

# Аттестационная работа

Слушателя курсов повышения квалификации по программе:  
«Проектная и исследовательская деятельность как способ  
формирования метапредметных результатов обучения в  
условиях реализации ФГОС»

Кирияновой Ольги Викторовны

БПТ Пермского края

На тему:  
«Методическая разработка по  
применению первого закона термодинамики  
к решению графических задач»

## Аннотация (краткая характеристика жанра работы)

Данный проект позволит показать студентам заочного отделения значимость изучения темы «Первый закон термодинамики», способствует формированию умений по решению графических задач, исследовательских навыков работы, развитию познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей, критического мышления студентов; устанавливать связь теории с практикой; формировать мотивацию к предмету, содействовать повышению престижа и популяризации научных знаний.

## **Краткая характеристика образовательного учреждения**

Данное пособие разработано для студентов 1-2 курсов ГБПОУ «Березниковский политехнический техникум» для всех специальностей технического профиля (Автоматизация технологических процессов и производств; Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий; Химическая технология неорганических веществ)

# Задачи работы:

- Содействовать повышению престижа и популяризации научных знаний;
- Развивать у студентов познавательную активность и творческие способности;
- Знакомить студентов с методами и приёмами научного поиска;
- Учить работать с научной литературой, отбирать, анализировать, систематизировать информацию, грамотно оформлять работу.

## Цели работы:

- развитие интеллектуальных, творческих способностей студентов;
- Развитие устойчивого интереса к предметам естественного цикла;
- Углублённое изучение отдельных тем;
- Развитие мышления, интеллектуальных и творческих способностей студентов в процессе приобретения знаний и умений по физике с использованием различных источников информации, в том числе в значительной мере средств современных информационных технологий.

---

***ПЕРВОЕ НАЧАЛО***

***ТЕРМОДИНАМИКИ***

---

---

**Термодинамика - раздел  
физики, изучающий  
законы теплового  
равновесия и  
превращения теплоты в  
другие виды энергии.**

---

- 
- **Первый закон термодинамики – закон сохранения энергии для тепловых процессов.**

Он устанавливает связь между:

- количеством теплоты ( $Q$ ), полученной системой;
  - изменением внутренней энергии ( $\Delta U$ );
  - работой:
  - работой совершенной системой (газом, паром)  $A'$
  - работой совершенной внешними телами (поршнем)  $A$ .
-



## Первый закон термодинамики

$$\Delta U = A + Q$$

- **Изменение внутренней энергии равно сумме работы внешних сил и количеству теплоты переданной системе.**

- Так работа внешних сил (поршня) равна работе системы (газа), но с противоположным знаком

$$A = -A'$$

- поэтому  $\Delta U = -A' + Q,$

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

## Первый закон термодинамики

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

- Количество теплоты, переданное системе (газу) частично расходуется на изменение внутренней энергии, а частично на совершение системой (газом) работы.

