

Автор: учитель физики и информатики Александрова З.В.,  
МОУ СОШ №5 п.Печенга, Мурманская обл., 2009 г.

# Первый закон термодинамики в изопроцессах

Физика 10 класс



## **Цели:**

- 1. Раскрыть физическое содержание первого закона термодинамики при рассмотрении конкретных изпроцессов , продолжить формирование умений описывать тепловые процессы физическими величинами и законами, ввести понятие об адиабатном процессе;**
- 2. Продолжить формирование умений устанавливать закономерности, анализировать изучаемый материал и делать выводы, применять знания в конкретных ситуациях;**
- 3. Активизировать познавательный интерес учащихся к предмету.**

## **Фронтальный опрос**

1. **Дать формулировку первого закона термодинамики.**
2. **Что выражает данный закон? Какие величины связывает данный закон?**
3. **Как найти изменение внутренней энергии? Как записывается данный закон?**
4. **Как рассчитать работу газа?**
5. **Мы говорим, что система обладает внутренней энергией, но почему нельзя сказать, что она обладает запасом определенного количества теплоты или работы?**
6. **В каком случае изменение внутренней энергии отрицательно?**

# Изотермическое расширение



$T = \text{const}$   
 $m = \text{const}$

$V \uparrow \Rightarrow p \downarrow$

$$T_1 = T_2 \Rightarrow \Delta T = 0$$

$$V_1 < V_2 \Rightarrow \Delta V > 0$$

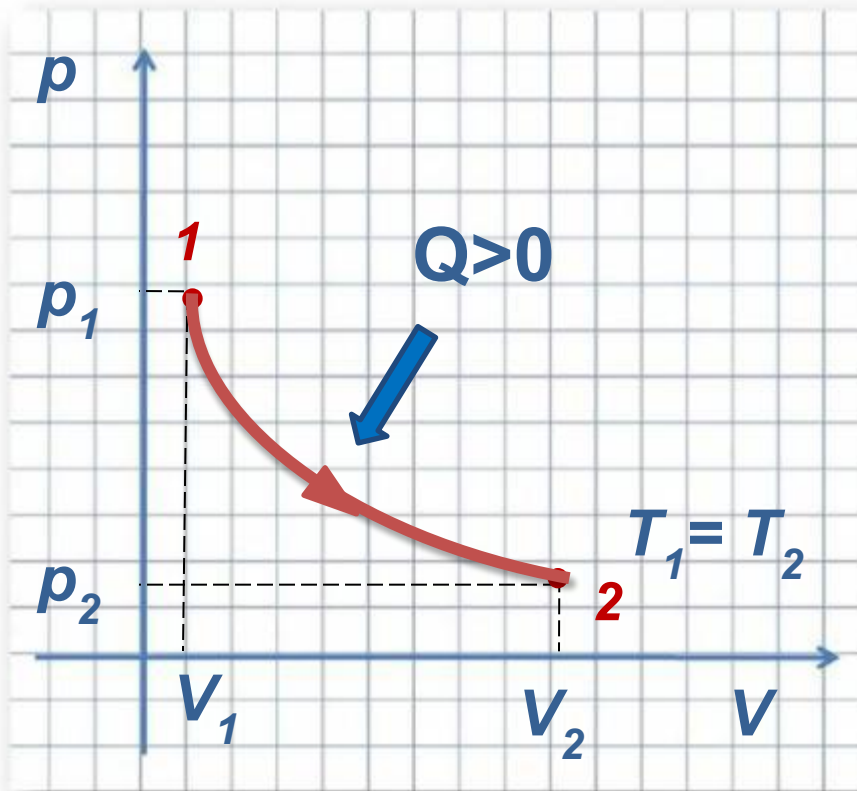
$$\Delta U = 0$$

$$A' > 0$$

$$A < 0$$

$$\Delta U = 0$$

$$Q = A'$$



## Первый закон термодинамики для изопроцессов

### **Вывод:**

При **изотермическом расширении** все переданное системе количество теплоты идёт только на совершение этой системой механической работы.

