

Решение задач по теме «Термодинамика»

Цели урока

- Повторить основные формулы
- Применять полученные знания для решения задач
- Провести анализ полученных результатов

Основные формулы

5. Первый закон термодинамики

Количество теплоты, полученное ($Q > 0$)
или отданное ($Q < 0$) системой.

(Энергия, полученная или отданная системой в процессе теплопередачи, т. е. при обмене энергиями между молекулами — на микроскопическом уровне.)

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \Rightarrow Q = C\Delta T$$

Теплоемкость тела (системы)

$$c = \frac{Q}{m\Delta T} \Rightarrow Q = cm\Delta T$$

Удельная теплоемкость вещества

$$C_M = \frac{Q}{\nu\Delta T} \Rightarrow Q = C_M\nu\Delta T$$

Молярная теплоемкость вещества

При $V = \text{const}$: $C_V = \frac{\Delta U}{\Delta T}$

При $p = \text{const}$:

$$Q = \Delta U + A_{\text{газа}}$$

Изменение внутренней энергии системы

$$U = E_{\text{к тепл}} + E_{\text{р взаим}}$$

Внутренняя энергия

Кинетическая энергия хаотического движения молекул.

Потенциальная энергия взаимодействия молекул друг с другом.

В идеальном газе $E_{\text{к тепл}} \gg E_{\text{р взаим}}$, поэтому

$$U = E_{\text{к тепл}} = \frac{i}{2}pV = \frac{i}{2}\nu RT$$

$i = 3$ для одноатомных газов (He, Ne, Ar, ...)

$i = 5$ для двухатомных газов (H_2 , N_2 , O_2 , воздух, ...)

$i = 6$ для многоатомных газов (пары H_2O , ...)

Работа газа

$$A_{\text{газа}} = -A_{\text{над газом}}$$

$V = \text{const}$

$$A_{\text{газа}} = 0$$

$p = \text{const}$

$$A_{\text{газа}} = p\Delta V = \nu R\Delta T$$

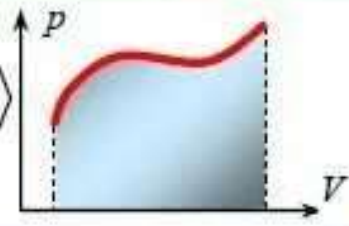
$\nu = \text{const}$

численно

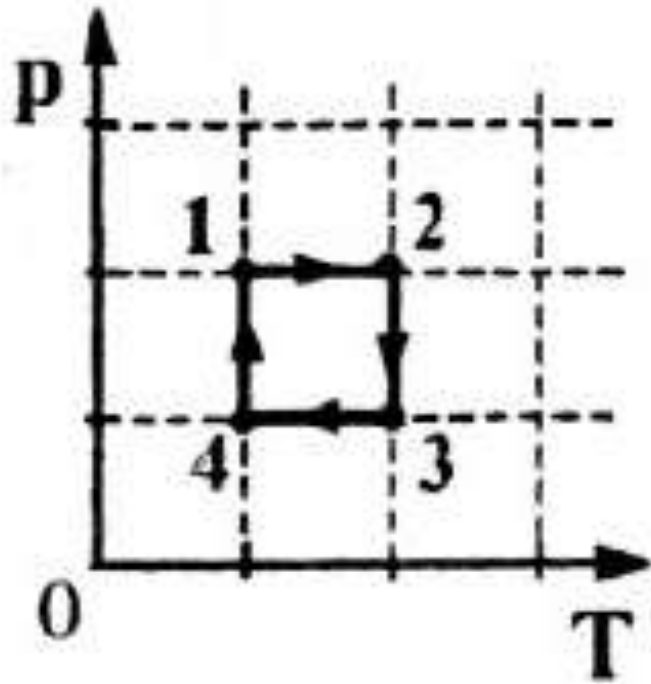
$$A_{\text{газа}} = \pm S_{\text{под граф. } p(V)}$$

