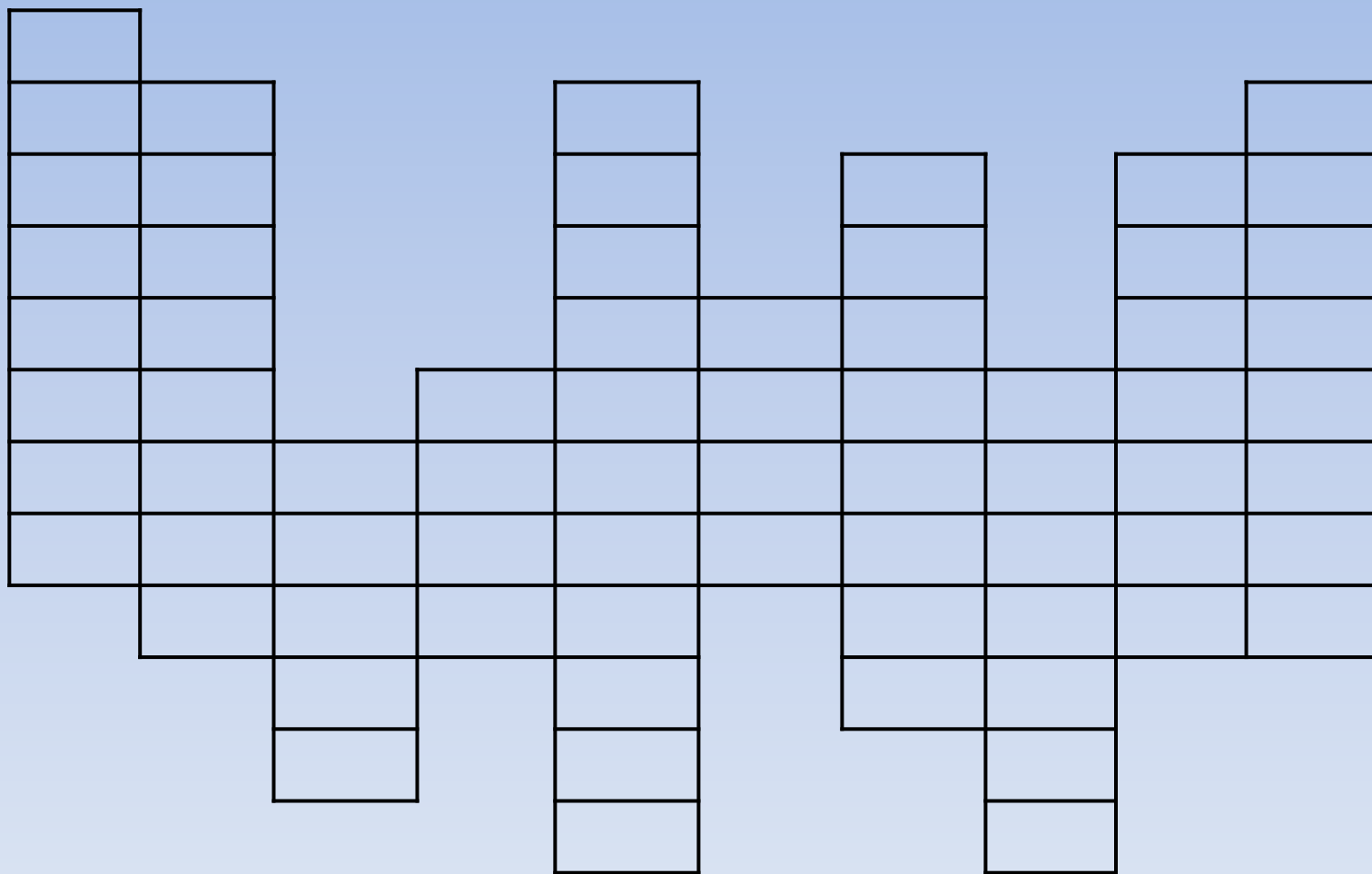


# **Идеальный газ. Основное уравнение МКТ и газовые законы**

Преподаватель Черткова Е.Н.

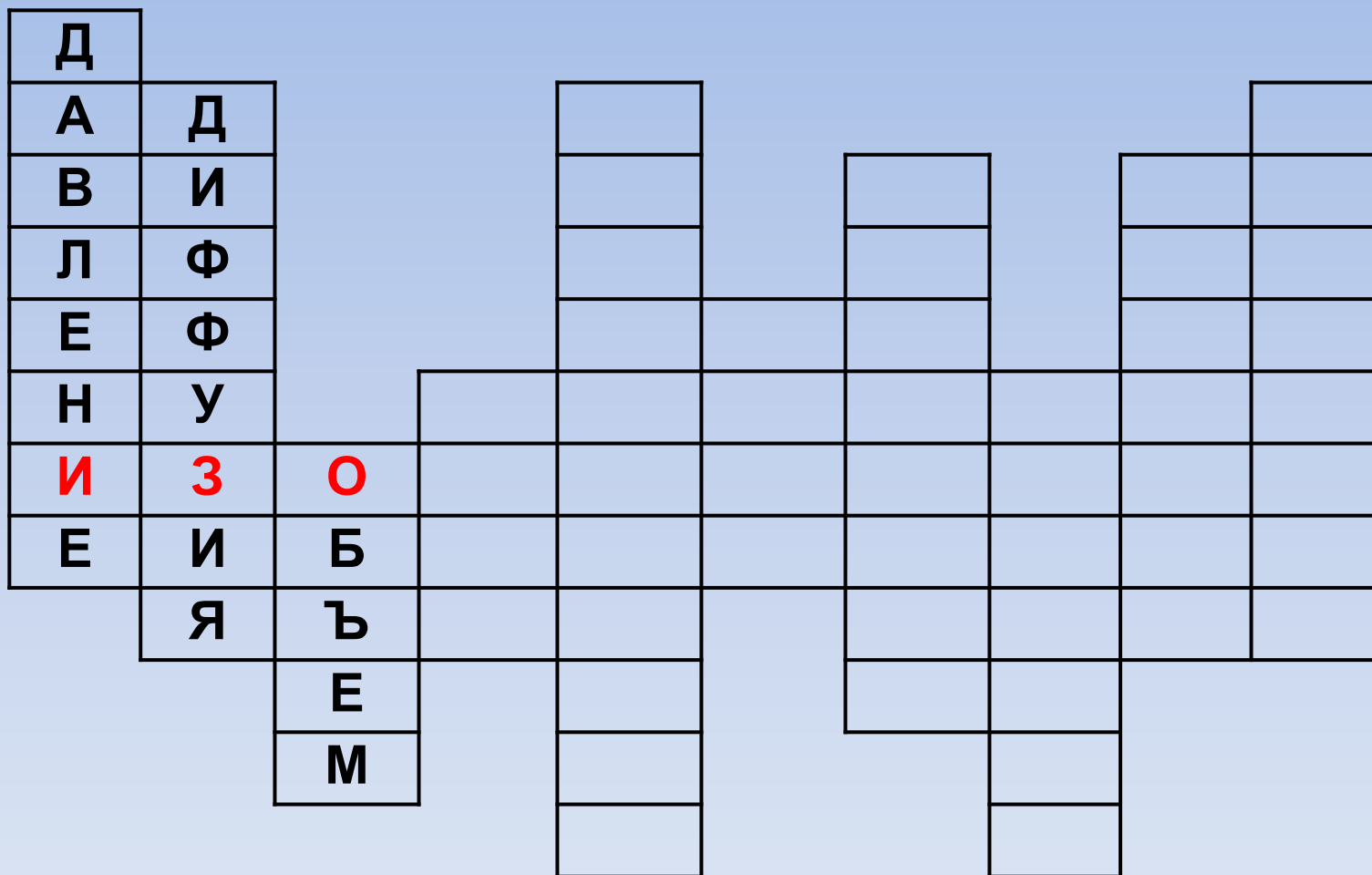
Физическая величина, равная отношению силы к площади поверхности.





