

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

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.

Данное пособие разработано для студентов 1-2 курсов ГБПОУ «Березниковский политехнический техникум» для всех специальностей технического профиля.

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 (ΔU);
 - 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

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

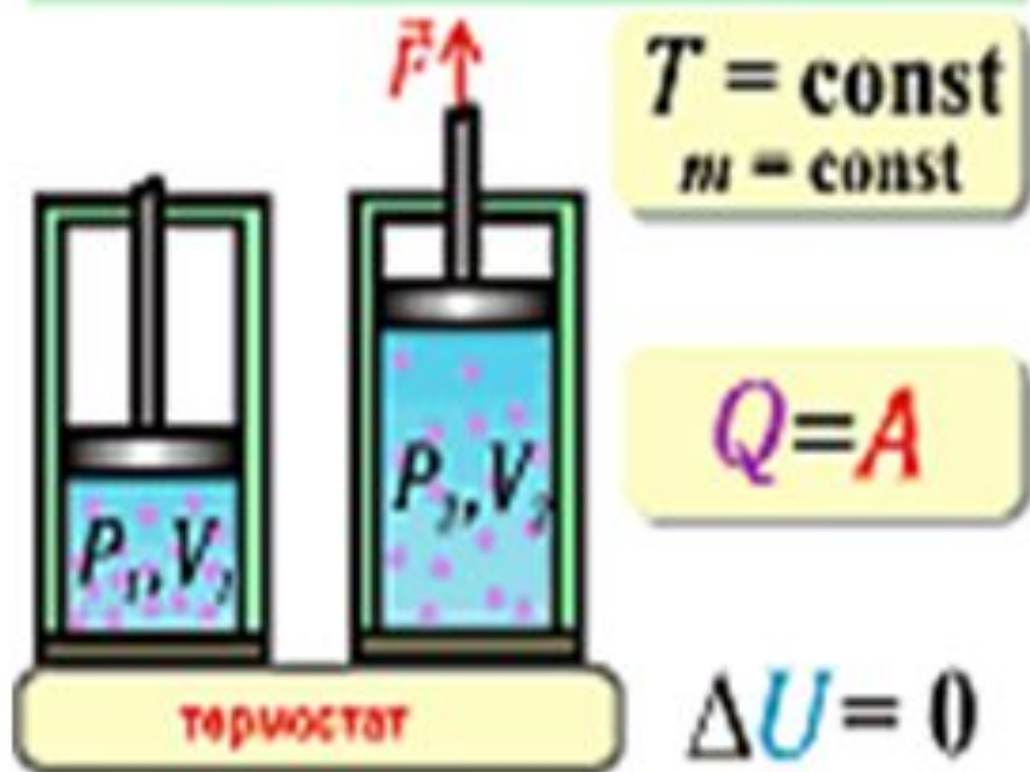


$$Q = A + \Delta U$$

$$A = p \Delta V$$

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

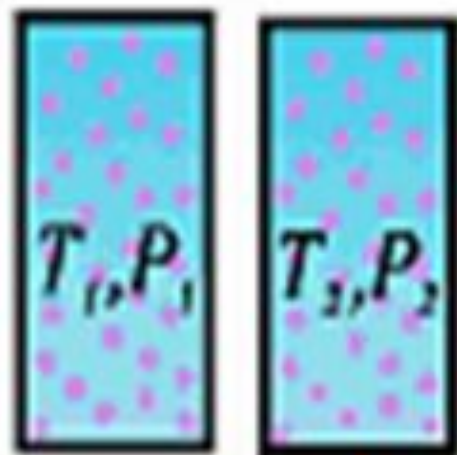
Изотермический процесс



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

Изохорический процесс

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

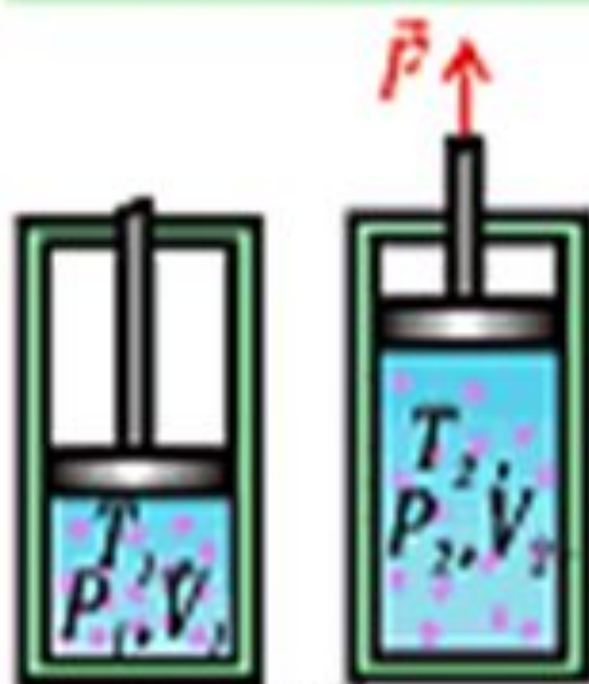


$$Q = \Delta U$$

$$A = 0$$

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

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 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: $\Delta U = Q - A'$

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

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

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.
 $A = p \Delta V$.

