

**ТЕМПЕРАТУРА И ЕЕ ИЗМЕРЕНИЕ.
ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ. АБСОЛЮТНЫЙ
НУЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ.**



ПОВТОРЕНИЕ

- 1. Назвать основные положения МКТ
- 2. Что называется диффузией и от чего она зависит?
- 3. От чего зависит скорость молекул?
- 4. От чего зависит агрегатное состояние вещества?
- 5. Назовите макроскопические и микроскопические параметры.



ТЕМПЕРАТУРА

- ▣ **Температу́ра** (от лат. *temperatura* — надлежащее смешение, нормальное состояние) — физическая величина, характеризующая термодинамическую систему и количественно выражающая интуитивное понятие о различной степени нагретости тел.

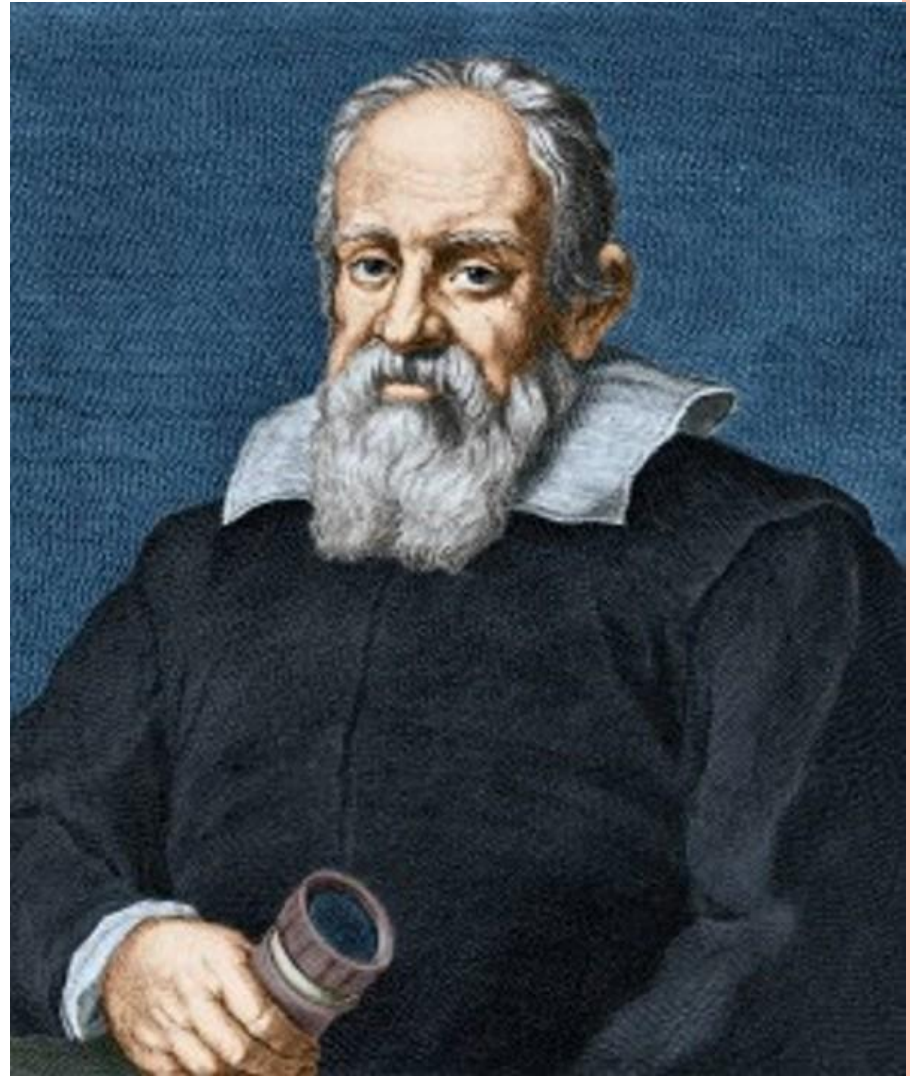


ТЕМПЕРАТУРА

- До изобретения термометра люди могли судить о тепловом состоянии только по своим непосредственным ощущениям: тепло, холодно, прохладно, горячо...



