

Газовые законы

Цель урока: используя уравнение Менделеева-Клапейрона, получить уравнения изопроцессов

Задачи урока

1 Образовательные:

- ❖ Актуализация знаний, умений, навыков, необходимых для творческого применения знаний.
- ❖ Применение обобщенных знаний, умений, навыков в новых условиях.
- ❖ Контроль знаний при закреплении темы урока.

2 воспитательные:

- ❖ Привитие интереса к предмету.
- ❖ Формирование научного мировоззрения.

3 развивающие:

- ❖ Развитие познавательной активности.
- ❖ Развитие самостоятельности мышления, воображения, логического мышления.

Мы знаем термодинамические параметры P, V, T . Что они характеризуют?

P – давление газа, измеряется в Па (Паскаль)

V – объём газа (м³)

T – температура (К)

$$T = t + 273$$

Используя уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT = \frac{m}{M} RT$$

получим уравнения газовых законов.

Количественные зависимости между двумя параметрами газа при фиксированном значении третьего параметра называют **газовыми законами**.

Изопроцессы – процессы, протекающие при неизменном значении одного из параметров.

Изотермический процесс

Изотермический процесс – процесс изменения состояния термодинамической системы макроскопических тел при *постоянной температуре*.

Получим закон, описывающий данный процесс.

Для этого используем уравнение Менделеева – Клапейрона.

Запишем его для 2-х состояний:

$$P_1 * V_1 = \nu * R * T \quad (1) \quad \text{и} \quad P_2 * V_2 = \nu * R * T \quad (2)$$

Если $T = \text{const}$, то **$P * V = \text{const}$**

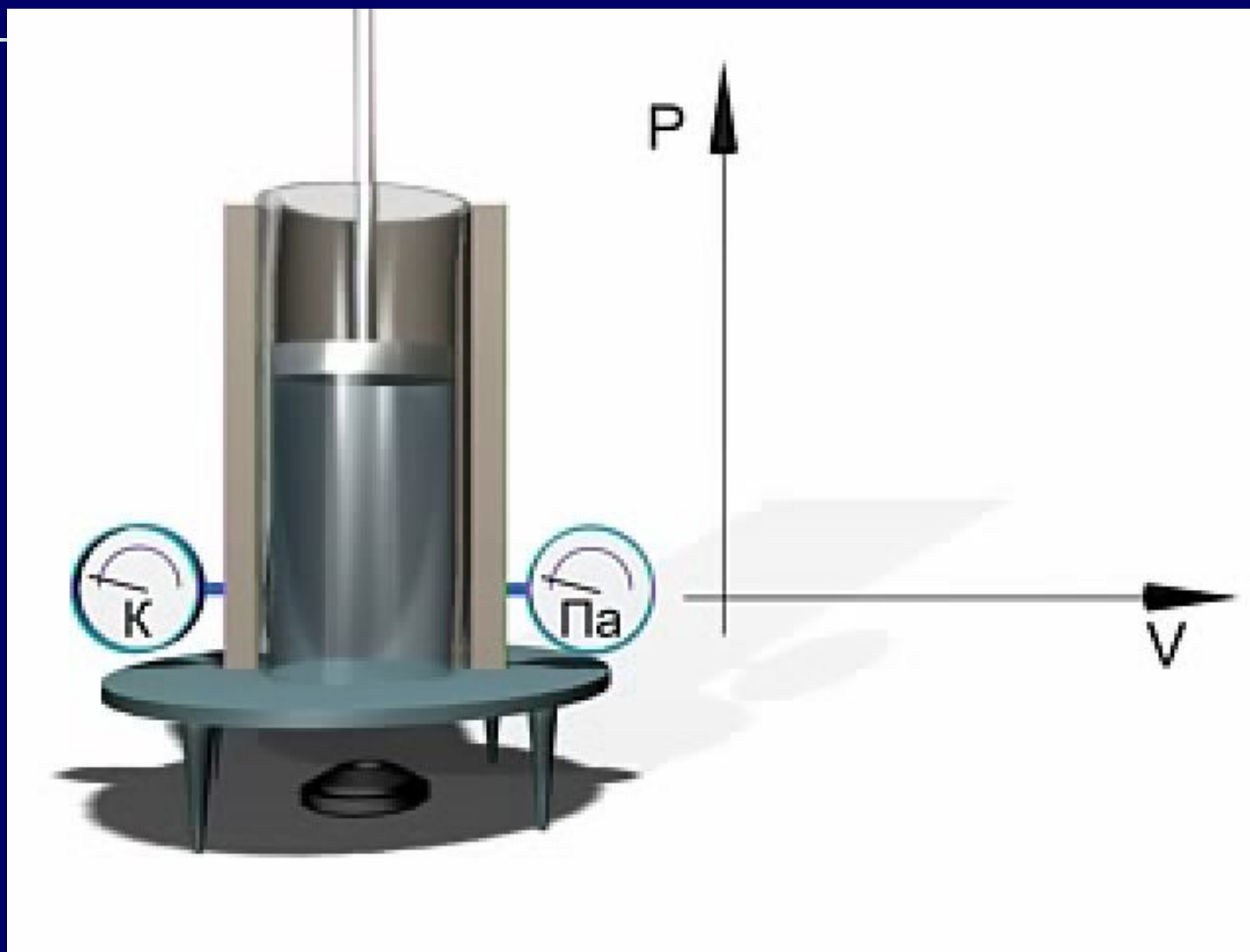
(уравнение изотермического
процесса – уравнение Бойля-Мариотта)

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

Этот закон экспериментально был открыт английским ученым **Р. Бойлем** и французским ученым **Э. Мариоттом**. Поэтому он носит название *закон Бойля-Мариотта*.