$$Q = A'$$

$$\Delta U = 0$$

# Изотермическое сжатие



$T = \text{const}$   
 $m = \text{const}$

$V \downarrow \Rightarrow p \uparrow$

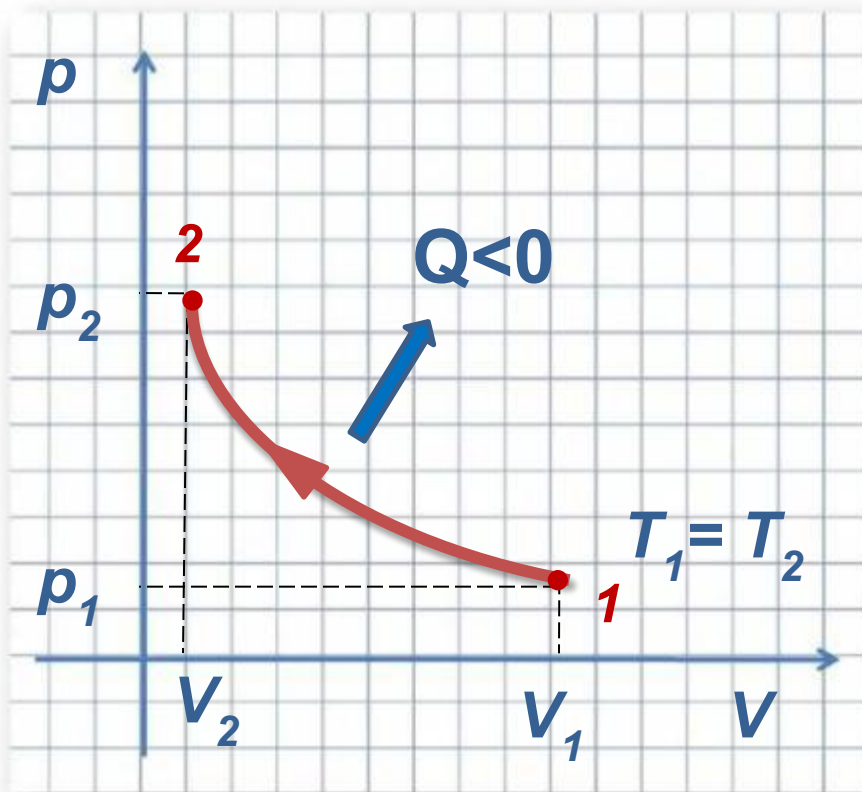
$$T_1 = T_2 \Rightarrow \Delta T = 0$$

$$V_2 < V_1 \Rightarrow \Delta V < 0$$

$$\Delta U = 0$$

$$A' < 0$$

$$A > 0$$



$$A + Q = 0$$

$$\Delta U = 0$$

## Первый закон термодинамики для изопроцессов

### **Вывод:**

Внутренняя энергия системы, **изотермически сжимающейся** под действием внешних сил, не изменяется за счёт выделения этой системой теплоты в окружающую среду.

$$Q + A = 0$$

$$\Delta U = 0$$



# Изобарное нагревание (расширение)

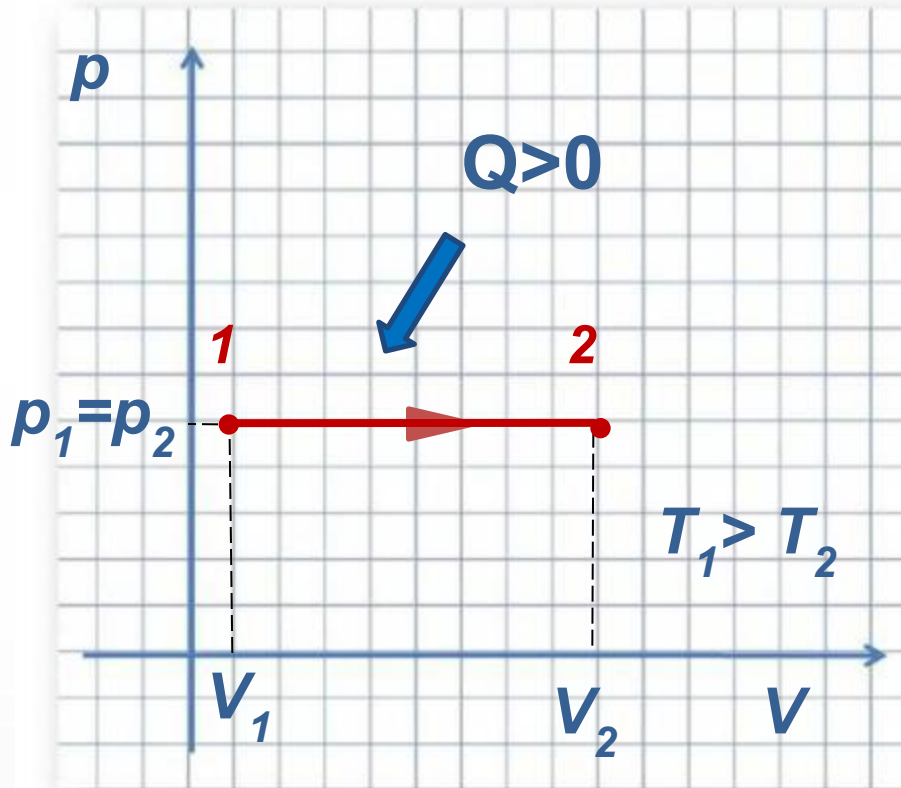


$$p = \text{const}$$
$$m = \text{const}$$

$$T \uparrow \Rightarrow V \uparrow$$

$$T_2 > T_1 \Rightarrow \Delta T > 0$$

$$V_2 > V_1 \Rightarrow \Delta V > 0$$



$$\Delta U > 0$$

$$A' > 0$$

$$A < 0$$

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

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



## Первый закон термодинамики для изопроцессов

### **Вывод:**

При **изобарном нагревании (расширении)** переданное системе количество теплоты идёт на совершение этой системой механической работы и на увеличение внутренней энергии системы.

