

Внутренняя энергия

Термодинамика-

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

Основные определения

- **Термодинамическая система** – это физическая система, состоящая из большого числа частиц- атомов или молекул, которые совершают тепловое движение и, взаимодействуя между собой, обмениваются энергиями.
- **Макроскопические параметры** – удельный объем, давление, температура.
- **Равновесные состояния** – это состояния, в которых параметры термодинамической системы не меняются со временем.
- **Термодинамический процесс** – переход системы из начального состояния в конечное через последовательность промежуточных состояний.
- **Обратимый процесс** – это процесс, при котором возможен обратный переход системы из конечного состояния в начальное через те же промежуточные состояния, чтобы в окружающих телах не произошло никаких изменений.
- **Необратимый процесс** – любой процесс, сопровождаемый трением или теплопередачей от нагретого тела к холодному

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:

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

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

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

одноатомного идеального газа.

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

двуатомного идеального газа.

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

Способы изменения внутренней энергии

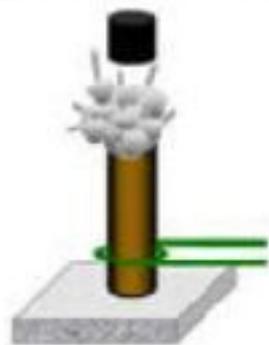
совершение работы

теплопередача

над телом

самим телом

более горячие \rightarrow более холодным
отдают



внутренняя энергия увел.

внутренняя энергия уменьш.

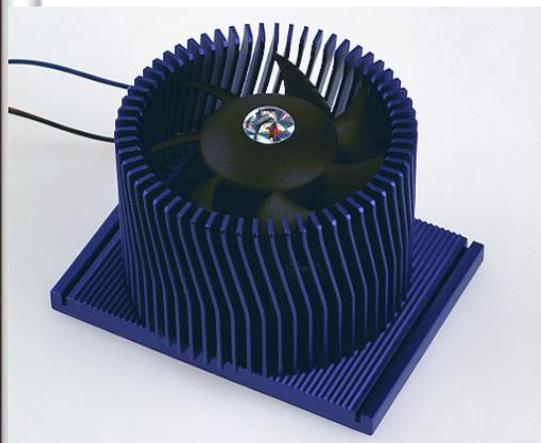


Теплообмен

теплопроводность
ь

конвекция

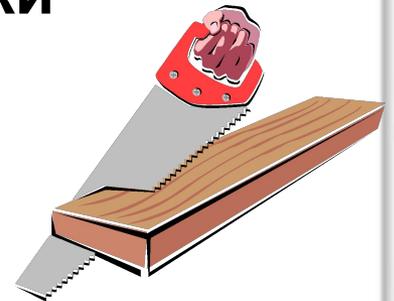
излучение



Теплопроводность

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

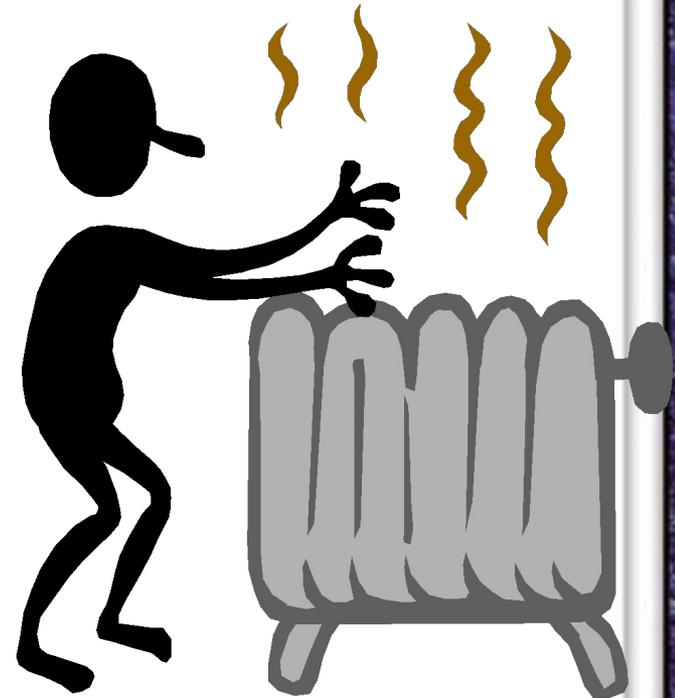
- Все вещества имеют различную теплопроводность. Лучшие проводники тепла – кристаллы.
- Те вещества, в которых расстояния между молекулами большие – плохие проводники тепла. Это древесина, кирпич и т.д.



