

$$v = \frac{?}{N_a}$$

$$? = \frac{m}{M} N_a$$

$$M = m_0 \cdot ?$$

$$\bar{E} = \frac{? \cdot \bar{v}^2}{2}$$

$$? = \frac{3}{2} kT$$

$$R = N_a \cdot ?$$

$$pV = \frac{m}{M} \cdot ? \cdot T$$

ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ

V
объем

P

давление

T

температура

Газовые законы

Газовые законы -

количественные зависимости между двумя параметрами газа при фиксированном значении третьего параметра.

Сегодня на уроке мы:

**Установим зависимости
между двумя
термодинамическими
параметрами при
неизменном третьем.**

Изопроцессы в газах

Процессы, протекающие при неизменном значении одного из параметров, называют изопроцессами.

Изопроцессы в газах

№	Название процесса	Постоянный параметр	Связь между другими параметрами	Графики
1				
2				
3				

Изотермический процесс

- Процесс изменения состояния термодинамической системы макроскопических тел при постоянной температуре называется изотермическим.

$T = \text{const}$
температура

$$T = \textit{const}$$

Изотермический процесс

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \textit{const}$$

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 = \textit{const}$$

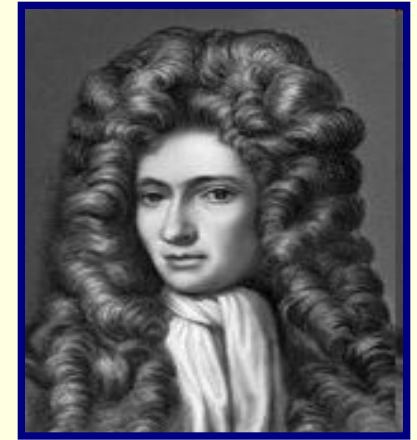
Изотермический процесс



Роберт Бойль
(Великобритания),
1662 г.

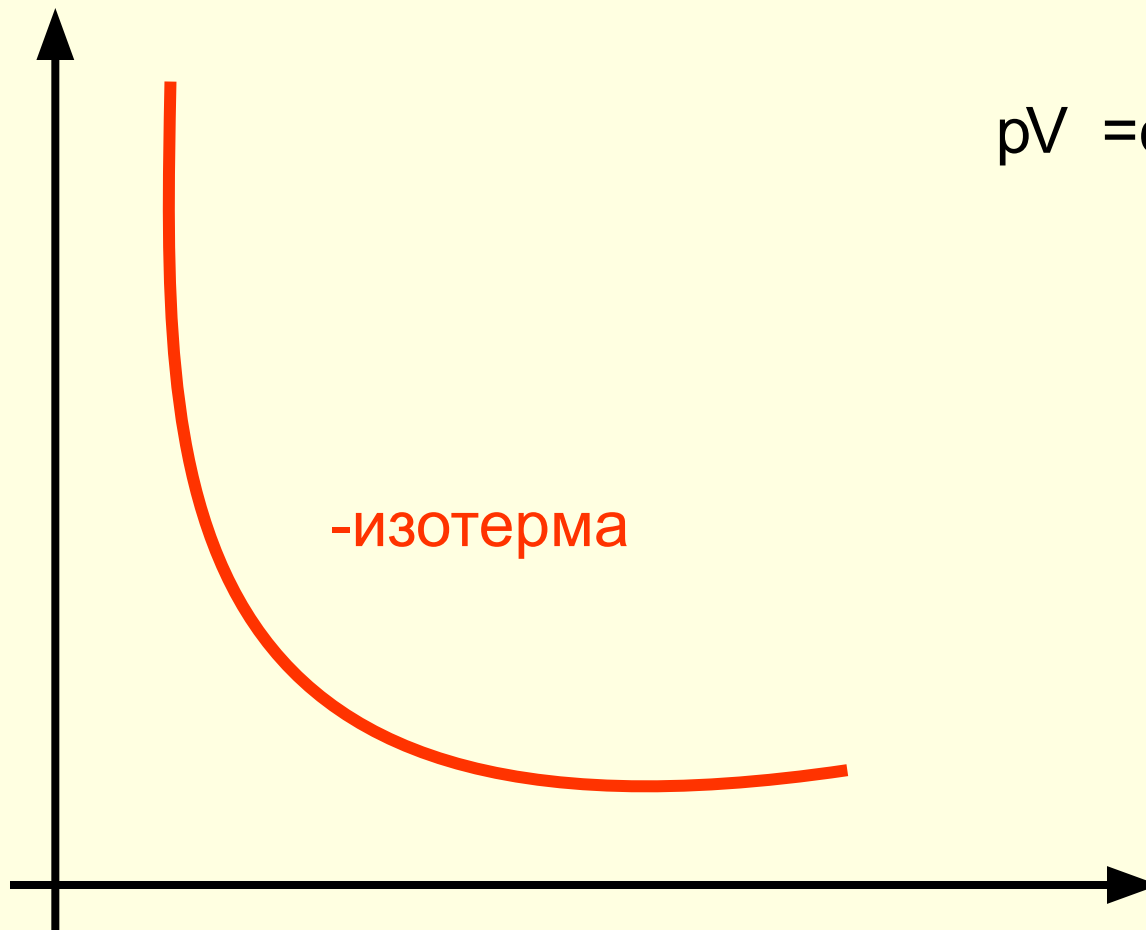
$$T = \text{const}$$
$$pV = \text{const}$$
$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

Для данной массы газа
произведение давления
на объем постоянно,
если температура газа
не меняется.

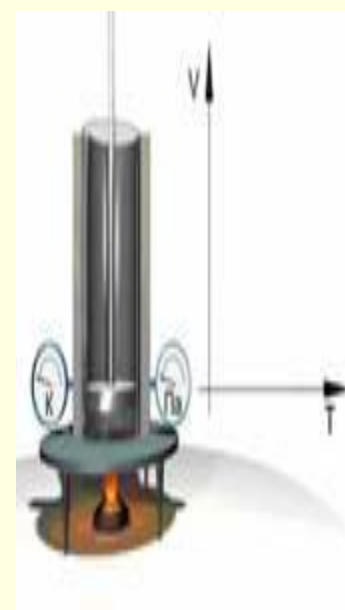


Эдм Мариотт
(Франция), 1667 г.

