



Каждый газ  
имеет право...

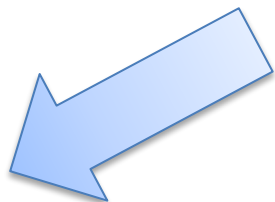
# Газовые законы

$$PV = \frac{m}{M}RT$$

**Газовые законы** — количественные зависимости между двумя макроскопическими параметрами газа при неизменной массе и постоянстве третьего параметра.

**Изопроцессы** — процессы, протекающие при неизменном значении одного из макроскопических параметров газа.

# Изопроцессы



Изотермический

Изобарный

Изохорный



$$T = const$$

$$P = const$$

$$V = const$$

# Изотермический процесс

$$PV = \frac{m}{M}RT$$

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

$$PV = \nu RT$$

$$PV = \text{const}$$

# Закон Бойля-Мариотта



Роберт Бойль  
1627 — 1691

$$PV = const,$$

при  $T = const$



Эдм Мариотт  
1620 — 1684

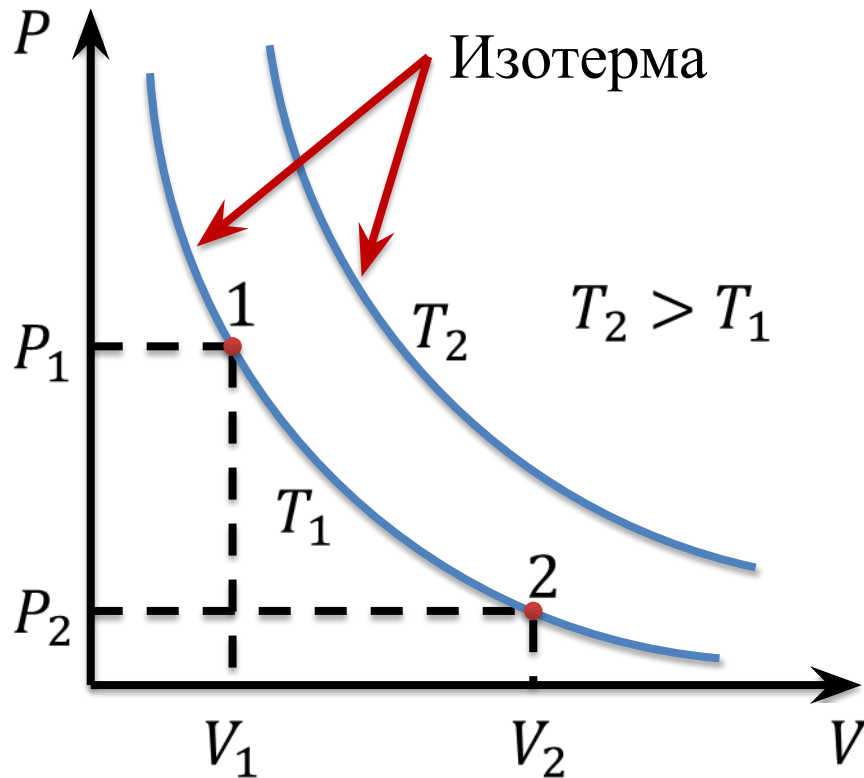
# Изотермический процесс

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

$$PV = \text{const}$$

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

$$P_1V_1 = P_2V_2 = \dots = P_nV_n$$



# Изобарный процесс

$$PV = \frac{m}{M}RT$$

$$m = \text{const}, P = \text{const}$$