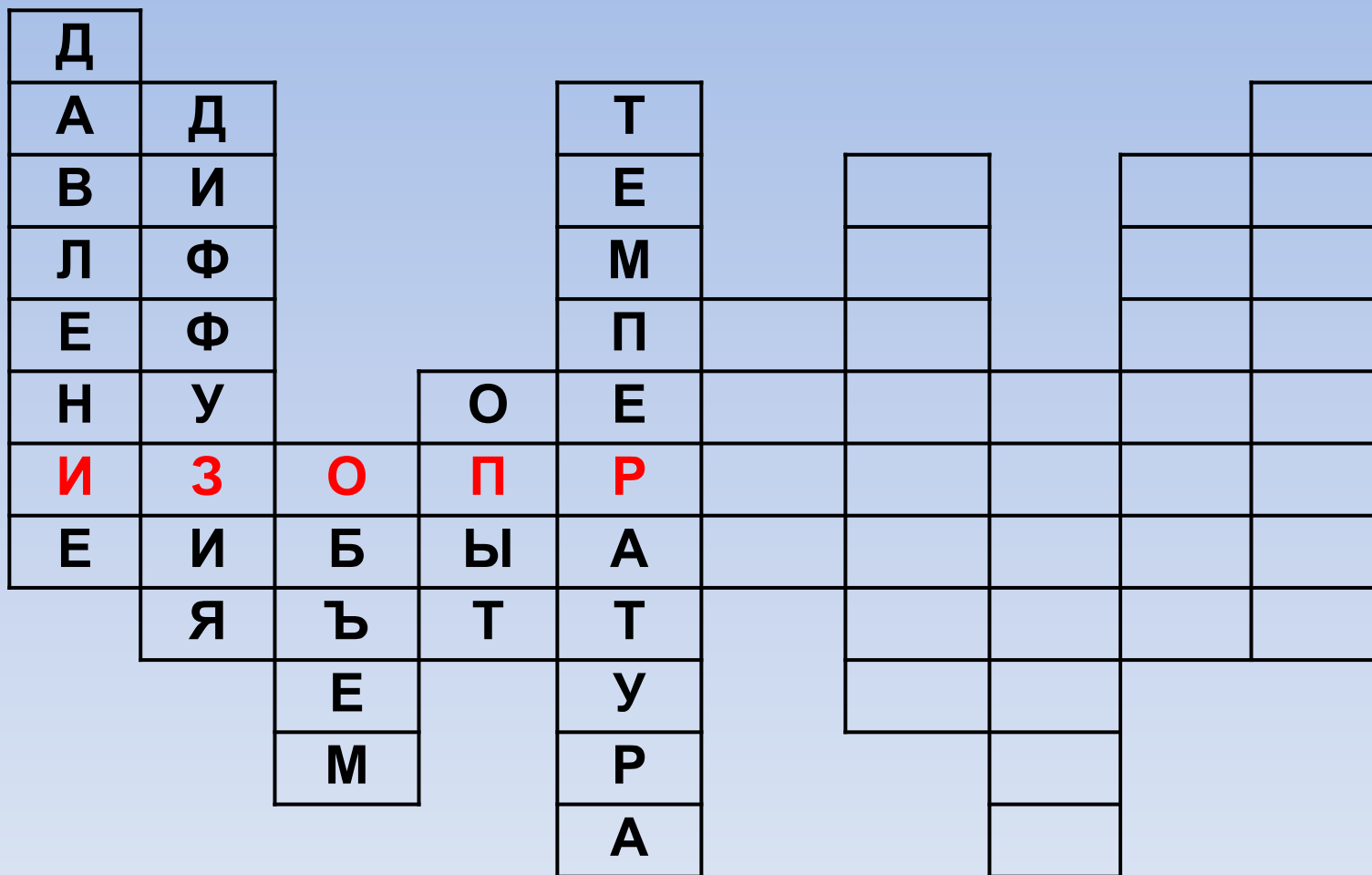


Для подтверждения теории физики ставят....

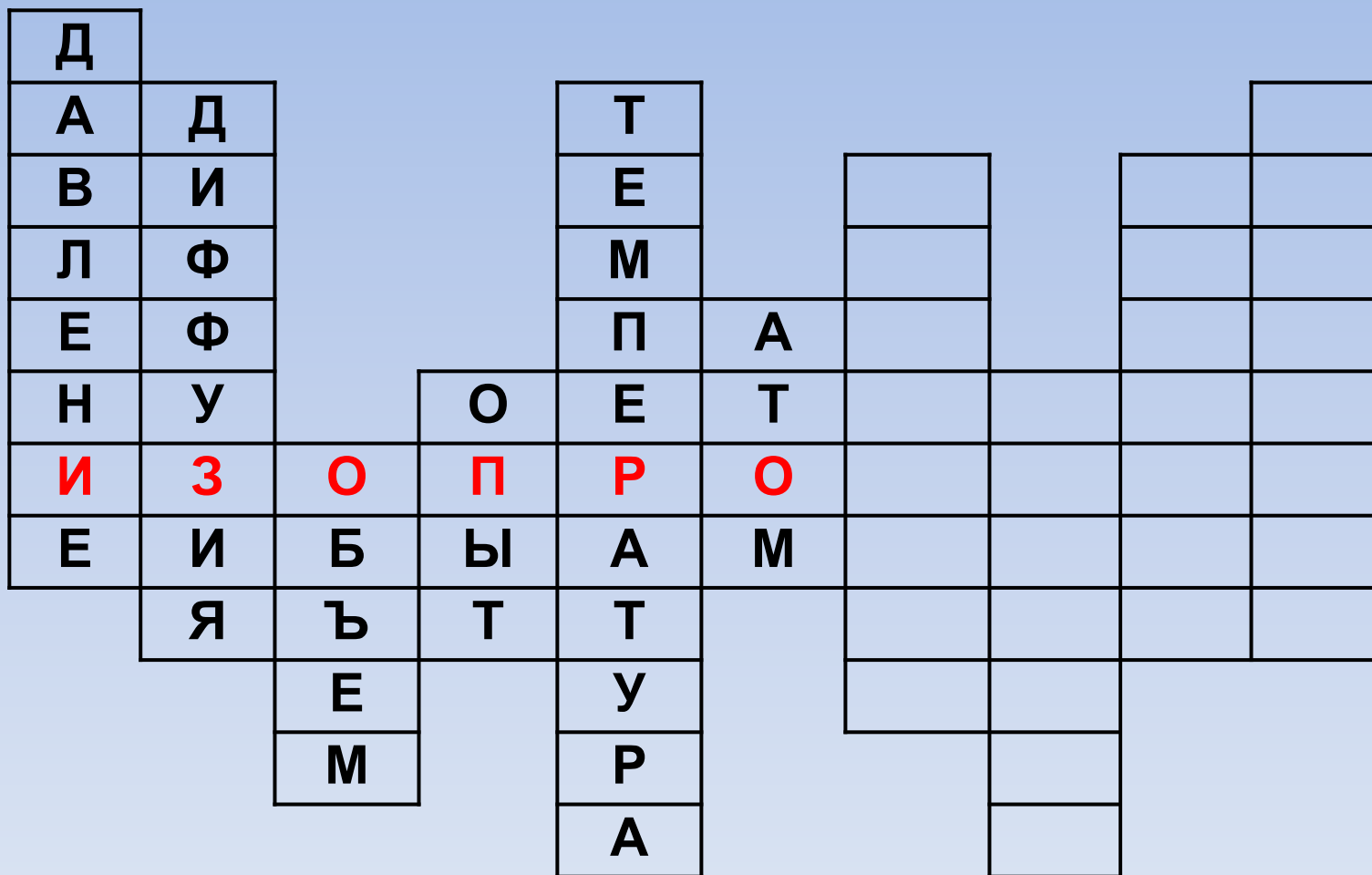




Мельчайшая частица химического элемента.