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

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

# Изобарное охлаждение (сжатие)

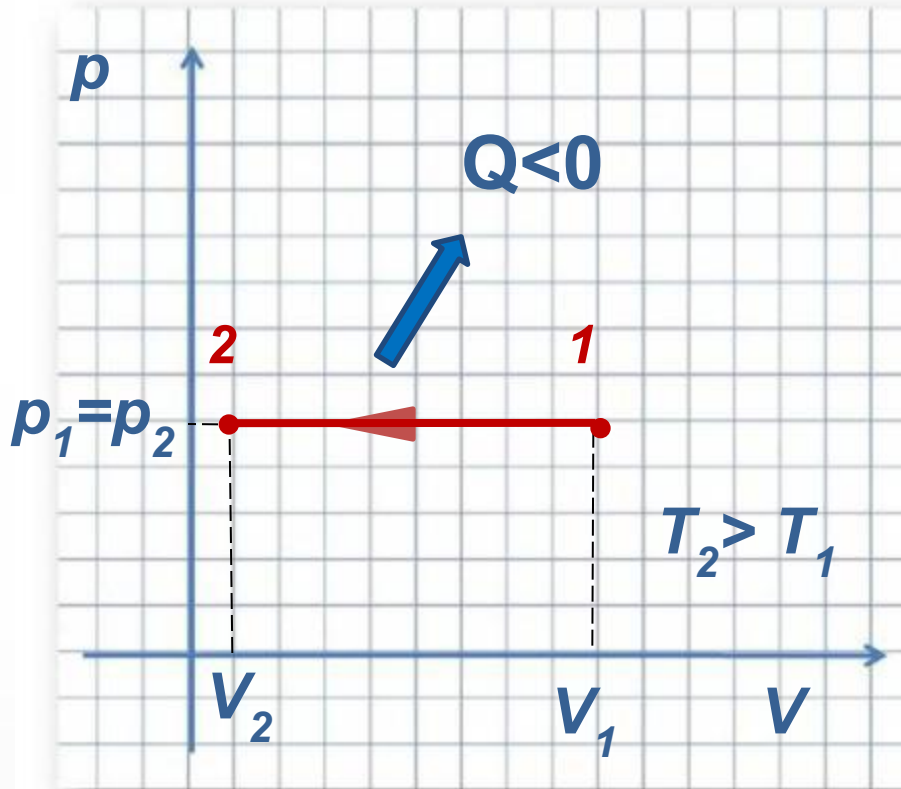


$$p = \text{const}$$
$$m = \text{const}$$

$$T \downarrow \Rightarrow V \downarrow$$

$$T_2 > T_1 \Rightarrow \Delta T < 0$$

$$V_2 < V_1 \Rightarrow \Delta V < 0$$



$$\Delta U > 0$$

$$A' < 0$$

$$A > 0$$

$$\Delta U = A + Q$$

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

## Первый закон термодинамики для изопроцессов

**Вывод:**

Внутренняя энергия системы, **изобарно сжимающейся** под действием внешних сил, уменьшается за счёт выделения этой системой теплоты в окружающую среду.