График изотермического процесса

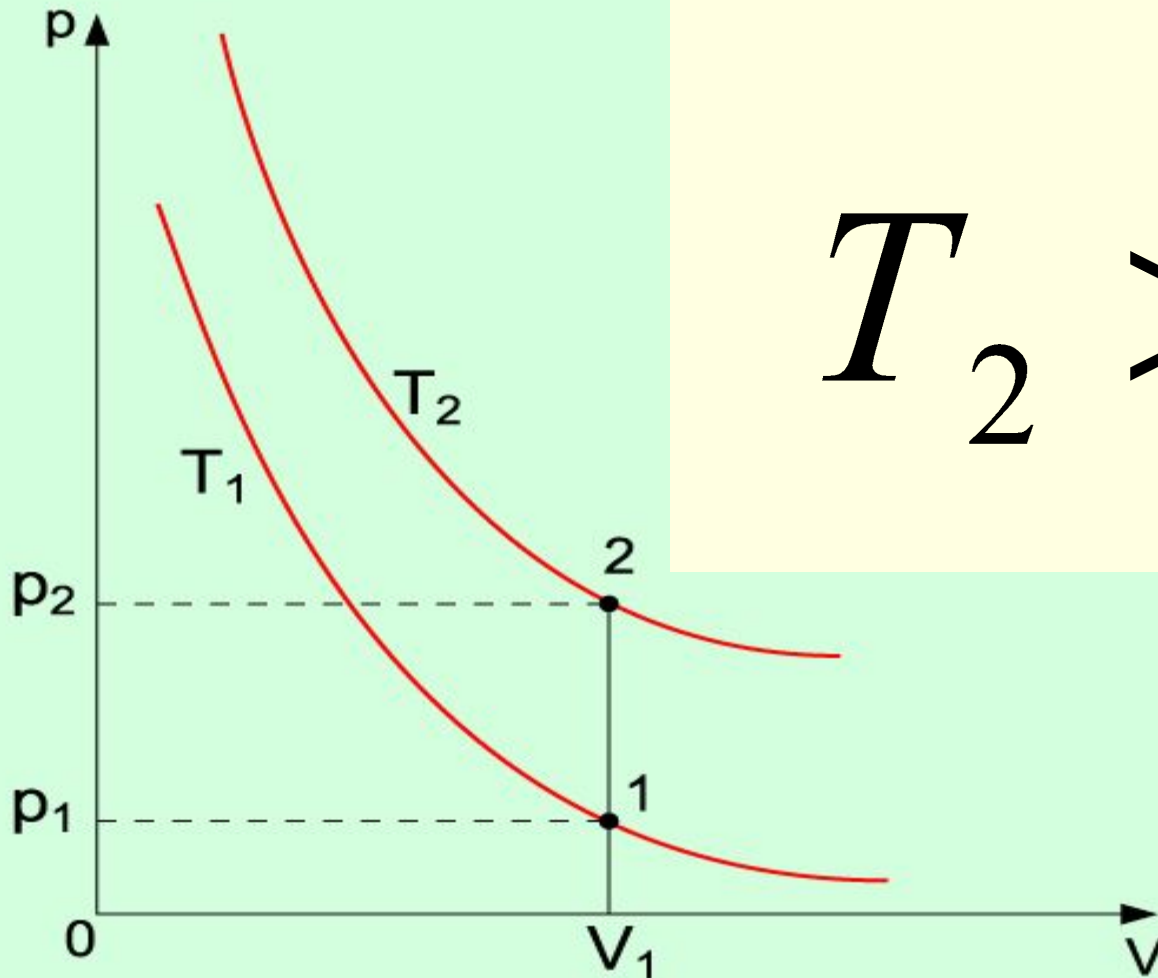


$$pV = \text{const}$$

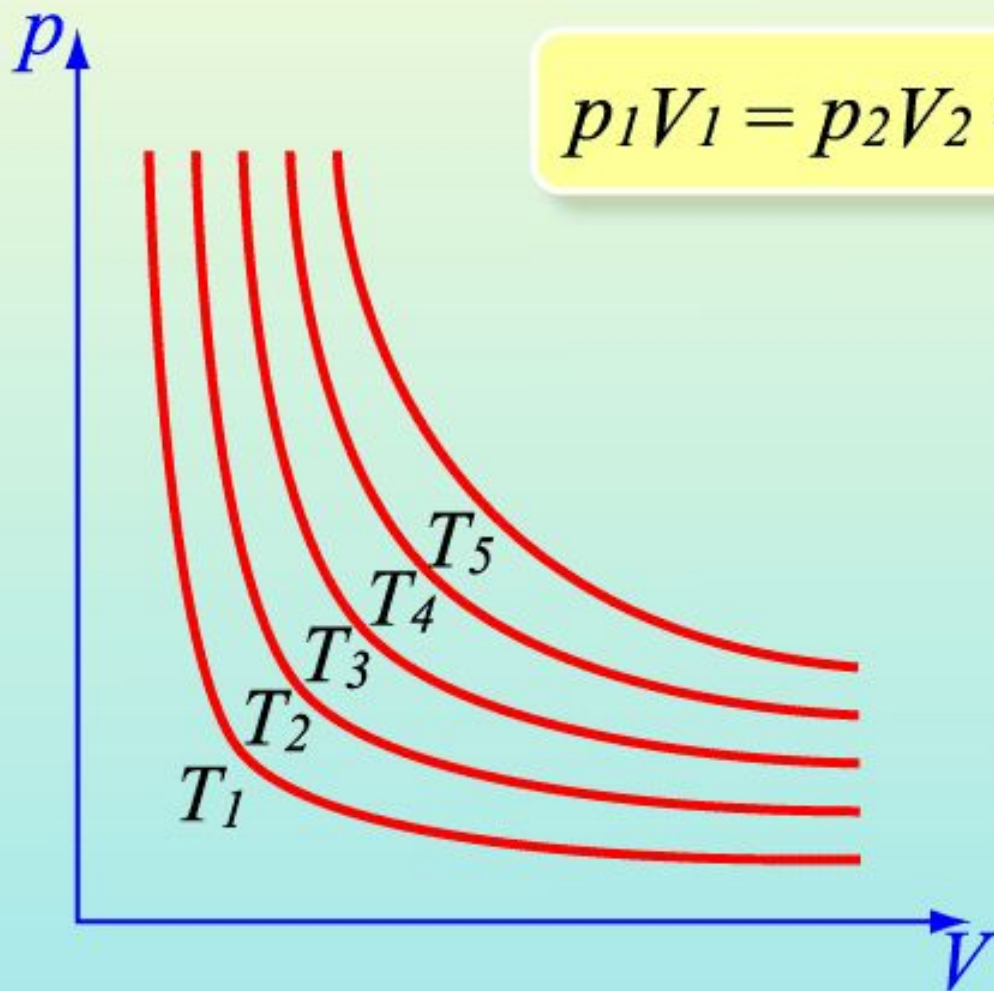


Изотермический процесс

$$T_2 > T_1$$



Закон Бойля – Мариотта (изотермический процесс)

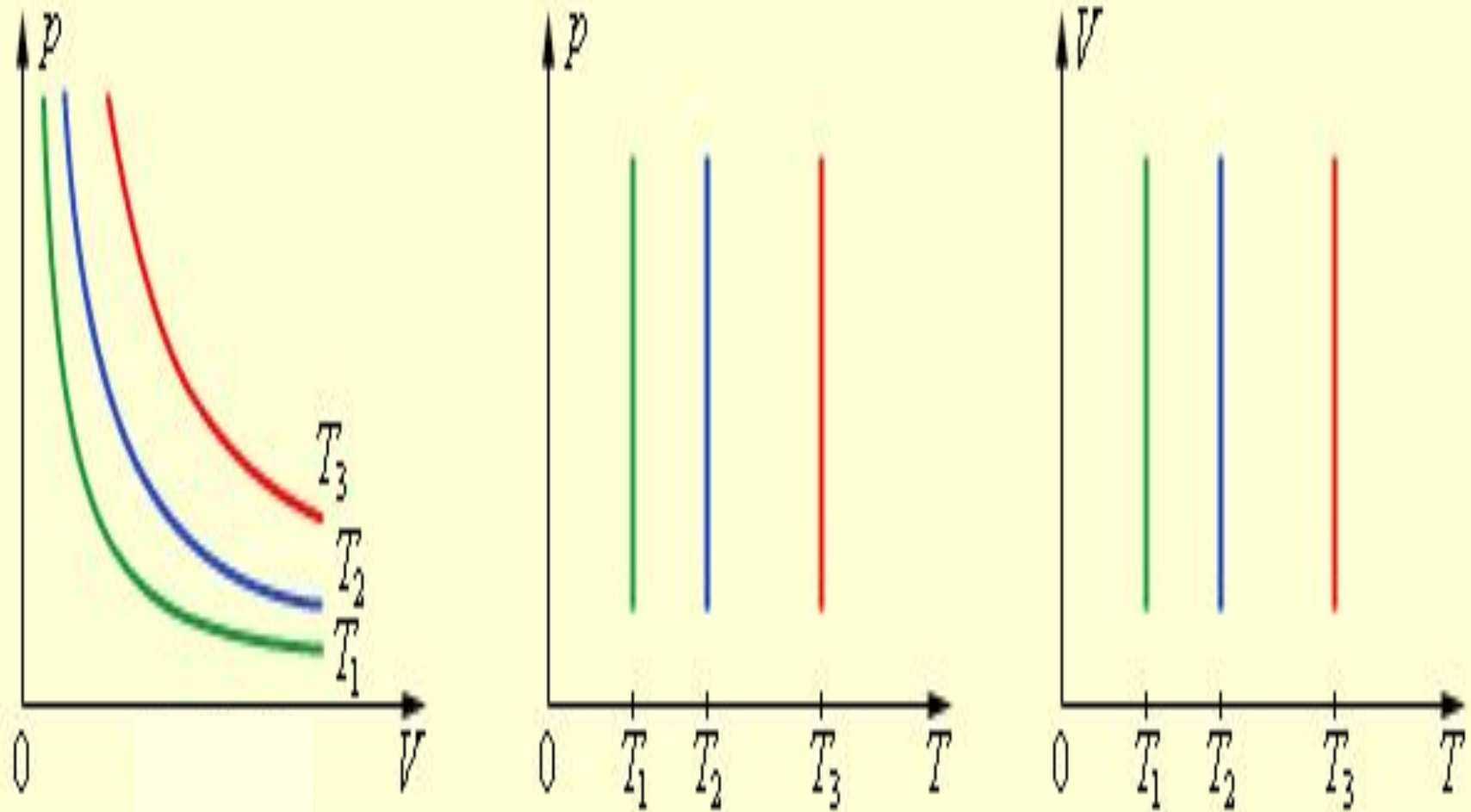


$$p_1V_1 = p_2V_2 = p_3V_3$$

$$pV = \text{const},$$
$$npv T = \text{const},$$
$$m = \text{const}$$

$$T_5 > T_4 > T_3 > T_2 > T_1$$

Изотермический процесс



Изохорный процесс

- Процесс изменения состояния термодинамической системы макроскопических тел при постоянном объеме называется изохорным.

$V = \text{const}$
объем

$$V = \textit{const}$$

Изохорный процесс

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \textit{const}$$

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} = \textit{const}$$

Изохорный процесс



Жак Александр Сезар
Шарль (Франция), 1787
г.

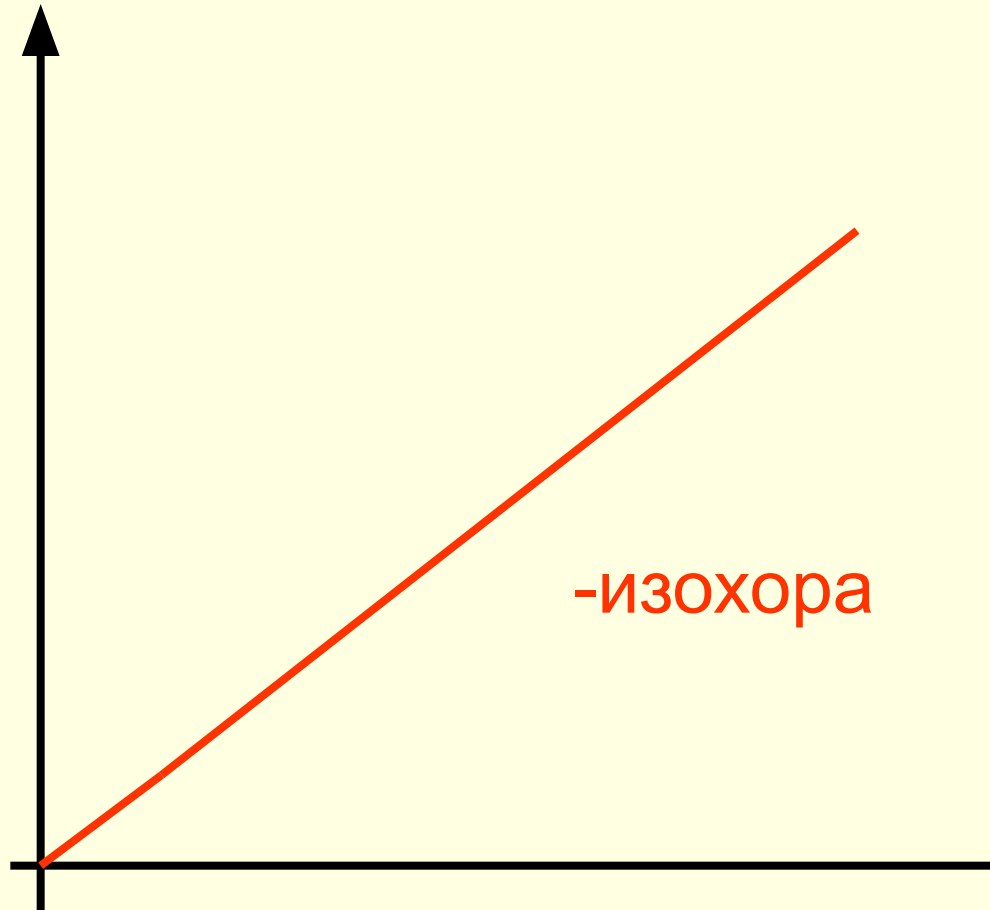
Закон Гей-Люссака

Для данной массы газа
отношение давления к
температуре постоянно, если
объем газа не меняется.