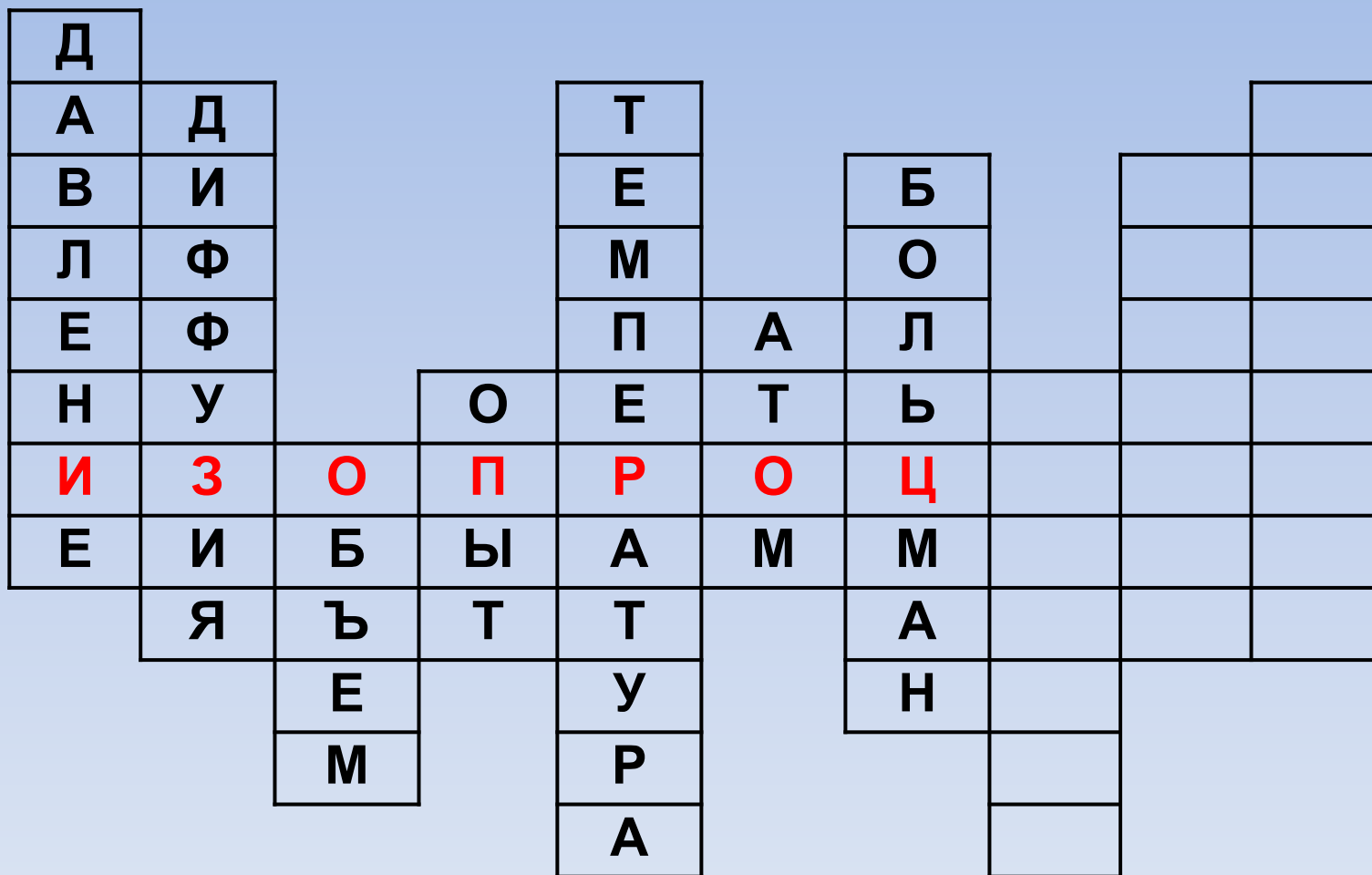


Его именем назван коэффициент пропорциональности между давлением и температурой.

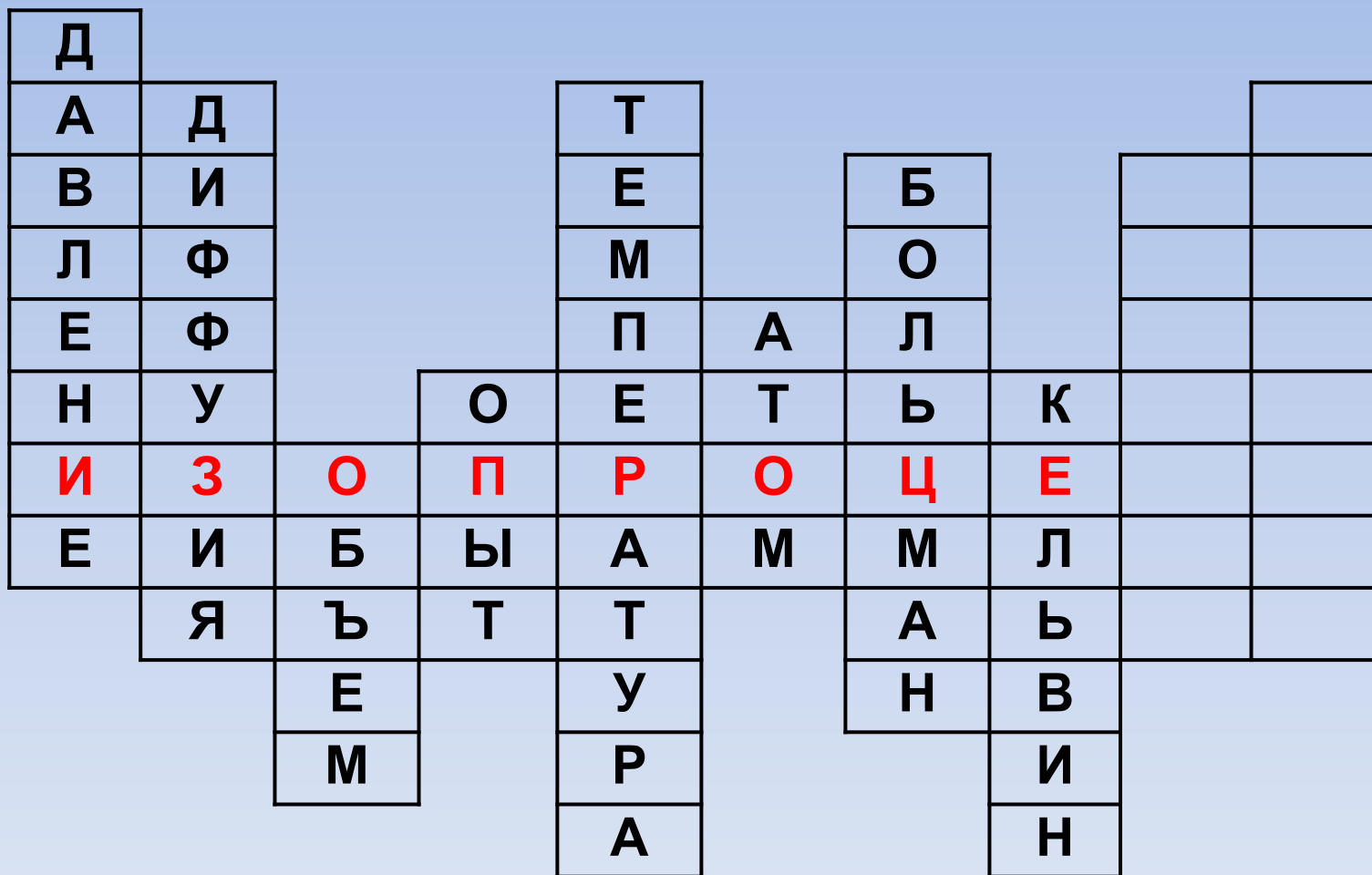




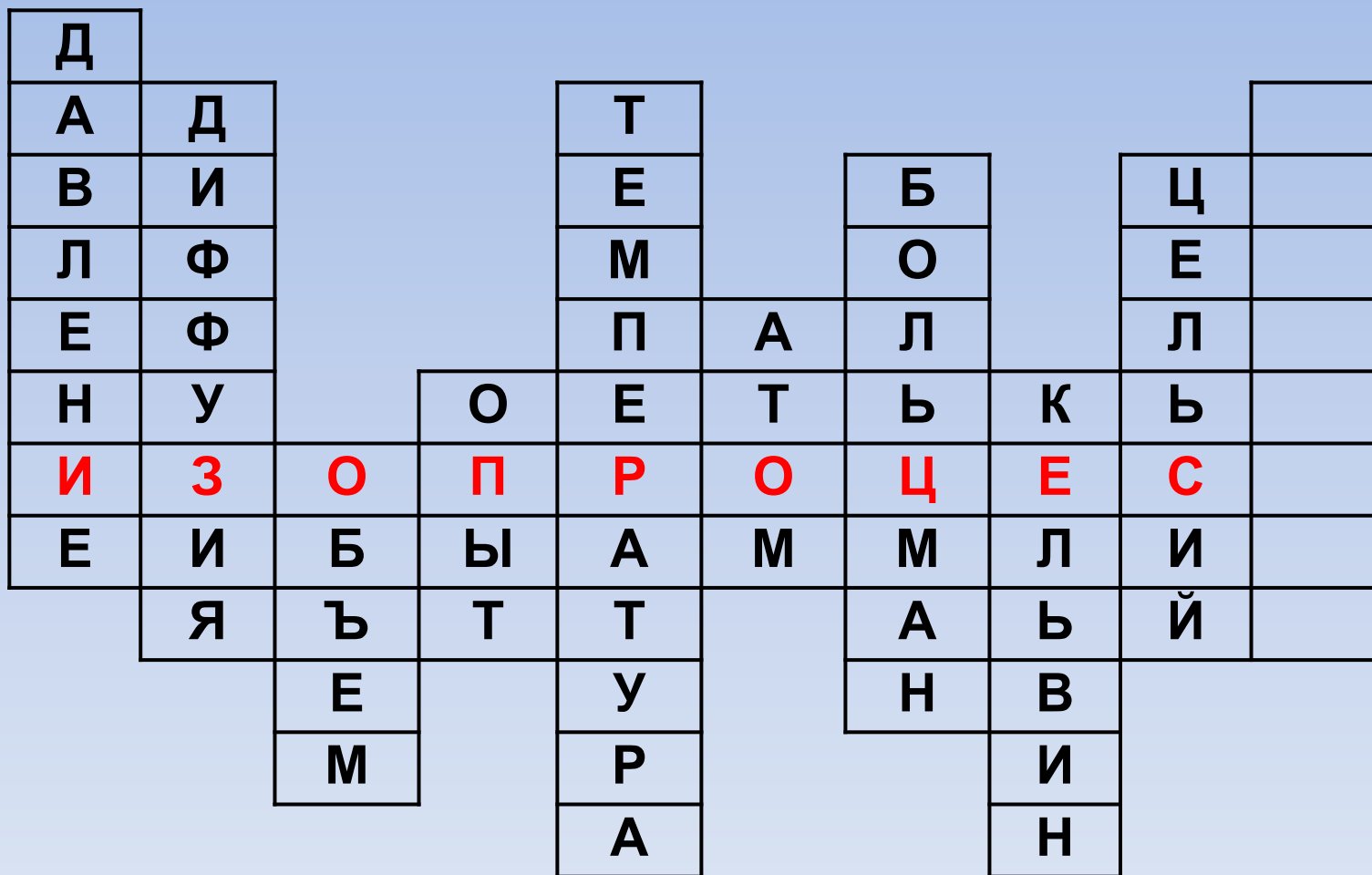
Его именем названа единица измерения термодинамической температуры.