Изотермическим можно считать процесс медленного сжатия воздуха под поршнем.

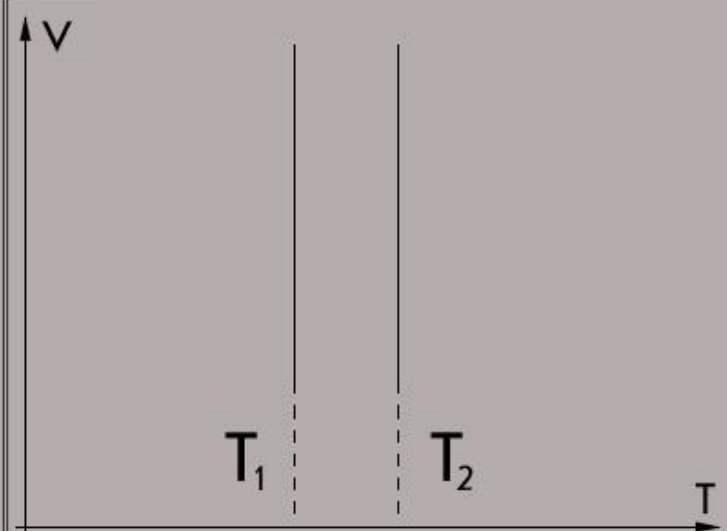
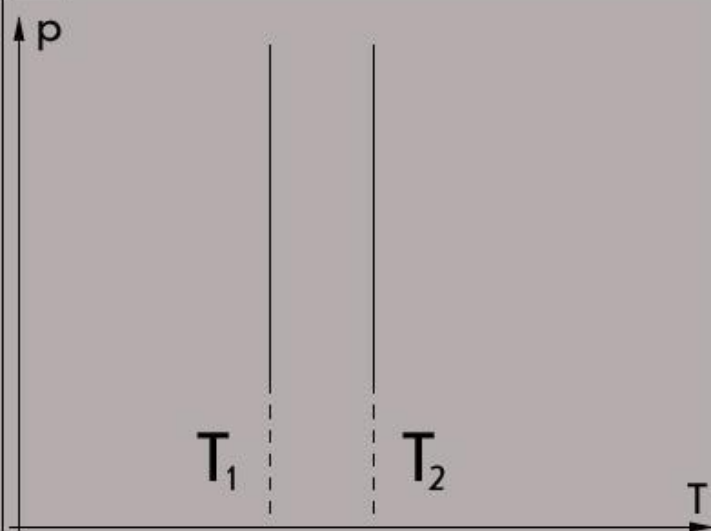
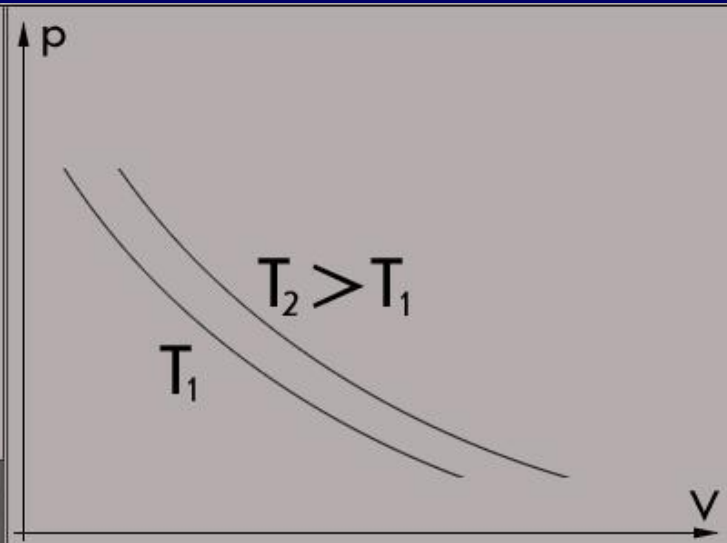


Графически процесс изображается с помощью изотерм:

Изотермический процесс
Закон Бойля-Мариотта

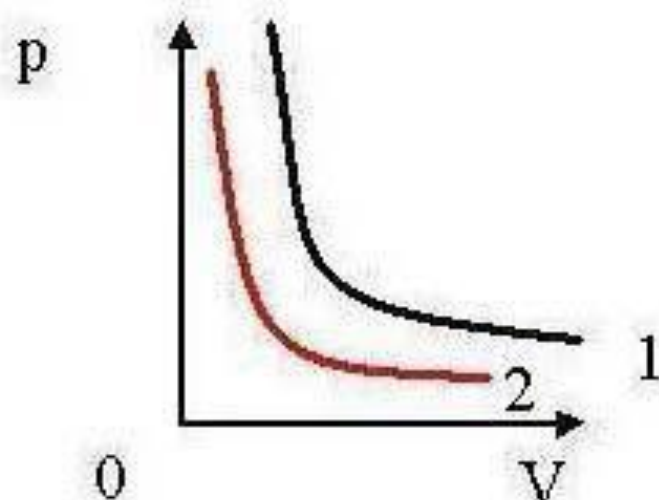
$$\begin{aligned}T &= \text{const} \\ m &= \text{const} \\ pV &= \text{const}\end{aligned}$$