История термодинамики началась, когда в 1592 году Галилео Галилей создал первый прибор для наблюдений за изменениями температуры, назвав его термоскопом.



- У термоскопа Галилея не было шкалы, он представлял собой небольшой стеклянный шарик с припаянной стеклянной трубкой. Шарик нагревали, а конец трубки опускали в воду. Когда шарик охлаждался, давление в нем уменьшалось, и вода в трубке под действием атмосферного давления поднималась на определенную высоту вверх. При потеплении уровень воды в трубке опускался вниз.

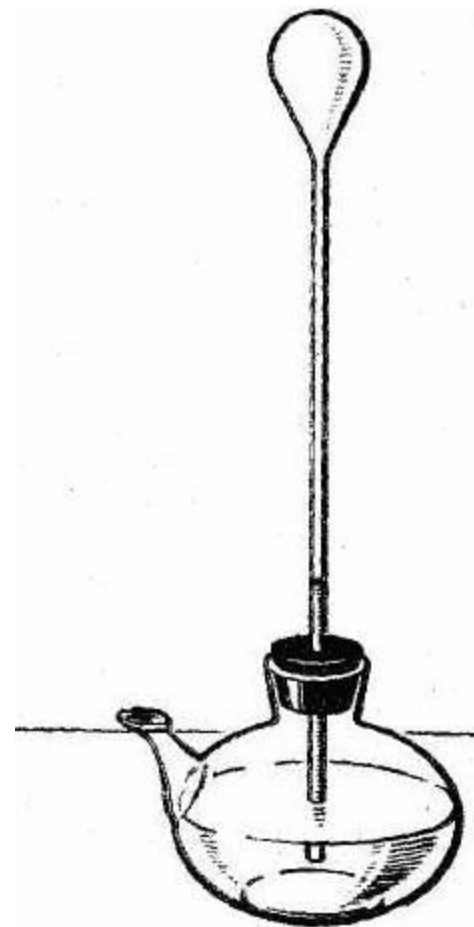
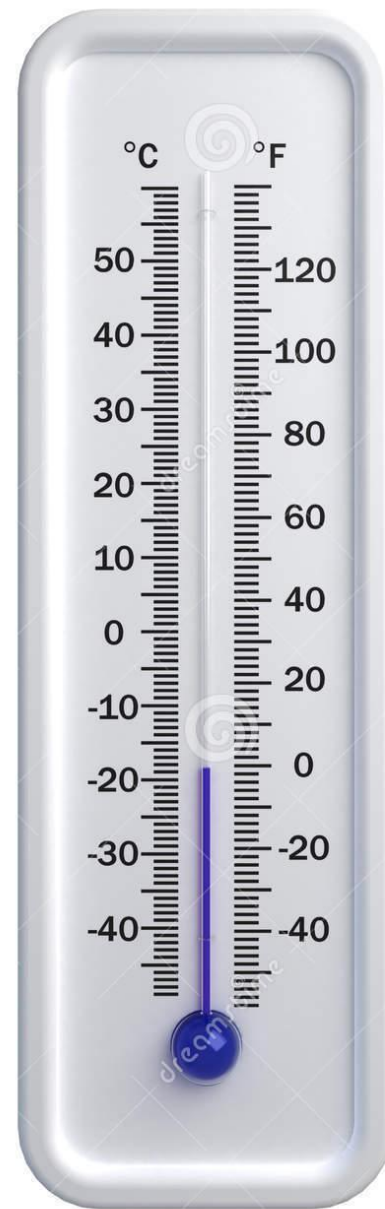


Рис. 5. Термоскоп Галилея



ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ.

Для измерения температуры служат специальные приборы - термометры. Их действие основано на том факте, что при изменении температуры, изменяются и другие физические параметры тела, например, такие, как давление и объем.