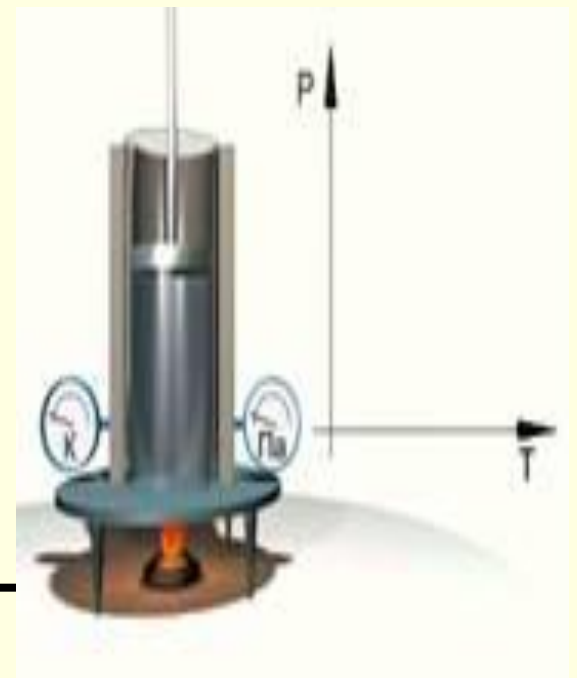
$$\frac{P}{T} = \textit{const}$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

График изохорного процесса

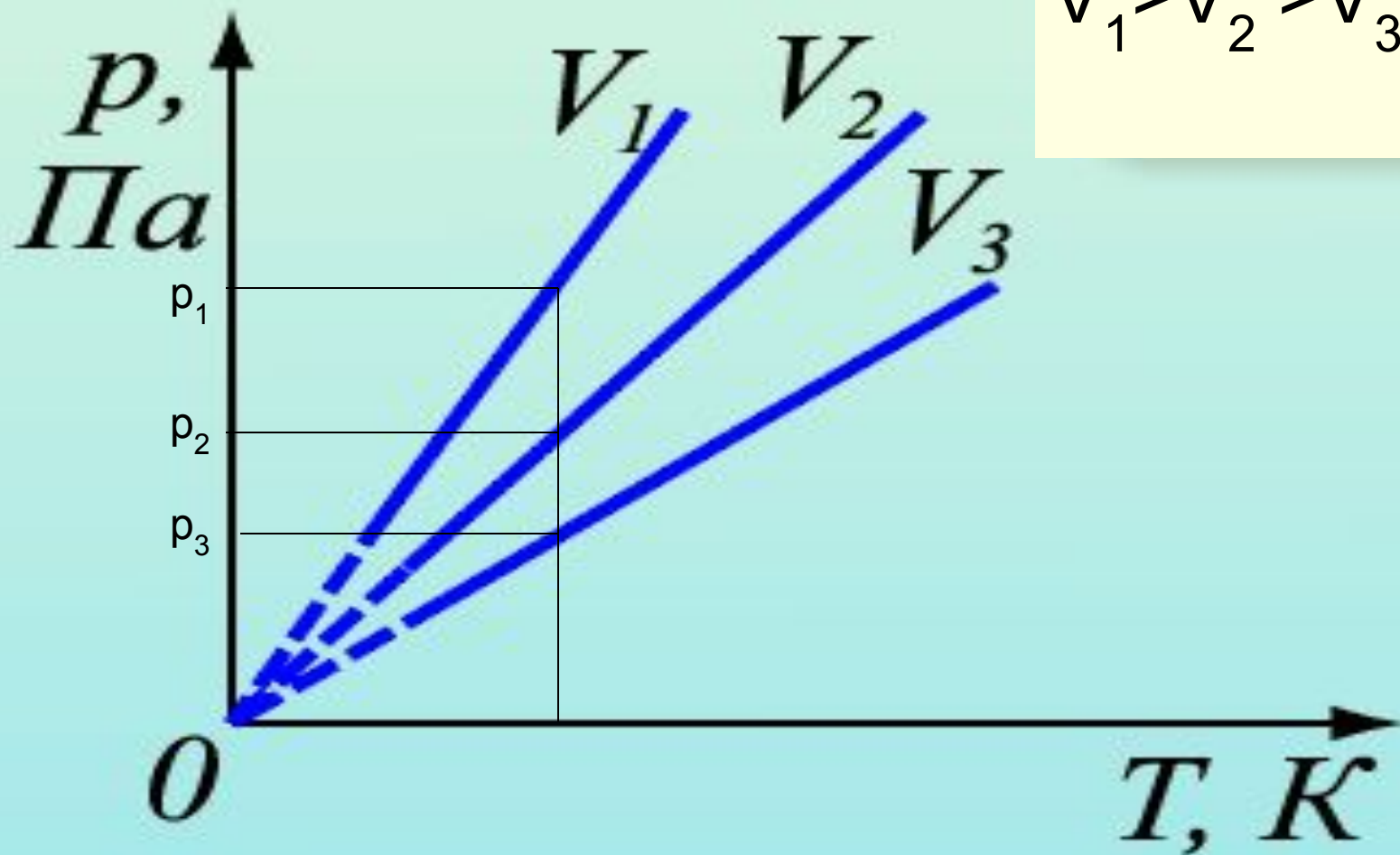


$$\frac{p}{T} = \text{const}$$



Изохорный процесс

$$V_1 > V_2 > V_3$$



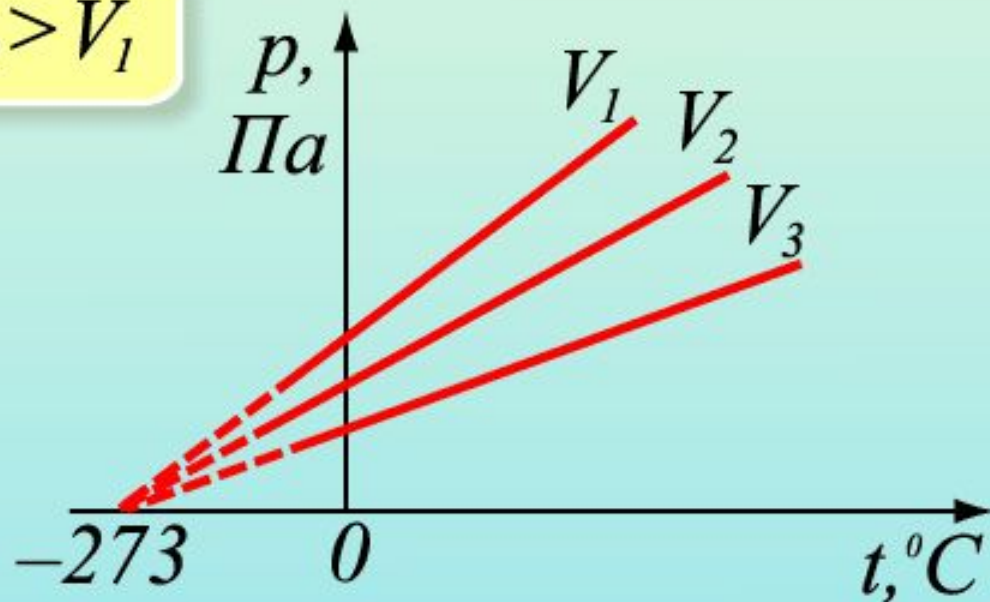
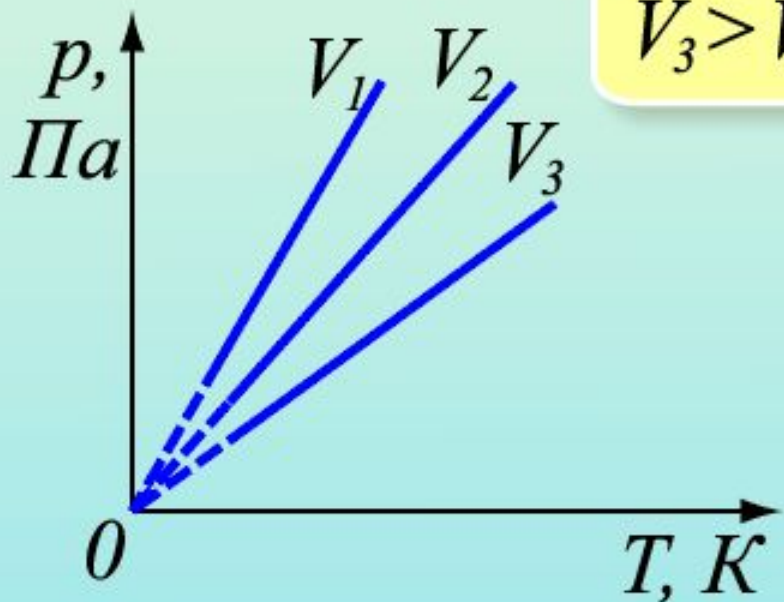
Закон Шарля (изохорный процесс)