---

**Применение первого начала в  
термодинамике к различным  
процессам.**

---

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

Изобарический процесс

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

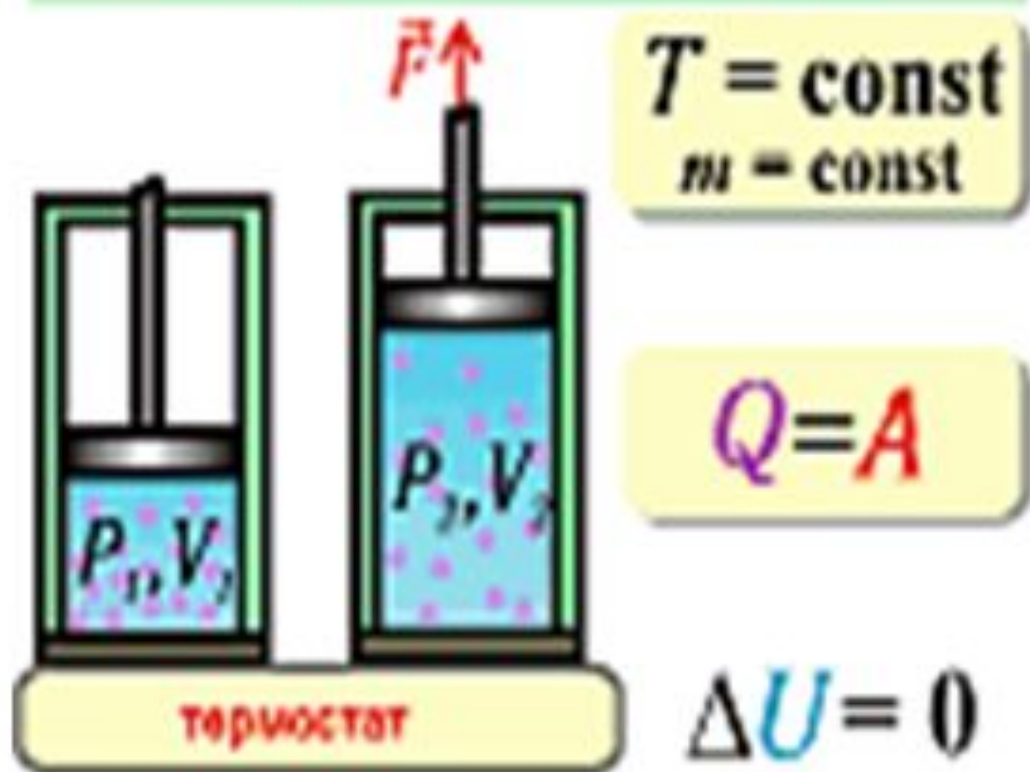


$$Q = A + \Delta U$$

$$A = p \Delta V$$

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

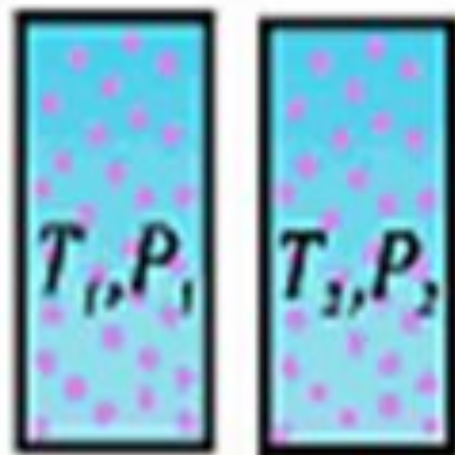
Изотермический процесс



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

Изохорический процесс

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

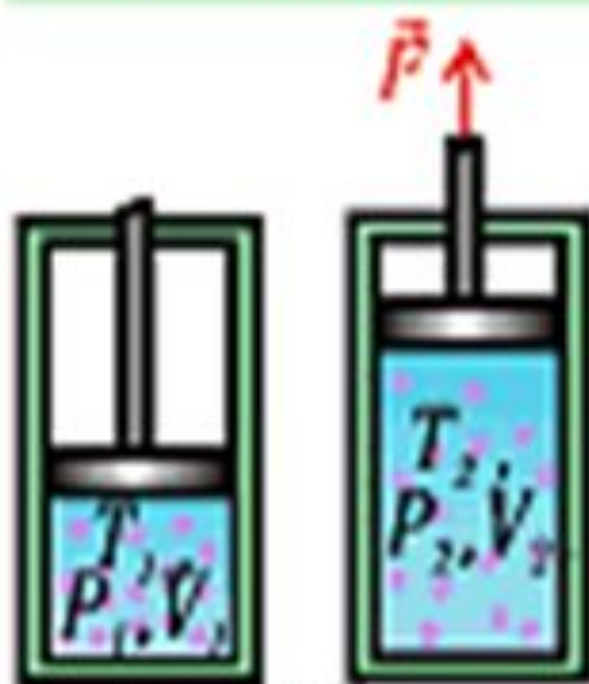


$$Q = \Delta U$$

$$A = 0$$

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

Адиабатический процесс



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

$$A = -\Delta U$$

термометр

$$\Delta U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R \Delta T$$



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

Изобарический процесс	Изотермический процесс	Изохорический процесс	адиабатный процесс
	$\Delta T = 0, \Delta U = 0$	$\Delta V = 0, A' = 0$	$Q = 0$
$Q = \Delta U + A'$	$Q = A'$	$Q = \Delta U$	$A' = -\Delta U$
Все подведенное системе количество теплоты частично расходуется на изменение внутренней энергии, а частично на совершение системой	все подведенное к системе количество теплоты идет на совершение системой работы	все подведенное к системе количество теплоты идет только на изменение внутренней энергии системы	При адиабатном процессе газ совершает работу только за счет своей внутренней энергии.