графики зависимости — ИЗОТЕРМЫ



ИЗОТЕРМИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Рассмотрим два изотермических процесса с постоянными температурами T_1 и T_2



$T = \text{const}$

$$T_1; p_1 V_1 = b_1 \quad b_1 = \frac{m}{M} RT_1$$

$$T_2; p_2 V_2 = b_2 \quad b_2 = \frac{m}{M} RT_2$$

$$\text{т.к. } b_1 > b_2, \text{ то}$$

$$\frac{m}{M} RT_2 < \frac{m}{M} RT_1$$

$$T_2 < T_1$$

Значит, ниже находится график того изотермического процесса, у которого температура меньше.

Изобарный процесс

Изобарный процесс – процесс изменения состояния термодинамической системы *при постоянном давлении.*

Получим закон, описывающий данный процесс.

Для этого используем уравнение Менделеева – Клапейрона.

Запишем его для 2-х состояний:

$$P_1 * V_1 = \nu * R * T \quad (1) \quad \text{и} \quad P_2 * V_2 = \nu * R * T \quad (2)$$

Если $P = \text{const}$, то $V/T = \text{const}$

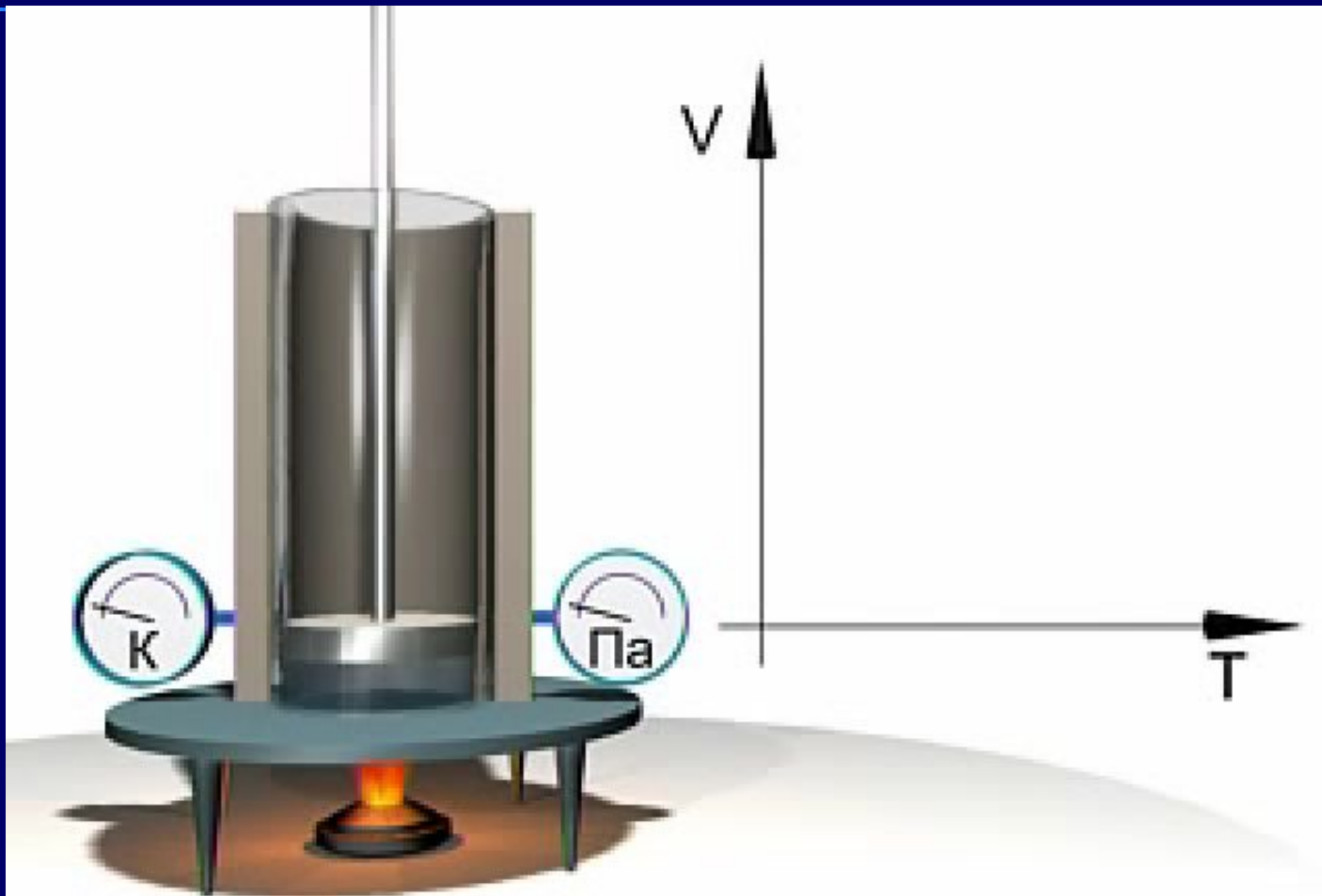
(это уравнение изобарного процесса – уравнение Гей-Люссака)

Для газа данной массы отношение объёма к температуре постоянно, если давление газа не меняется.