Ученый, взявший за  $0^0$  точку плавления льда.



Микроскопический параметр, увеличивающийся с ростом температуры.



# МОЛОДЦЫ

Д									
А	Д			Т					С
В	И			Е		Б		Ц	К
Л	Ф			М		О		Е	О
Е	Ф			П	А	Л		Л	Р
Н	У		О	Е	Т	Ь	К	Ь	О
И	З	О	П	Р	О	Ц	Е	С	С
Е	И	Б	Ы	А	М	М	Л	И	Т
	Я	Ъ	Т	Т		А	Ь	Й	Ь
		Е		У		Н	В		
		М		Р			И		
				А			Н		

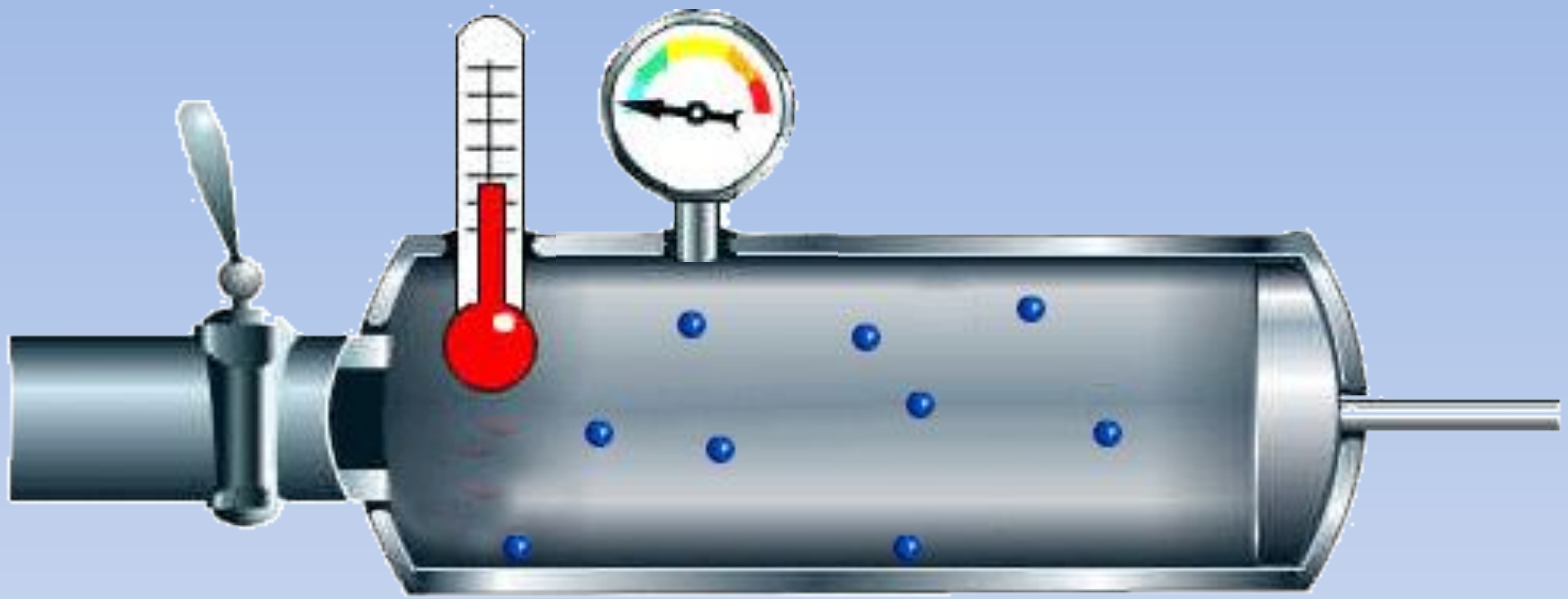
**«Посев научный взойдет  
для жатвы народной!»**

(Дмитрий Иванович Менделеев)

# Идеальный газ (модель)

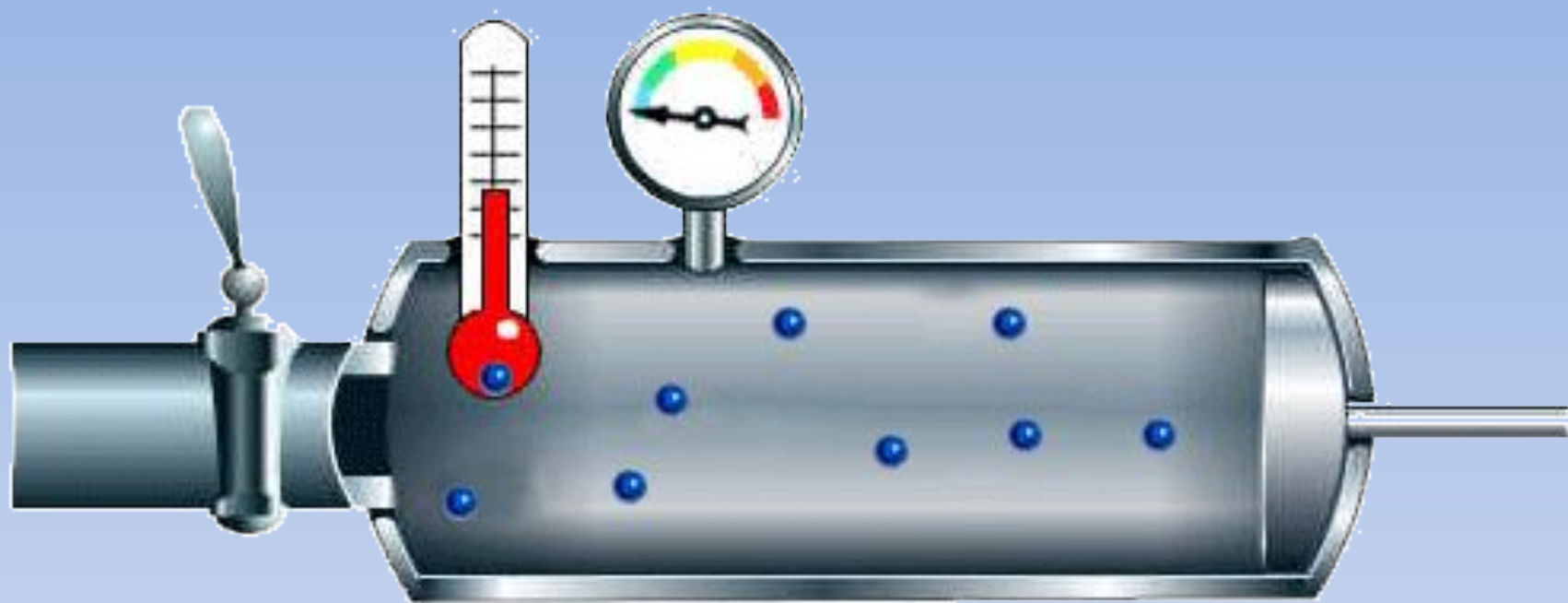
1. Совокупность большого числа молекул массой  $m_0$ , размерами молекул пренебрегают (принимают молекулы за материальные точки).
2. Молекулы находятся на больших расстояниях друг от друга и движутся хаотически.
3. Молекулы взаимодействуют по законам упругих столкновений, силами притяжения между молекулами пренебрегают.
4. Скорости молекул разнообразны, но при определенной температуре средняя скорость молекул остается постоянной.

ПОЧЕМУ ГАЗ ОКАЗЫВАЕТ  
ДАВЛЕНИЕ ?