**Решение задач по теме  
«Первое начало  
термодинамики»**

**Задача 1.** При изотермическом расширении идеальным газом совершена работа 15 кДж. Какое количество теплоты сообщено газу?

Дано:

“СИ”

$$A' = 15 \text{ кДж}$$

$$T = \text{const}$$

Q - ?

$$1,5 \cdot 10^4 \text{ Дж}$$

Решение.

По I закону термодинамики:  $Q = A' + \Delta U$   
При изотермическом процессе ( $T = \text{const}$ ) внутренняя энергия газа не меняется, то есть

$$\Delta U = 0.$$

Тогда газ совершает механическую работу за счёт сообщенного ему количества теплоты:

$$Q = A'$$

Таким образом, газу сообщено количество теплоты, равное

$$Q = 1,5 \cdot 10^4 \text{ Дж} = 15 \text{ кДж}.$$

Ответ: Q = 15 кДж.

**Задача 2.** В закрытом баллоне находится газ. При охлаждении его внутренняя энергия уменьшилась на 500 Дж. Какое количество теплоты отдал газ? Совершил ли он работу?

Дано:

$$\Delta U = -500 \text{ Дж}$$

Q - ?

A' - ?

Решение.

Газ находится в закрытом баллоне, следовательно, объём газа не меняется, то есть  $V = \text{const}$  и  $\Delta V = 0$ .

Газ работу не совершает, так как

$$A' = p\Delta V \Rightarrow A' = 0.$$

По I закону термодинамики  $Q = A' + \Delta U \Rightarrow Q = \Delta U$ .

Таким образом, при изменении внутренней энергии газ отдаёт количество теплоты, равное  $Q = -500 \text{ Дж}$  (знак «-» показывает, что газ выделяет количество теплоты).

Ответ:  $Q = -500 \text{ Дж}$ ;  $A' = 0$ .

**Задача 3.** Для изобарного нагревания газа, количество вещества которого 400 моль, на 300 °К ему сообщили количество теплоты 5,4 МДж. Определите работу газа и изменение его внутренней энергии.

Дано:

“СИ”

$$p = \text{const}$$

$$\nu = 400 \text{ моль}$$

$$\Delta T = 300 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$Q = 5,4 \text{ МДж}$$

$$5,4 \cdot 10^6 \text{ Дж}$$

$$A' - ?$$

$$\Delta U - ?$$

Решение.

Запишем первый закон термодинамики:

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

Работа газа при постоянном давлении:

$$A' = p\Delta V = \frac{m}{M} R \Delta T$$

$$m \cdot \kappa \cdot \nu = \frac{m}{M}, \text{ то } A' = \nu R \Delta T$$

Изменение внутренней энергии системы:  $\Delta U = Q - A'$

$$A' = 400 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Джс}}{\text{моль}^\circ\text{K}} \cdot 300 \text{ }^\circ\text{K} = 99,72 \cdot 10^4 \text{ Джс} = 0,9972 \cdot 10^6 \text{ Джс}$$

$$\Delta U = 5,4 \cdot 10^6 - 0,9972 \cdot 10^6 \approx 4,4 \cdot 10^6 \text{ Джс}$$

Ответ:  $A' = 1 \text{ МДж}$ ;  $\Delta U = 4,4 \text{ МДж}$ .

**Задача 4.** Какую работу – положительную или отрицательную – совершает газ за один цикл (см. рисунок)? На каких участках количество теплоты поглощается, отдаётся?

Решение.

Перенесём этот график на диаграмму  $p(V)$ .

1 → 2:  $T = \text{const}$ ,  $p \uparrow$ ,  $V \downarrow$  – изотермическое сжатие.

2 → 3:  $p = \text{const}$ ,  $T \uparrow$ ,  $V \uparrow$  – изобарное расширение.

3 → 1:  $p \downarrow$  и  $T \downarrow$ ,  $V = \text{const}$  – изохорное охлаждение.