Этот закон был установлен экспериментально в 1802 г. французским ученым **Ж.Гей-Люссаком** и носит название *закона Гей-Люссака*.



**Изобарным можно считать расширение
газа при нагревании его в цилиндре с
подвижным поршнем.**

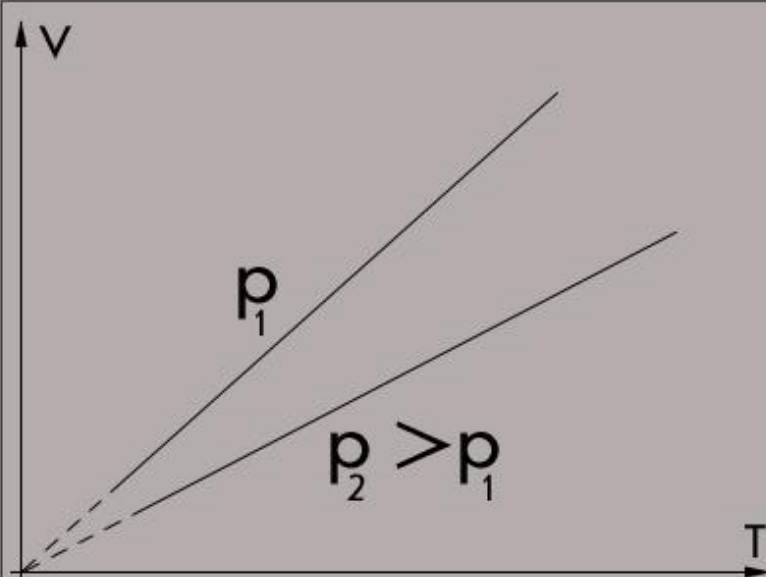
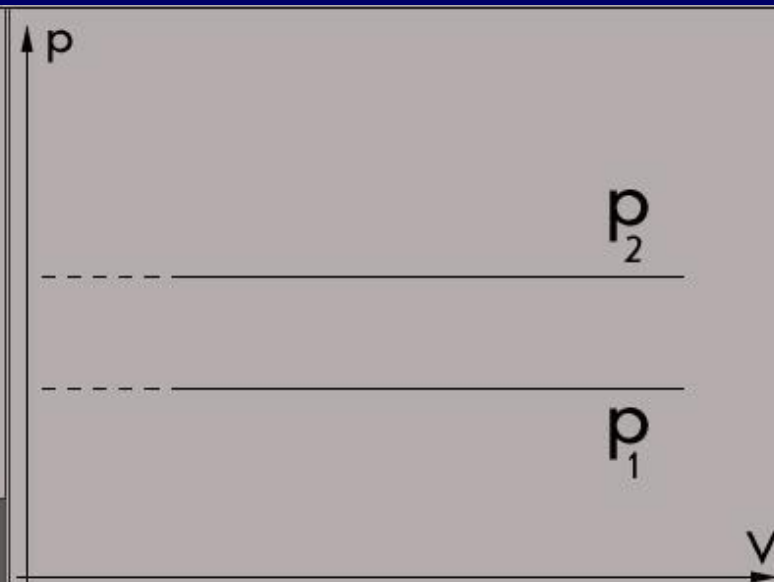


Графически процесс изображается с помощью изобар:

Изобарный процесс
Закон Гей-Люссака

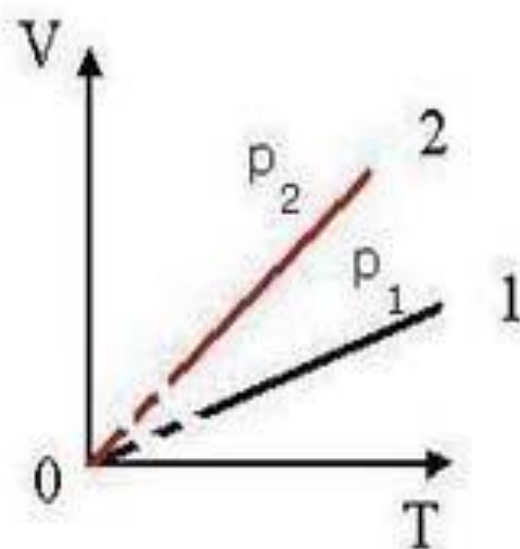
$$\begin{aligned} p &= \text{const} \\ m &= \text{const} \\ \frac{V}{T} &= \text{const} \end{aligned}$$

графики зависимости — ИЗОБАРЫ



изобарный процесс

Рассмотрим два изобарных процесса с давлениями p_1 и p_2



$p = \text{const}$

$$p_1; V_1 = c_1 T_1; \quad c_1 = \frac{mR}{Mp_1}$$

$$p_2; V_2 = c_2 T_2; \quad c_2 = \frac{mR}{Mp_2}$$

$$\text{т.к.} \quad c_1 < c_2, \text{ то}$$

$$\frac{mR}{Mp_1} < \frac{mR}{Mp_2}$$

$$p_1 > p_2$$

Значит, угол наклона изобары меньше у той, у которой больше давление, а угол наклона изобары больше у той, у которой меньше давление.

Изохорный процесс

Изохорный процесс – процесс изменения состояния термодинамической системы *при постоянном объёме.*

Получим закон, описывающий данный процесс.

Для этого используем уравнение Менделеева Клайпейрона.