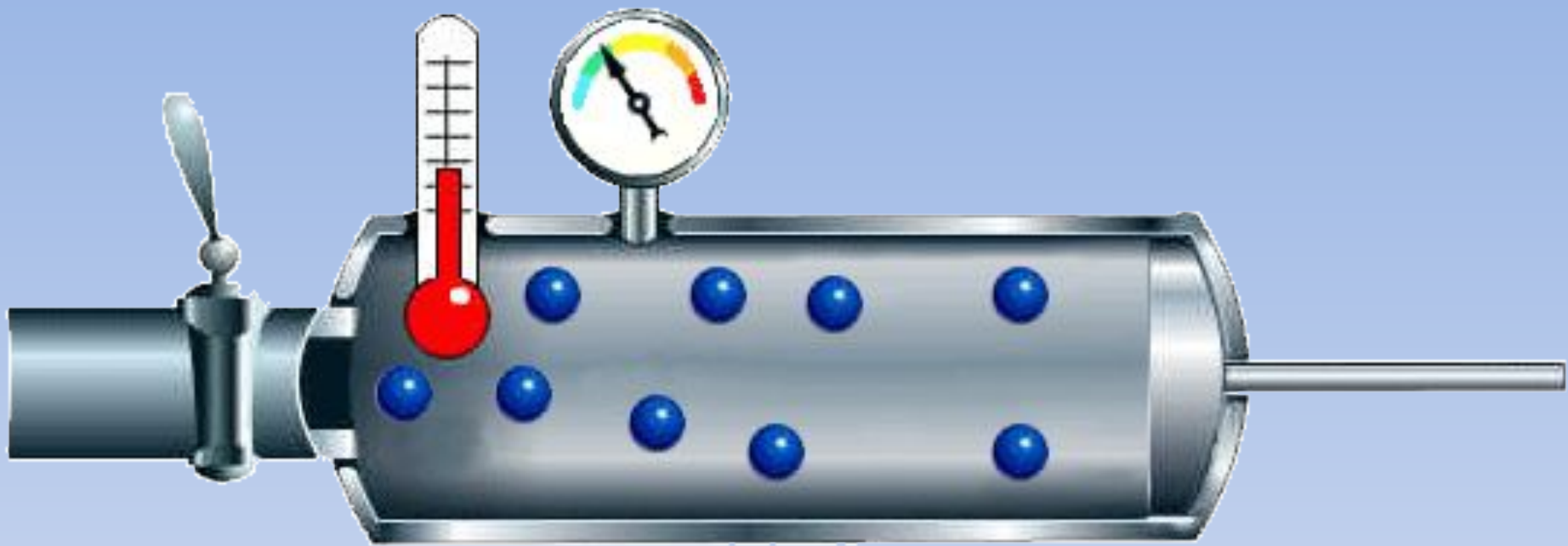


*P?*

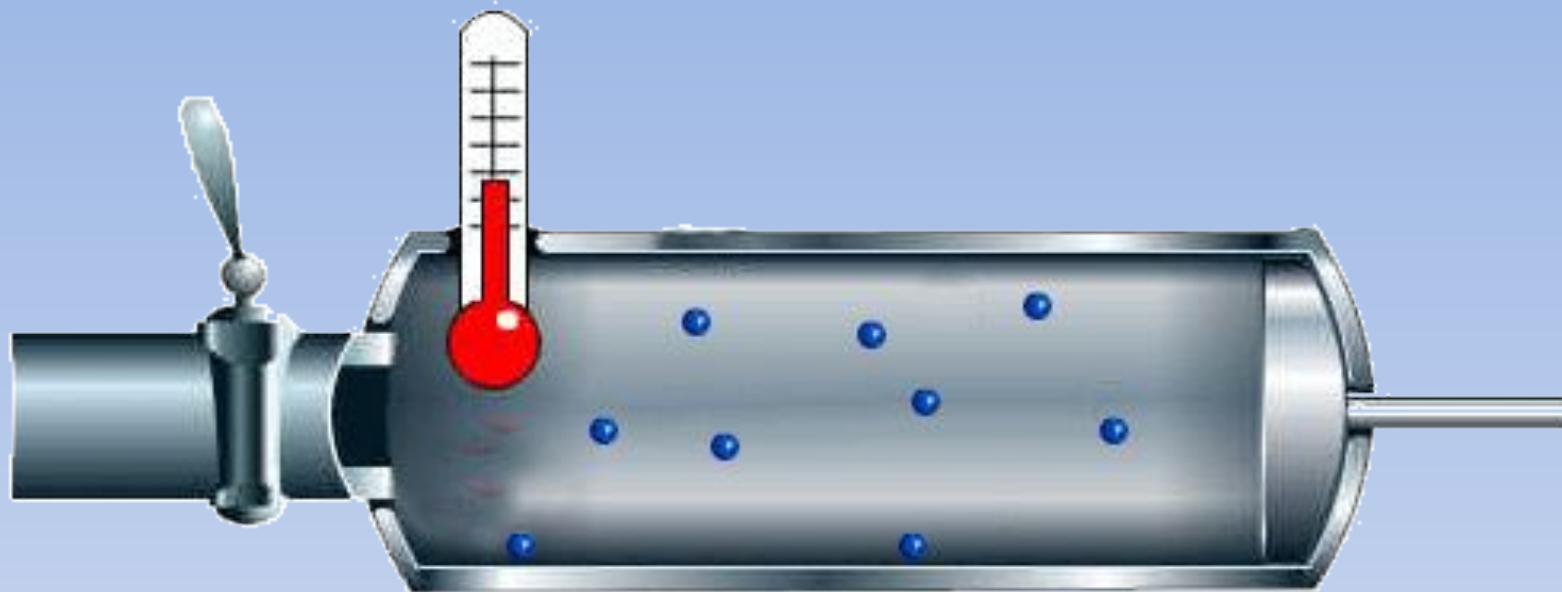




$m_0 \uparrow \rightarrow P \uparrow$



$n \uparrow \rightarrow P \uparrow$



$$\sqrt{v^2} \uparrow \rightarrow P \uparrow$$

# Таким образом, имеем зависимость ОСНОВНОЕ УРАВНЕНИЕ МКТ

$$P = \frac{1}{3} n m_0 V^2$$

Где:  $n$  – концентрация газа

$m_0$  – масса молекулы

$V^2$  – среднеквадратичная скорость молекулы

Связь давления и  
абсолютной  
температуры

$$P = nkT$$

Каким образом можно на опыте изменять среднюю кинетическую энергию движения молекул в сосуде неизменного объема?



# Связь между макроскопическими параметрами идеального газа

$$\left. \begin{aligned} P &= nkT \\ n &= \frac{N}{V} \\ N &= \frac{m}{\mu} \cdot N_a \end{aligned} \right\} P = \frac{m \cdot N_a}{\mu \cdot V} \cdot kT$$

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

Уравнение  
Менделеева-Клапейрона  
(состояние газа)

Универсальная  
газовая постоянная

$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$

$R = N_a \cdot k$

# Клапейрон Бенуа Поль Эмиль



- (26.I.1799–28.I.1864)
- Французский физик, член Парижской АН (1858). Окончил Политехническую школу в Париже (1818). В 1820–30 работал в Петербурге в институте инженеров путей сообщения.



# Менделеев Дмитрий Иванович



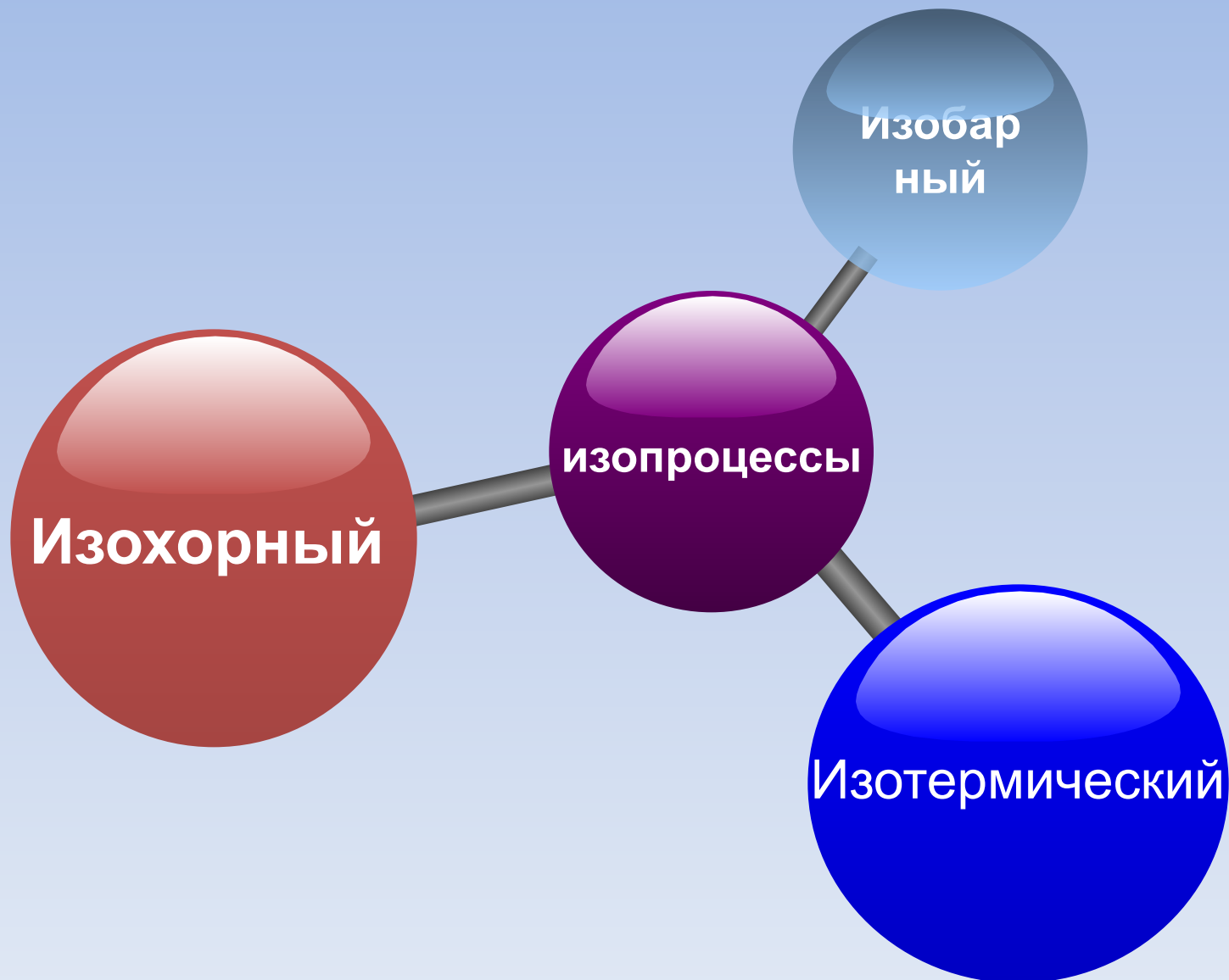
- (8.II.1834–2.II.1907)
- Русский ученый-энциклопедист.. В 1874 вывел общее уравнение состояния идеального газа, обобщив уравнение Клапейрона (уравнение Клапейрона–Менделеева).

