

# Первый закон термодинамики

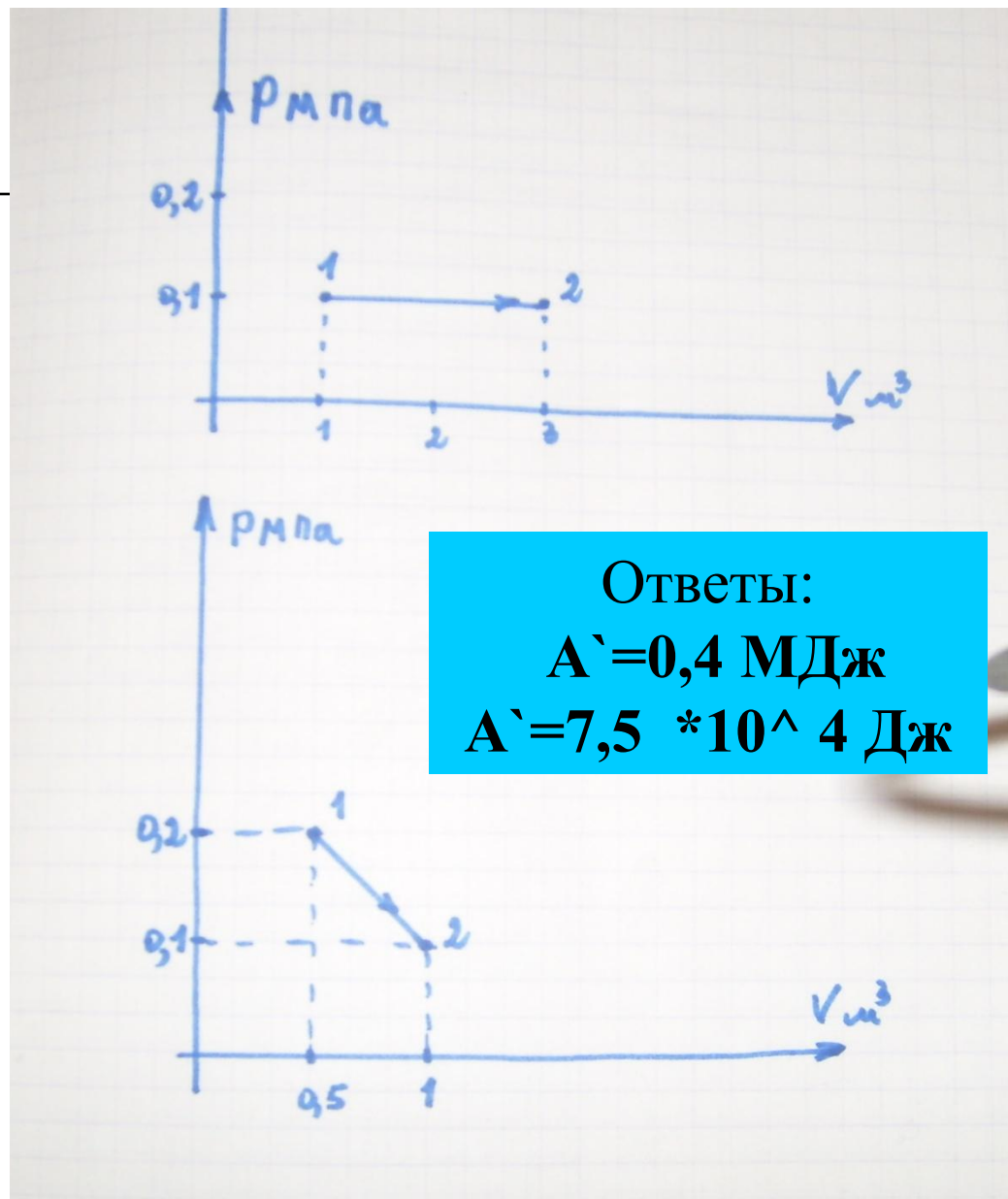
Цель урока: Сформулировать первый закон сохранения энергии, распространённый на тепловые явления, познакомить учащихся с историей открытия закона, развивать навыки решения задач на применение первого закона термодинамики.