Запишем его для 2-х состояний:

$$P_1 * V_1 = \nu * R * T \quad (1) \quad \text{и} \quad P_2 * V_2 = \nu * R * T \quad (2)$$

Если $V = \text{const}$, то $P/T = \text{const}$

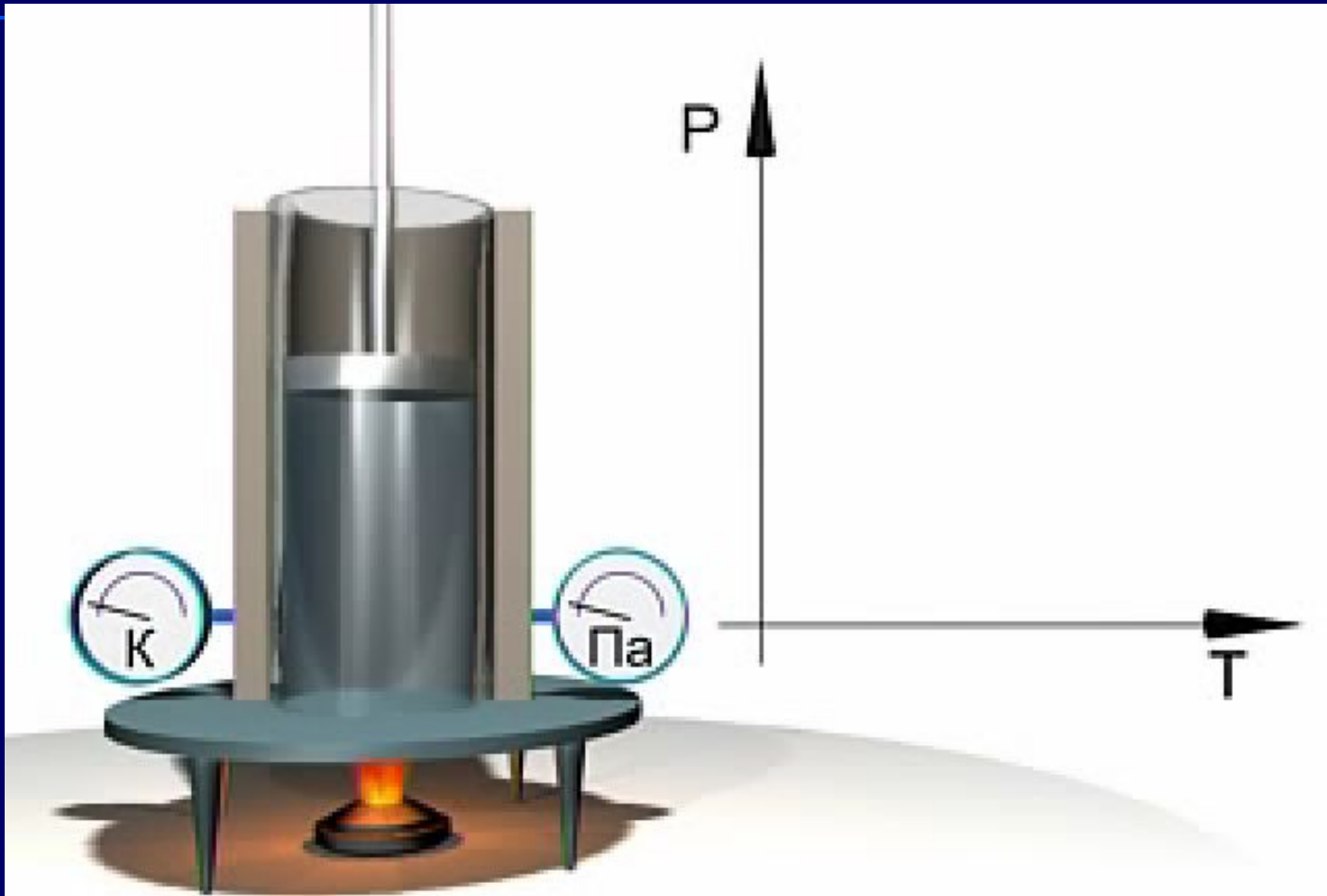
(это уравнение изобарного процесса – уравнение Шарля)