"+" — если газ расширяется

"-" — если газ сжимается

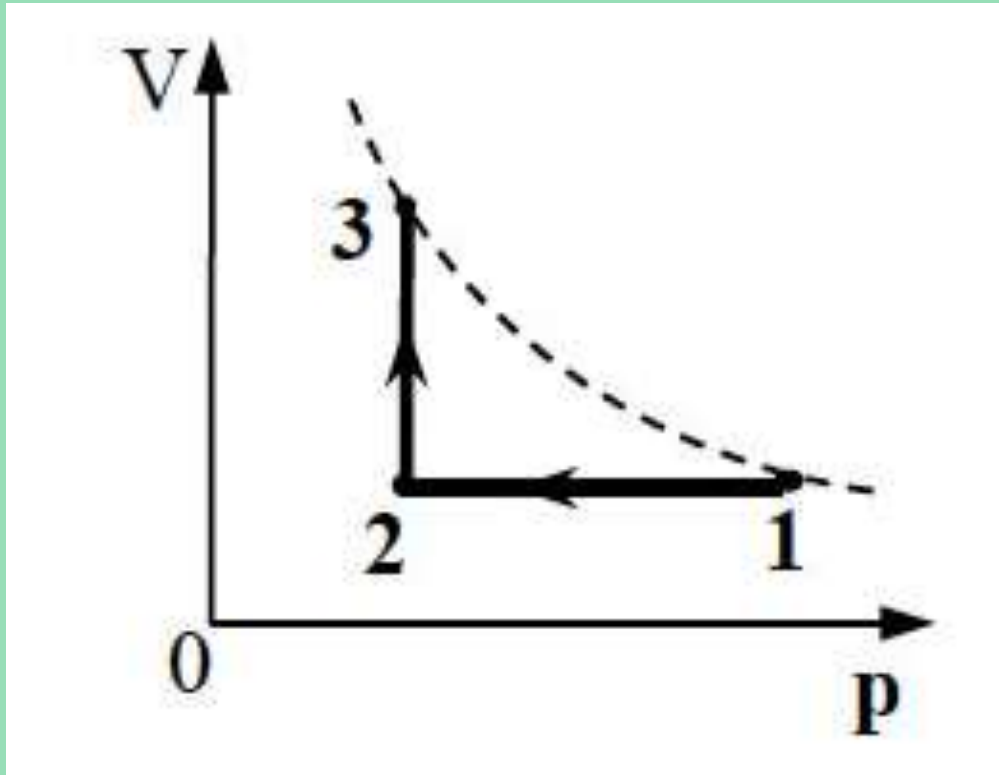


№ 1. На pT -диаграмме показан цикл тепловой машины, у которой рабочим телом является идеальный газ (см. рисунок). На каком из участков цикла 1 - 2, 2 - 3, 3 - 4, 4 - 1 работа газа наибольшая по модулю?



№2. Теплоизолированный горизонтальный сосуд разделён пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в левой части сосуда находится $\nu = 2$ моль гелия, а в правой – такое же количество моль аргона. Атомы гелия могут проникать через перегородку, а для атомов аргона перегородка непроницаема. Температура гелия равна температуре аргона: $T = 300$ К. Определите отношение внутренних энергий газов по разные стороны перегородки после установления термодинамического равновесия.

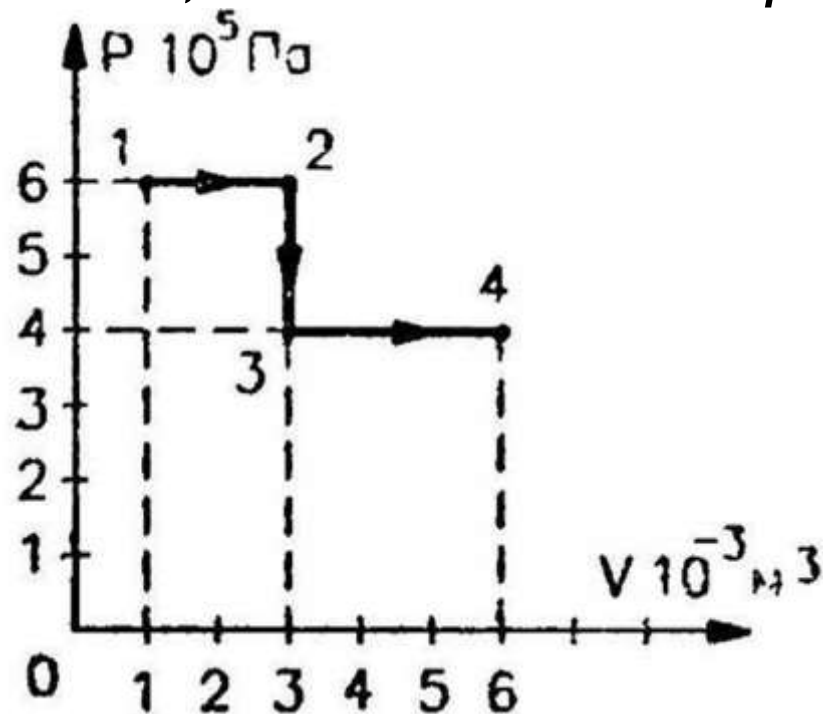
№3. 10 моль идеального одноатомного газа охладили, уменьшив давление в 3 раза. Затем газ нагрели до первоначальной температуры 300 К (см. рисунок). Какое количество теплоты сообщено газу на участке 2 - 3?



№ 4. Тепловая машина имеет КПД $\eta=40\%$ Каким станет КПД машины, если количество теплоты, потребляемое за цикл, увеличится на 20%, а количество теплоты, отдаваемое холодильнику, уменьшится на 10

Домашнее задание.

Решить задачу: *Идеальный газ переходит из состояния 1 в состояние 4 так, как показано на рисунке. Вычислите работу, совершаемую газом.*



газом.