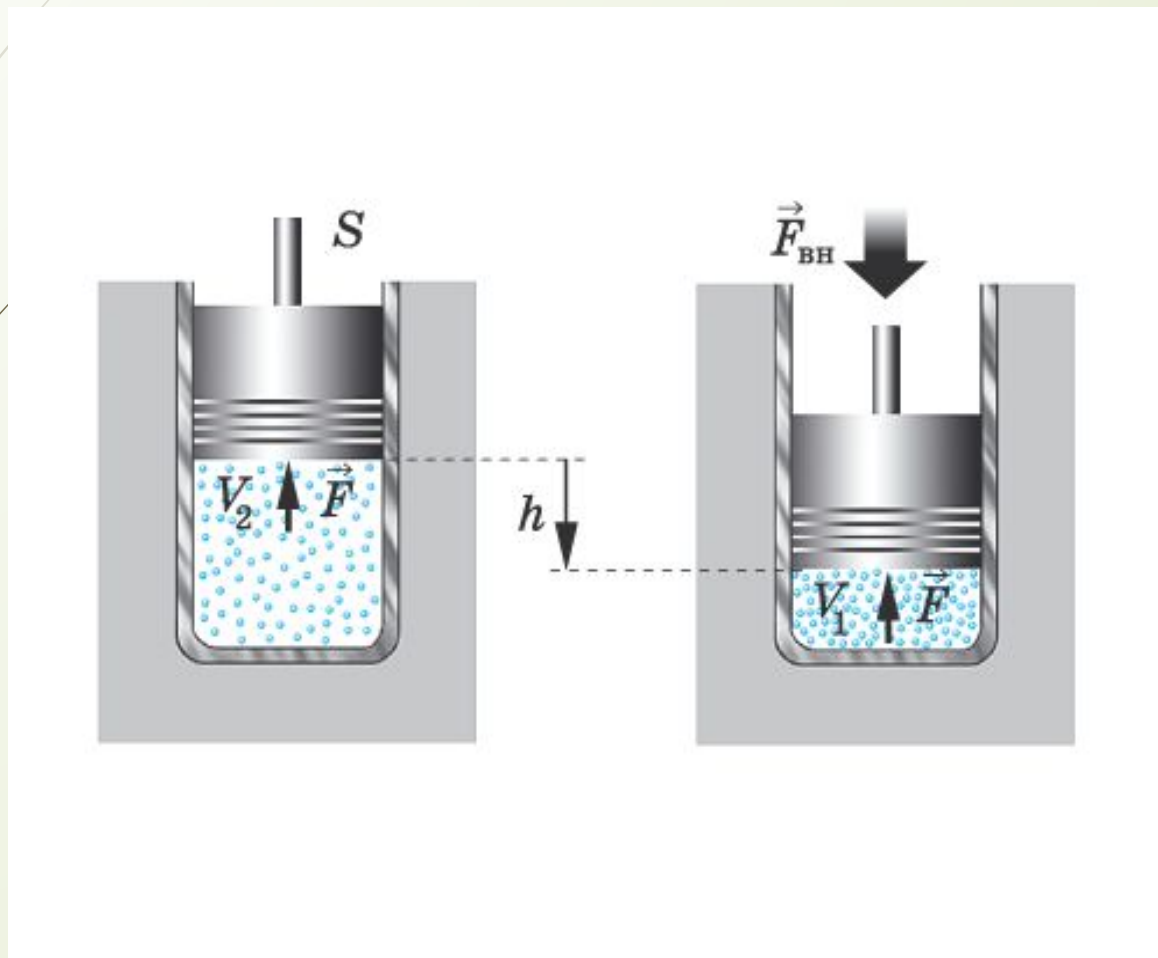
<b>Процесс</b>	<b>Формула, удельные величины</b>	
Нагревание или охлаждение	$Q = cm\Delta T$	$c$ – удельная теплоемкость, Дж/(кг*К) $m$ – масса, кг; $\Delta T$ – изменение температуры, К
Кипение или конденсация	$Q = rm$	$r$ – удельная теплота парообразования, Дж/кг
Плавление или кристаллизация	$Q = \lambda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