$$\Delta U = A + Q$$

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

# Изохорное нагревание

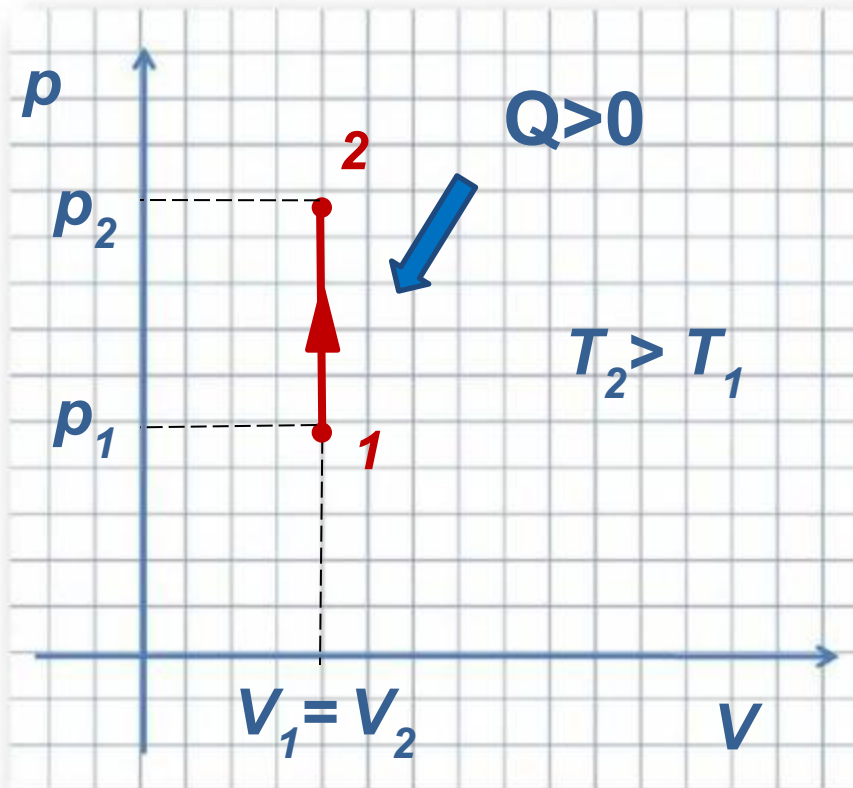


$$V = \text{const}$$
$$m = \text{const}$$

$$T \uparrow \Rightarrow p \uparrow$$

$$T_2 > T_1 \Rightarrow \Delta T > 0$$

$$V_2 = V_1 \Rightarrow \Delta V = 0$$



$$\Delta U > 0$$

$$A' = 0$$

$$A = 0$$

$$Q = \Delta U$$

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

## Первый закон термодинамики для изопроцессов

### **Вывод:**

При **изохорном нагревании** всё переданное системе количество теплоты идёт только на увеличение внутренней энергии системы.

$$\Delta U = Q$$

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

# Изохорное охлаждение

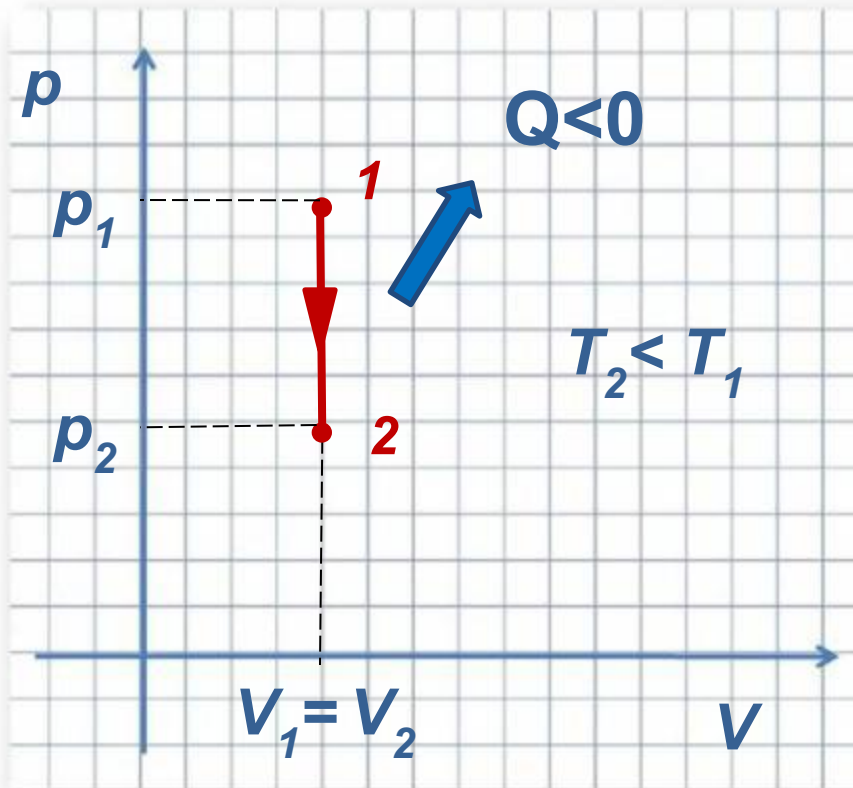


$V = \text{const}$   
 $m = \text{const}$

$T \downarrow \Rightarrow p \downarrow$

$T_2 < T_1 \Rightarrow \Delta T < 0$

$V_2 = V_1 \Rightarrow \Delta V = 0$



$\Delta U < 0$

$A' = 0$

$A = 0$

$Q = \Delta U$

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

## Первый закон термодинамики для изопроцессов

### **Вывод:**

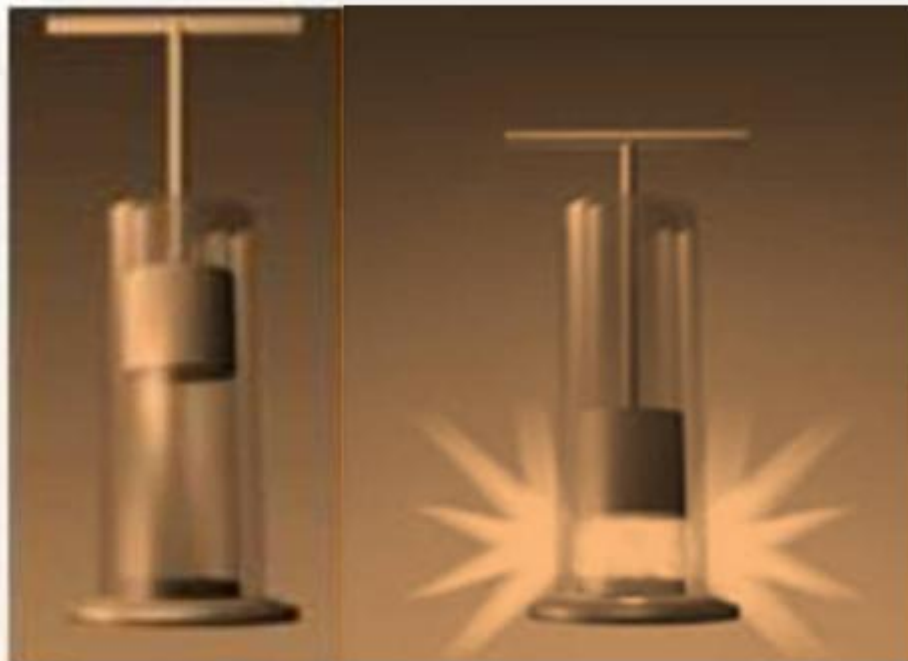
Внутренняя энергия системы, **изохорно охлаждающейся** системы уменьшается только за счёт выделения этой системой теплоты в окружающую среду.

