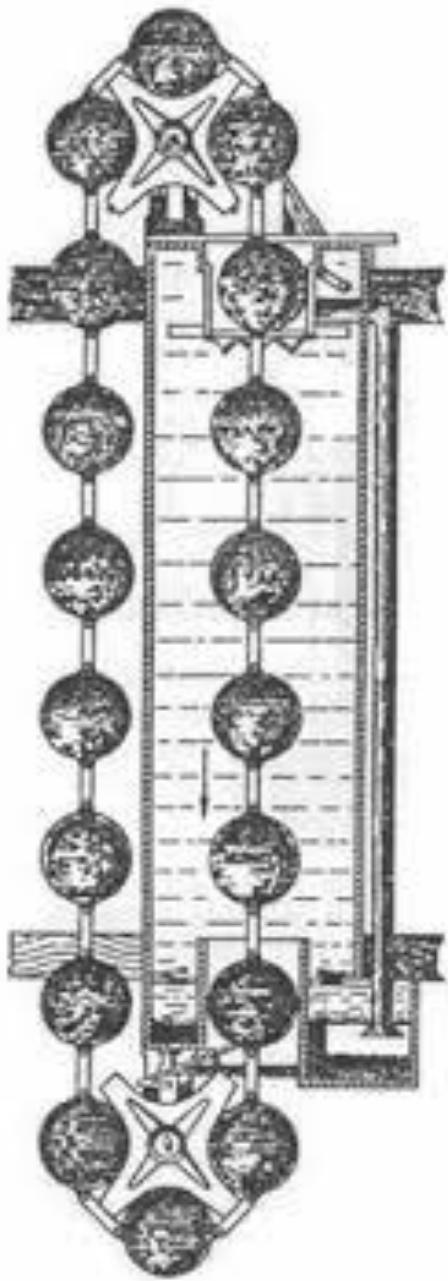


# ***Второй закон термодинамики***



1. Тепловая машина за один цикл получает от нагревателя количество теплоты 10 Дж и отдает холодильнику 6 Дж. Каков КПД машины? Выберите правильный ответ.

А. 60%.

Б. 40%.

В. 67%.

2. Оцените максимальное значение КПД, которое может иметь тепловая машина, с температурой нагревателя  $227^{\circ}\text{C}$  и температурой холодильника  $27^{\circ}\text{C}$ . Выберите правильный ответ.

А. 88%.

Б. 60%.

В. 40%.

3. Тепловая машина за один цикл получает от нагревателя количество теплоты 100 Дж и отдает холодильнику 75 Дж. Каков КПД машины? Выберите правильный ответ.

А. 75%.

Б. 33%.

В. 25%.

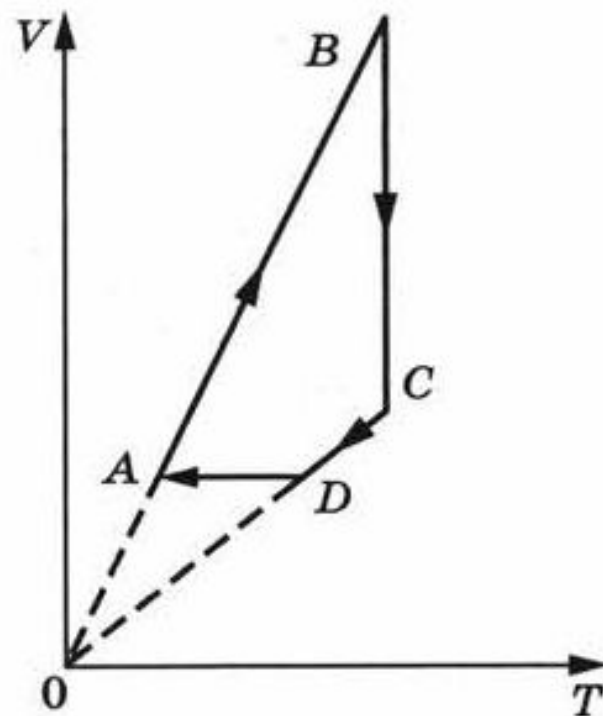
4. Оцените максимальное значение КПД, которое может иметь тепловая машина, с температурой нагревателя  $727^{\circ}\text{C}$  и температурой холодильника  $27^{\circ}\text{C}$ . Выберите правильный ответ.
- А. 100%.
  - Б. 70%.
  - В. 30%.
5. Что является нагревателем в ракетном двигателе самолета? Выберите правильный ответ.
- А. Камера сгорания.
  - Б. Горючее.
  - В. Турбина.
6. Что является холодильником в ракетном двигателе самолета? Выберите правильный ответ.
- А. Вода.
  - Б. Внешняя среда.
  - В. Крылья.