С помощью диаграммы  $p(V)$  определим работу газа.  
 $A = p \Delta V$ .

$$A_{31} = 0, \text{ т.к. } \Delta V = 0$$

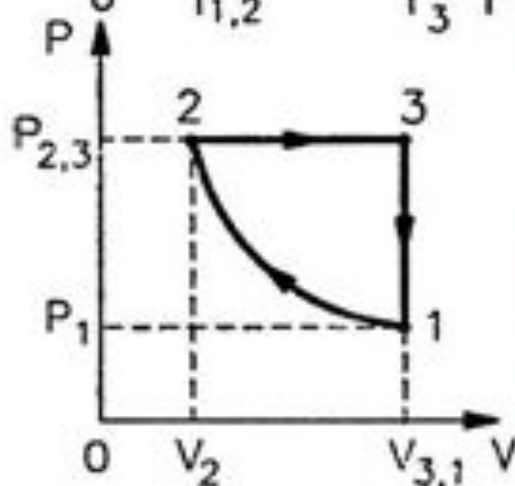
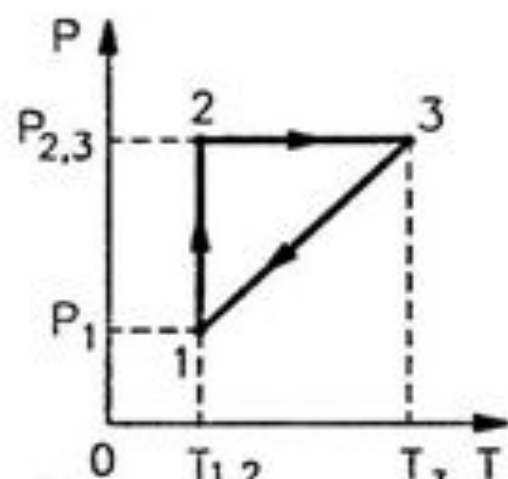
Работа равна площади фигуры, ограниченной графиком процесса, осью  $OV$  и прямыми  $V = V_1$  и  $V = V_2$

$$S_{12} < S_{23} \Rightarrow A_{12} < A_{23}$$

Таким образом **за один цикл газ совершает положительную работу.**

Газ поглощает количество теплоты на участке 2 → 3 (при расширении), отдаёт количество теплоты при сжатии – участок 1 → 2 и при охлаждении – участок 3 → 1.

Ответ:  $A' > 0$ ;  $Q_{23} > 0$ ;  $Q_{12} < 0$ ;  $Q_{31} < 0$ .



# Применение первого закона термодинамики к решению графических задач

---



## ВСПОМНИМ



•Какие формулировки первого закона термодинамики вам известны?

•Какие формулы используются?

•Применение первого закона термодинамики к изобарному процессу

• Применение первого закона термодинамики к изотермическому процессу

$$T = \text{const}, \Delta U = 0 \quad Q = 0 + A'$$

•Применение первого закона термодинамики к изохорному процессу

$$V = \text{const}, A' = 0 \quad Q = 0 + \Delta U$$

•Какой процесс называется адиабатным?