# Изопроцесс -

**процесс, при котором один из макроскопических параметров состояния данной массы газа остается постоянным.**

**$V, p, T$**

# Изо – (постоянный)



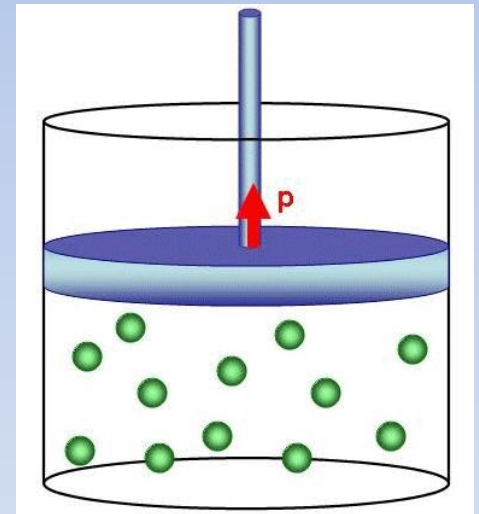
# 1. Изотермический процесс -

ПРОЦЕСС ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ОПРЕДЕЛЕННОЙ МАССЫ ГАЗА ПРИ ПОСТОЯННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ.

$$T = \text{const}$$

$$m = \text{const}$$

$t$



# Изотермический процесс

Из уравнения  
Клапейрона – Менделеева следует:

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

# Закон Бойля – Мариотта.

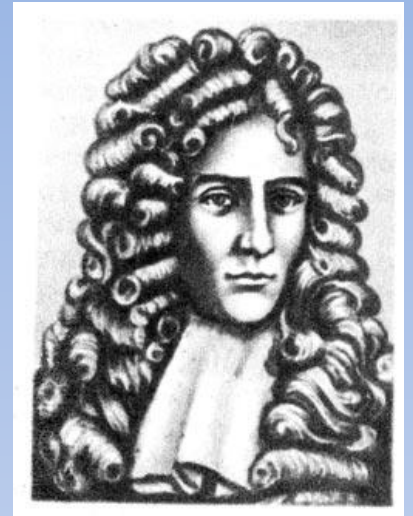
Закон экспериментально получен в:

- 1662 г. Р. Бойлем;
- 1676 г. Э. Мариоттом.

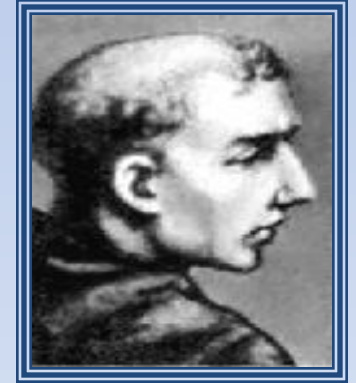
$T = \text{const}$

Для газа данной массы при постоянной температуре произведение давления газа на его объем постоянно:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$



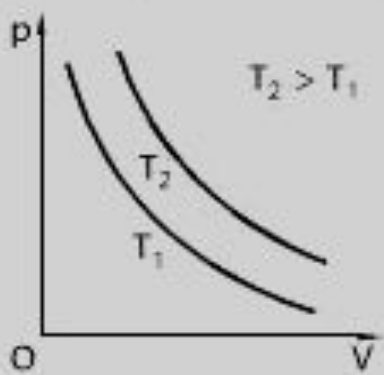
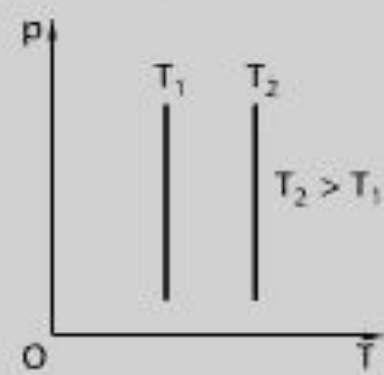
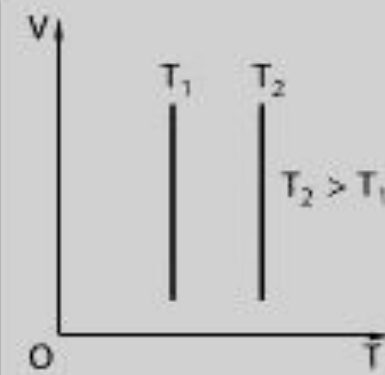
Р. Бойль



Э. Мариотт

# Изотерма -

график изменения макроскопических параметров газа при изотермическом процессе.

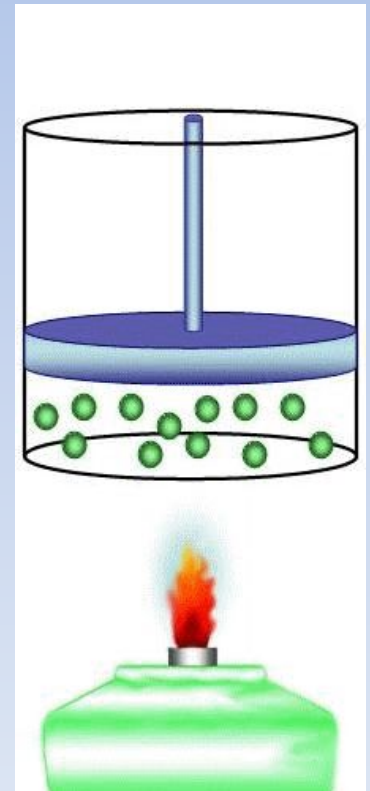
Процессы	Система координат		
	$p - V$	$p - T$	$V - T$
Изотермический $T = \text{const}$			

## 2. Изобарный процесс -

ПРОЦЕСС ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ОПРЕДЕЛЕННОЙ МАССЫ ГАЗА ПРИ ПОСТОЯННОМ ДАВЛЕНИИ.

$$P = \text{const}$$

$$m = \text{const}$$

$$t$$




# Изобарный процесс

Из уравнения  
Клапейрона – Менделеева следует:

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

# Закон Гей-Люссака.

Закон экспериментально  
получен в 1802 г.

$p = \text{const}$

Для газа данной массы при постоянном давлении отношение объема газа к его термодинамической температуре постоянно:

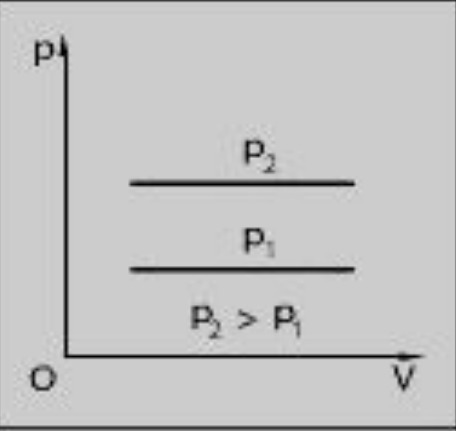
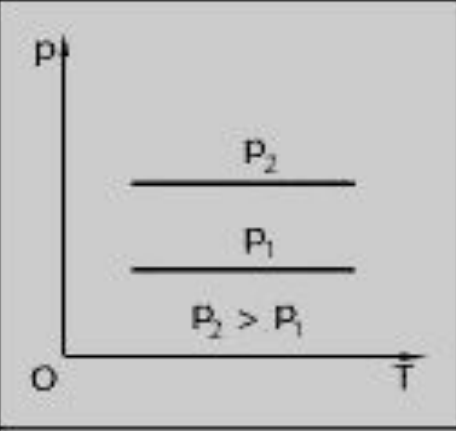
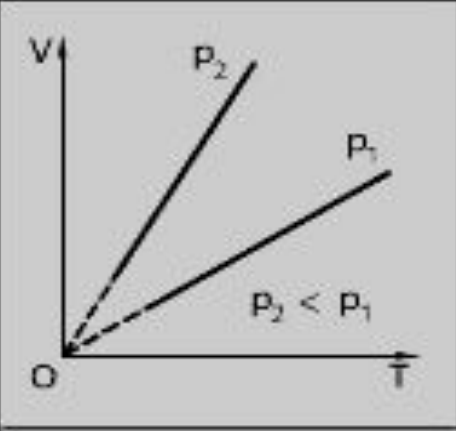
$$V_1 / T_1 = V_2 / T_2$$



ГЕЙ-  
ЛЮССАК  
Жозеф Луи

# Изобара –

график изменения макроскопических параметров газа при изобарном процессе.