7

На рисунке показан график циклического процесса, проведённого с одноатомным идеальным газом, в координатах  $V, T$ , где  $V$  — объём газа,  $T$  — абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно.

Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения, характеризующие процессы на графике, и укажите их номера.

- 1) в состоянии  $B$  концентрация газа максимальна
- 2) в процессе  $AB$  газ получает некоторое количество теплоты
- 3) в процессе  $BC$  внутренняя энергия газа остаётся неизменной
- 4) давление газа в процесс  $CD$  постоянно, при этом газ совершает положительную работу
- 5) в процессе  $DA$  давление газа изохорно увеличивается



8

Температуру нагревателя тепловой машины Карно увеличили, оставив температуру холодильника прежней. Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и количество теплоты, полученное газом за цикл от нагревателя?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

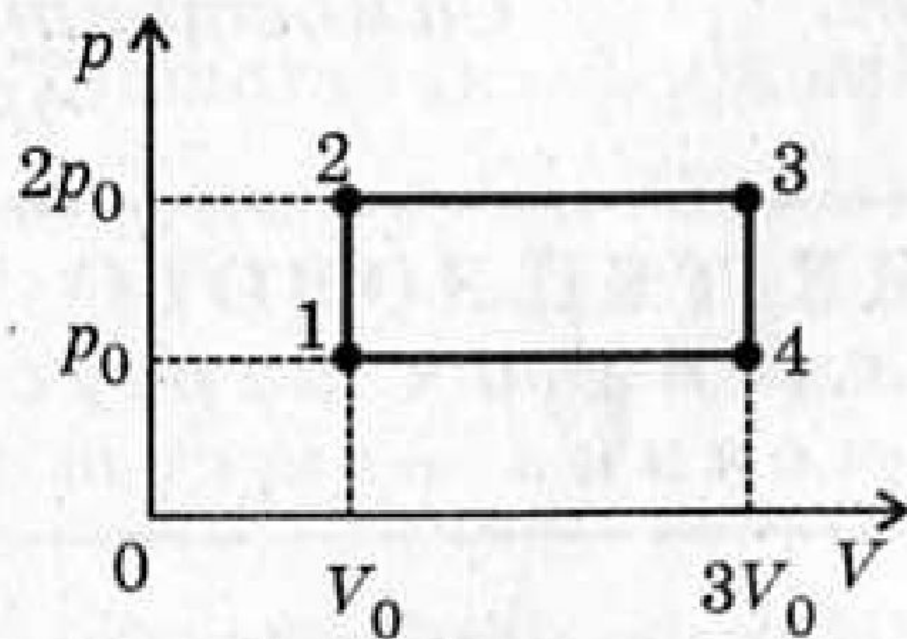
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

КПД тепловой машины	Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл работы

Автомобиль движется со скоростью 72 км/ч. Мощность двигателя 600 кВт, его КПД равен 30%. Определить расход бензина на 1 км пути.

Одноатомный идеальный газ совершает показанный на рисунке цикл из двух изохор и двух изобар. Определите КПД цикла.