$$PV = \nu RT \quad \frac{V}{T} = \frac{\nu R}{P}$$

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

# Закон Гей-Люссака



Жозеф Гей-Люссак

1778 — 1850

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

при  $P = \text{const}$



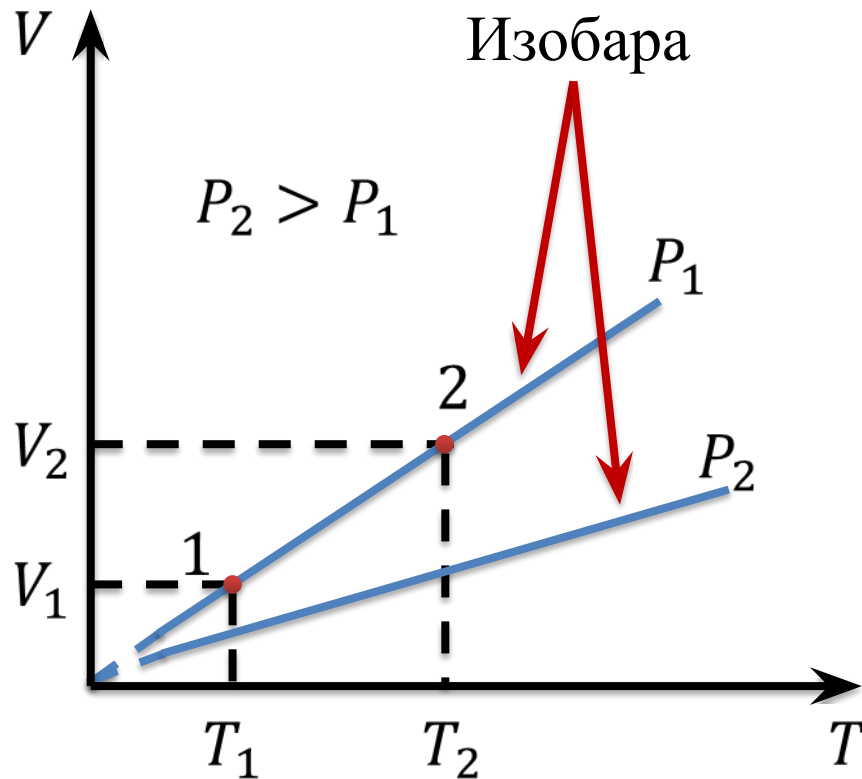
# Изобарный процесс

$$m = \text{const}, P = \text{const}$$

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

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

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \dots = \frac{V_n}{T_n}$$



# Изохорный процесс

$$PV = \frac{m}{M}RT$$

$$m = \text{const}, V = \text{const}$$

$$PV = \nu RT \quad \frac{P}{T} = \frac{\nu R}{V}$$

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

# Закон Шарля



Жак Шарль  
1746 — 1823

$$\frac{P}{T} = \text{const},$$

при  $V = \text{const}$

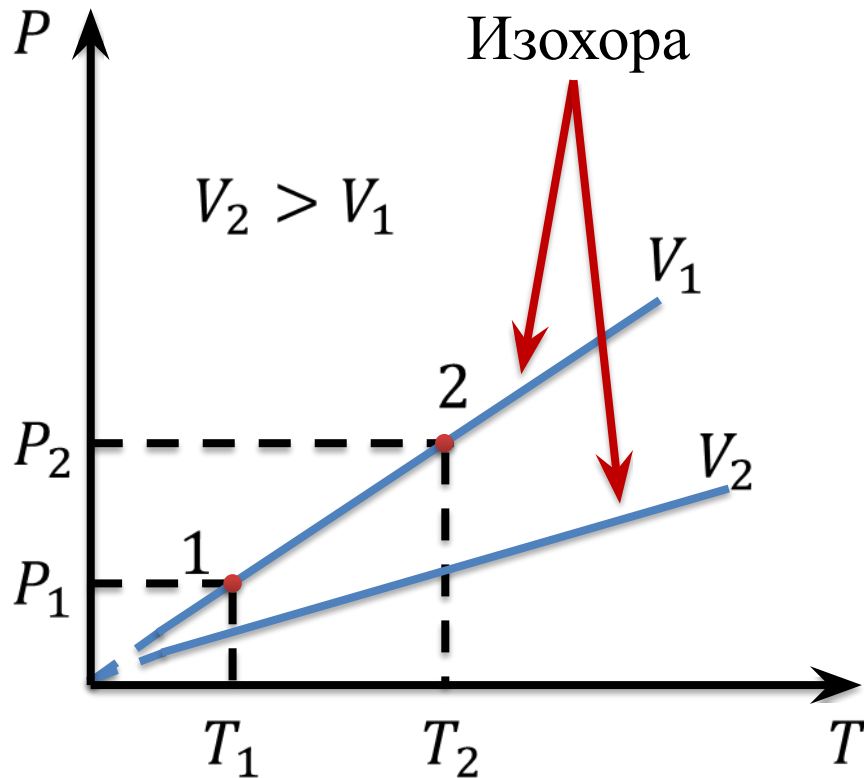
# Изохорный процесс

$$m = \text{const}, V = \text{const}$$

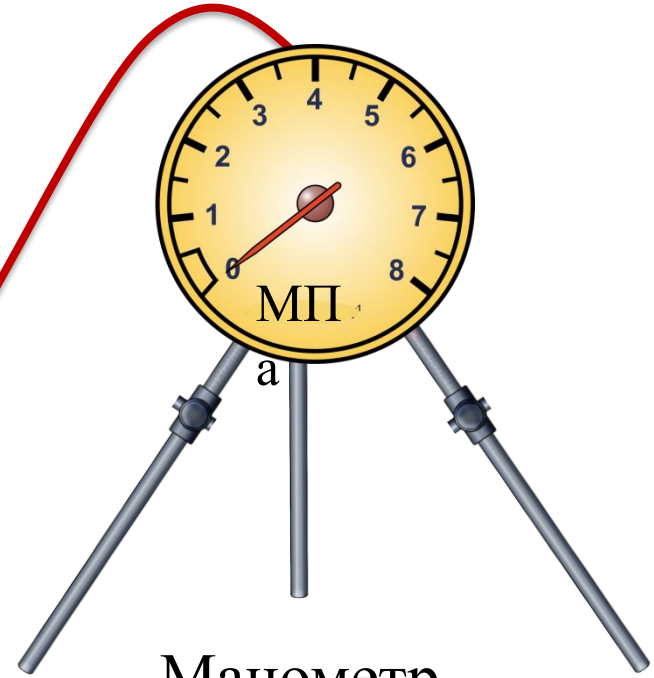
$$\frac{P}{T} = \text{const}$$

$$P = T \times \text{const}$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = \dots = \frac{P_n}{T_n}$$