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.

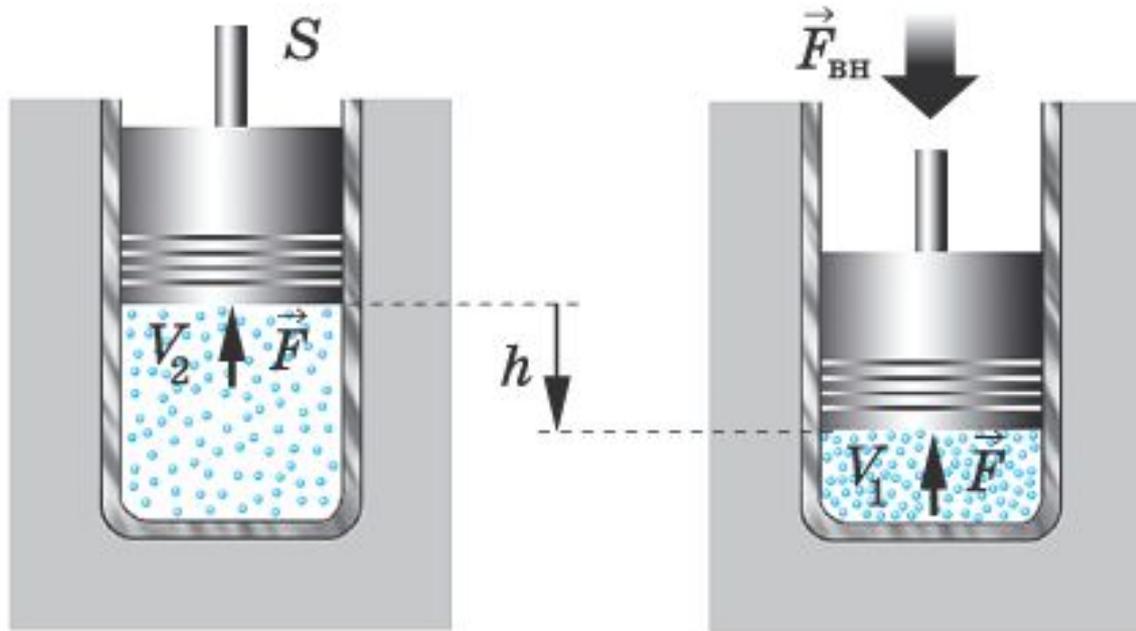
Процесс	Формула, удельные величины	
Нагревание или охлаждение	$Q = cm\Delta T$	с- удельная теплоемкость, Дж/(кг*К) m – масса, кг; ΔT - изменение температуры, К
Парообразования или конденсация	$Q=rm$	r– удельная теплота парообразования, Дж/кг
Плавление или кристаллизация	$Q=\lambda m$	λ – удельная теплота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