ВИДЫ ТЕРМОМЕТРОВ

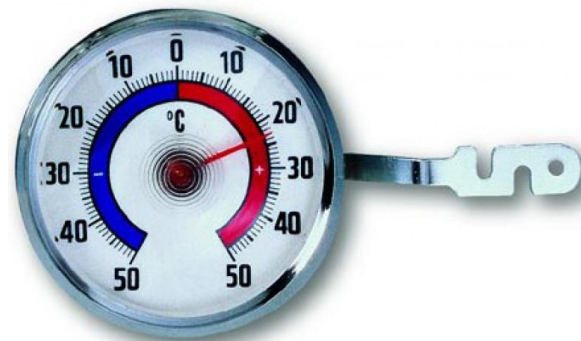
- ▣ **Жидкостные** термометры основаны на принципе изменения объема жидкости, которая залита в термометр (ртуть, спирт), при изменении температуры окружающей среды



ВИДЫ ТЕРМОМЕТРОВ

Механические термометры

действуют по тому же принципу, что и жидкостные, но в качестве датчика обычно используется металлическая спираль или лента из биметалла



Электрический термометр.

Принцип работы электрических термометров основан на изменении сопротивления проводника при изменении температуры окружающей среды.



ВИДЫ ТЕРМОМЕТРОВ

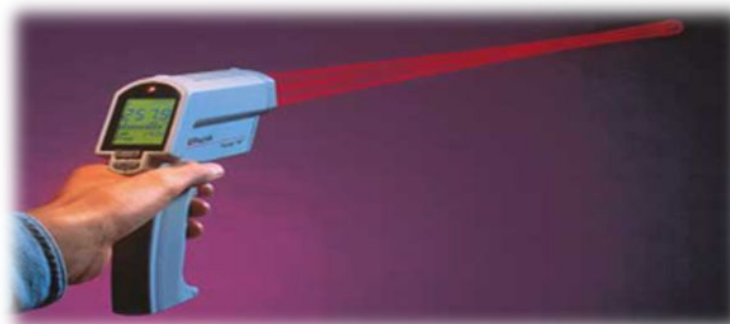
- ❑ **Газовый термометр.** В конце XVIII в. Шарль установил, что одинаковое нагревание любого газа приводит к одинаковому повышению давления, если при этом объем остается постоянным. При изменении температуры зависимость давления газа при постоянном объёме выражается линейным законом. А отсюда следует, что давление газа (при $V = \text{const}$) можно принять в качестве количественной меры температуры.
- ❑ **Оптические термометры.** Оптические термометры позволяют регистрировать температуру благодаря изменению уровня светимости.



ПИРОМЕТР

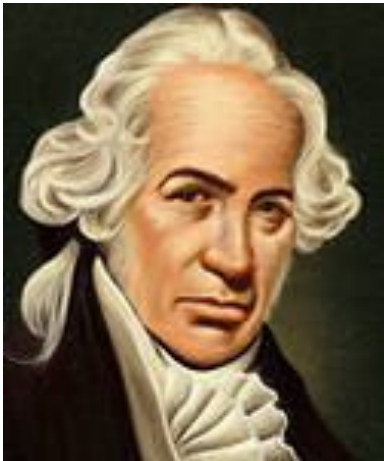
— прибор для
бесконтактного
измерения температуры
тел

(изобретен в
1692—1761 гг.).



ТЕРМОМЕТР ФАРЕНГЕЙТА

□ В 1714 году голландский ученый Фаренгейт сделал ртутный термометр.



□ Он поместил термометр в смесь льда и поваренной соли и обозначил высоту столбика ртути за 0 градусов. Следующей точкой у Фаренгейта была температура человеческого тела – 96 градусов. Сам изобретатель определял вторую точку как «температуру под мышкой здорового англичанина»



ТЕРМОМЕТР ЦЕЛЬСИЯ

- шведский астроном Андерс Цельсий использовал ртутный термометр Фаренгейта с собственной шкалой, где температура кипения воды была принята за 100 градусов, а таяния льда — за 0 градусов