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} = \frac{p_3}{T_3}$$

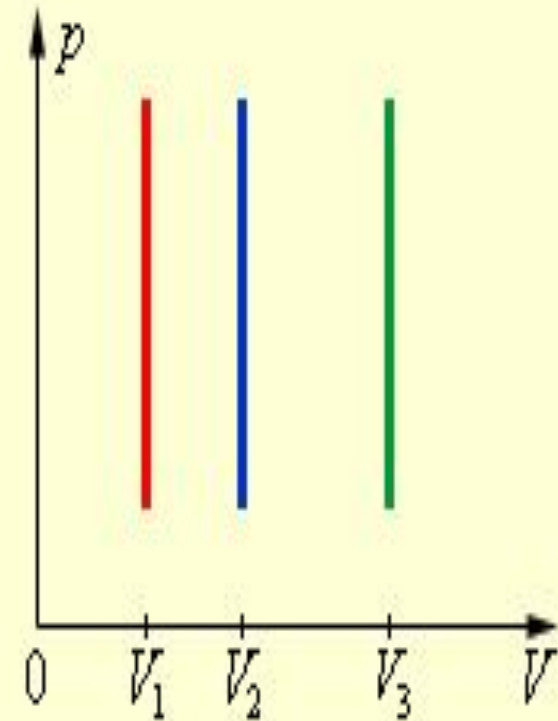
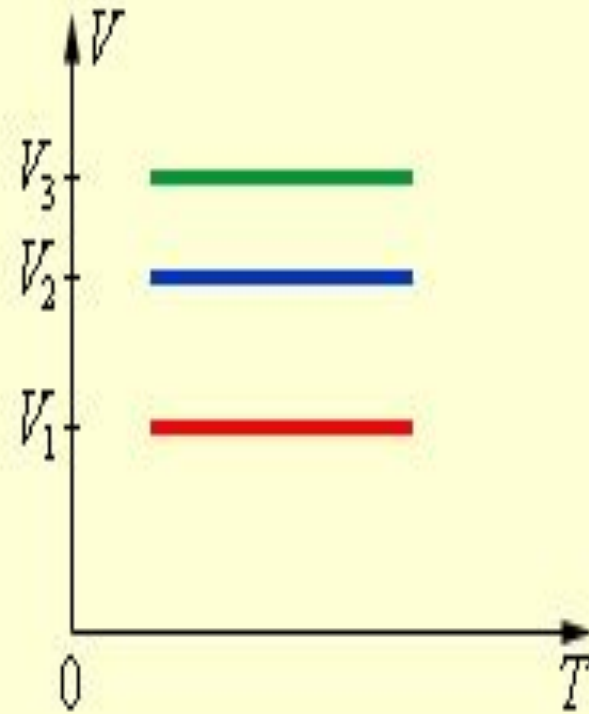
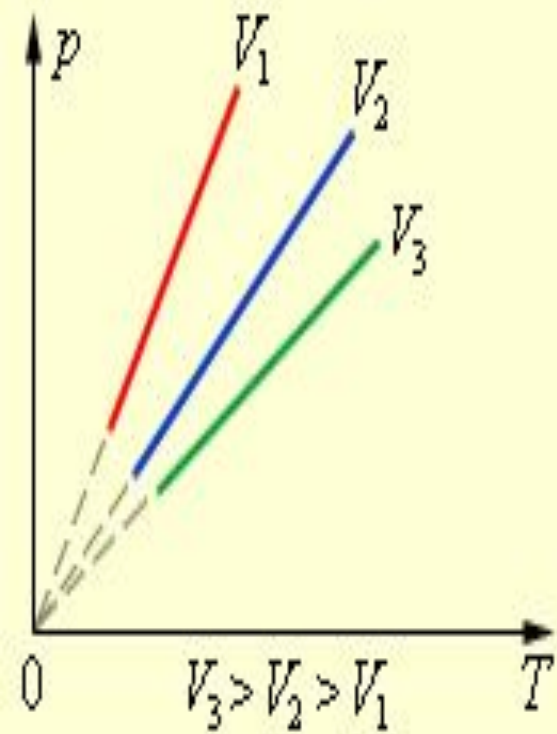
$$m = \text{const}$$

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

$$V_3 > V_2 > V_1$$



Изохорный процесс



Изобарный процесс

- Процесс изменения состояния термодинамической системы макроскопических тел при постоянном давлении называется изобарным.

$P = \text{const}$
давление

$$p = \text{const}$$

Изобарный процесс

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \text{const}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \text{const}$$

Изобарный процесс

Закон Гей-Люссака

Для данной массы газа отношение давления к температуре постоянно, если объем газа не меняется.

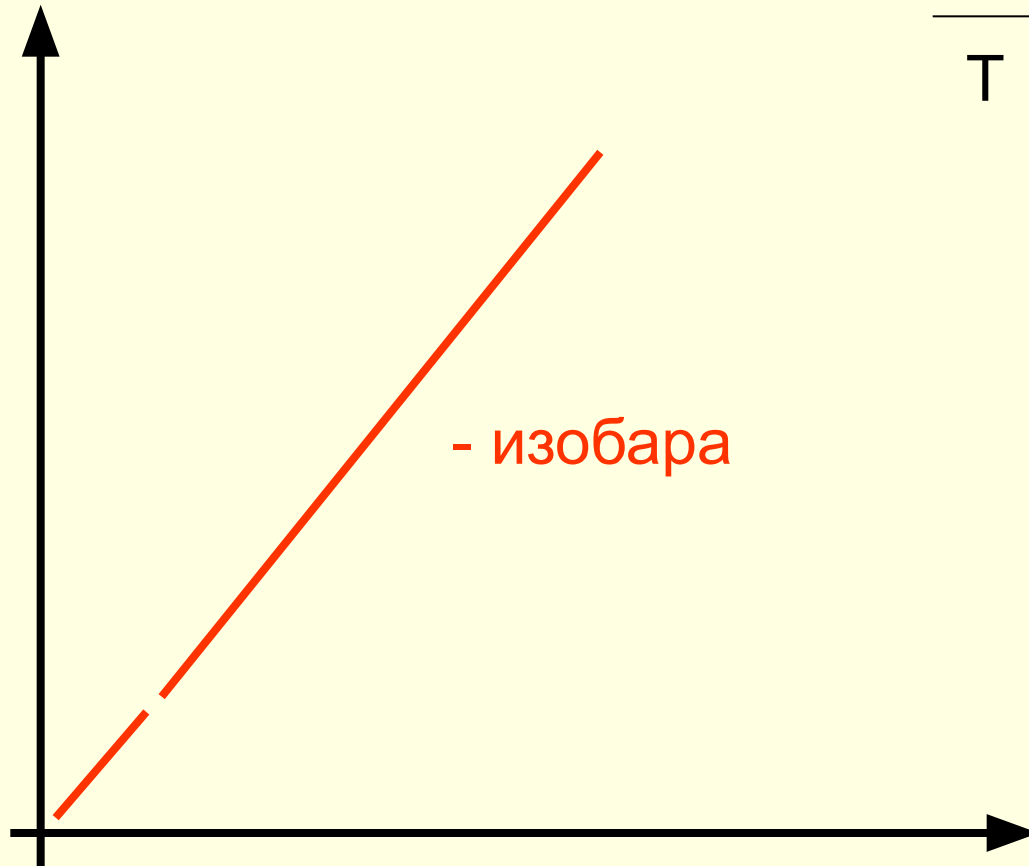


1802 г Гей - Люссак.

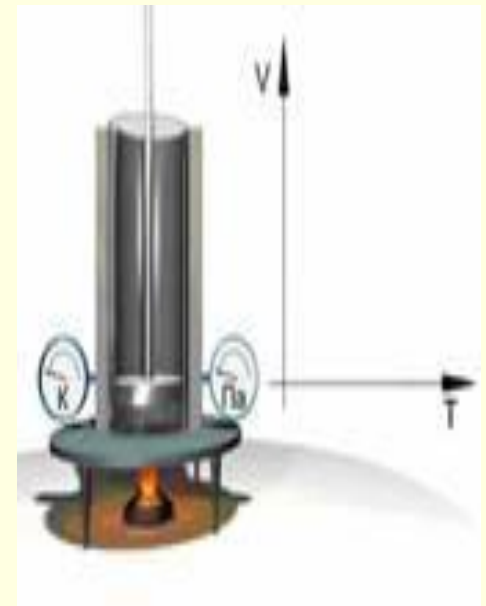
$$\frac{V}{T} = \textit{const}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