# Вечный двигатель



# Второй закон термодинамики

## *Самопроизвольными процессами*

называют такие процессы, которые происходят без воздействия внешних тел, а значит, без изменений в этих телах.

Процессы, обратные которым самопроизвольно не происходят, называют *необратимыми*.

Процессы перехода системы из одного состояния в другое, которые можно провести в обратном направлении через ту же последовательность промежуточных равновесных состояний, называются *обратимыми*. При этом сама система и окружающие тела полностью возвращаются к исходному состоянию.

## Второе начало термодинамики

Невозможно перевести тепло от более холодной системы к более горячей при отсутствии других одновременных изменений в обеих системах или окружающих телах.



Рудольф Клаузиус  
1822—1888

Выполняется только  
для макросистем!

- Что такое вероятность случайного события?
- Как связаны между собой необратимость и вероятность?

Укажите обратимые и необратимые процессы.

*Укажите соответствие для всех 5 вариантов ответа:*

- 1) Обратимый процесс
- 2) Необратимый процесс

- \_\_\_ Распускание цветка
- \_\_\_ Колебания идеального математического маятника
- \_\_\_ Совершение работы паровым двигателем
- \_\_\_ Броуновское движение
- \_\_\_ Абсолютно упругий удар

- В чём смысл второго закона термодинамики?

ДЗ п. 81 - 83

- Подготовка к ФД
- Задачи в прикрепленном файле

## Начальный уровень

### ВАРИАНТ 1

- 1 Как изменяется внутренняя энергия идеального газа при адиабатическом расширении? Выберите правильный ответ.
- А.  $\Delta U = 0$ .
  - Б.  $\Delta U > 0$ .
  - В.  $\Delta U < 0$ .
- 2 Газу передано количество теплоты 150 Дж, и внешние силы совершили над ним работу 350 Дж. Чему равно изменение внутренней энергии? Выберите правильный ответ.
- А. 200 Дж.
  - Б. 500 Дж.
  - В. 150 Дж.
- 3 Тепловая машина за цикл получает от нагревателя количество теплоты 1000 Дж и отдает холодильнику 600 Дж. Чему равен КПД тепловой машины? Выберите правильный ответ.
- А. 67%.
  - Б. 40%.
  - В. 25%.

## Средний уровень

### ВАРИАНТ 1

- 1 Газ находится в сосуде под давлением  $2,5 \cdot 10^4$  Па. При сообщении газу  $6 \cdot 10^4$  Дж теплоты он изобарно расширился и объем его увеличился на  $2 \text{ м}^3$ . На сколько изменилась внутренняя энергия газа?
- 2 В каком процессе газ, получая некоторое количество теплоты, не изменяет температуру?
- 3 КПД идеального теплового двигателя 40%. Газ получил от нагревателя 5 кДж теплоты. Какое количество теплоты отдано холодильнику?



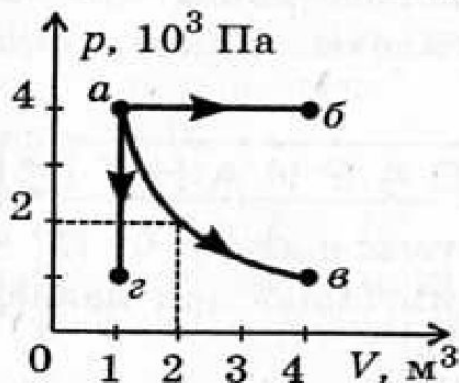
## Достаточный уровень

### ВАРИАНТ 1

1 На рисунке показаны различные процессы изменения состояния в идеальном газе.

а) Назовите процессы.

б) В каком процессе совершается большая работа? Чему она равна?