$$Q = \Delta U$$

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



## Адиабатный процесс



На явлении разогрева газа при его адиабатическом сжатии основано явление пневматического огнива, которое находит применение в дизелях, где воспламенение горючей смеси осуществляется путём адиабатического сжатия.

## Адиабатный процесс



**Адиабатическое же охлаждение газов лежит в основе процесса их сжижения.**

## Адиабатный процесс

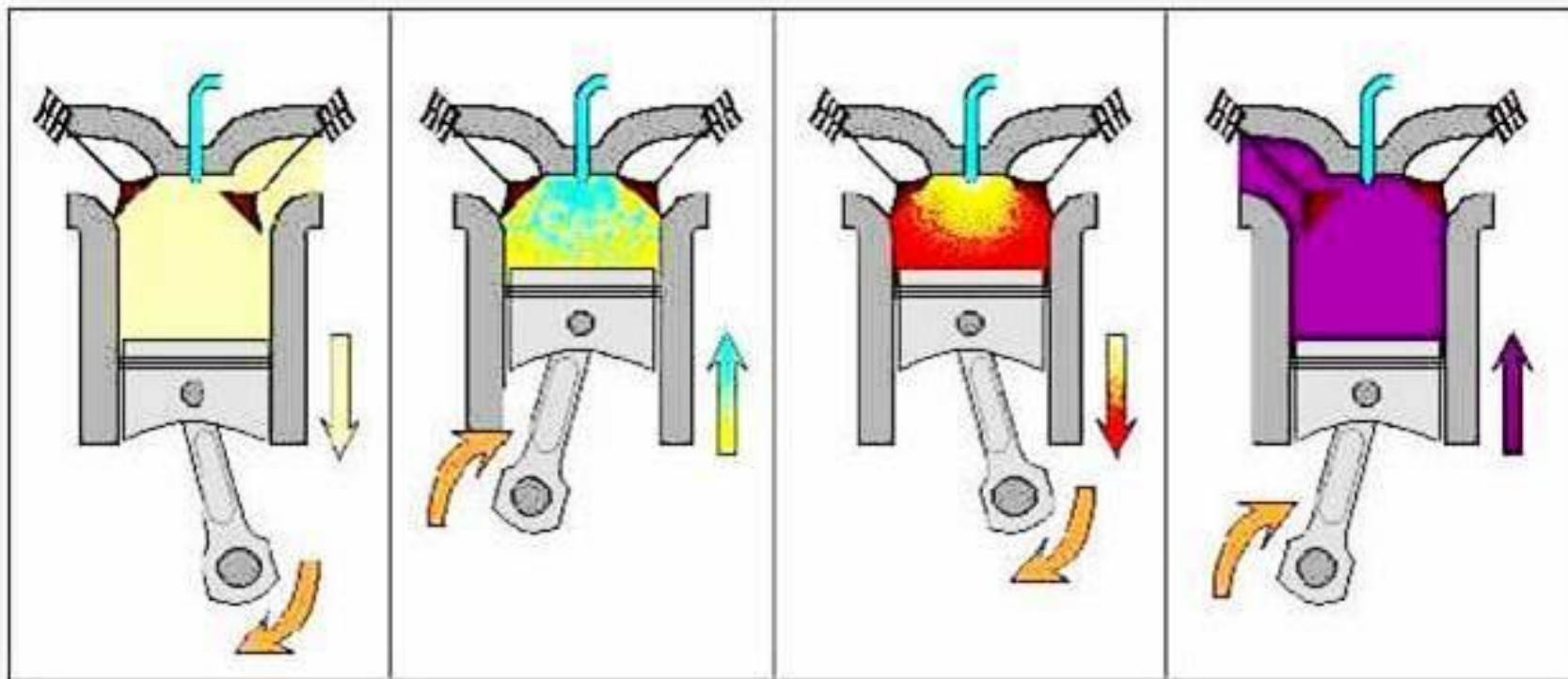