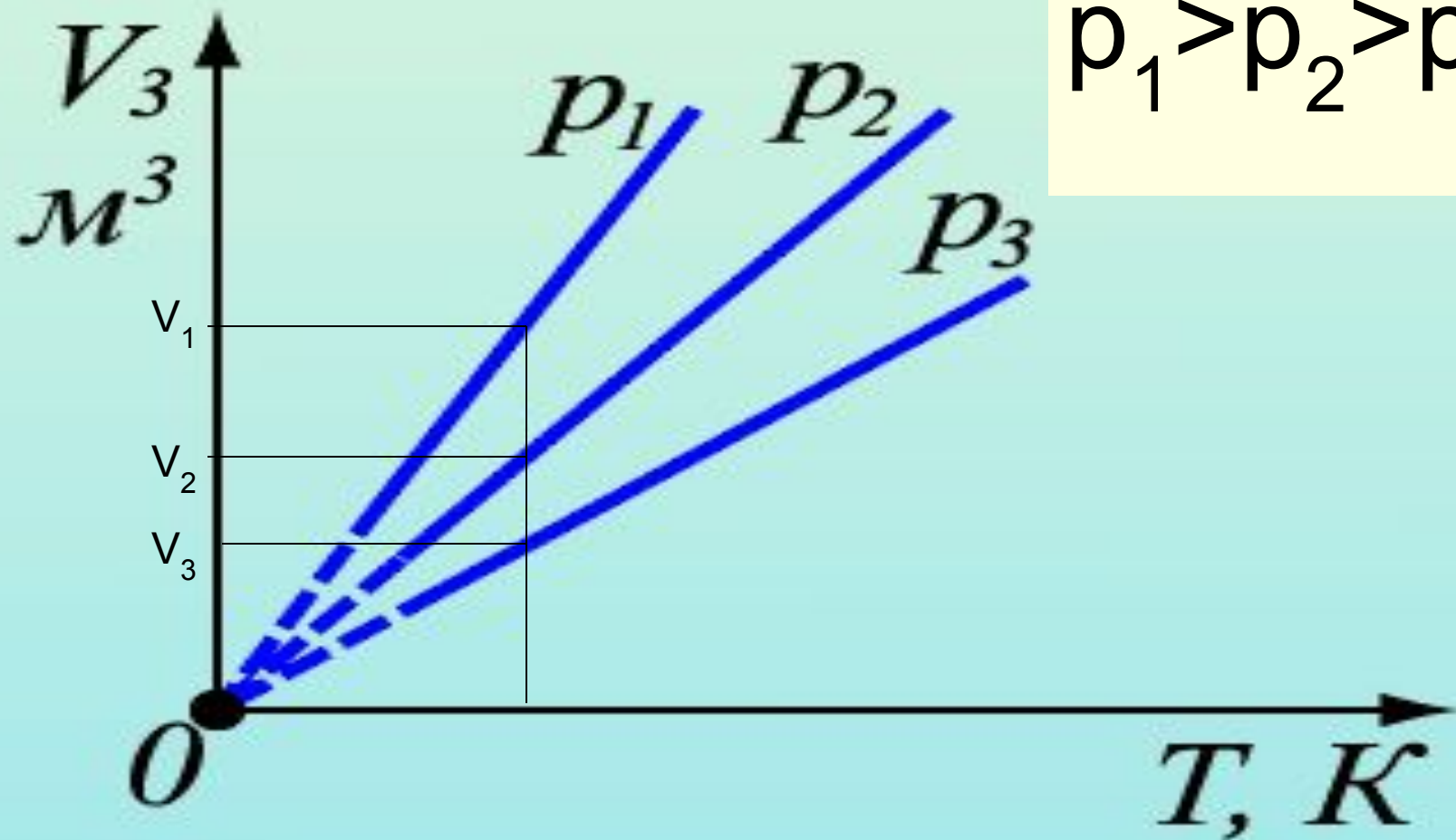
График изобарного процесса



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



Изобарный процесс



$$p_1 > p_2 > p_3$$

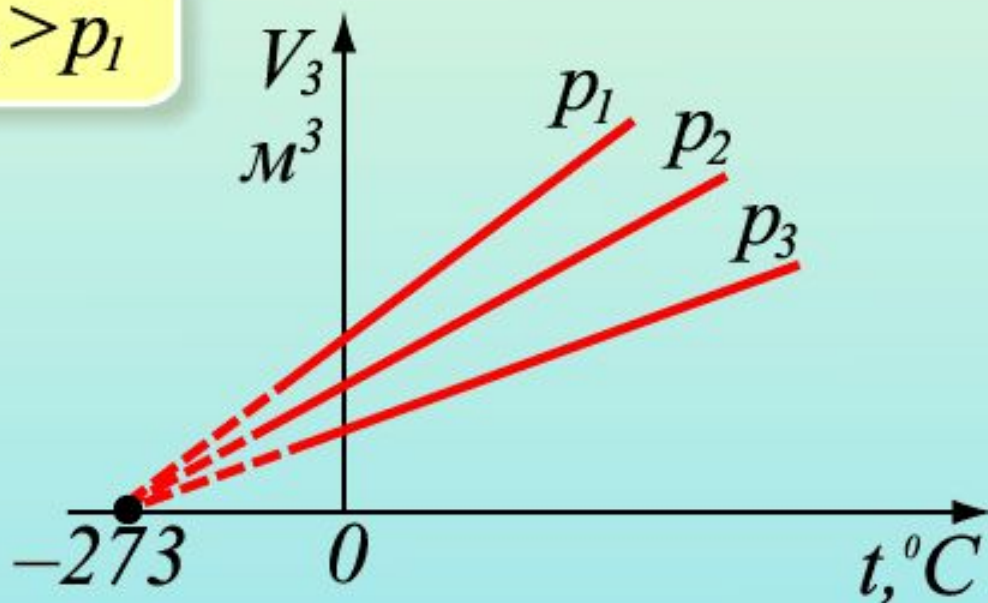
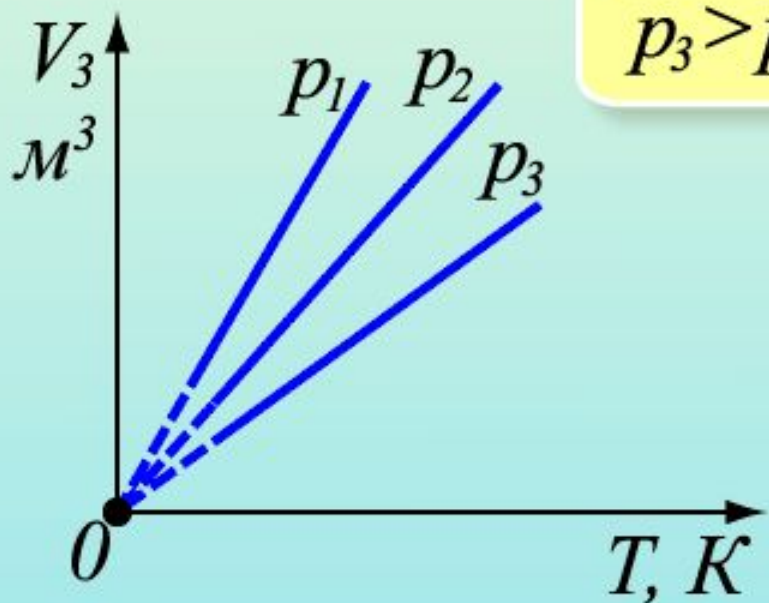
Закон Гей-Люссака (изобарный процесс)

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}$$

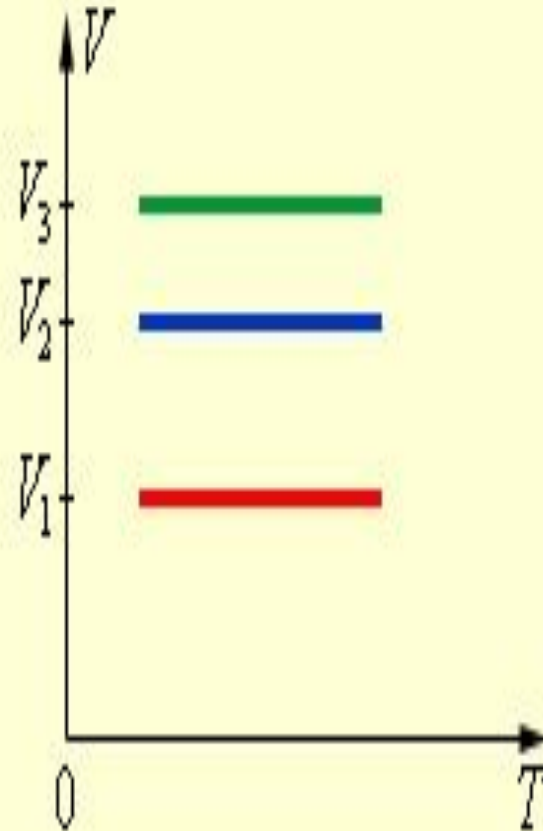
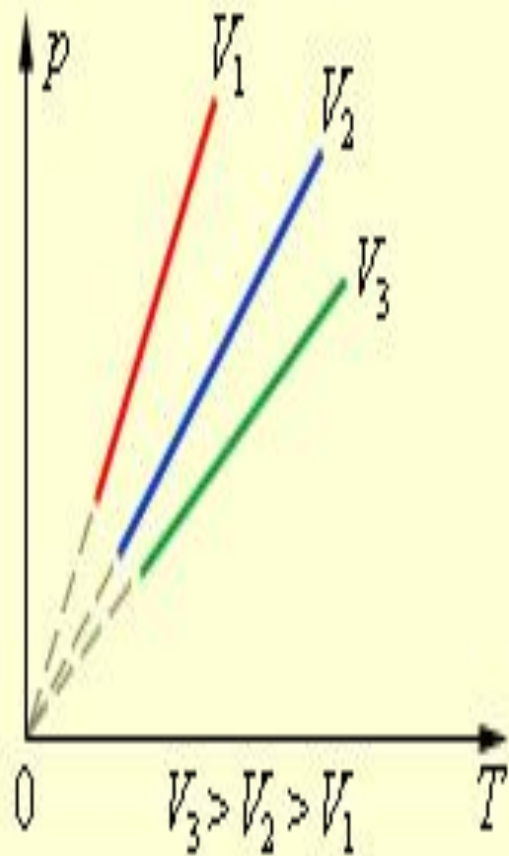
$$m = \text{const}$$

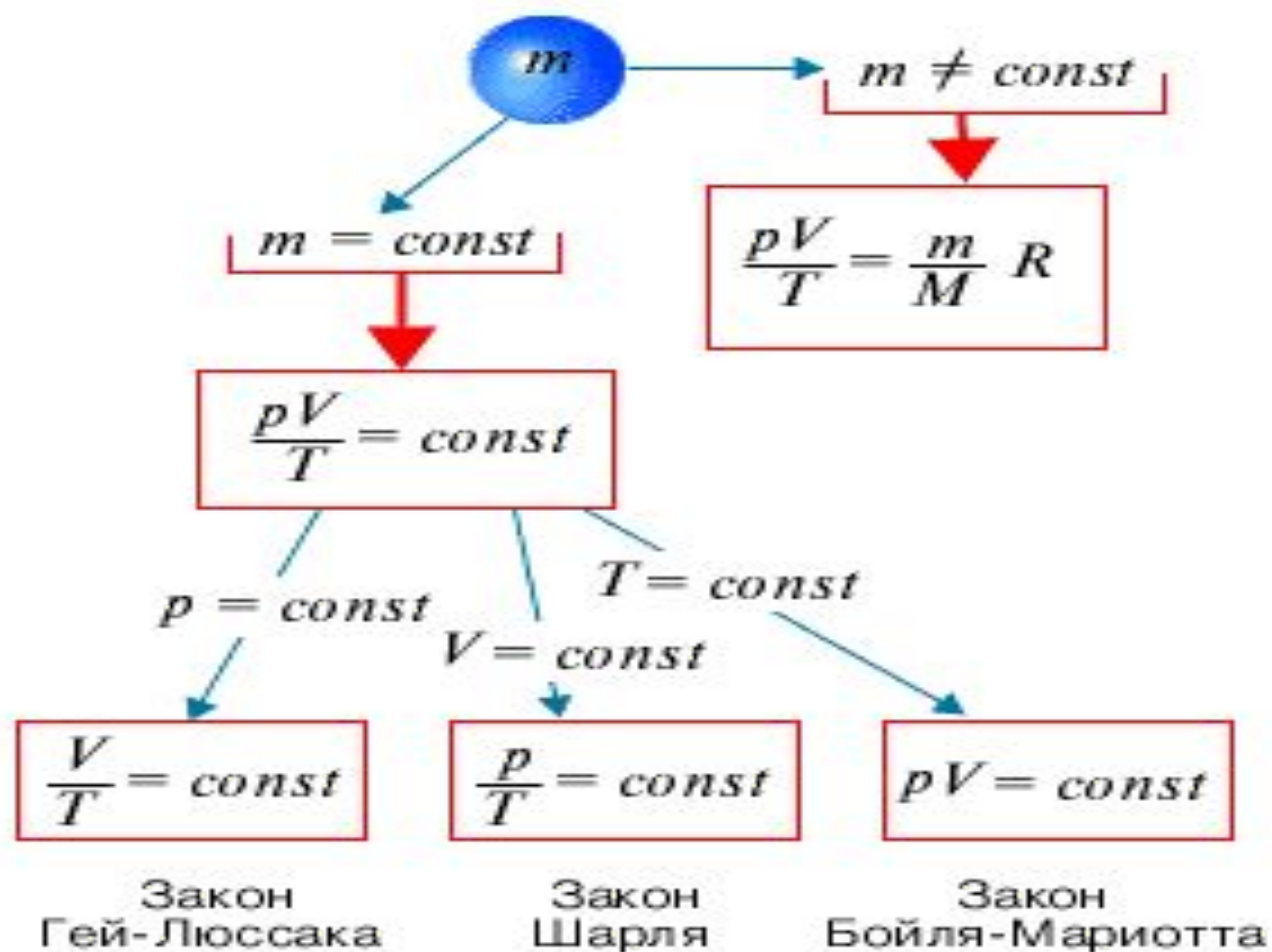
$$\frac{V}{T} = \text{const} \text{ при } p = \text{const}$$