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

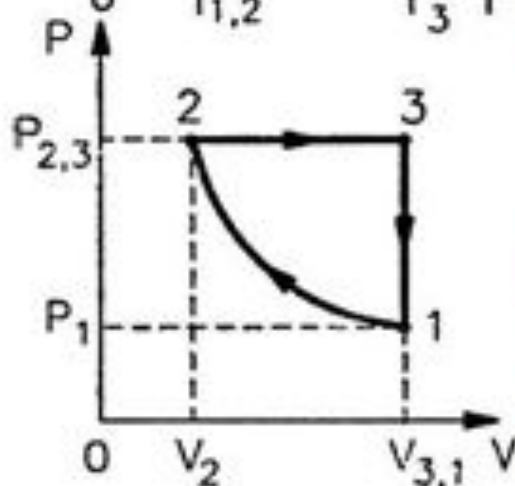
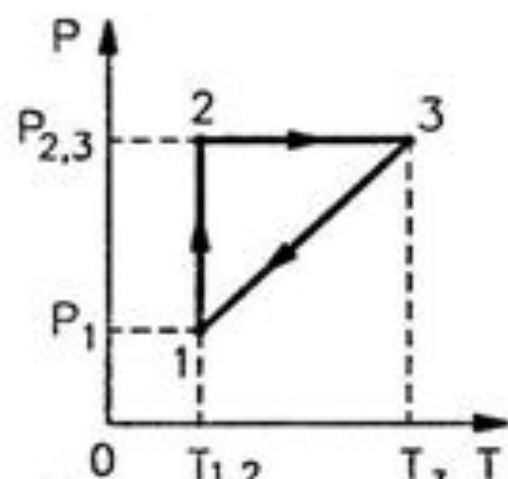
Работа равна площади фигуры, ограниченной графиком процесса, осью OV и прямыми $V = V_1$ и $V = V_2$

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

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

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

$$\Delta U = A + Q$$

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

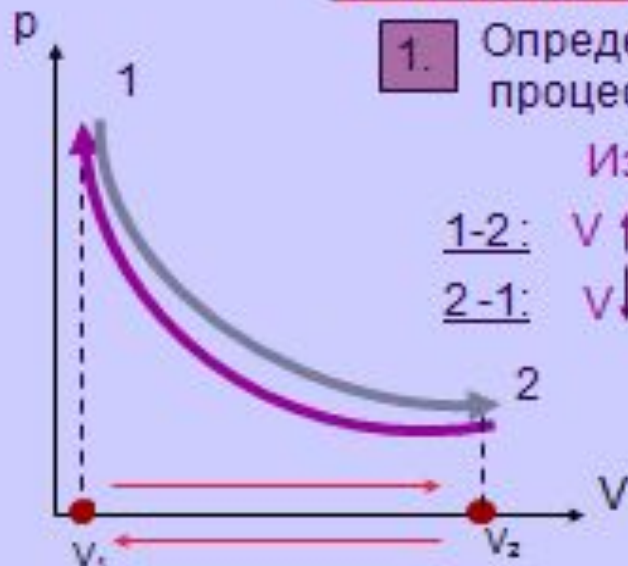
$$Q = A'$$

$$Q = \Delta U$$

$$\Delta U = A$$

$$\Delta U = -A'$$

Учимся анализировать графики



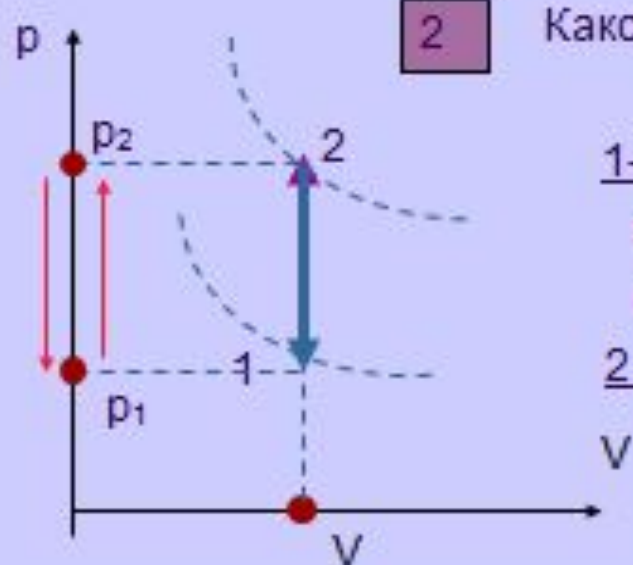
1. Определим характер теплообмена в ходе процесса, изображенного на графике

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

$$\frac{p \updownarrow V}{T \updownarrow} = \text{const}$$



2. Каков характер теплообмена с окружающей средой?