**1 мая 1895 г. дизельный двигатель Рудольфа Дизеля впервые непрерывно проработал в течение 30 минут.**

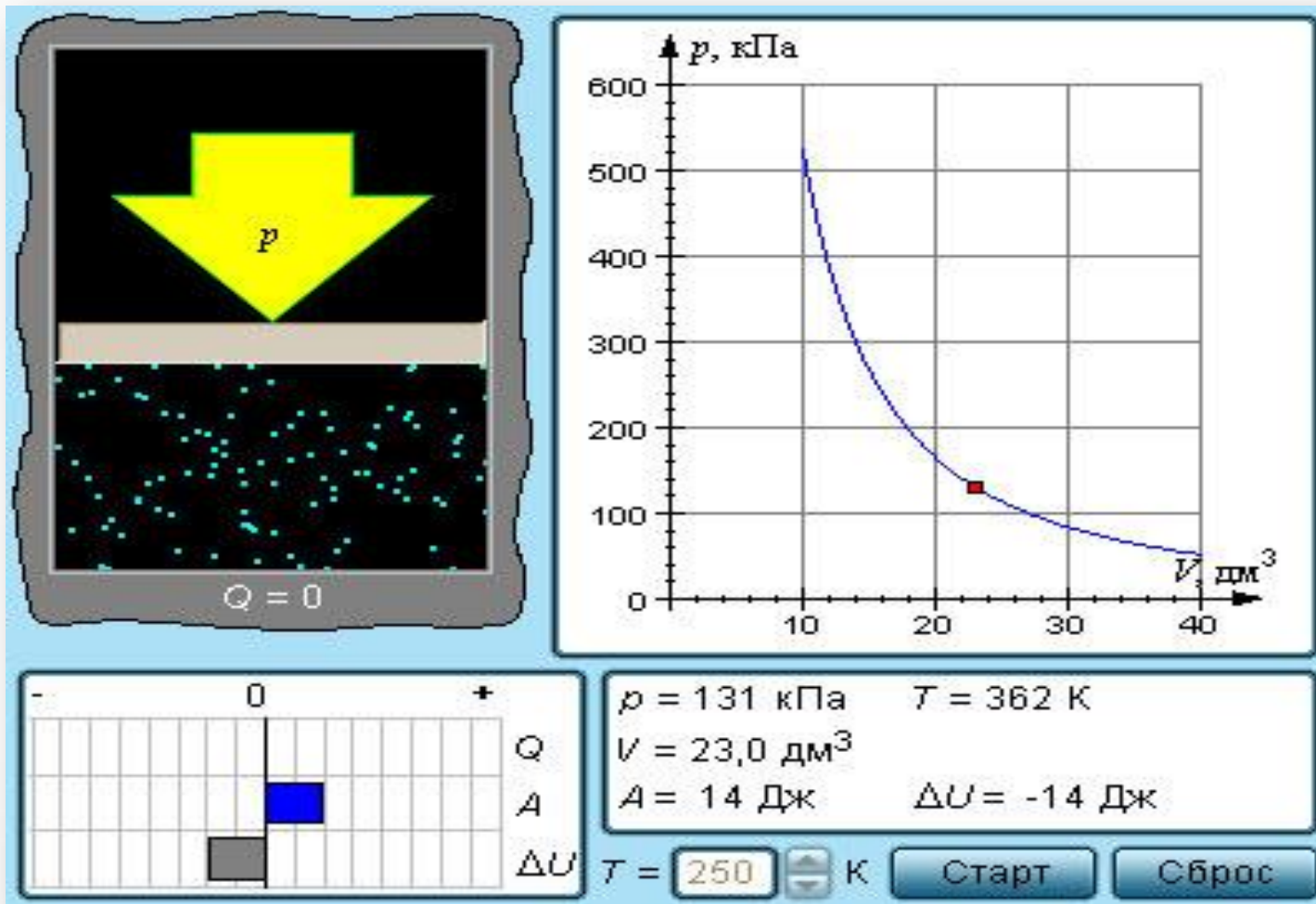
**В дизельных двигателях отсутствует система зажигания. В цилиндр засасывается атмосферный воздух, а к концу такта сжатия с помощью форсунки впрыскивается жидкое топливо. К этому моменту температура воздуха так велика, что горючее воспламеняется.**

## Вопрос

Объясните процессы, происходящие в модели двигателя, изображённого на рисунке.