• Применение первого закона термодинамики к адиабатному процессу

$$Q = 0, \Delta U = 0 + A, \Delta U = 0 - A'$$

$$\Delta U = A + Q$$

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

$$Q = A'$$

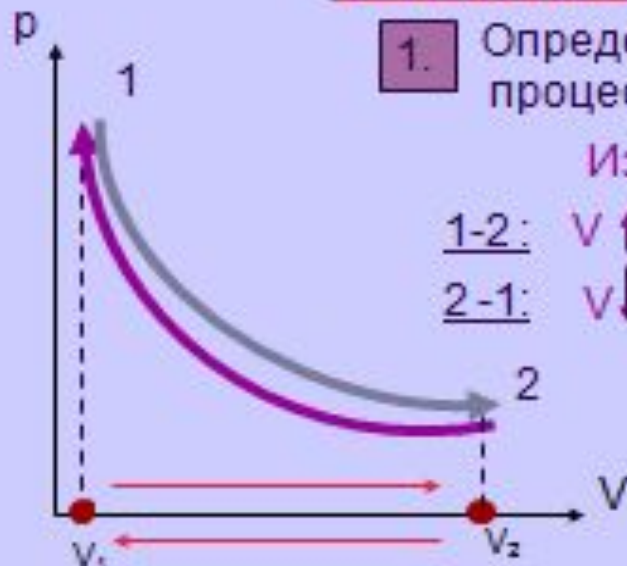
$$Q = \Delta U$$

$$\Delta U = A$$

$$\Delta U = -A'$$



## Учимся анализировать графики



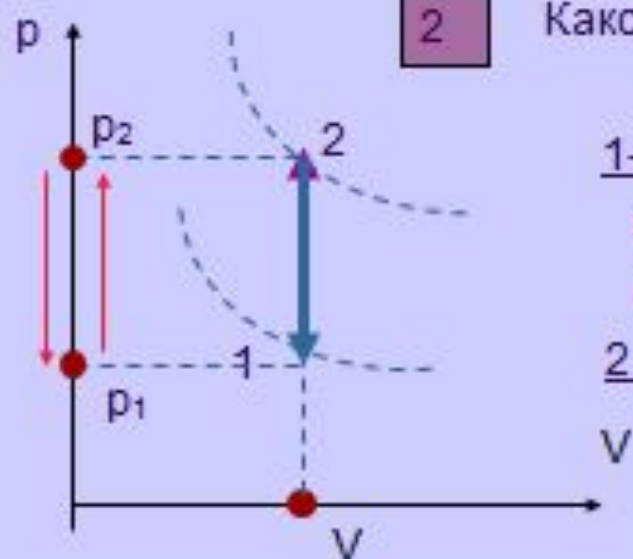
1. Определим характер теплообмена в ходе процесса, изображенного на графике

Изотерма, т.е.  $T = \text{const}$ ,  $\Delta U = 0$ ,

1-2:  $V \uparrow$ ,  $A' > 0$  и  $Q = \Delta U + A' > 0$  - газ получает тепло

2-1:  $V \downarrow$ ,  $A' < 0$  и  $Q = \Delta U + A' < 0$  - газ отдает тепло

$$\frac{p \uparrow \downarrow V}{T \uparrow \downarrow} = \text{const}$$



2. Каков характер теплообмена с окружающей средой?

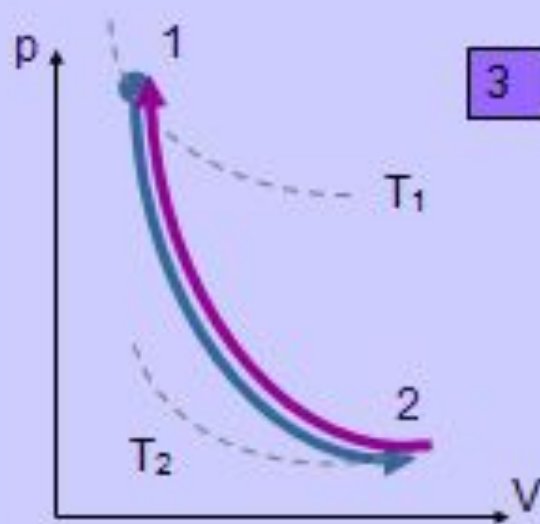
Изохора, т.е.  $V = \text{const}$ ,  $A' = 0$

1-2:  $T \uparrow$  (т.к. переходим на изотерму, лежащую выше)

или второй способ рассуждения: т.к.  $p \uparrow$  то и  $T \uparrow$   
значит,  $\Delta U > 0$  и  $Q = \Delta U + A' > 0$  - газ получает тепло

2-1:  $T \downarrow$  (т.к. переходим на изотерму, лежащую ниже)

или: т.к.  $p \downarrow$  то и  $T \downarrow$   
значит,  $\Delta U < 0$  и  $Q = \Delta U + A' < 0$  - газ отдает тепло



3

Изменяется ли внутренняя энергия при адиабатном процессе?

РЕШЕНИЕ:

1-2: При адиабатном расширении  $T \downarrow$   
 (т.к. «переходим» с изотермы, лежащей выше на изотерму, лежащую ниже)  
 внутренняя энергия уменьшается  $\Delta U < 0$

2-1: При адиабатном сжатии  $T \uparrow$   
 т.к. «переходим» с изотермы, лежащей ниже на изотерму, лежащую выше)  
 внутренняя энергия увеличивается  $\Delta U > 0$



4

В ходе изотермического или адиабатного процесса давление изменяется сильнее?