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

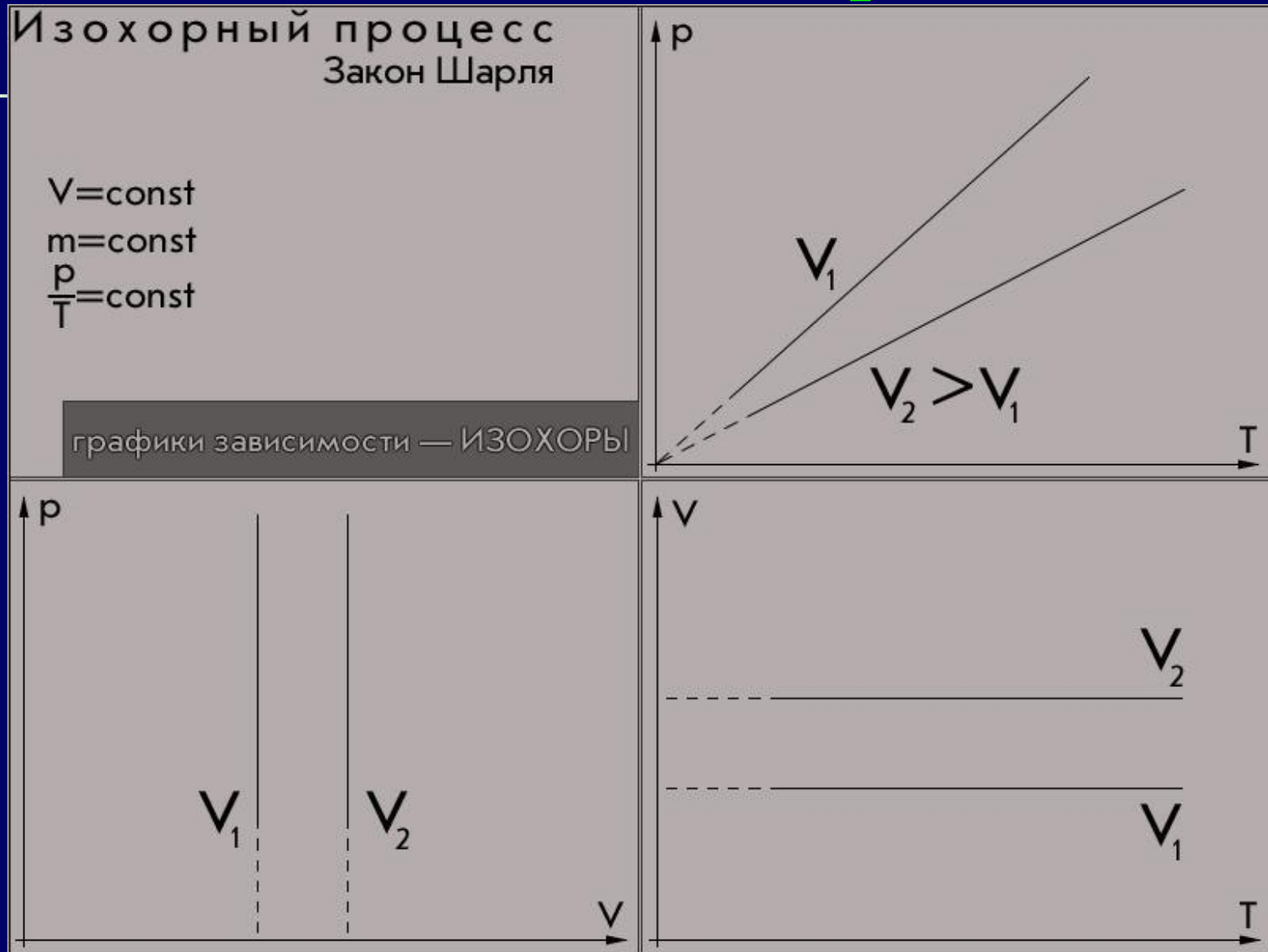
Этот закон был установлен в 1787 г.
французским физиком **Ж. Шарлем** и носит
название *закона Шарля*.



**Изохорным можно считать процесс
увеличения давления газа в любой
емкости при нагревании.**

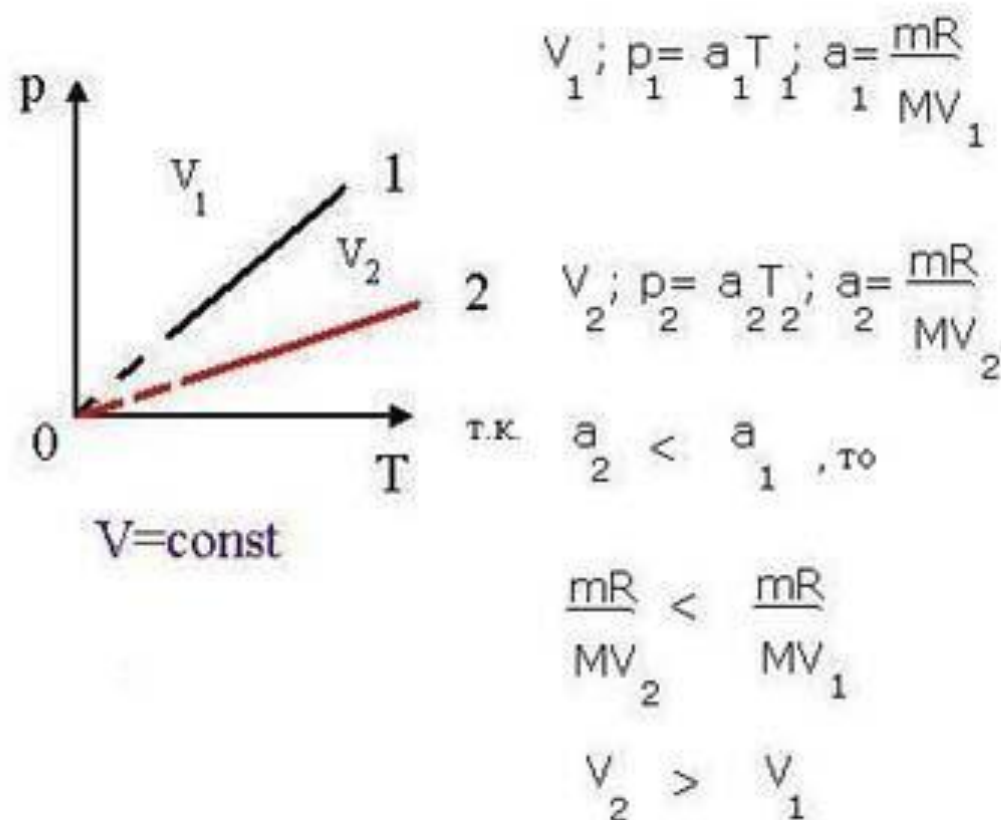


Графически процесс изображается с помощью **ИЗОХОР**:



Изохорный процесс

Рассмотрим два изохорных процесса с объемами V_1 и V_2 .