## Модель. Адиабатический процесс





# Адиабатное расширение (охлаждение)



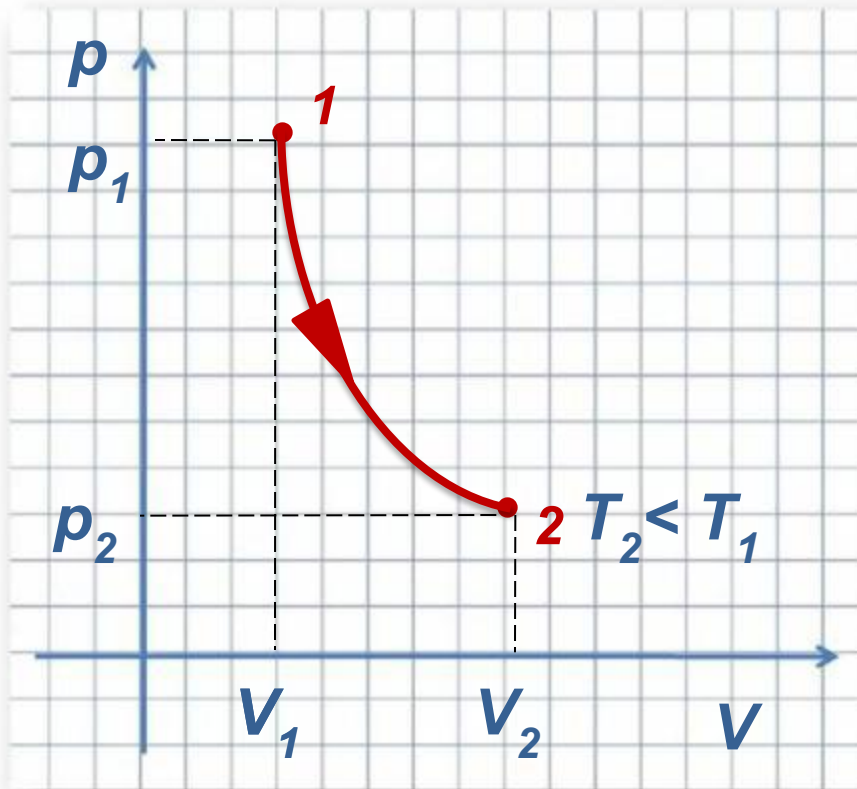
$$Q = 0$$
$$m = \text{const}$$

$$V \uparrow \Rightarrow$$

$$p \uparrow$$
$$T \downarrow$$

$$T_2 < T_1 \Rightarrow \Delta T < 0$$

$$V_2 > V_1 \Rightarrow \Delta V > 0$$



$$\Delta U < 0$$

$$A < 0$$

$$A' > 0$$

$$A' = - \Delta U$$

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

## Первый закон термодинамики для изопроцессов

### **Вывод:**

При **адиабатном расширении** система совершает механическую работу только за счёт уменьшения внутренней энергии системы.

$$A' = - \Delta U$$

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



# Адиабатное сжатие (нагревание)



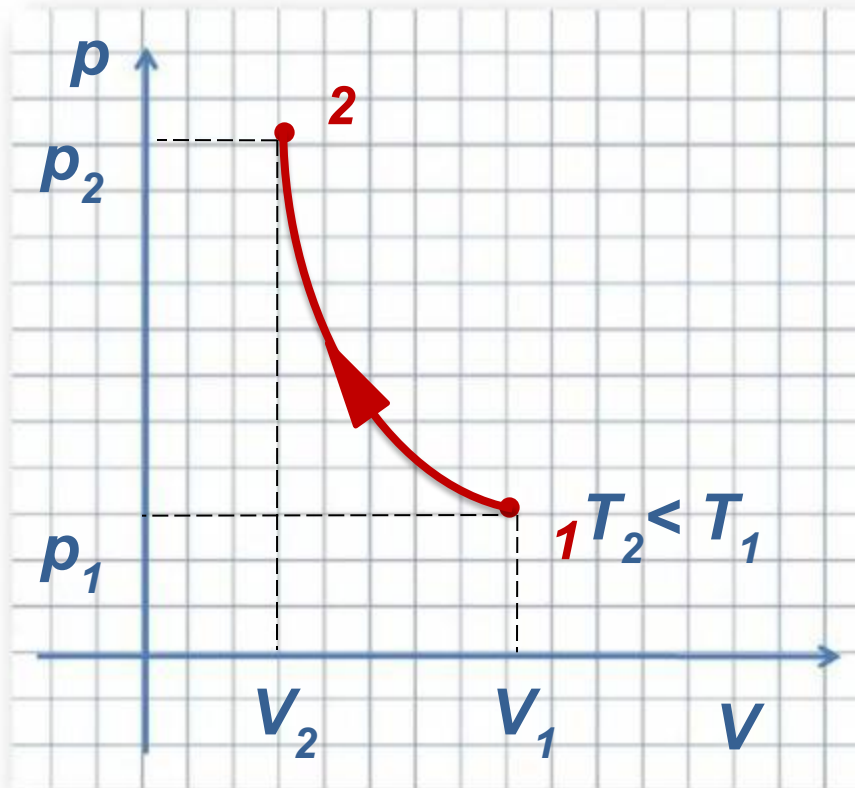
$$Q = 0$$
$$m = \text{const}$$

$$V \downarrow \Rightarrow$$

$$p \uparrow$$
$$T \uparrow$$

$$T_2 > T_1 \Rightarrow \Delta T > 0$$

$$V_2 < V_1 \Rightarrow \Delta V < 0$$



$$\Delta U > 0$$

$$A > 0$$

$$A' < 0$$

$$\Delta U = A$$

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

## Первый закон термодинамики для изопроцессов

**Вывод:**

Внутренняя энергия **адиабатно сжимающейся** системы увеличивается только за счёт работы внешних сил.