Процессы	Система координат		
	$p - V$	$p - T$	$V - T$
Изобарный $p = \text{const}$	 <p>The diagram shows a vertical axis labeled <math>p</math> and a horizontal axis labeled <math>V</math>. Two horizontal lines represent constant pressure levels, with the upper line labeled <math>p_2</math> and the lower line labeled <math>p_1</math>. Below the lines, it is noted that <math>p_2 &gt; p_1</math>. The origin is marked with <math>O</math>.</p>	 <p>The diagram shows a vertical axis labeled <math>p</math> and a horizontal axis labeled <math>T</math>. Two horizontal lines represent constant pressure levels, with the upper line labeled <math>p_2</math> and the lower line labeled <math>p_1</math>. Below the lines, it is noted that <math>p_2 &gt; p_1</math>. The origin is marked with <math>O</math>.</p>	 <p>The diagram shows a vertical axis labeled <math>V</math> and a horizontal axis labeled <math>T</math>. Two rays originate from the origin <math>O</math>. The steeper ray is labeled <math>p_2</math> and the shallower ray is labeled <math>p_1</math>. Below the rays, it is noted that <math>p_2 &lt; p_1</math>.</p>

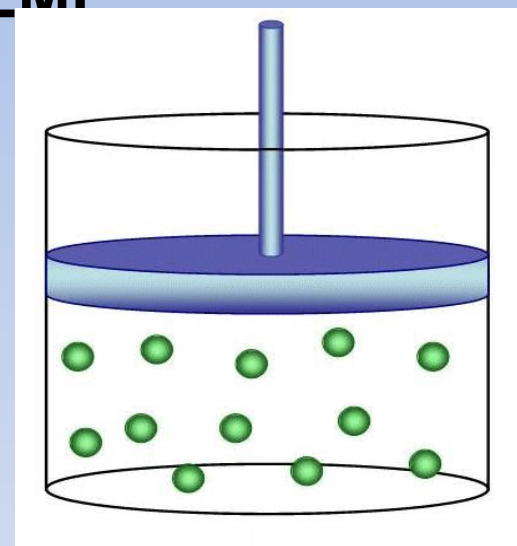
### 3. Изохорный процесс -

ПРОЦЕСС ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ОПРЕДЕЛЕННОЙ  
МАССЫ ГАЗА ПРИ ПОСТОЯННОМ ОБЪЕМЕ

$$V = \text{const}$$

$$m = \text{const}$$

$t$



# Изохорный процесс

Из уравнения  
Клапейрона – Менделеева следует:

$$\frac{p}{T} = \text{const} = \frac{m}{M V}$$

# Закон Шарля.

Закон экспериментально  
получен в 1787 г.



Ж. Шарль

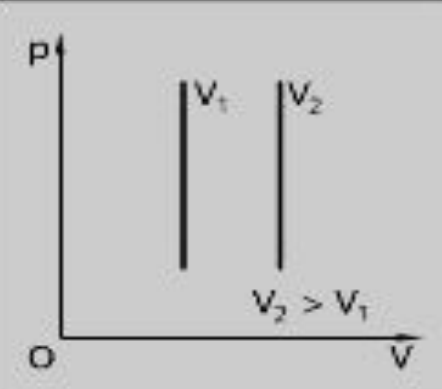
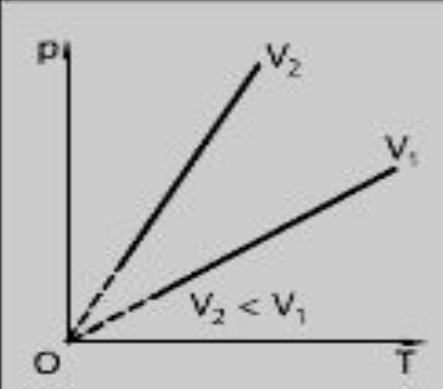
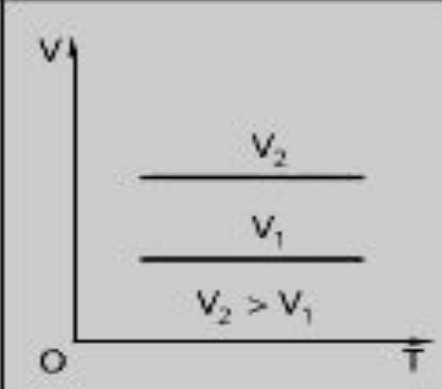
$V - \text{const}$

Для газа данной массы при постоянном  
объеме отношение давления газа к его  
термодинамической температуре  
постоянно:

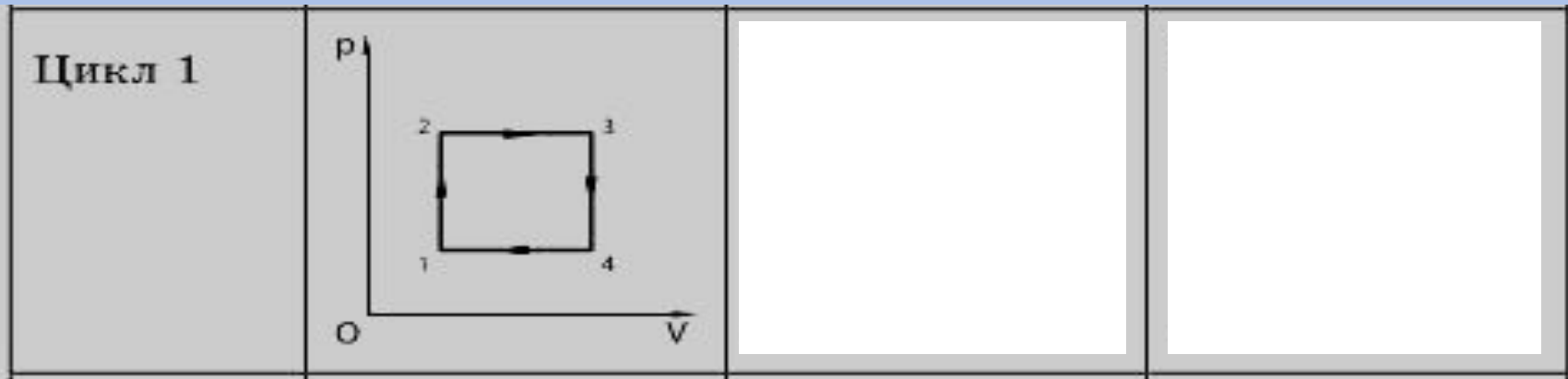
$$p_1 / T_1 = p_2 / T_2$$

# Изохора –

график изменения макроскопических параметров газа при изохорном процессе.

Процессы	Система координат		
	$p - V$	$p - T$	$V - T$
Изохорный $V = \text{const}$	 <p>The diagram shows a vertical axis labeled <math>p</math> and a horizontal axis labeled <math>V</math>. Two vertical lines represent constant volumes <math>V_1</math> and <math>V_2</math>, with <math>V_2 &gt; V_1</math>. The origin is marked with <math>O</math>.</p>	 <p>The diagram shows a vertical axis labeled <math>p</math> and a horizontal axis labeled <math>T</math>. Two rays originate from the origin <math>O</math>, representing constant volumes <math>V_1</math> and <math>V_2</math>, with <math>V_2 &lt; V_1</math>.</p>	 <p>The diagram shows a vertical axis labeled <math>V</math> and a horizontal axis labeled <math>T</math>. Two horizontal lines represent constant volumes <math>V_1</math> and <math>V_2</math>, with <math>V_2 &gt; V_1</math>. The origin is marked with <math>O</math>.</p>

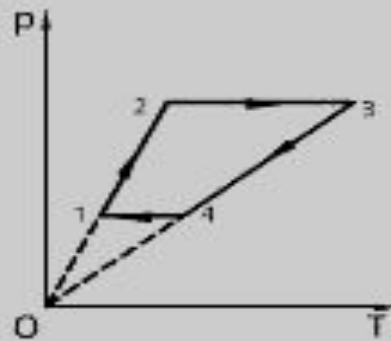
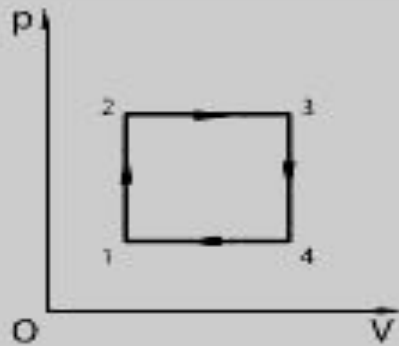
# Циклы.