**Уравнение теплового баланса:**

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

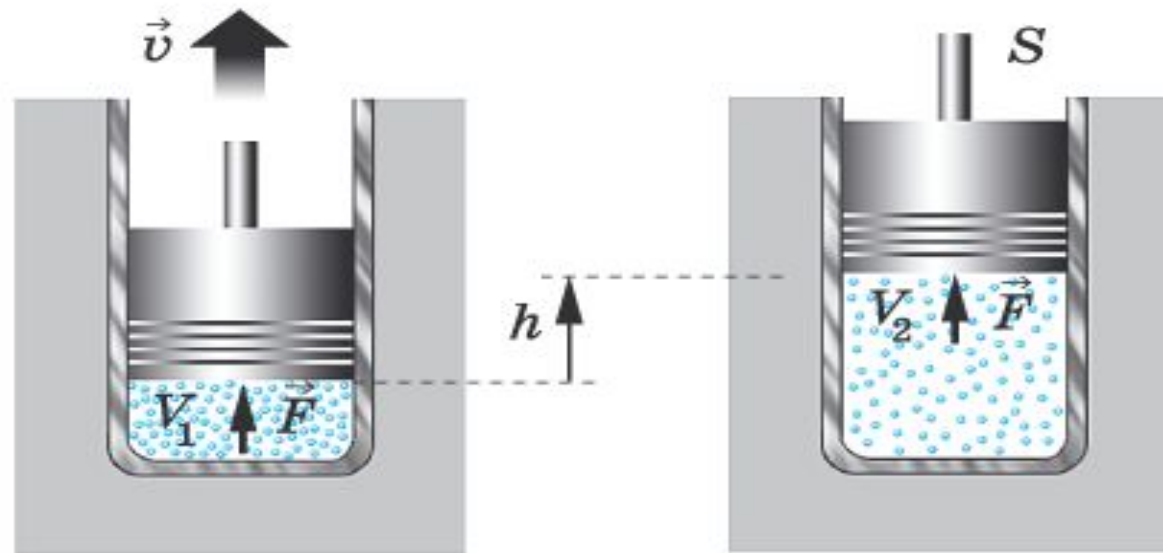
# Совершение работы

- Работа при сжатии газа под поршнем

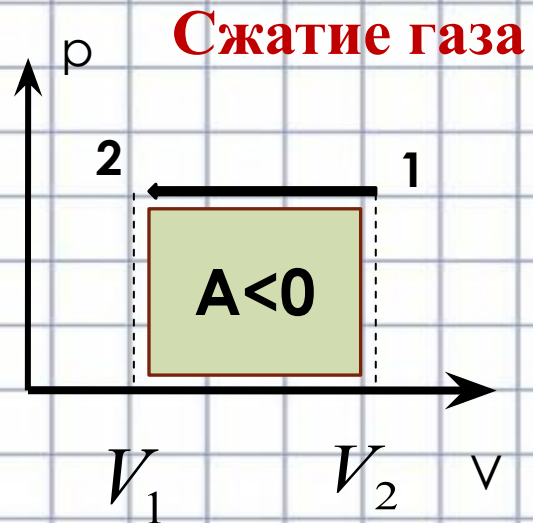
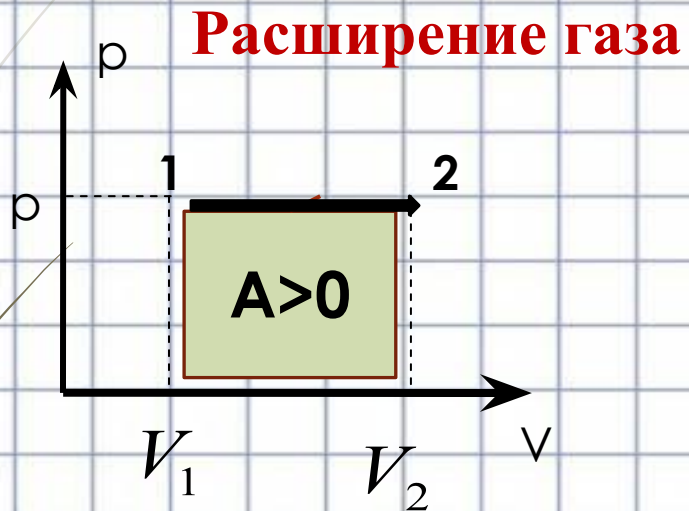


# Совершение работы

- Работа при расширении газа под поршнем



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  $p, V$



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

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



**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



**Задачи (самостоятельно):**

- 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.**