## Самостоятельная работа

1. ~~Что называется внутренней энергией?~~
2. Запишите формулу для работы газа.
3. От каких величин зависит внутренняя энергия идеального одноатомного газа?
4. Какая физическая величина вычисляется по формуле  $\frac{3}{2} \cdot p \cdot V$
5. При постоянном давлении  $10^5$  Па объём воздуха, находящийся в квартире увеличился на  $20 \text{ дм}^3$ . Какую работу совершил газ?

\* Ответы.

Решение задач:  
Определите работу  
газа,  
совершаемую в  
процессах.




## Обсуждение вопросов:

1. Как рассчитать количество теплоты, необходимого для нагревания тела?

---

2. Что называется удельной теплоёмкостью?
3. Как рассчитать количество теплоты, необходимое для превращения в пар жидкости массой  $m$ , взятой при температуре кипения?
4. Что называется удельной теплотой парообразования, конденсации?
5. Запишите формулу для расчёт количества теплоты, необходимого для того, чтобы расплавить кристаллическое тело массой  $m$ , взятое при температуре плавления.
6. Что называется удельной теплотой плавления?
7. В каком случае в формулах используется знак «-»



Первый закон термодинамики- это закон сохранения энергии, распространённый на тепловые явления. Он показывает от каких причин зависит изменение внутренней энергии.

Причины изменения внутренней энергии:

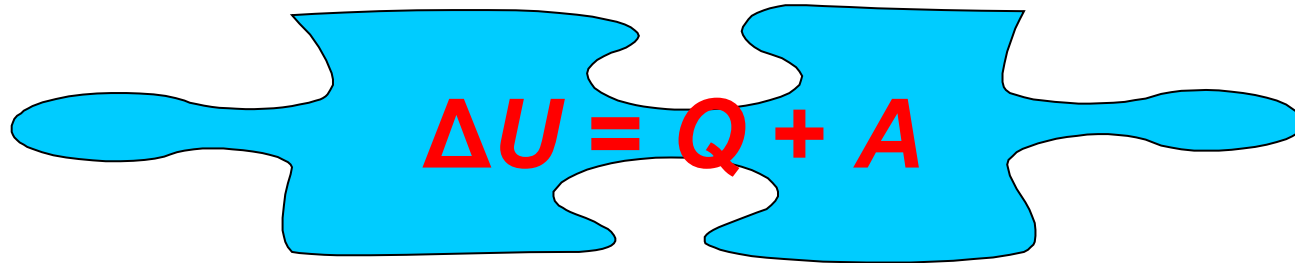
- Совершение работы над телом или самим телом.
- Теплопередача с окружающими телами.

В общем случае при переходе системы из одного состояния в другое внутренняя энергия изменяется как за счёт совершения работы, так и за счёт передачи теплоты.



Формулировка закона для случая, если работа совершается над газом:

Изменение внутренней энергии системы при  
~~переходе её из одного состояния в другое равно~~  
сумме работы внешних сил и количества  
теплоты , переданного системе.


$$\Delta U = Q + A$$

Формулировка закона для случая, если работа совершает сам газ:

Количество теплоты, переданное системе, идёт на изменение её внутренней энергии и на совершение системой работы над  
внешними телами

---


$$Q = \Delta U + A$$



# Углубление знаний и умений

---

1. Какое количество теплоты получил идеальный газ, взятый в количестве двух молей при изобарном нагревании на 50 градусов Кельвина и как при этом изменилась его внутренняя энергия?

Ответ:  $Q = 2077$  Дж

1. Для изобарного нагревания газа, количество вещества которого 800 моль на 500 градусов Кельвина ему сообщили количество теплоты 9,4 МДж. Определите работу газа и изменение его внутренней энергии.

Ответ:  $\Delta U = 6,1$  МДж

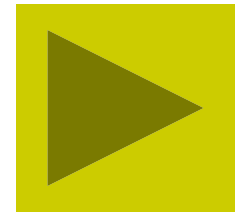
Решение.

# Задача повышенной сложности

---

3. Объём кислорода массой 160г, температура которого 27 градусов Цельсия, при изобарном нагревании увеличился вдвое. Найти работу газа при расширении, количество теплоты, которое пошло на нагревание кислорода, а также изменение внутренней энергии.