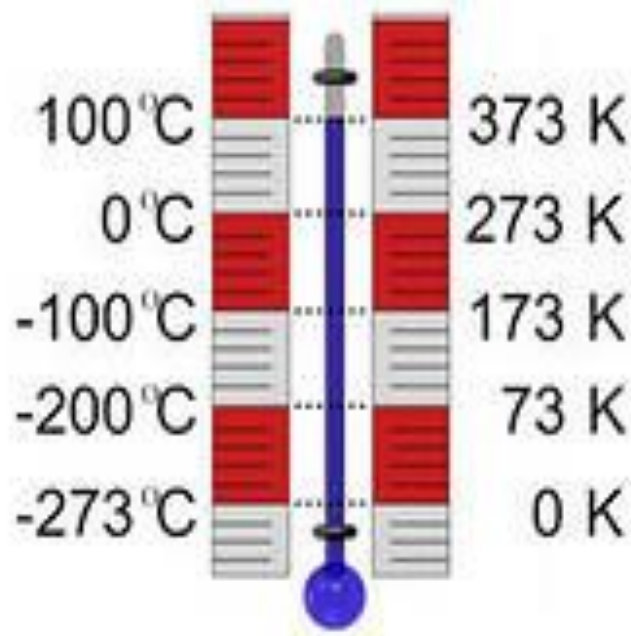
ТЕРМОМЕТР РЕОМЮРА

- В 1730 году французский физик Р. Реомюр предложил спиртовой термометр с постоянными точками таяния льда ($0\text{ }^{\circ}\text{R}$) и кипения воды ($80\text{ }^{\circ}\text{R}$).

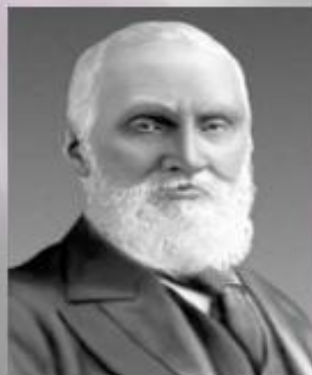
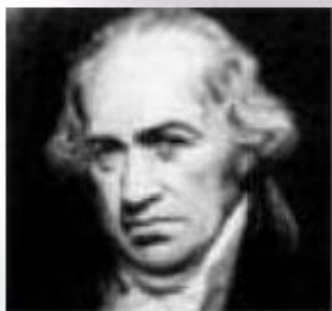


ТЕРМОМЕТР КЕЛЬВИНА (АБСОЛЮТНАЯ ШКАЛА ТЕМПЕРАТУР)

