



# Применение первого закона термодинамики к изопроцессам.

---

Урок физики в 10 классе.



---

**Цель урока:** установить связь между изменениями внутренней энергии, работы и количеством теплоты для изопроцессов; научить решать задачи из ЕГЭ по данной теме.

# Вопросы.

---

- **Что называется внутренней энергией тела?**
- **Как рассчитать внутреннюю энергию идеального одноатомного газа?**
- **Как рассчитать работу совершенную газом?**
- **Сформулируйте закон сохранения энергии?**
- **Сформулируйте первый закон термодинамики?**

---

Первый закон термодинамики (закон сохранения энергии для тепловых процессов) определяет количественное соотношение между

изменением внутренней энергии системы  $U$ , количеством теплоты  $Q$ , подведенным к ней, и суммарной работой внешних сил  $A$ , действующих на систему.

Первый закон термодинамики - Изменение внутренней энергии системы при ее переходе из одного состояния в другое равно сумме количества теплоты, подведенного к системе извне, и работы внешних сил, действующих на нее:

$$\Delta U = Q + A$$

Первый закон термодинамики - количество теплоты, подведенное к системе, идет на изменение ее внутренней энергии и на совершение системой работы над внешними телами  $A'$ :

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

# 1. изохорный процесс. $v = \text{const}$

---

## А) изохорное нагревание.

При изохорном нагревании ( $T > 0$ ), внутренняя энергия увеличивается ( $U > 0$ ), работа  $A = p \Delta V$  равна нулю, т.к.  $\Delta V = 0$ , а тепло поглощается ( $Q > 0$ ).

Первый закон термодинамики выглядит так:  $Q = \Delta U$

Газ увеличивает свою внутреннюю энергию за счет теплоты, полученной из внешней среды.

При изохорном процессе объем газа остается постоянным, поэтому газ не совершает работу. Изменение внутренней энергии газа происходит благодаря теплообмену с окружающими телами:

## Б) изохорное охлаждение

При изохорном охлаждении ( $T < 0$ ), внутренняя энергия уменьшается ( $U < 0$ ), работа  $A = p \Delta V$  равна нулю, т.к.  $\Delta V = 0$ , а тепло выделяется ( $Q < 0$ ).

Газ выделяет тепло во внешнюю среду; при этом его внутренняя энергия уменьшается.

## 2. Изотермический процесс. $T = \text{const}$

---

### А) изотермическое сжатие.

Для изотермического процесса  $T = \text{const}$ ,  $\Delta T = 0$ , а значит  $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = 0$  (внутренняя энергия не изменяется). Над газом совершается работа  $A > 0$ , а тепло выделяется  $Q < 0$ .

Первый закон термодинамик  $\Delta U = A + Q$  выглядит так:

$$Q = -A$$

Над газом совершается работа, при этом газ выделяет тепло во внешнюю среду (внутренняя энергия не изменяется)

### Б) изотермическое расширение

Для изотермического процесса  $T = \text{const}$ ,  $\Delta T = 0$ , а значит  $\Delta U = 0$  (внутренняя энергия не изменяется). Газ совершает работу  $A < 0$ , а тепло поглощается ( $Q > 0$ ).

# 3. Изобарный процесс. $p = \text{const}$

---

## А) изобарное нагревание.

При изобарном нагревании температура увеличивается ( $\Delta T > 0$ ), внутренняя энергия увеличивается ( $\Delta U > 0$ ), газ совершает работу, тепло поглощается.

Первый закон термодинамики выглядит  $Q = \Delta U + p \cdot \Delta V$

Газ получает тепло из внешней среды. Полученная таким образом энергия тратится на увеличение внутренней энергии и на совершение работы.

## Б) изобарное охлаждение

При изобарном охлаждении температура уменьшается ( $\Delta T < 0$ ), внутренняя энергия уменьшается ( $\Delta U < 0$ ), над газом совершается работа, тепло выделяется.

Над газом совершается работа, при этом газ выделяет тепло во внешнюю среду, а его внутренняя энергия уменьшается.

## 4. Адиабатный процесс.

**Адиабатный процесс** - термодинамический процесс в теплоизолированной системе.

**Теплоизолированная система** - система, не обменивающаяся энергией с окружающими телами.

**А) адиабатное сжатие.**

При адиабатном сжатии температура увеличивается ( $T > 0$ ), внутренняя энергия увеличивается ( $\Delta U > 0$ ), над газом совершается работа  $A > 0$ , а количество теплоты равно нулю.

Первый закон термодинамики выглядит  $\Delta U = -A' = A$

Над газом совершается работа, при этом внутренняя энергия газа увеличивается.

**Б) адиабатное расширение.**

При адиабатном расширении температура уменьшается ( $T < 0$ ), внутренняя энергия уменьшается ( $\Delta U < 0$ ), газ совершает работу ( $A < 0$ ), а количество теплоты равно нулю.