Ответ:  $\Delta U = 31,3$  КДж,  $Q = 43,8$  КДж



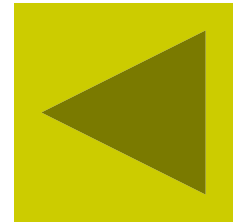
# Итоги урока

- Параграф 80 (вопросы)
- Упр. 15 (3, 11)

**Энергия в природе не возникает из ничего и не исчезает: количество энергии неизменно, она только переходит из одной формы в другую.**

---

Закон сохранения энергии был установлен в середине XIX века на основе работ, выполненных несколькими знаменитыми учёными. Немецкий учёный Р. Майер высказал теоретические положения, англичанин Д. Джоуль провёл экспериментальные исследования, а немецкий физик Г. Гельмгольц вывел математическое выражение закона, обобщил и распространил полученные результаты на все явления природы.



# · Ответы к задачам №1, 2

$$1. A' = P \cdot \Delta V = m/M \cdot R \cdot \Delta T = \\ = \nu \cdot R \cdot \Delta T$$

$$\Delta U = 3/2 \cdot \nu \cdot R \cdot \Delta T$$

$$Q = \Delta U + A'$$

$$Q = 3/2 \cdot \nu \cdot R \cdot \Delta T + \nu \cdot R \cdot \Delta T = \\ 5/2 \cdot \nu \cdot R \cdot \Delta T =$$

$$= 2,5 \cdot 2 \text{ моль} \cdot 8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \cdot \\ \cdot 50 \text{ К} = \mathbf{2077 \text{ Дж}}$$

$$2. . A' = \nu \cdot R \cdot \Delta T = \\ 800 \text{ моль} \cdot 8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \\ \cdot 500 \text{ К} = \mathbf{33,24 \cdot 10^4 \text{ Дж}}$$

$$\Delta U = Q - A'$$

$$\Delta U = Q - \nu \cdot R \cdot \Delta T = \\ 9,4 \cdot 10^6 \text{ Дж} - 800 \\ \text{ моль} \cdot 8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \\ \cdot 500 \text{ К} = \mathbf{6,1 \text{ МДж}}$$

# Решение сложной задачи

---

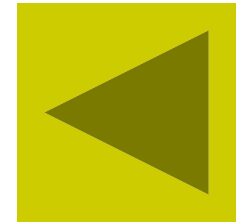
$$A' = P \cdot \Delta V = m/M \cdot R \cdot \Delta T$$

Так как  $V_2/V_1 = T_2/T_1$ ,  $T_2/T_1 = 2$ ,  $T_2 = 2 \cdot T_1$

Тогда  $A' = m/M \cdot R \cdot (2 \cdot T_1 - T_1)$

$$\Delta U = 5/2 \cdot m/M \cdot R \cdot \Delta T = 5/2 \cdot m/M \cdot R \cdot T_1$$

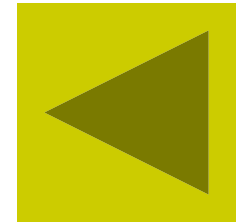
$$Q = \Delta U + A' = 7/2 \cdot m/M \cdot R \cdot T_1$$



# Ответы на вопросы сам. работы.

---

1. Внутренняя энергия макроскопического тела равна сумме кинетических энергий беспорядочного движения всех молекул(или атомов) тела и потенциальной энергии взаимодействия всех молекул друг с другом.
2.  $A' = P * \Delta V$
3.  $U = 3/2 * m/M * R * T$
4. Внутренняя энергия одноатомного идеального газа.
5.  $A' = P * \Delta V = 10^5 \text{Па} * 50 * 10^3 \text{м}^3 = 2 \text{кДж}$



Сожмем газ в цилиндре. Давление и температура газа увеличатся, так как возрастет скорость движения молекул и их кинетическая энергия. Увеличение внутренней энергии газа будет равно работе, совершенной над газом. Будем считать эту работу отрицательной ( $-A$ ).





Увеличить внутреннюю энергию газа можно и передачей ему некоторого количества теплоты от более нагретого тела (например, раскаленных газов пламени горелки).



Количество теплоты и работа являются мерой изменения внутренней энергии газа.