Ответ обосновать.

РЕШЕНИЕ:

Очевидно, что в ходе адиабатного и изотермического расширения на величину  $\Delta V$  давление сильнее уменьшилось на адиабате.

При изотермическом процессе давление уменьшается лишь за счет увеличения объема, а при адиабатном еще и за счет уменьшения температуры.

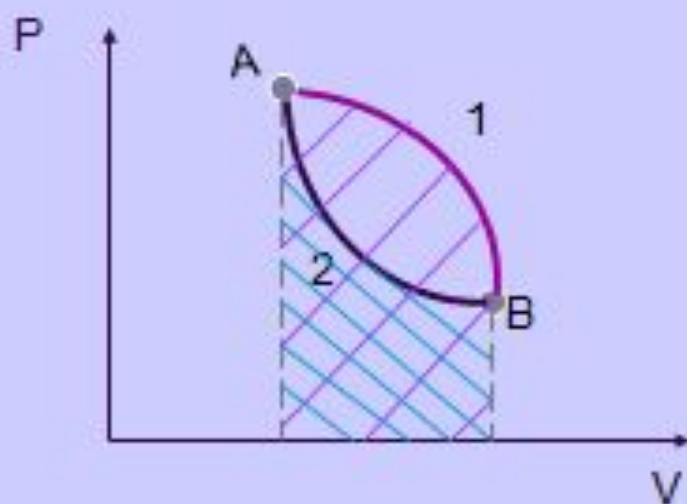


5

Идеальный газ переходит из состояния А в состояние В сначала в ходе процесса 1, а затем в ходе процесса 2.

Сравните, в ходе процессов 1 и 2:

- одинаково ли изменяется внутренняя энергия
- одинаковая ли совершается работа
- одинаковое ли количество теплоты получает газ



РЕШЕНИЕ:

Запишем первый закон термодинамики

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

1. Внутренняя энергия – это функция состояния, а так как начальное и конечное состояния газа в ходе процессов 1 и 2 одинаковы, то и изменение внутренней энергии одинаково:  $\Delta U_1 = \Delta U_2$

2. Сравним площади фигур под графиками процессов 1 и 2 :

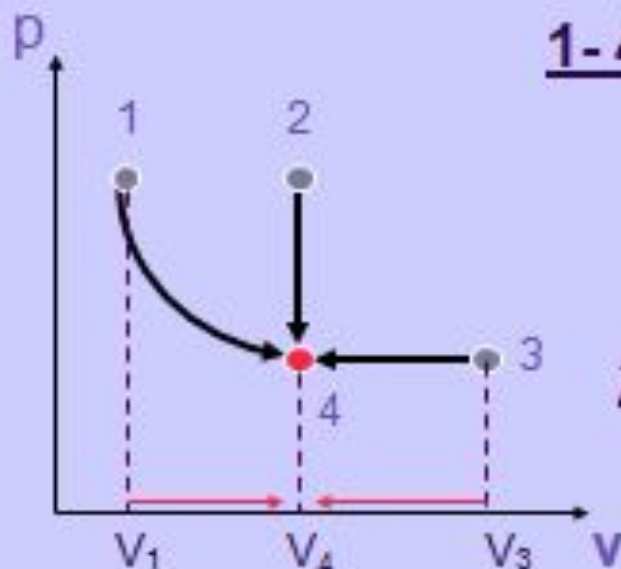
$$S_1 > S_2 \text{ значит, } A_1' > A_2'$$

3. Согласно первому закону термодинамики, так как  $\Delta U_1 = \Delta U_2$  и  $A_1' > A_2'$ , то  $Q_1 > Q_2$

**ВАЖНО:** При совпадении начального и конечного состояний, газ совершает большую работу и получает большее количество теплоты в ходе того процесса, график которого лежит выше в координатах PV

6

Определить характер теплообмена идеального газа с окружающей средой в ходе его перехода из состояний 1, 2, 3 в состояние 4