$$p_3 > p_2 > p_1$$

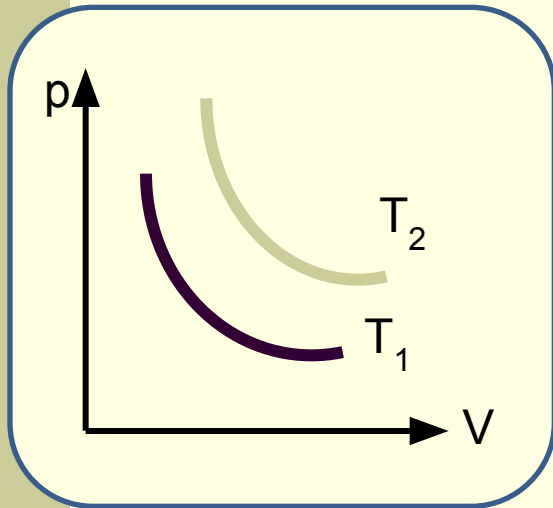


Изобарный процесс

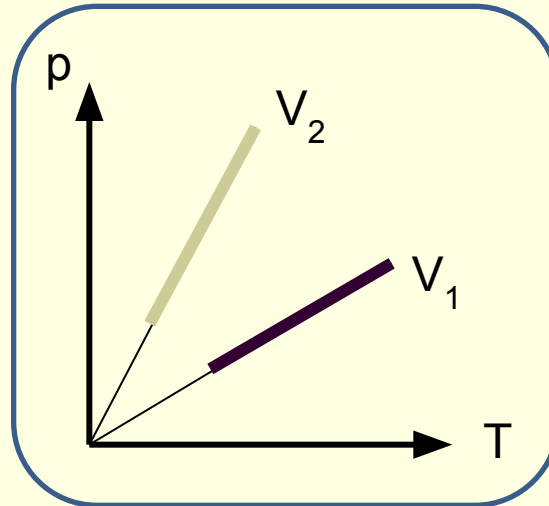




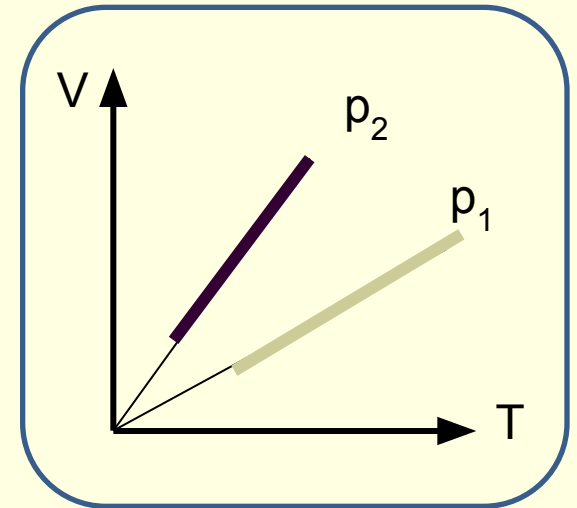
Сравните макроскопические параметры, используя графики, которые представлены на рисунках



$$T_2 > T_1$$



$$V_2 < V_1$$



$$p_2 < p_1$$

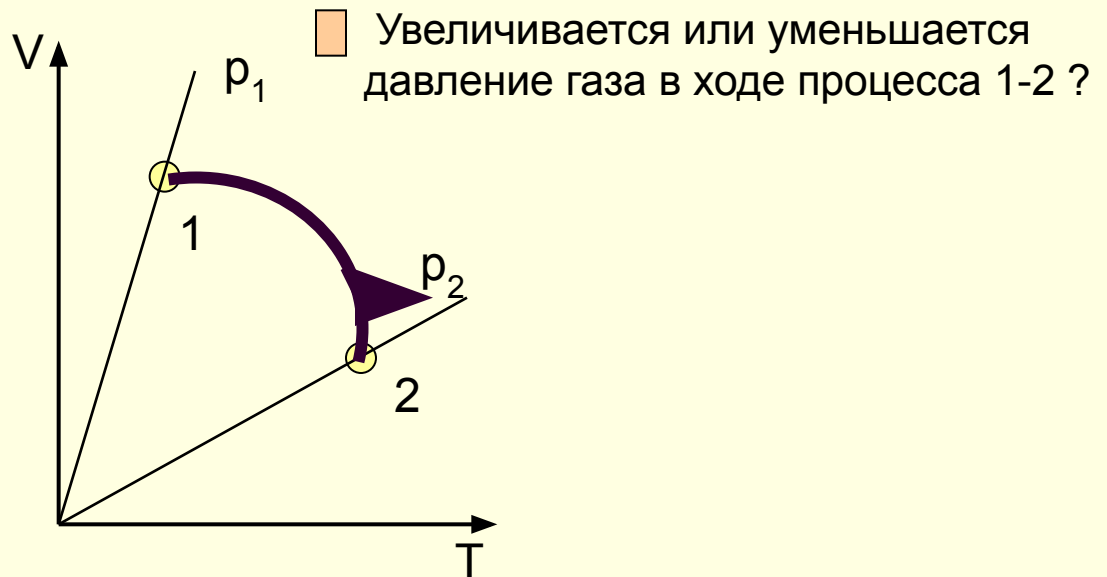
Рассмотрим способы решения задач на определение характера изменения основных макроскопических параметров

ВАЖНО

для постоянной массы газа

- Температура выше на той изотерме, график которой лежит выше в координатах pV
- Давление больше на той изобаре, график которой лежит ниже в координатах $V T$
- Объем больше на той изохоре, график которой лежит ниже в координатах $p T$

Вывод: для выяснения характера изменения параметра необходимо проводить соответствующие ему графики изопроцессов (изотермы, изобары, изохоры)



Рассмотрим способы решения задач на построение графиков изопроецессов

- Задача №1
- Задача №2
- Задача №3
- Задача №4



Рассмотрим способы решения задач на построение графиков изопроцессов в осях PV , PT , VT , если представлен один из графиков

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

1 Представьте процесс в координатах PT , VT

РЕШЕНИЕ

1. Записываем уравнение Клапейрона

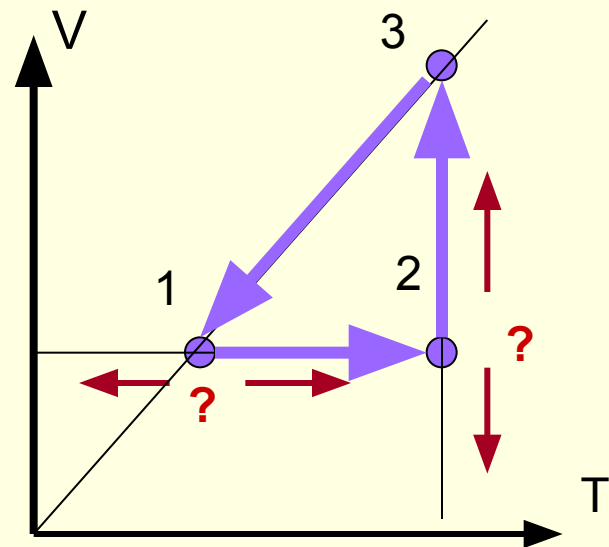
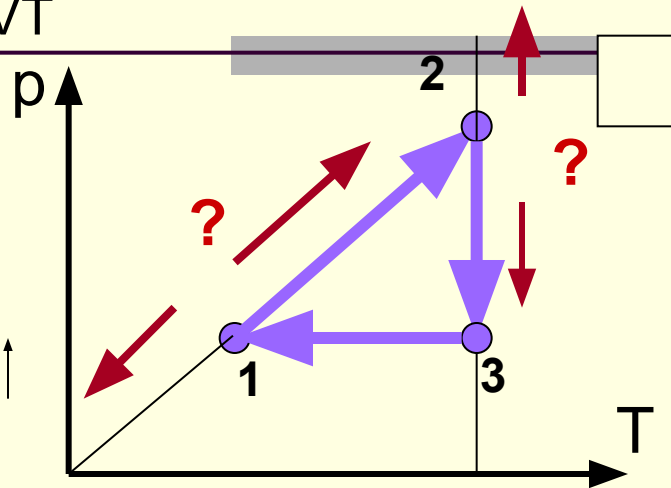
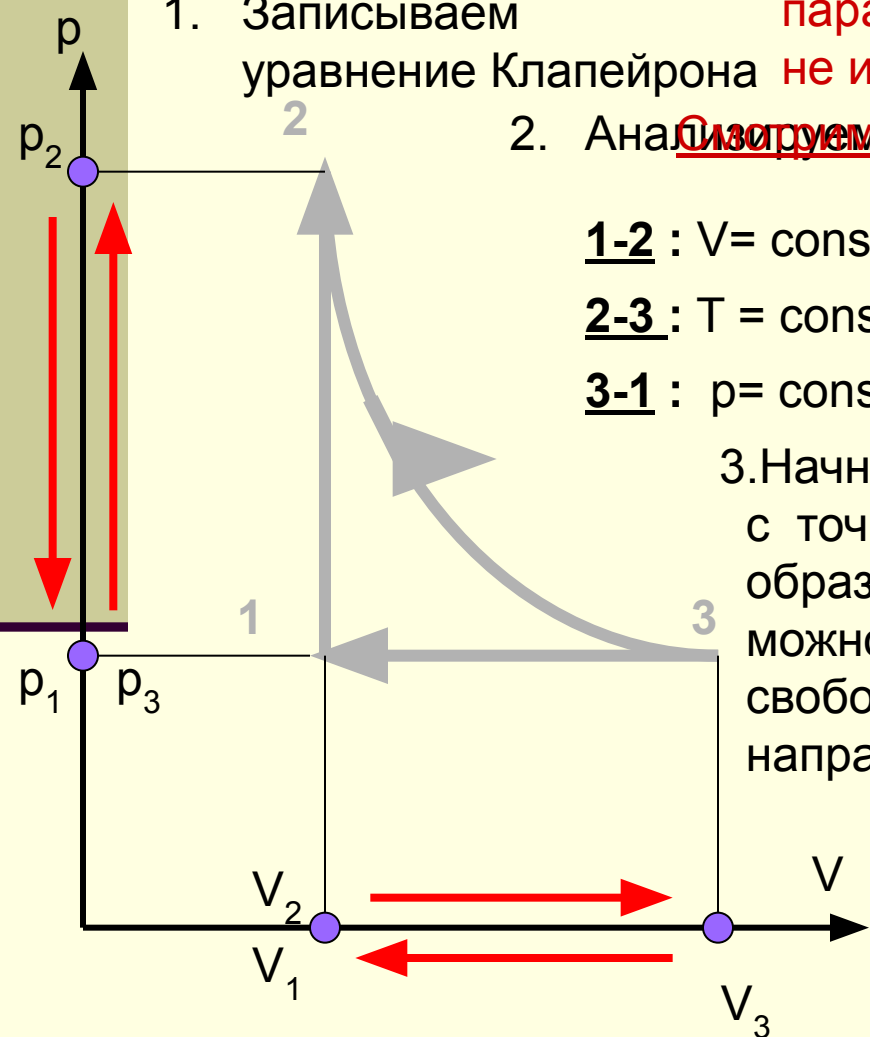
2. Анализируем подсказки