$$\Delta U = A$$

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

Смотри

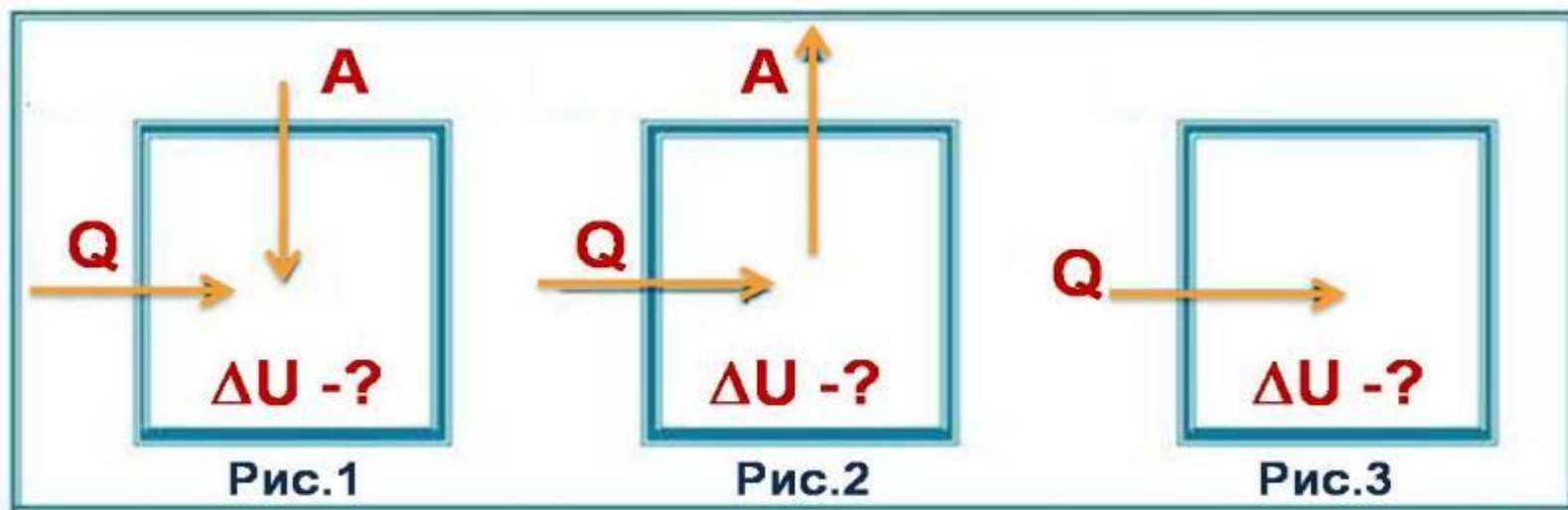
[Модель адиабатного процесса](#)



## Закрепление изученного материала

### Задача (устно)

Используя уравнение первого закона термодинамики, запишите формулу для расчета внутренней энергии в каждом случае



Ответы:

$$\Delta U = A + Q$$

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

$$\Delta U = Q$$



## Закрепление изученного материала

### *Задачи (у доски)*

1. При изотермическом расширении газ совершил работу, равную 50 Дж. Какое количество сообщено телу?

**Ответ:** 50 Дж.

2. При изобарном нагревании объём гелия увеличился в 3 раза. Какую работу совершил газ? Какое количество теплоты ему передано? Масса гелия 12 г, начальная температура  $-123\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Ответ:** 7,5 кДж; 18,7 кДж.

## **Рефлексия** (карточка с таблицей у каждого ученика)

Оцените сегодняшний урок: **0** – нет, **1** – да.

| <b>ВОПРОС</b>                            | <b>ОЦЕНКА</b> |
|--|---------------|
| Вам было интересно на уроке?             |               |
| Вы узнали что-то новое?                  |               |
| Вы расширили свои знания                 |               |
| Был ли доступен изучавшийся материал?    |               |
| Вам было всё понятно на уроке            |               |
| Вы смогли показать свои знания на уроке? |               |



Количество баллов \_\_\_\_\_

**Д/З:** (по отдельному плану учителя)

Подготовить сообщения об адиабатном процессе и звуке, используя материал интернет-ресурса:

<http://umnik.rikt.ru/fizika/merkuleva/merkuleva.html>

Автор: учитель физики и информатики Александрова З.В.,  
МОУ СОШ №5 п.Печенга, Мурманская обл., 2009 г.

# Спасибо за внимание!



Использованные ресурсы:

<http://umnik.rikt.ru/fizika/merkuleva/merkuleva.htm>

[http://www.polarcom.ru/~vvtsv/s\\_doc11c.html](http://www.polarcom.ru/~vvtsv/s_doc11c.html)

<http://www.aquatrace.ru/product/am-71413/>