**1-4:**  $T = \text{const}$ ,  $\Delta U = 0$  (изотерма)

$V_1 < V_4$ , т.е.  $V \uparrow$   $A' > 0$

$Q = \Delta U + A' > 0$  - газ получает тепло

**2-4:** т.к.  $V = \text{const}$ ,  $A' = 0$

$T_2 > T_4$ , т.е.  $T \downarrow$   $\Delta U < 0$ ,

$Q = \Delta U + A' < 0$  - газ отдает тепло

**3-4:**  $V_4 < V_3$ , т.е.  $V \downarrow$  и  $A' < 0$

$T_4 < T_3$ , т.е.  $T \downarrow$   $\Delta U < 0$ ,

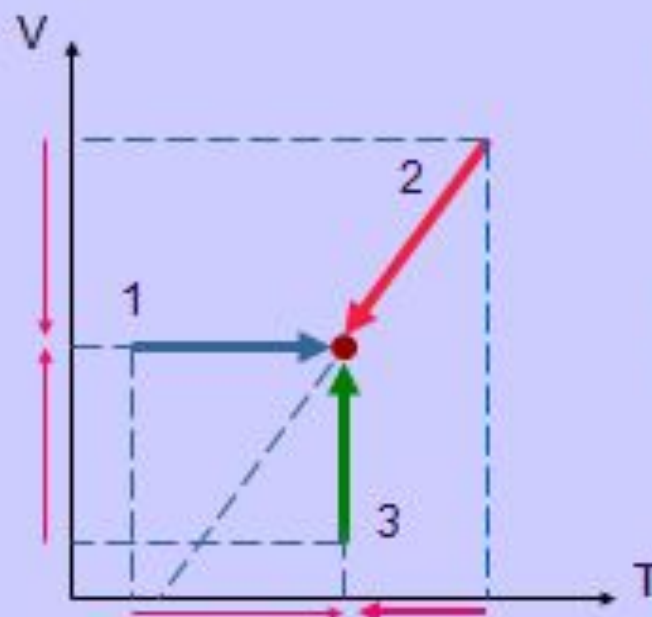
$Q = \Delta U + A' < 0$  - газ отдает тепло

Т.к.  $\frac{p \downarrow V \downarrow}{T \downarrow} = \text{const}$

## Решаем самостоятельно



- Определите знак работы газа при переходах из состояний 1, 2, 3 в конечное состояние и характер его теплообмена с окружающей средой



### РЕШЕНИЕ:

1

Работа не совершается, т.к.  $V = 0$   
 $\Delta U > 0$ , т.к.  $T \uparrow$ , значит,  $Q = \Delta U > 0$   
газ получает тепло

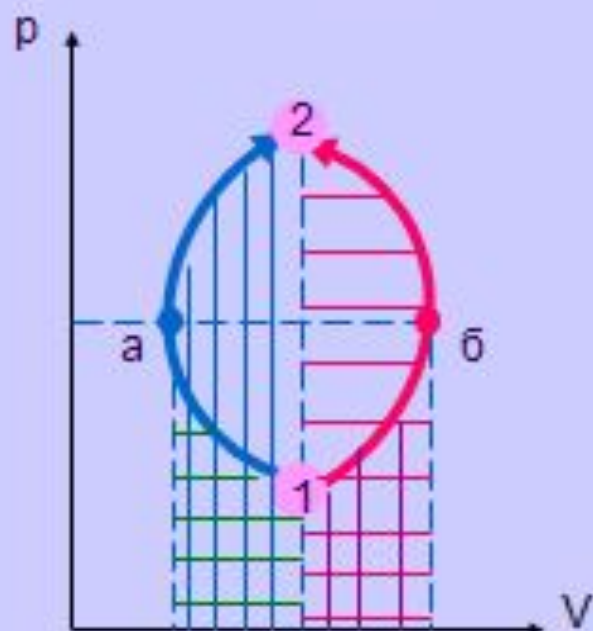
2

$V \downarrow$ , значит,  $A < 0$   
 $T \downarrow$ , значит,  $\Delta U < 0$ , т.о.  $Q < 0$   
газ отдает тепло

3

$\Delta U = 0$ , т.к.  $T = \text{const}$   
 $V \uparrow$ , значит,  $A > 0$ , т.о.  $Q > 0$   
газ получает тепло

- Одинаковую ли работу выполнил газ во время переходов из состояния **1** в состояние **2** в ходе процессов **а** и **б** ?