Значит, угол наклона изохоры больше у той, у которой меньше объем, а угол наклона изохоры меньше у той, у которой больше объем.

Разбор задачи

При температуре 27 С давление газа в закрытом сосуде было 75 кПа. Каким будет давление газа при температуре равной –13 С?

Выясняем, что процесс изохорный, т.к. сосуд закрыт, меняются только Р,Т. Запишем закон Шарля, выразим давление во 2-м случае. Все единицы выразим в системе СИ.

Дано

$$T_1 = 27 \text{ С}$$

$$T_2 = -13 \text{ С}$$

$$P_1 = 75 \text{ кПа}$$

$$P_2 = ?$$

СИ

$$300 \text{ К}$$

$$260 \text{ К}$$

$$75000 \text{ Па}$$

Решение

$$P_1/T_1 = P_2/T_2$$

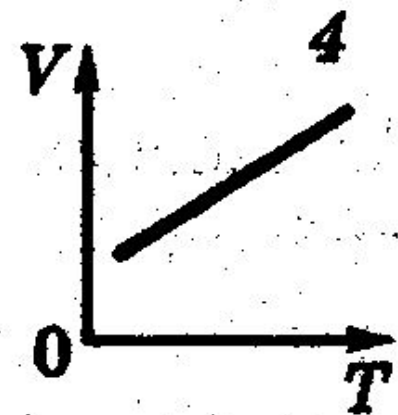
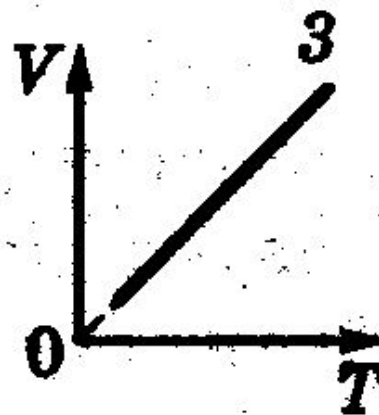
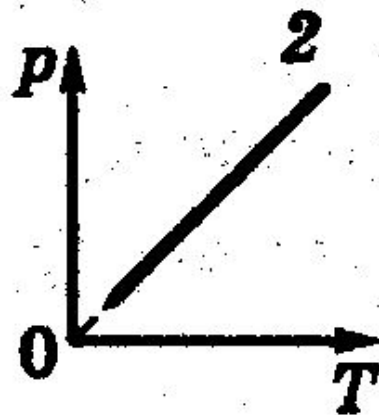
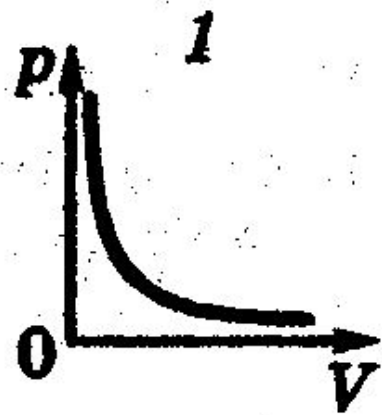
$$\text{отсюда } P_2 = P_1 * T_2 / T_1$$

$$P_2 = \frac{75000 \text{ Па} * 260 \text{ К}}{300 \text{ К}} = 65000 \text{ Па}$$