Уравнение теплового баланса:

$$Q_1 + Q_2 + Q_n = const$$

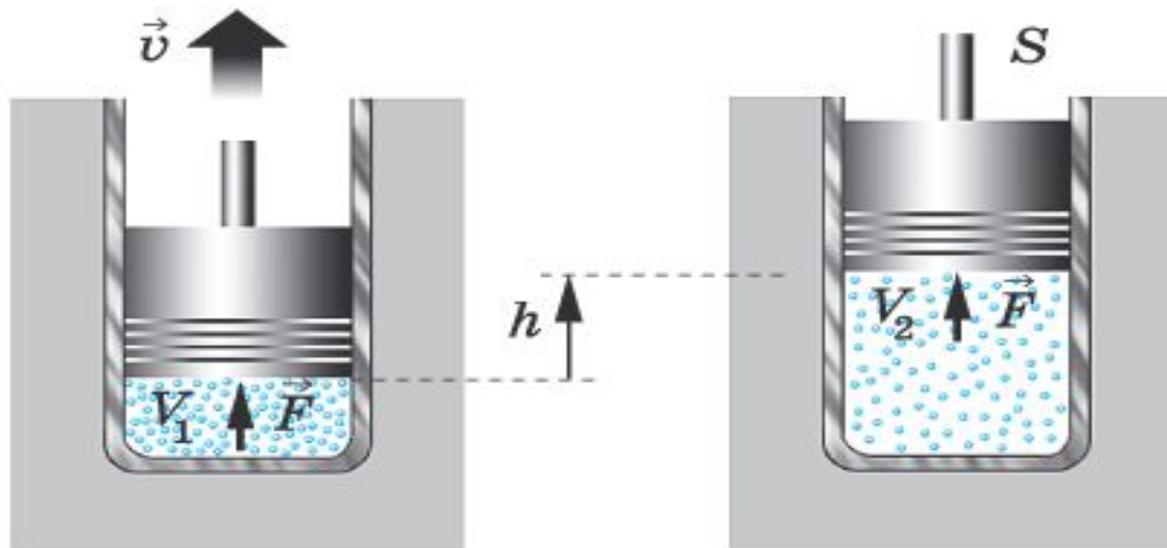
Совершение работы

- Работа при сжатии газа под поршнем

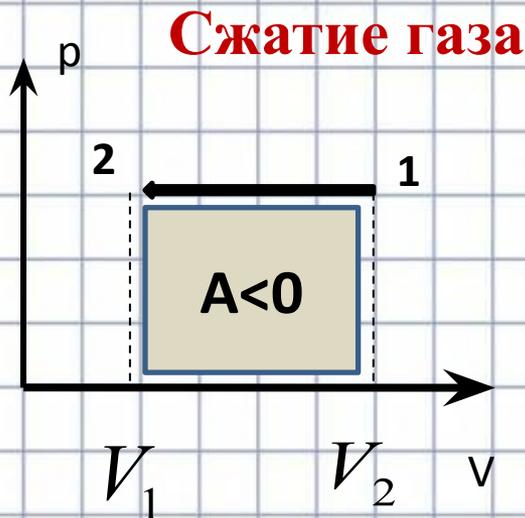
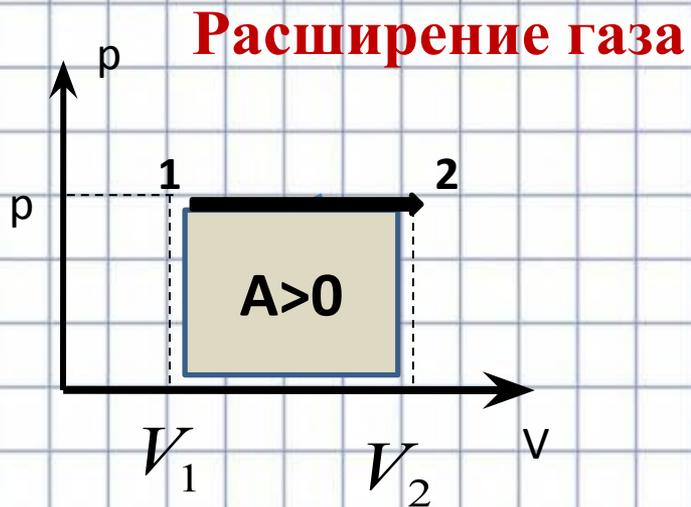


Совершение работы

- Работа при расширении газа под по



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°C до 27°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.**