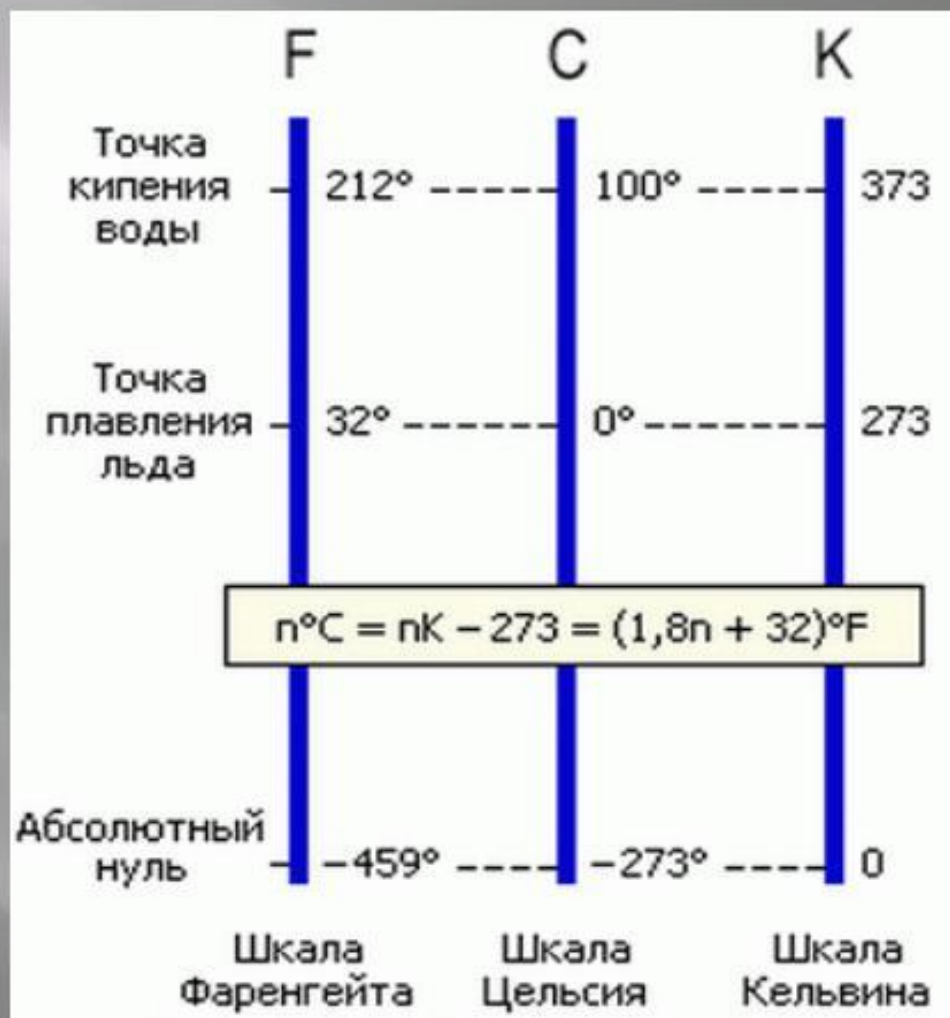
- введена англ. физиком У. Кельвином
- нет отрицательных температур



ШКАЛА ТЕМПЕРАТУР



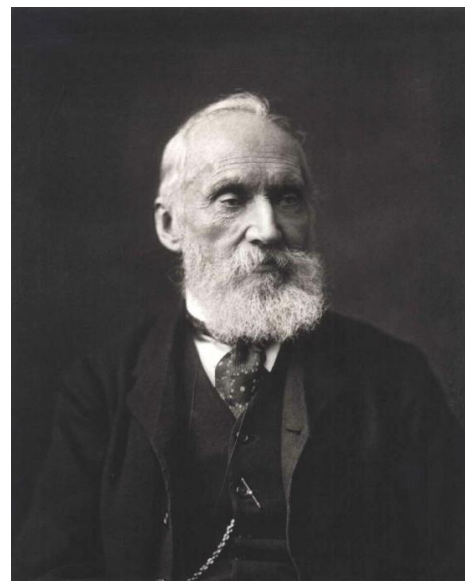
Абсолютная шкала температур.



В технике, медицине, метеорологии и в быту в качестве единицы измерения температуры используется шкала Цельсия.

В настоящее время в системе СИ термодинамическую шкалу Цельсия определяют через шкалу Кельвина:

$t(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273,15$ (точно),
т. е. цена одного деления в шкале Цельсия равна цене деления шкалы Кельвина.