$$\text{Ответ: } P_2 = 65000 \text{ Па} = 65 \text{ кПа}$$

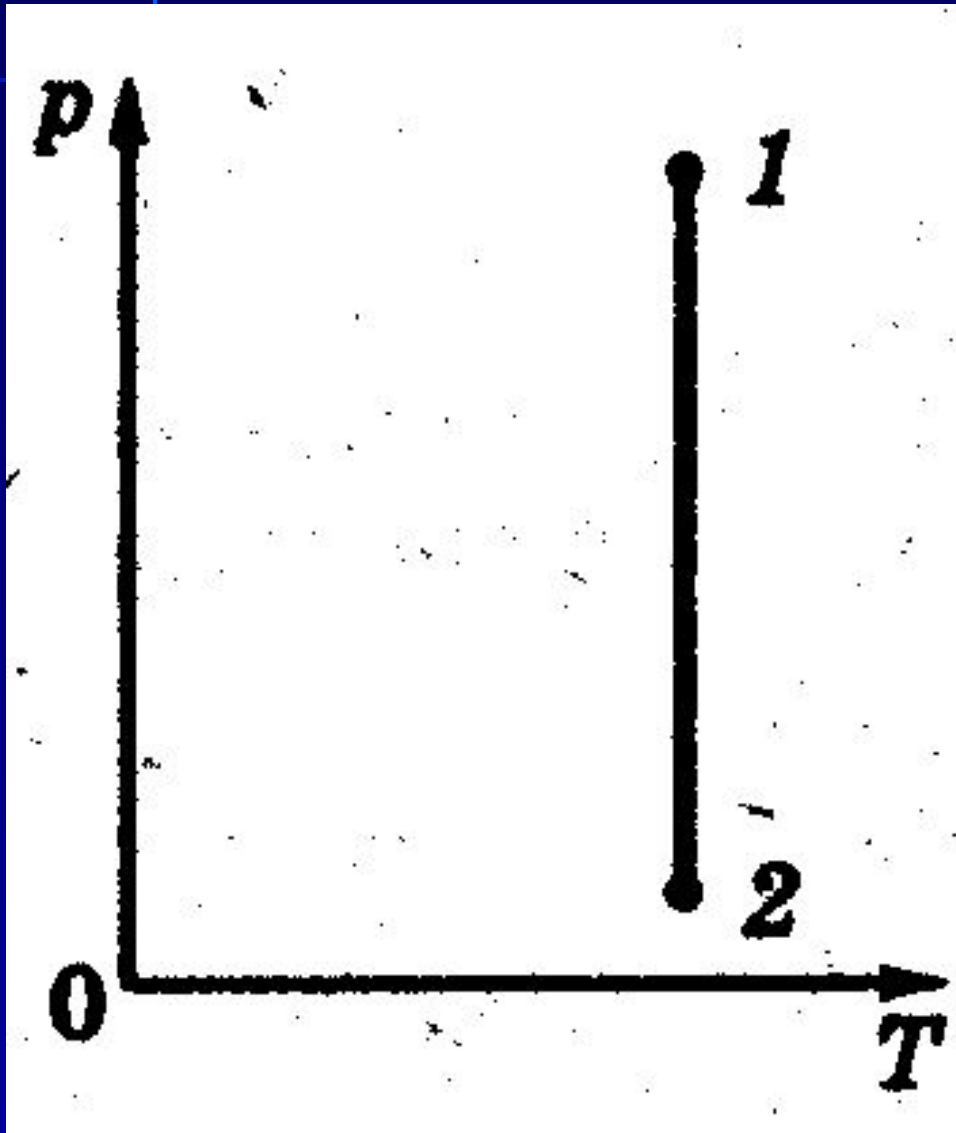
Закрепление материала

1. Изобарному процессу в идеальном газе соответствует график...



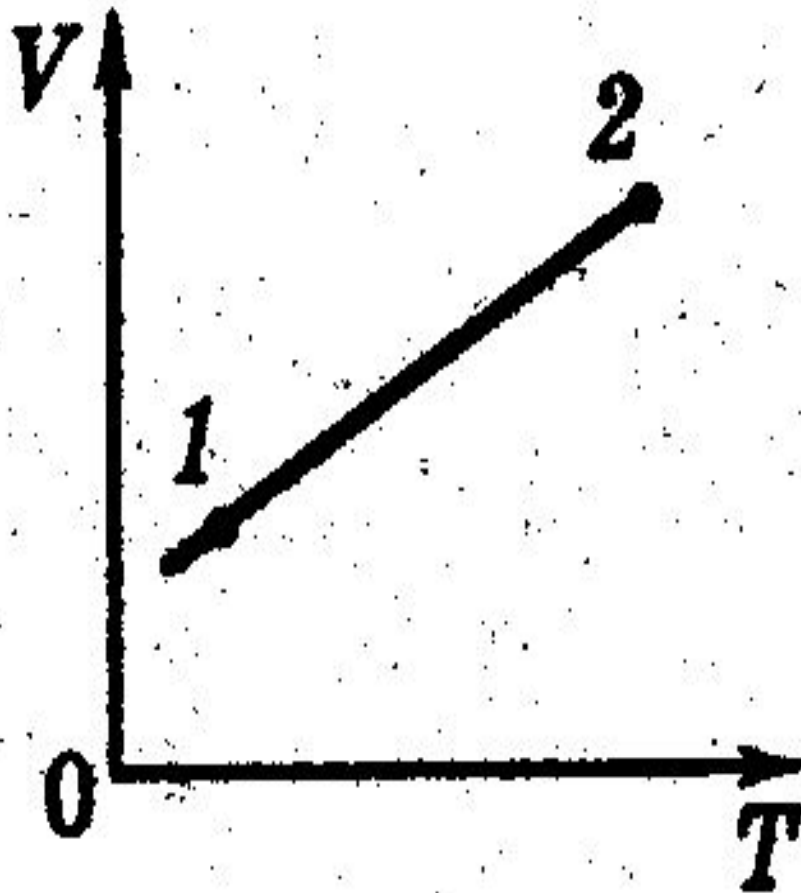
А. 1. Б. 2. В. 3. Г. 4.

2. Определите изменения термодинамических параметров при переходе идеального газа из состояния 1 в состояние 2.



- А. p — const,
 V — увеличился,
 T — увеличилась.
- Б. p — уменьшилось,
 V — const,
 T — уменьшилась.
- В. p — увеличилось,
 V — уменьшился,
 T — const .
- Г. p — уменьшилось,
 V — увеличился,
 T — const .

3. Сравните термодинамические параметры идеального газа, соответствующие состояниям 1 и 2 данного графика, если масса газа неизменна.



- А. $p_1 > p_2$
 $V_1 < V_2$
 $T_1 < T_2$.
- Б. $p_1 < p_2$
 $V_1 < V_2$
 $T_1 < T_2$
- В. $p_1 = p_2$,
 $V_1 > V_2$,
 $T_1 < T_2$.
- Г. $p_1 = p_2$,
 $V_1 < V_2$,
 $T_1 > T_2$.