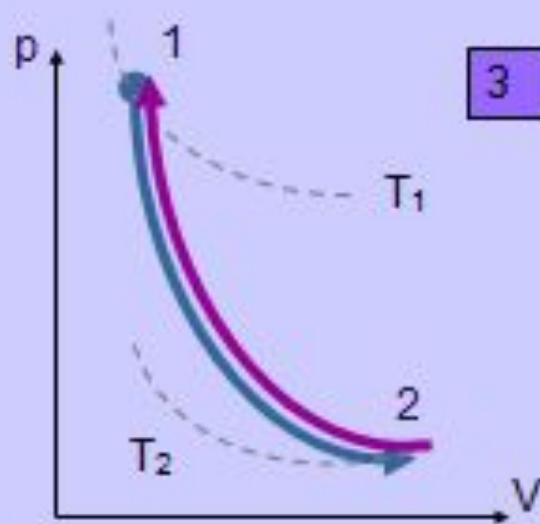
Изохора, т.е. $V = \text{const}$, $A' = 0$

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 ΔV 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

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

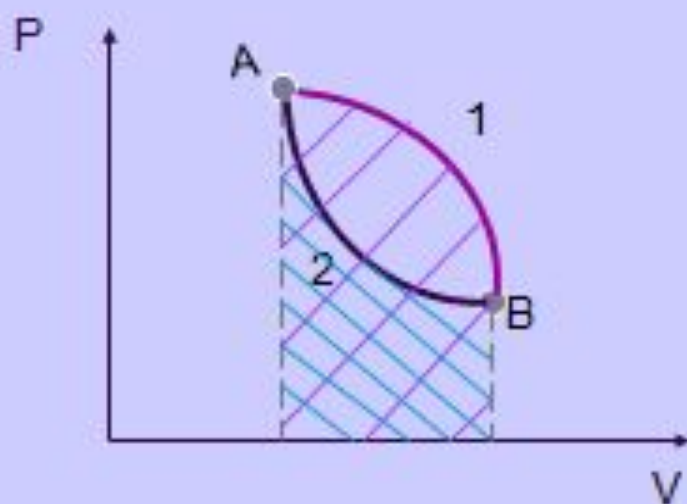
1. Внутренняя энергия – это функция состояния, а так как начальное и конечное состояния газа в ходе процессов 1 и 2 одинаковы, то и изменение внутренней энергии одинаково: $\Delta U_1 = \Delta U_2$

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

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

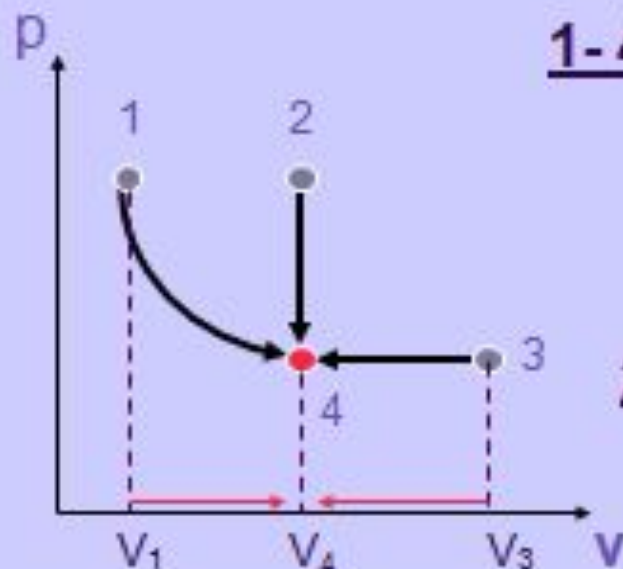
3. Согласно первому закону термодинамики, так как $\Delta U_1 = \Delta U_2$ и $A_1' > A_2'$, то $Q_1 > Q_2$

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. $T \downarrow$, $\Delta U < 0$,