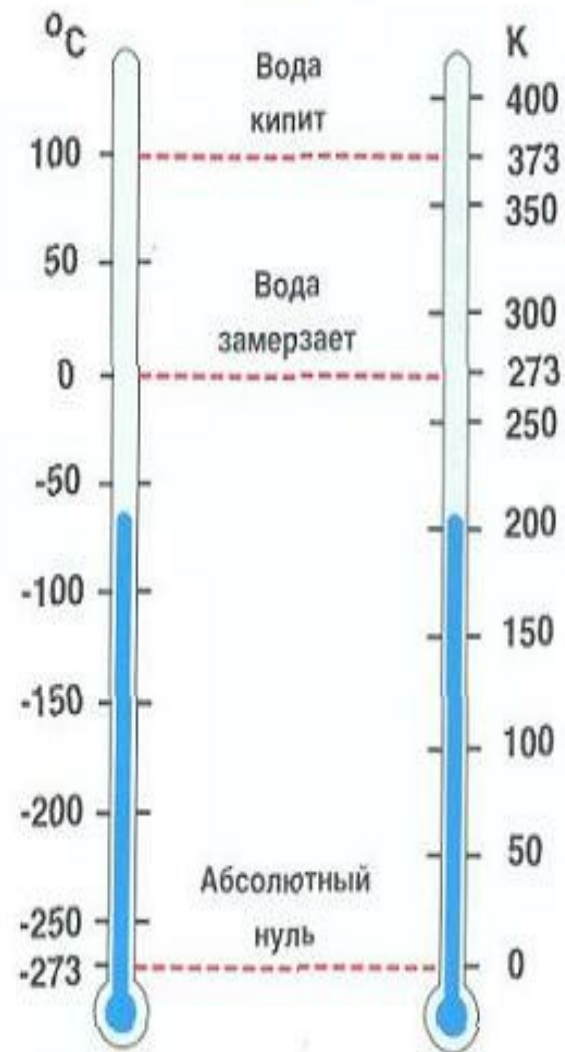
- ▣ **Абсолютный нуль температур** – температура, при которой прекращается тепловое движение молекул. Абсолютный нуль температуры, начало отсчета температуры по термодинамической температурной шкале – шкале Кельвина.

Абсолютная температура обозначается - T

Измеряется в системе СИ - [К]

От Цельсия к Кельвину:

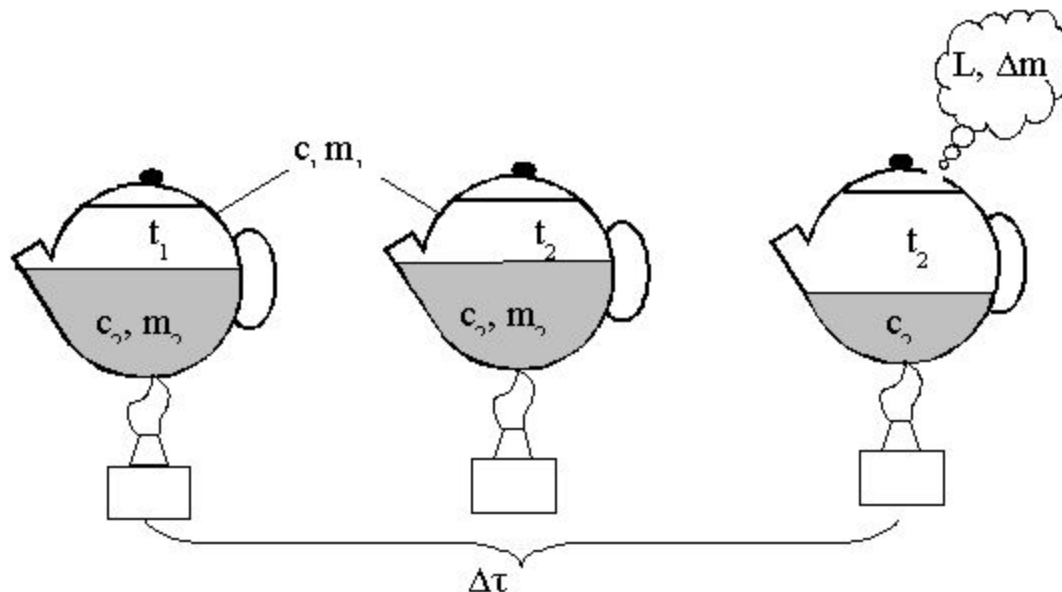
$$K = ^\circ C + 273.$$



Здесь показано соотношение между шкалами Цельсия и Кельвина. На шкале Цельсия 0 установлен в точке замерзания воды; на шкале Кельвина 0 установлен на абсолютном нуле.

ТЕПЛОВОЕ РАВНОВЕСИЕ

- Опыт показывает, что в изолированных системах (в системах тел, которые не могут обмениваться энергией с окружающими объектами), каково бы ни было начальное состояние, в конце концов, устанавливается состояние термодинамического равновесия.