### РЕШЕНИЕ:

Нет, работа газа **различна** в ходе процессов **а** и **б** несмотря на то, что площади фигур, ограниченных графиками циклов, равны.

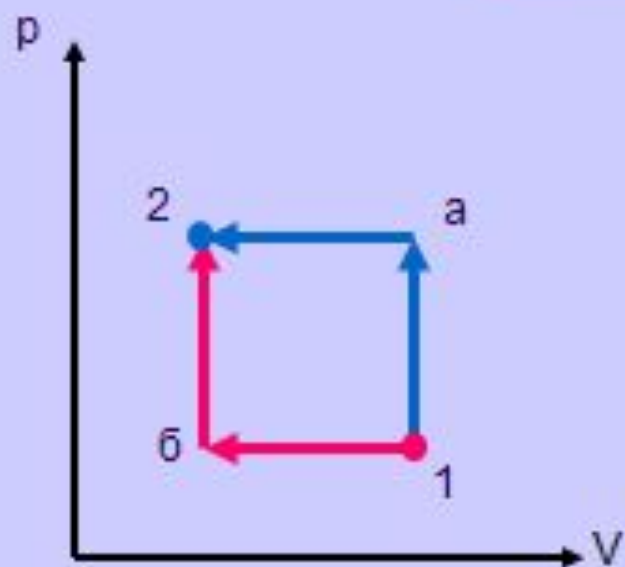
На участке 1-а работа отрицательна (т.к. объем уменьшается), а на участке а-2 она положительна (т.к. объем газа увеличивается). В итоге, работа газа в ходе процесса **а** положительна

На участке 1-б работа газа положительна (т.к. объем увеличивается), а на участке б-2 она отрицательна (т.к. объем газа уменьшается). В итоге, работа газа в ходе процесса **б** отрицательна.

Таким, образом, большая работа выполняется газом в ходе процесса **а**



### Домашнее задание:

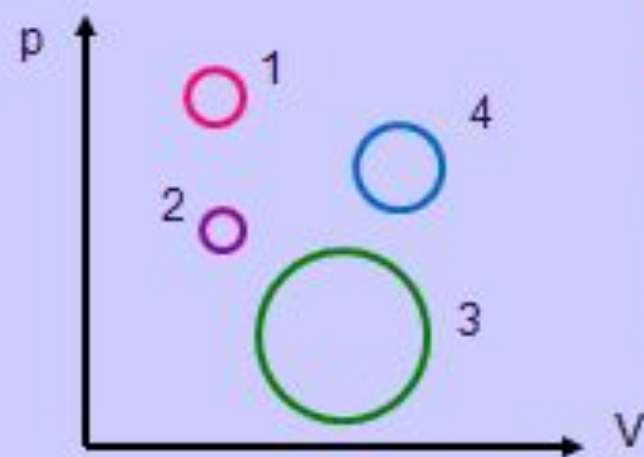


1

Газ переводится из состояния 1 в состояние 2 двумя способами а и б.

а) В каком из этих случаев совершается большая работа?

б) Какому состоянию газа соответствует наименьшая температура?



2

Сравните работу газа в ходе нескольких циклов, изображенных на рисунке. Массы газа одинаковы, направления процессов одинаковы (по часовой стрелке).

**Желаю успеха  
в самостоятельном  
решении задач!**



- **Перспективы работы проектной деятельности**
- Опираясь на предложенный материал, студенты могут работать самостоятельно по данной теме, пользоваться данным материалом как методическим пособием, создавать подобные презентации, систематизировать материал.

# Литература

1. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 класс. – М.: Просвещение, 2007. – 365 с.
2. Касьянов В.А. Физика 10 класс. – М.: Дрофа, 2006. – 410 с.
3. Волков В.А. Поурочные разработки по физике. 10 класс. – М: Вако, 2006. – 400 с.
4. Рымкевич А.П. Задачник 10 – 11 классы. – М.: Дрофа, 2004. – 188 с.
5. Степанова Г.Н. Сборник задач по физике 10 – 11 классы. – М: Просвещение, 2003. – 287 с.
6. Власова И.Г. Решение задач по физике. Справочник школьника. – М.: «Слово», 1997. – 640 с.