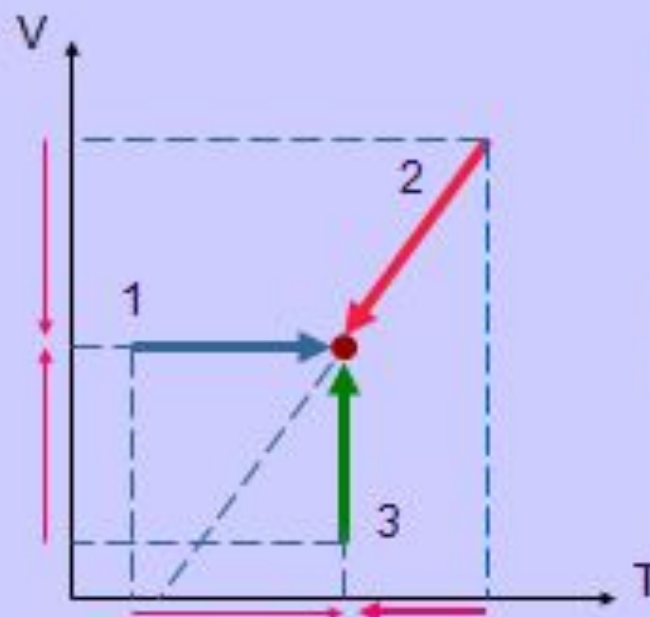
$Q = \Delta U + A' < 0$ - газ отдает тепло

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

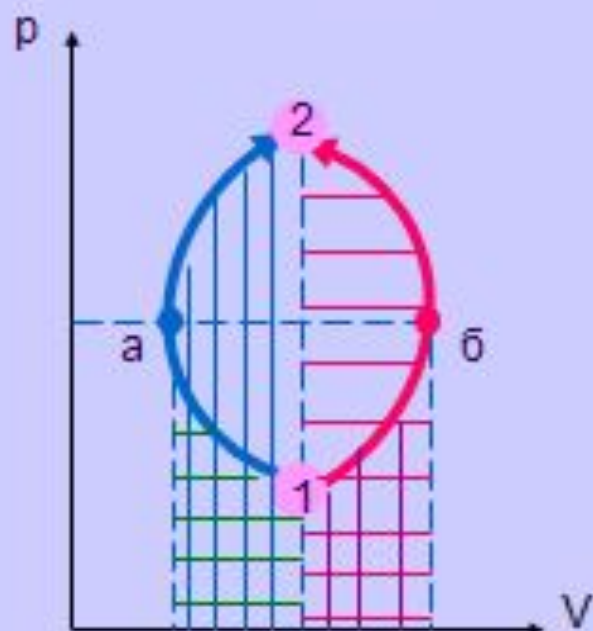
2

$V \downarrow$, 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.

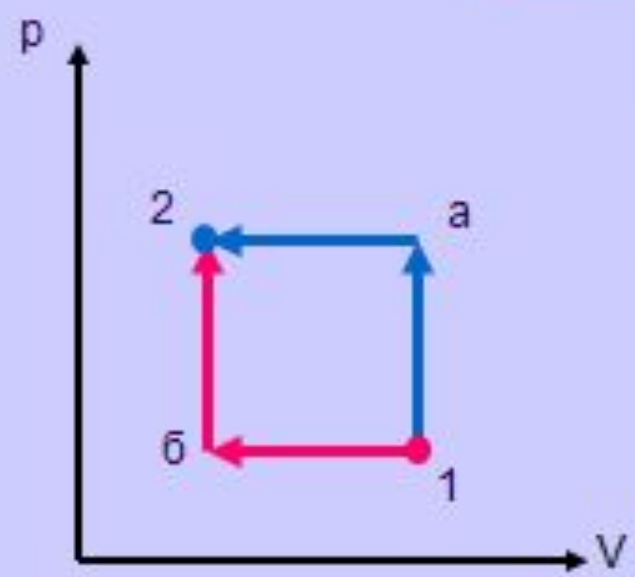
На участке 1-а работа отрицательна (т.к. объем уменьшается), а на участке а-2 она положительна (т.к. объем газа увеличивается). В итоге, работа газа в ходе процесса **а** положительна

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**



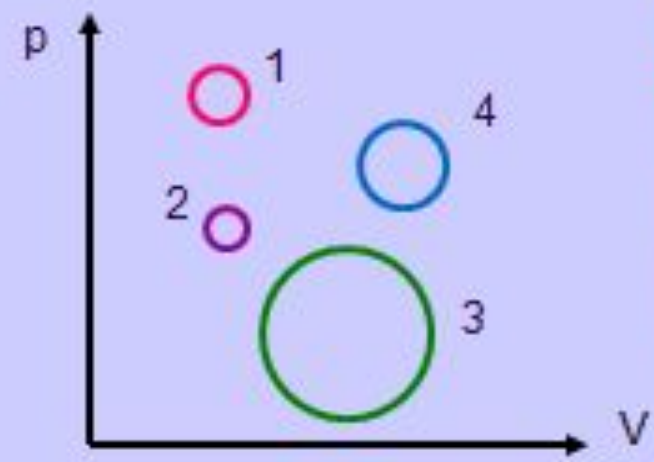
Домашнее задание:



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!**

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.