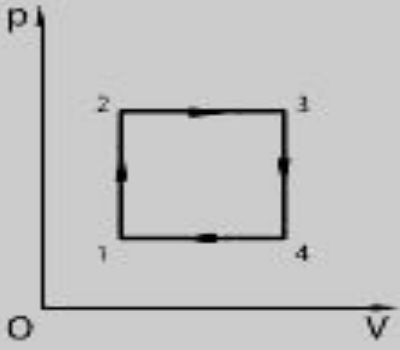
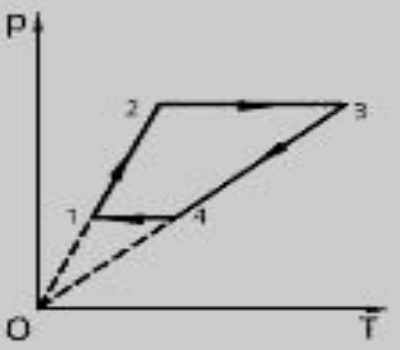
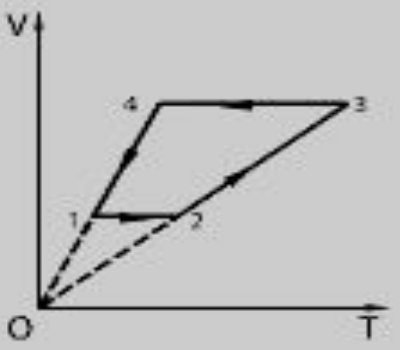
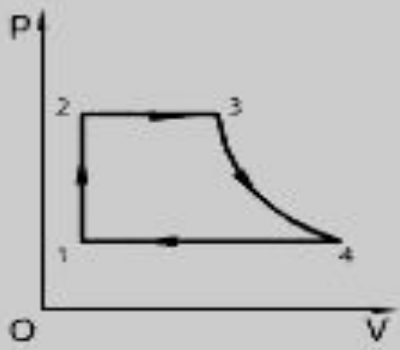


# Циклы.

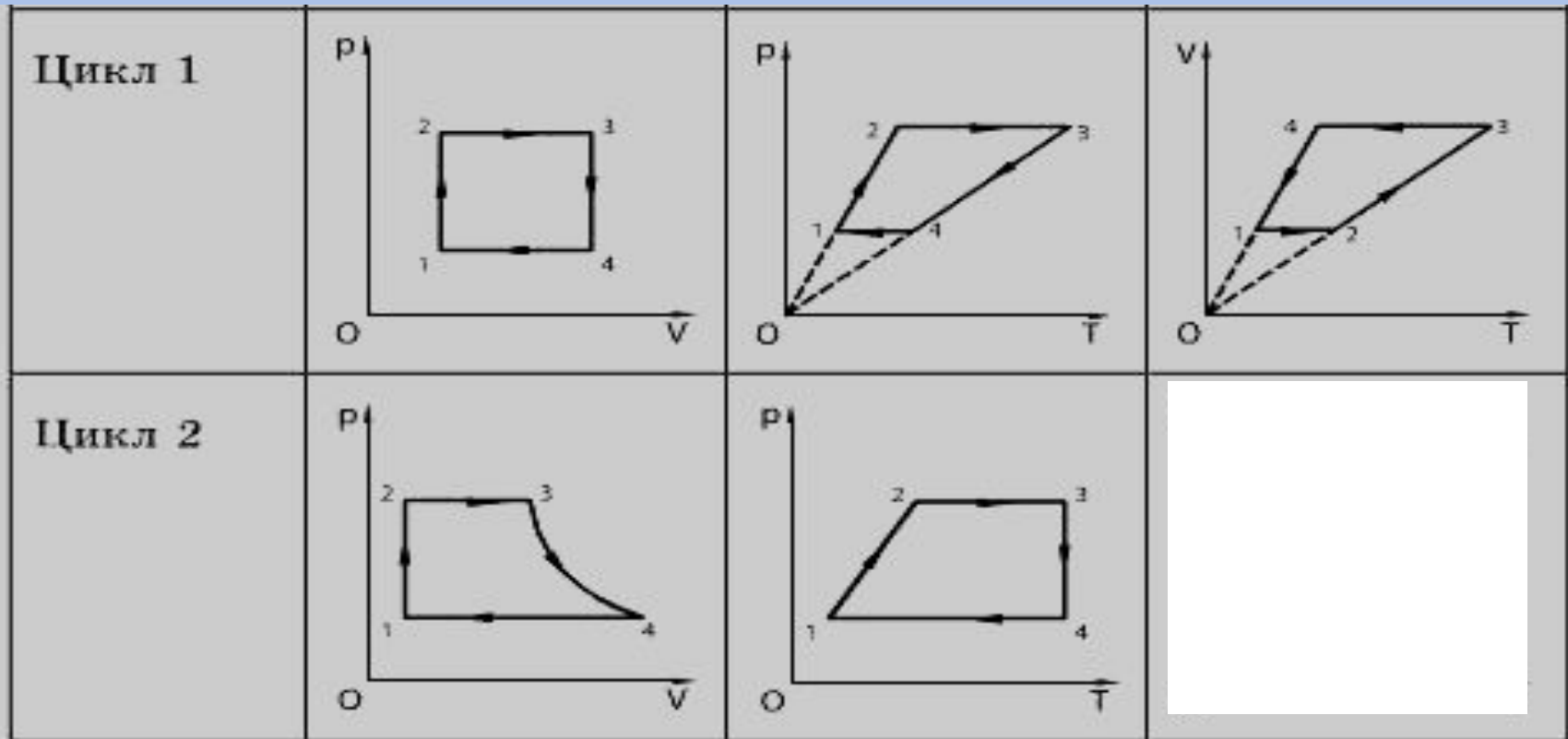
Цикл 1



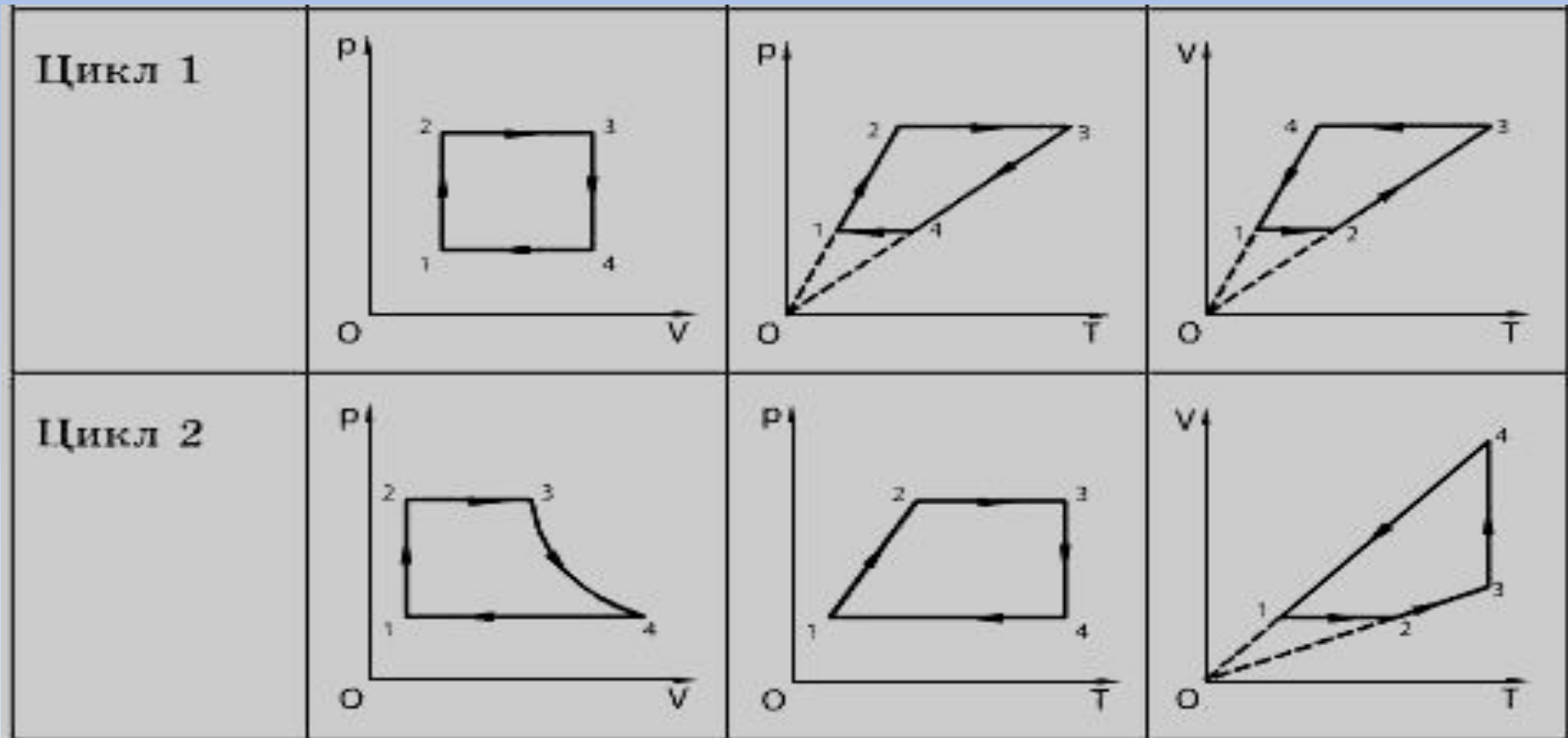
# Циклы.

Цикл 1			
Цикл 2			

# Циклы.



# Циклы.



Спасибо за урок