



Физика

Задание № 9

**Молекулярная физика
и термодинамика –
анализ процессов**



Физика

Наша первая задача — извлечь из графика ВСЮ информацию, не пропустив ни одной детали

1

Оси — кто есть кто? Сразу смотрим на оси. Что по вертикали (например, p), что по горизонтали (V , T)? Это определяет все дальнейшие шаги

2

Точки — ключевые посты. Отмечаем на графике все ключевые точки (1, 2, 3...)

3

Параметры — p , V , T в каждой точке. Для каждой точки определим (или хотя бы сравним) все три параметра: давление (p), объем (V) и температуру (T)



Физика



Секретный приём:

На графике всегда только две переменные.
Третью мы находим сами с помощью уравнения
Менделеева-Клапейрона

$$PV = \nu RT$$

Пример:

На графике $P(V)$ точка 2 находится правее и выше
точки 1

Анализ: Раз правее, значит $V_2 > V_1$. Раз выше, значит $p_2 > p_1$.

Применяем уравнение Менделеева-Клапейрона: как
изменилась температура T ? Из уравнения $T = \frac{PV}{\nu R}$.

Так как и P , и V увеличились, то и температура $T_2 > T_1$ однозначно выросла.

После этого шага у нас есть полное понимание, как
менялись p , V , T на каждом этапе.



Физика

Составляем «паспорт» участка графика
(например, $1 \rightarrow 2$):

1

Название процесса: Изохорный ($V=\text{const}$), изобарный ($p=\text{const}$), изотермический ($T=\text{const}$) или адиабатный ($Q=0$)? Если линия не параллельна осям и не гипербола, пишем "Общего вида"

2

Изменение параметров ($\uparrow$, $\downarrow$, $=$): Запишем, что происходит с p , V , T (мы уже выяснили ранее!)

3

Энергетическая триада (ΔU , A , Q) — **самое важное!** Определяем знаки для трёх ключевых величин. Здесь нельзя ошибаться!



Физика

ΔU (Внутренняя энергия): Зависит **ТОЛЬКО** от температуры. Правило простое:

- ✓ Температура растет ($T \uparrow$) $\rightarrow \Delta U > 0$ (энергия запасается)
- ✓ Температура падает ($T \downarrow$) $\rightarrow \Delta U < 0$ (энергия тратится)
- ✓ Температура постоянна ($T = \text{const}$) $\rightarrow \Delta U = 0$

A (Работа газа): Зависит **ТОЛЬКО** от объема. Правило еще проще:

- ✓ Газ расширяется ($V \uparrow$) $\rightarrow A > 0$ (газ совершает работу)
- ✓ Газ сжимается ($V \downarrow$) $\rightarrow A < 0$ (над газом совершают работу)
- ✓ Объем постоянен ($V = \text{const}$) $\rightarrow A = 0$

Q (Количество теплоты): Определяется по первому закону термодинамики: **$Q = \Delta U + A$** .

- ✓ Складываем знаки ΔU и A .
- ✓ $(+) + (+) = +$. Газ получает тепло ($Q > 0$).
- ✓ $(-) + (-) = -$. Газ отдает тепло ($Q < 0$).
- ✓ Если знаки разные (+ и -), точный вывод о знаке Q без расчетов сделать нельзя.

После этого шага у нас есть полная таблица с анализом каждого процесса



Физика

Алгоритм проверки:

1

Читаем внимательно каждое утверждение. О чем оно? О работе газа на участке $1 \rightarrow 2$? Об изменении внутренней энергии на участке $2 \rightarrow 3$? О полученной теплоте? О характере процесса? О давлении, объёме, температуре, плотности, концентрации?

2

Найдём в нашем «паспорте» соответствующий участок ($1 \rightarrow 2$) и соответствующую величину (например, работа A)

2

Сравним: Наш вывод в "паспорте" совпадает с утверждением?

Например:



В паспорте: на участке $1 \rightarrow 2$ работа $A > 0$



В утверждении: "Работа газа на участке $1 \rightarrow 2$ положительна"



Вердикт: **Верно**



Физика

Остерегаемся ловушек!

Часто ловят на формулировках:



“Работа газа” vs “Работа внешних сил над газом”. Они противоположны по знаку! Если работа газа $A > 0$, то работа внешних сил $A' < 0$



“Газ получил тепло” vs “Газ отдал тепло”. Если $Q = -100$ Дж, значит, газ получил -100 Дж, но отдал 100 Дж.



“Концентрация” ($n=N/V$) и “Плотность” ($\rho=m/V$). Часто в вопросах фигурируют и эти величины. Обе они обратно пропорциональны объему V . Если объем увеличился в 2 раза, концентрация и плотность уменьшились в 2 раза