1-2 : $V = \text{const}$ $p \uparrow$ значит, $T \uparrow$

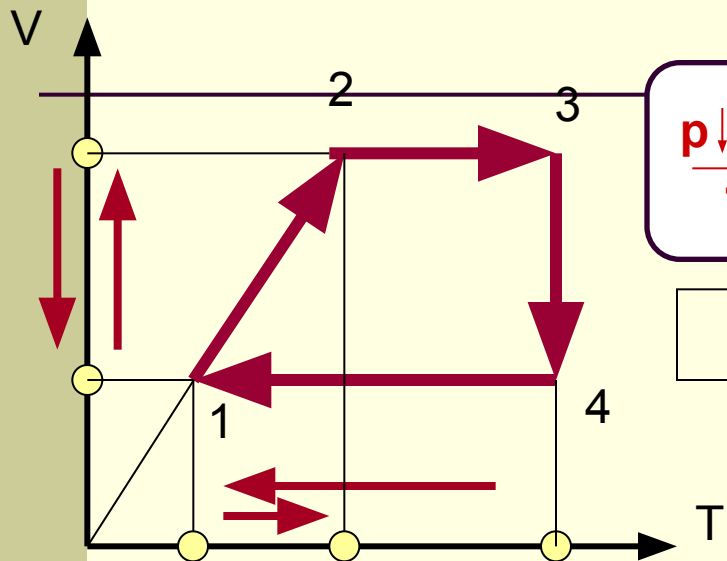
2-3 : $T = \text{const}$ $p \downarrow$ $V \uparrow$

3-1 : $p = \text{const}$ $V \downarrow$ значит, $T \downarrow$

3. Начнем построение с точки таким образом, чтобы от нее можно было «идти» свободно в любом направлении



Вычертите представленную диаграмму в координатах pT , pV

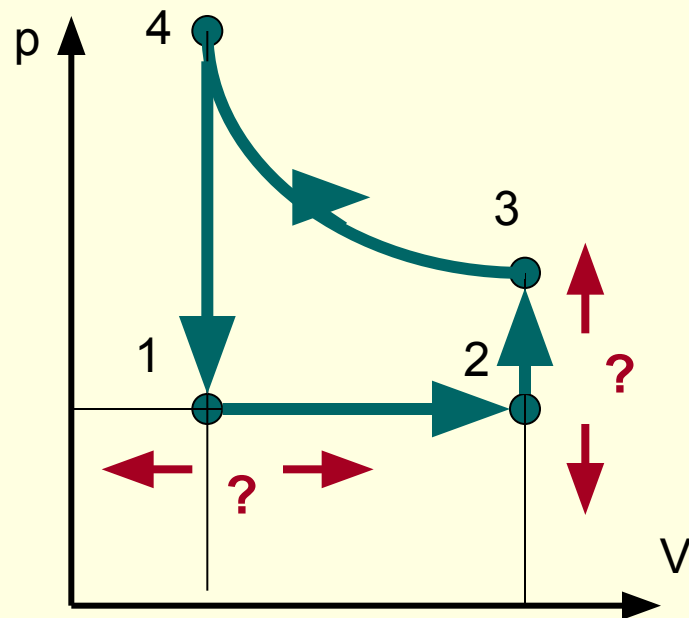
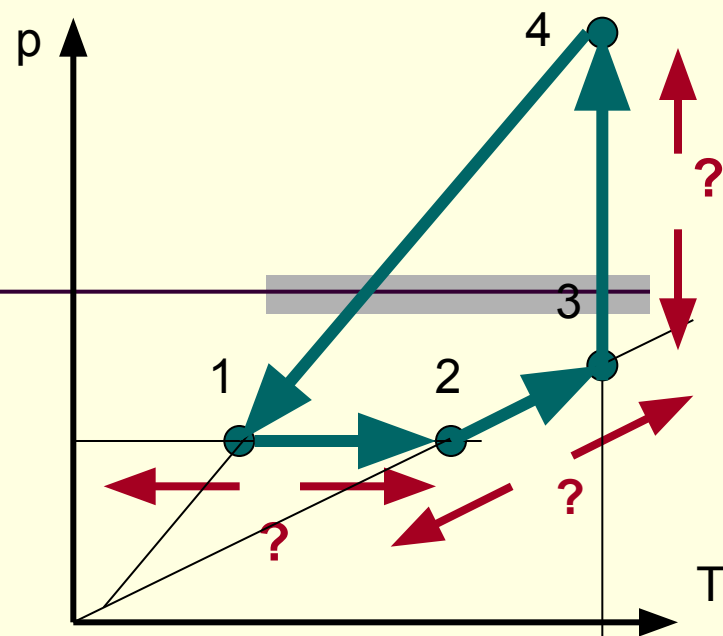


1-2 : $p = \text{const}$ $V \uparrow$ $T \uparrow$

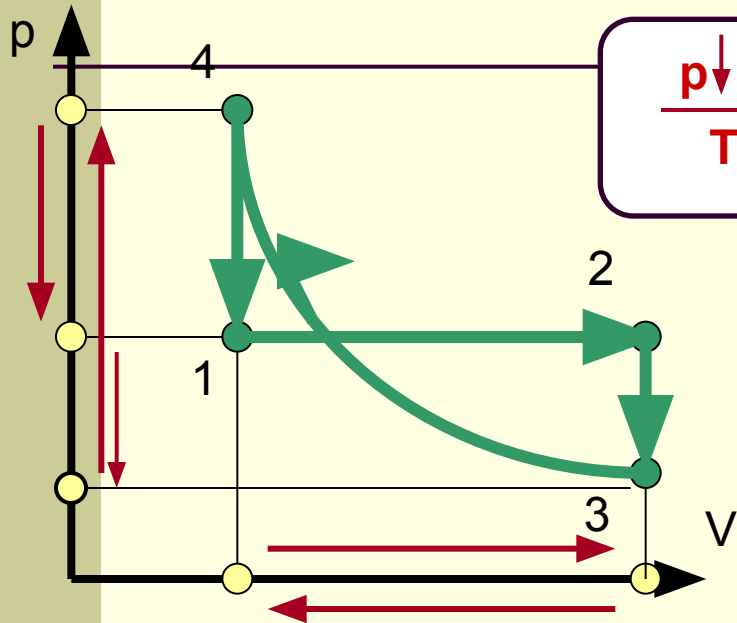
2-3 : $V = \text{const}$ $T \uparrow$ значит, $p \uparrow$

3-4 : $T = \text{const}$ $V \downarrow$ значит, $p \uparrow$

4-1 : $V = \text{const}$ $T \downarrow$ значит, $p \downarrow$



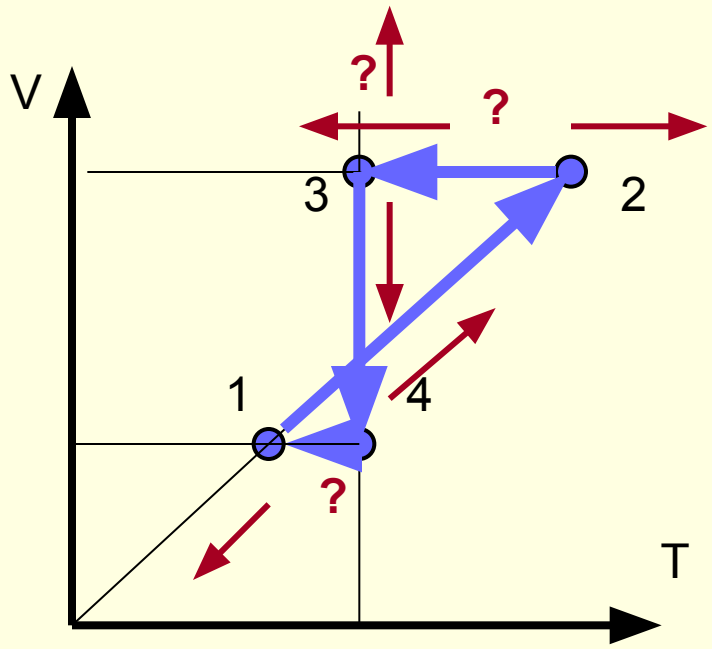
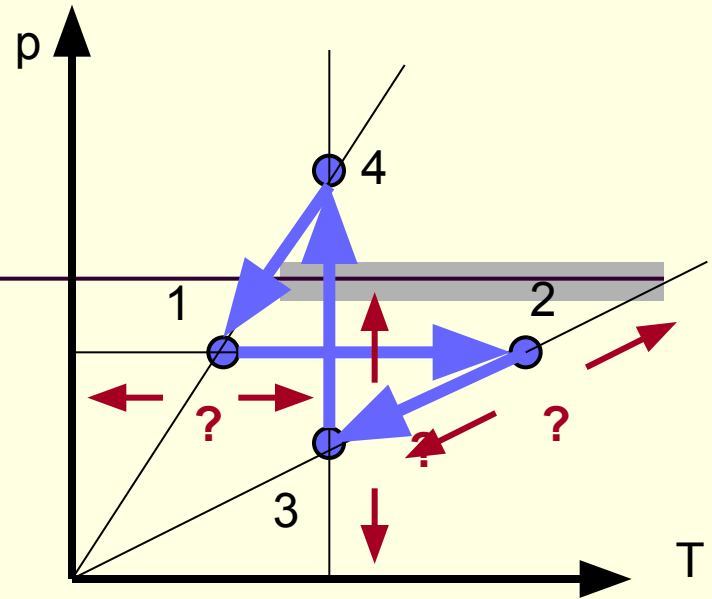
Постройте этот процесс в координатах
 p T , V T