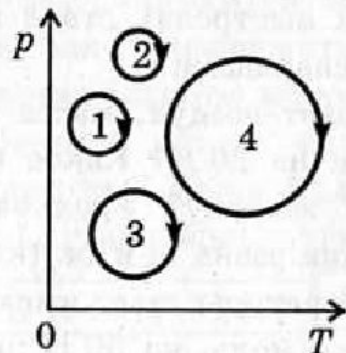
2 Тожественны ли с физической точки зрения следующие записи первого закона термодинамики:

а)  $\Delta U = A + Q$ ; б)  $Q = \Delta U + A$ ?

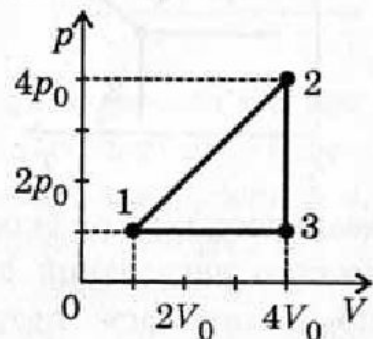
3 Давление газа под поршнем цилиндра  $8 \cdot 10^5$  Па, а температура  $150^\circ\text{C}$ . Какую работу совершает 1 кмоль газа и какая его температура, если газ, нагреваясь изобарно, расширился до объема, вдвое большего начального?

4 При уменьшении объема одноатомного газа в 5,2 раза его давление увеличилось на 30%. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия газа?

- 1 Сравните работы, выполненные некоторой массой газа за время нескольких циклов, изображенных на рисунке.



- 2 Какой газ — одноатомный или многоатомный охлаждается быстрее при адиабатном расширении? Объясните причину.
- 3 В цилиндре с площадью основания  $100 \text{ см}^2$  находится воздух при температуре  $290 \text{ }^\circ\text{C}$ . На высоте  $0,6 \text{ м}$  от основания цилиндра расположен легкий поршень, на котором лежит гиря массой  $100 \text{ кг}$ . Какую работу совершит воздух при расширении, если его нагреть на  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ ? Атмосферное давление  $p_a = 10^5 \text{ Па}$ .
- 4 Рабочим телом тепловой машины является одноатомный идеальный газ. Определите КПД тепловой машины, график цикла которой показан на рисунке.



Т	М	О	Д	Е	М	О	Л	Ь	Г
Е	А	П	А	И	Э	Н	Е	Р	Г
М	П	Е	В	Н	А	П	Б	О	И
К	Р	Р	Л	Е	Е	В	О	Л	Я
С	А	А	Т	У	Р	А	М	Ь	Ц
Ы	Е	Л	Н	А	Д	Ж	А	Г	М
Р	П	Л	У	Г	У	О	С	А	А
Т	Е	О	Т	А	Л	Ь	С	З	Н
К	Е	Л	Ь	В	И	Н	А	П	А
С	И	Л	А	О	Б	Ъ	Ё	М	Р



Мера средней кинетической энергии движения молекул.



Физическая величина, численно равная силе, действующей на единицу площади поверхности перпендикулярно этой поверхности.



Одно из основных свойств материи, мера её движения, а также способность производить работу.



Мера инертности тела.



Форма движения материи, энергия, образуемая движением частиц тела.



Количественная характеристика пространства, занимаемого телом или веществом.

Работа в изобарном процессе

$$Q = p\Delta V$$

Первый закон термодинамики  
в изобарном процессе

$$Q = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

Количество теплоты в изобарном  
процессе

$$Q = \nu R \Delta T$$

$$A = p\Delta V$$

$$Q = p\Delta V + \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$A = 0$$

Чему равна работа при изохорном процессе?

Чему равно количество теплоты при изохорном процессе?

Как записывается первый закон термодинамики при изохорном процессе?

$$Q = A + \Delta U$$

$$A = pV$$

$$Q = A$$

$$A = 0$$

$$Q = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$Q = \frac{1}{2} \nu RT$$

$$Q = \frac{3}{2} \nu RT$$

$$A = p \Delta V$$

$$Q = \nu R \Delta T$$

$$Q = \Delta U$$