Газ совершает работу только за счет своей внутренней

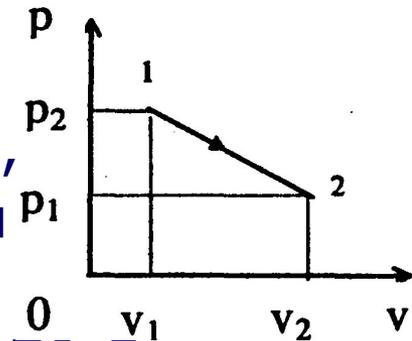
# Решение задач.

**A1** Если  $V_1 = 2$  л,  $V_2 = 3$  л,  
 $p_1 = 4 \cdot 10^4$  Па,  $p_2 = 10^5$  Па,  
то в процессе 1–2 газ совершил  
работу, равную:

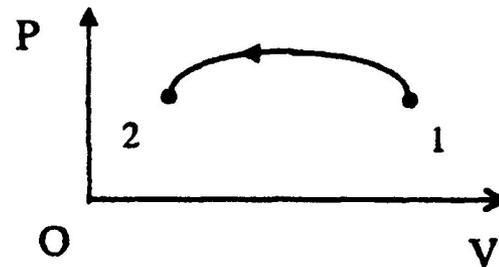
- 1) 20 Дж;
- 2) 30 Дж;
- 3) 50 Дж;
- 4) 70 Дж;
- 5) 82 Дж.

**A2** Если идеальный газ отдал количество  
теплоты 100 Дж и при этом внутренняя энергия  
газа уменьшилась на 100 Дж, то работа,  
совершённая газом, равна:

- 1) –200 Дж;
- 2) 200 Дж;
- 3) 100 Дж;
- 4) 0 Дж.



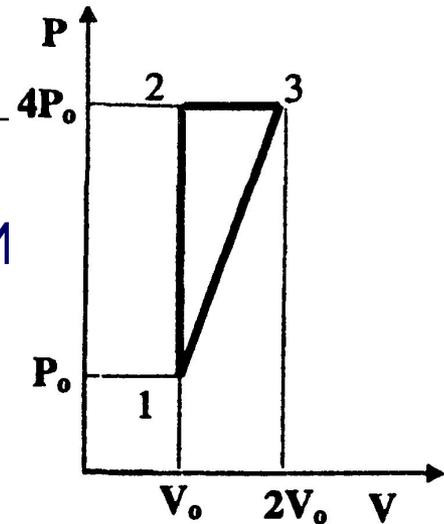
**A3** На рисунке изображён процесс перехода некоторого количества идеального газа из состояния  $1$  в состояние  $2$ .



Какое из перечисленных ниже утверждений справедливо для этого процесса?

- 1) внутренняя энергия газа увеличилась;
- 2) газ отдал теплоту внешним телам;
- 3) газ совершил положительную работу;
- 4) температура газа не изменилась;
- 5) это адиабатический процесс сжатия газа.

**A4** При превращении вещества массой  $m$  с удельной теплотой отвердевания  $\lambda$  из жидкого состояния в твёрдое при постоянной температуре  $T$  отданное веществом количество теплоты  $Q$  равно:



- 1)  $\lambda m T$ ; 2)  $\lambda m$ ; 3)  $\lambda m / T$ ; 4)  $\lambda T / m$ .

# В

---

**В1** Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими процесс изотермического сжатия воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями, указанными во втором столбце.

## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Давление.
- Б) Температура.
- В) Внутренняя энергия.

## ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

- 1) Увеличение.
- 2) Уменьшение.
- 3) Неизменность.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

А	Б	В

**В2** Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими изохорный процесс охлаждения воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями, указанными во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

А) Давление.

1) Увеличение.

Б) Объём.

2) Уменьшение.

В) Температура.

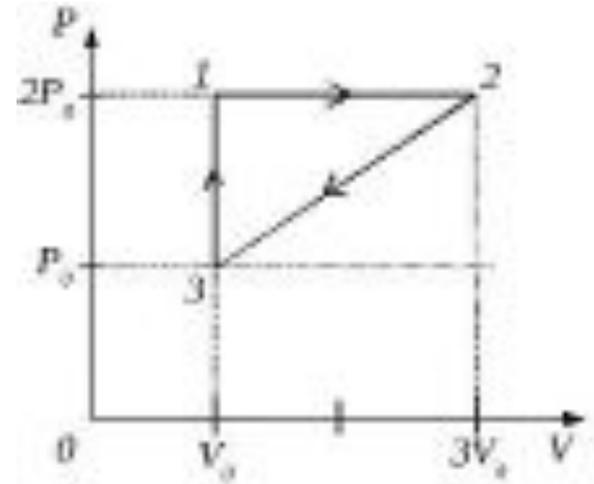
3) Неизменность.

Г) Внутренняя энергия.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

А	Б	В	Г

С1 Постоянная масса одноатомного идеального газа совершает циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл от нагревателя газ получает количество теплоты  $Q = 8$  кДж. Какую работу совершают внешние силы при переходе газа из состояния 2 в состояние 3?



# Домашняя работа.

---

Изучить § 79.

Выполнить вариант 1.