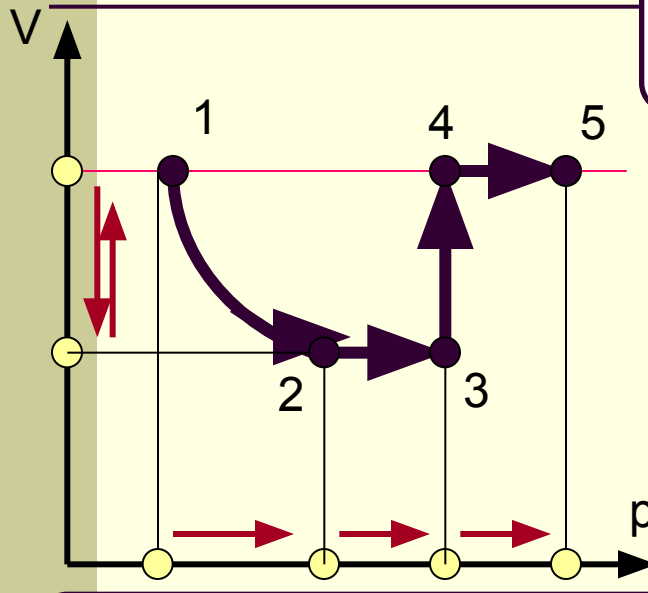
$$\frac{p \downarrow V \uparrow}{T \downarrow \uparrow} = \text{const}$$



- 1-2 : $p = \text{const}$ $V \uparrow$, значит, $T \uparrow$
- 2-3 : $V = \text{const}$ $p \downarrow$, значит, $T \downarrow$
- 3-4 : $T = \text{const}$ $p \uparrow$, $V \downarrow$
- 4-1 : $V = \text{const}$ $p \downarrow$, значит, $T \downarrow$



Рассмотрим способы решения задач,
в которых построение осложнено
дополнительными условиями



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

Точку 4 получаем на
пересечении
изобары,
проходящей через
точку 3
и изохоры,
проходящей
через точку 1

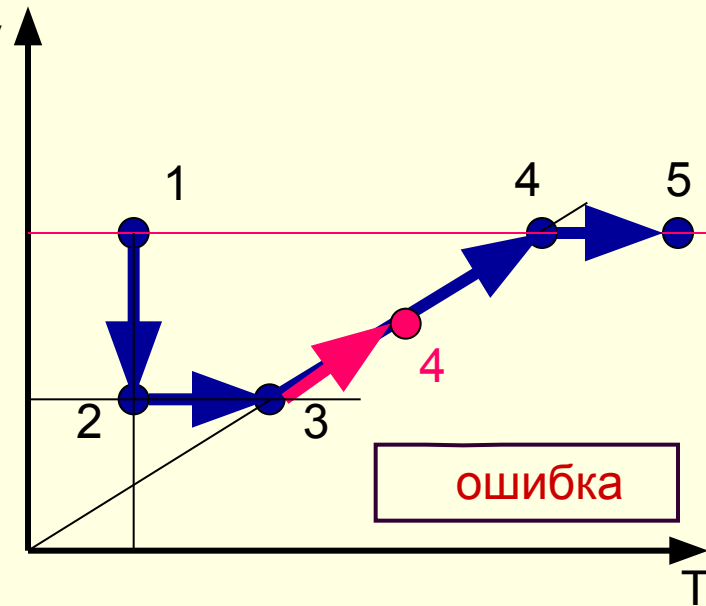
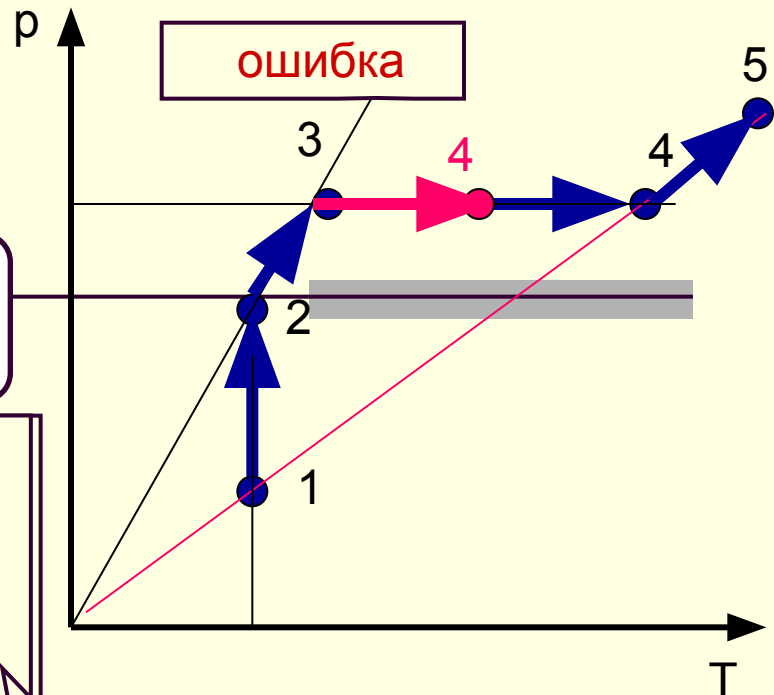
В рассматриваемом примере дополнительным
условием является принадлежность точек 1, 4, 5
одной изохоре

1-2 : $T = \text{const}$, $p \uparrow$ $V \downarrow$

2-3 : $V = \text{const}$ $p \uparrow$, значит, $T \uparrow$

3-4 : $p = \text{const}$ $V \uparrow$, значит, $T \uparrow$

4-5 : $V = \text{const}$ $p \uparrow$, значит, $T \uparrow$

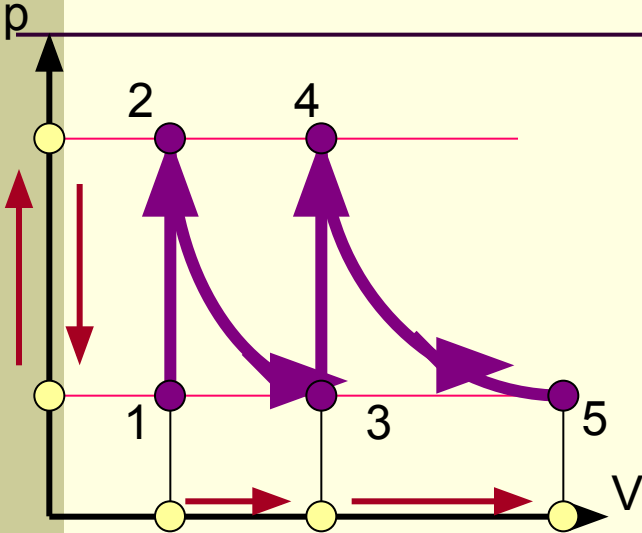


В рассматриваемом примере дополнительным условием является принадлежность одной изобаре точек 1, 3, 5, а другой изобаре точек 2 и 4

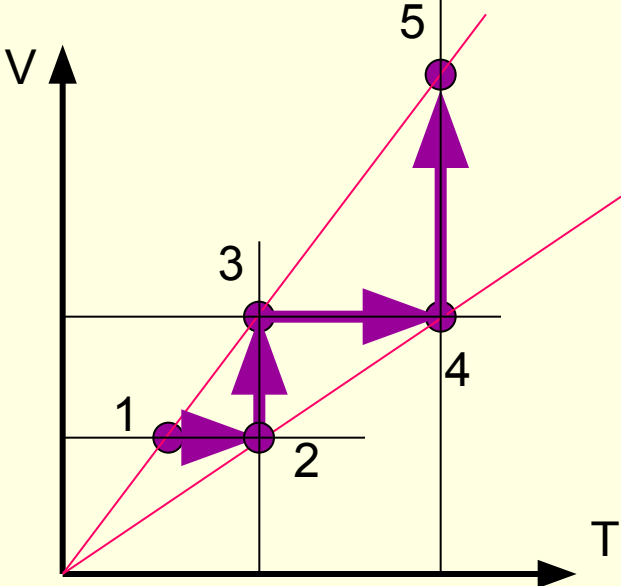
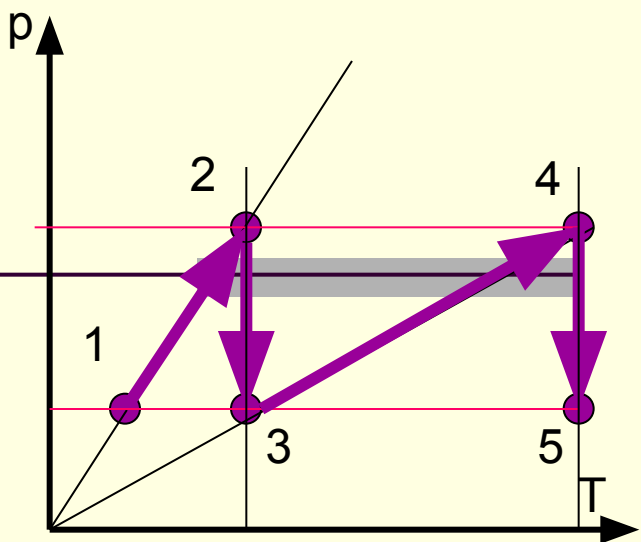
$$\frac{p \uparrow V}{T \uparrow} = \text{const}$$

1-2 : $V = \text{const}, p \uparrow$
 3-4 : значит, $T \uparrow$

2-3 : $T = \text{const}$
 4-5 : $p \downarrow, V \uparrow$



Точка 5 должна лежать на одной изобаре с точками 1 и 3



Домашнее задание

- § 71 (учить таблицу)

ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ

Оцените своё состояние после урока



*Мне хорошо
Я много знаю
и умею*



Как всегда



*Уныло
Я плохо понял*