$$PV = \nu RT$$
$$V = \text{const}$$



Манометр

# Закон Бойля-Мариотта (изотермический процесс)



Роберт Бойль  
1627 — 1691

1662 год

$$PV = \text{const},$$

при  $T = \text{const}$

1676 год



Эдм Мариотт  
1620 — 1684

# Закон Шарля (изохорный процесс)



Жак Шарль  
1746 — 1823

1787 год

$$\frac{P}{T} = \text{const},$$

при  $V = \text{const}$

# Закон Гей-Люссака (изобарный процесс)



Жозеф Гей-Люссак

1778 — 1850

1802 год

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

при  $P = \text{const}$



# Уравнение Клапейрона



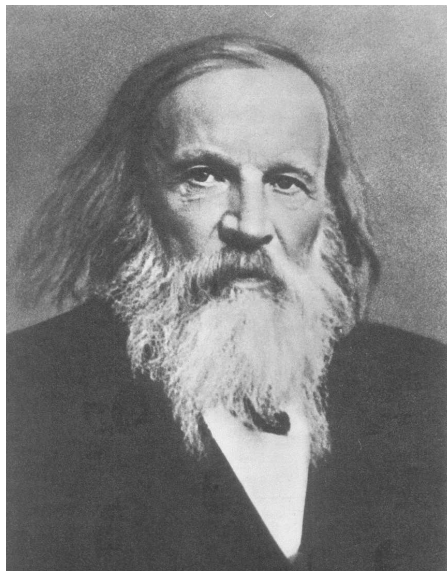
Бенуа Клапейрон  
1799 — 1864

1834 год

$$\frac{PV}{T} = \text{const},$$

при  $m = \text{const}$

# Уравнение Менделеева-Клапейрона



Дмитрий Менделеев

1834 — 1907

1874 год

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

Газ изотермически расширяется от объёма, равного **1 л** до объёма, равного **3 л**. Если начальное давление газа было равно **360 кПа**, то каким станет его давление, когда газ закончит расширяться?

Дано:

$$T = const$$

$$V_0 = 1 \text{ л}$$

$$V = 3 \text{ л}$$

$$P_0 = 360 \text{ кПа}$$

---

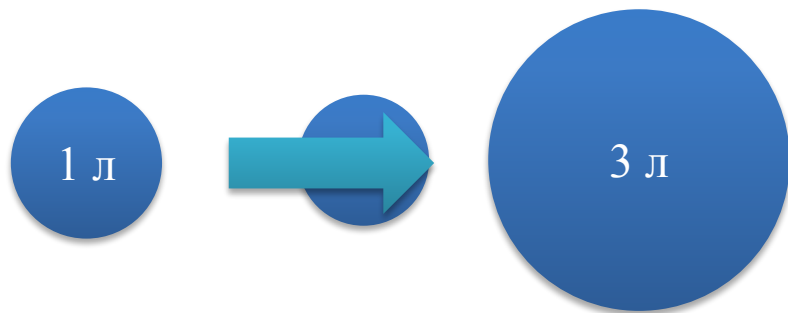
$$P - ?$$

$$PV = const$$

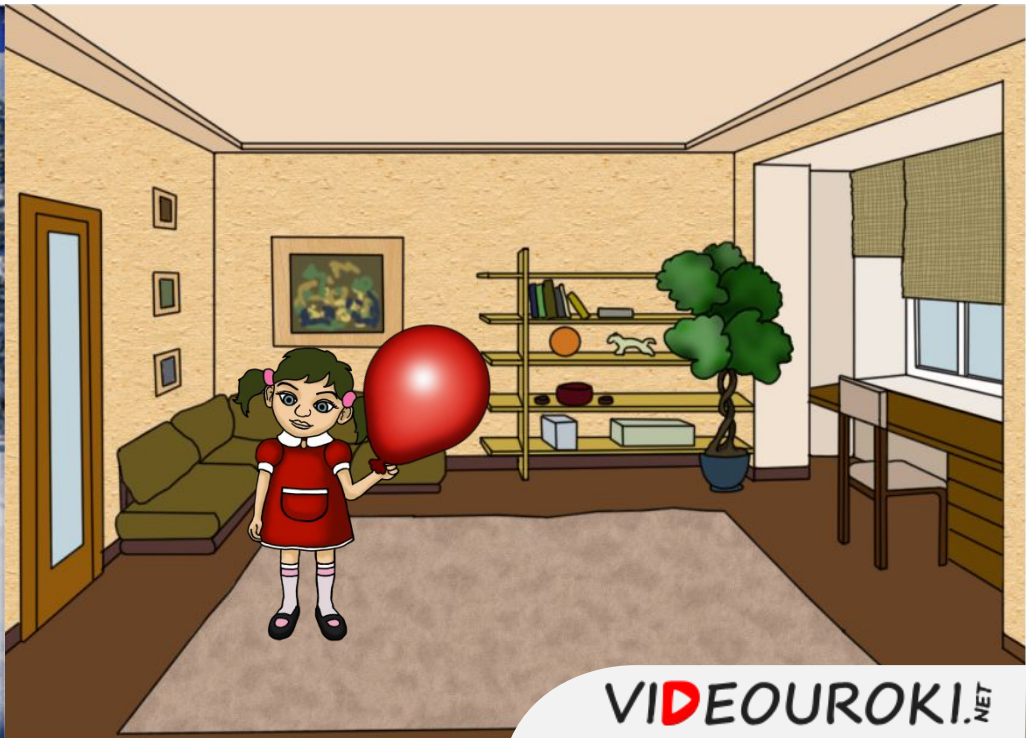
$$P_0V_0 = PV$$

$$P = P_0 \frac{V_0}{V}$$

$$P = 360 \times \frac{1}{3} = 120 \text{ кПа}$$



Воздушный шарик, изначально находящийся в комнате при температуре  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ , выносят на мороз. Если температура воздуха на улице равна  $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$ , то во сколько раз уменьшится объём шарика? Считать, что давление не изменилось, и шарик не пропускает воздух.



Воздушный шарик, изначально находящийся в комнате при температуре  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ , выносят на мороз. Если температура воздуха на улице равна  $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$ , то во сколько раз уменьшится объём шарика? Считать, что давление не изменилось, и шарик не пропускает воздух.

Дано:

СИ

$$T_0 = 27\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$300\text{ K}$$

$$T = -23\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$250\text{ K}$$

$$P = \text{const}$$

$$m = \text{const}$$

---

$$\frac{V_0}{V} = ?$$

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

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T} \Rightarrow \frac{V_0}{V} = \frac{T_0}{T}$$

$$\frac{V_0}{V} = \frac{T_0}{T} = \frac{300}{250} = 1,2$$

На графике показан некий процесс, происходящий с кислородом, масса которого **20 г**. Определите объём газа, соответствующий указанной на графике точке.

Дано:

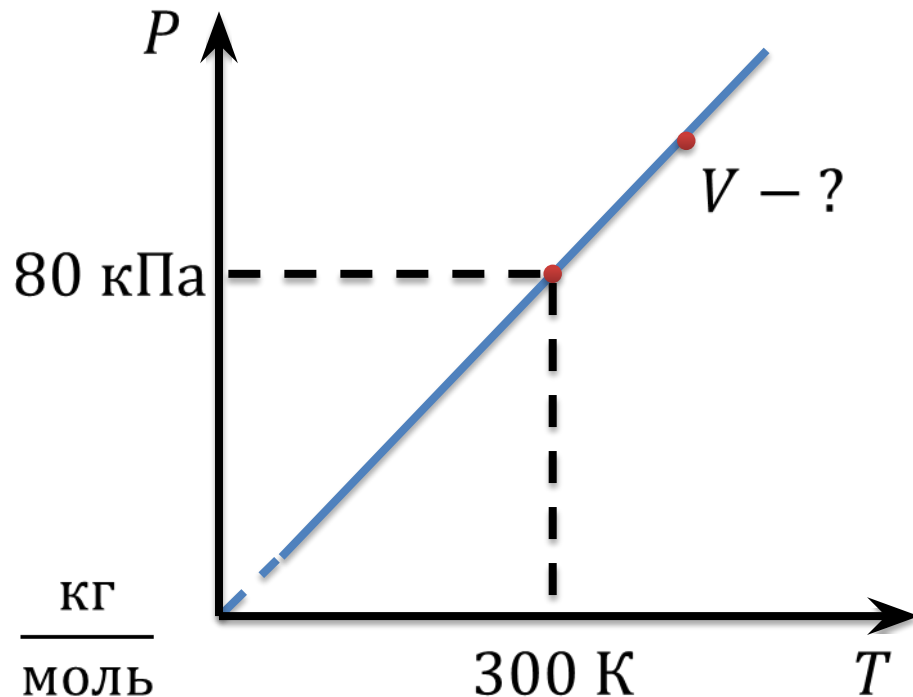
$$\frac{m = 0,02 \text{ кг } O_2}{V - ?}$$

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

$$V = \frac{mRT}{PM}$$



$$M(O_2) = 0,032 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$



На графике показан некий процесс, происходящий с кислородом, масса которого 20 г. Определите объём газа, соответствующий указанной на графике точке.

Дано:

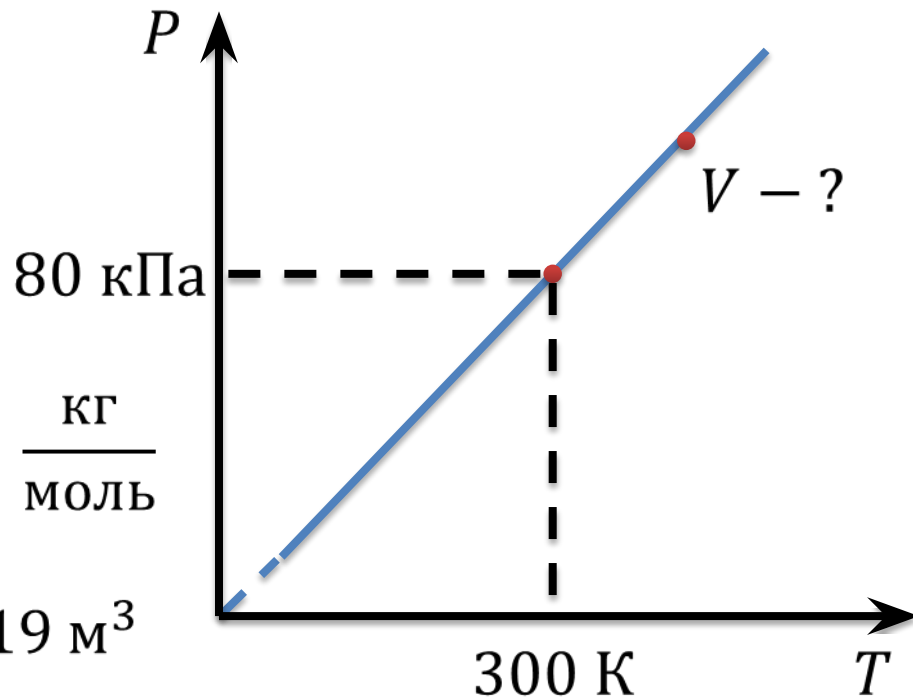
$$\begin{array}{|l} m = 0,02 \text{ кг} \\ O_2 \\ \hline V - ? \end{array}$$

$$V = \frac{mRT}{PM}$$



$$M(O_2) = 0,032 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$V = \frac{0,02 \times 8,31 \times 300}{80000 \times 0,032} = 0,019 \text{ м}^3$$



# Основные выводы

Название процесса	Постоянный параметр	Название закона	Математическое описание закона
<b>Изотермический</b>	Температура, $T$	Бойля-Мариотта	
<b>Изобарный</b>	Давление, $P$	Гей-Люссака	
<b>Изохорный</b>	Объём, $V$	Шарля	