ТЕПЛОВОЕ РАВНОВЕСИЕ

- Термодинамическое равновесие — состояние системы, при котором остаются неизменными по времени макроскопические величины этой системы (температура, давление, объём) в условиях изолированности от окружающей среды.

The screenshot shows a software window titled "Температура" (Temperature) with a sub-window "Тепловое равновесие" (Thermal equilibrium). The main diagram depicts two adjacent rectangular blocks. The left block is red and labeled T_1 , while the right block is blue and labeled T_2 . Above the blocks, the text $T_1 > T_2$ is displayed. A large red arrow labeled Q points from the red block to the blue block, indicating the direction of heat transfer. The blocks are filled with small spheres representing particles. Below the diagram, there is a text prompt: "Температура характеризует [???]. При тепловом равновесии температура всех тел системы [???] и [???]". To the right of the text are a 3D cube icon and a "Сброс" (Reset) button. The interface includes a top bar with navigation icons and a right sidebar with various tool icons.



СВЯЗЬ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И ТЕМПЕРАТУРЫ

$$p = \frac{2}{3} n \overline{E_k}$$

$$\frac{pV}{N} = \frac{2}{3} \overline{E_k}$$

$$\frac{pV}{N} = kT$$

$$p = nkT$$

Давление газа - основное уравнение МКТ

$$\overline{E_k} = \frac{3}{2} kT$$



ПОСТОЯННАЯ БОЛЬЦМАНА

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$$

связывает температуру в энергетических единицах с температурой T в кельвинах.



УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА

☐ Уравнение Менделеева—Клапейрона

Устанавливает зависимость между давлением, объёмом и абсолютной температурой идеального газа. Уравнение имеет вид:

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

- ☐ p — давление
- ☐ V — объём
- ☐ R — универсальная газовая постоянная
- ☐ $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$
- ☐ T — абсолютная температура, К.

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



Уравнение состояния идеального газа

Количественная зависимость между двумя параметрами газа при фиксированном значении третьего параметра называют

газовыми законами.

Процессы, протекающие при неизменном значении одного из параметров

T, V или **p**

называют *изопроцессами.*



Газовые законы (изопроеессы)

Заполнить таблицу

Название процесса	Постоянный параметр	Правило	Математическая запись закона	Графики процессов в системе координат		
				p-V	p-T	V-T



$$p = \text{const}$$

Изобарный процесс

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

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



$$p = \text{const}$$

Для данной массы данного вещества,
отношение объема газа к его температуре
постоянно, если давление не меняется.

Закон Гей-Люссака



$$V = \text{const}$$

Изохорный процесс

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

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



$$V = \text{const}$$

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

Закон Шарля



$$T = \textit{const}$$

Изотермический процесс

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

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



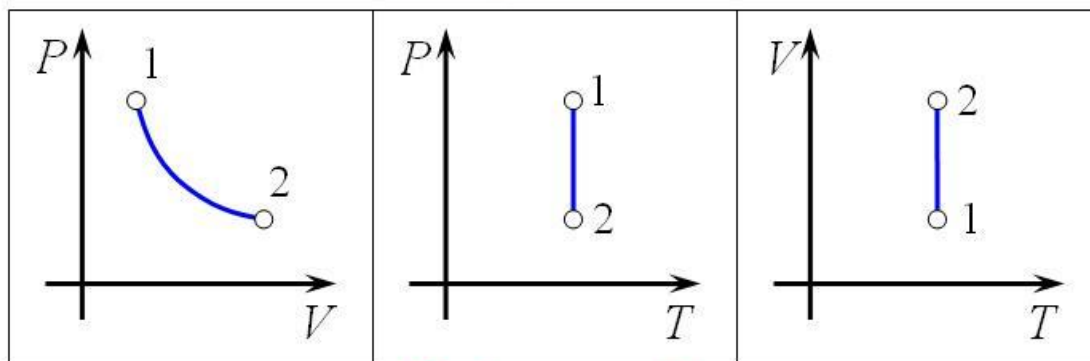
$$T = \textit{const}$$

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

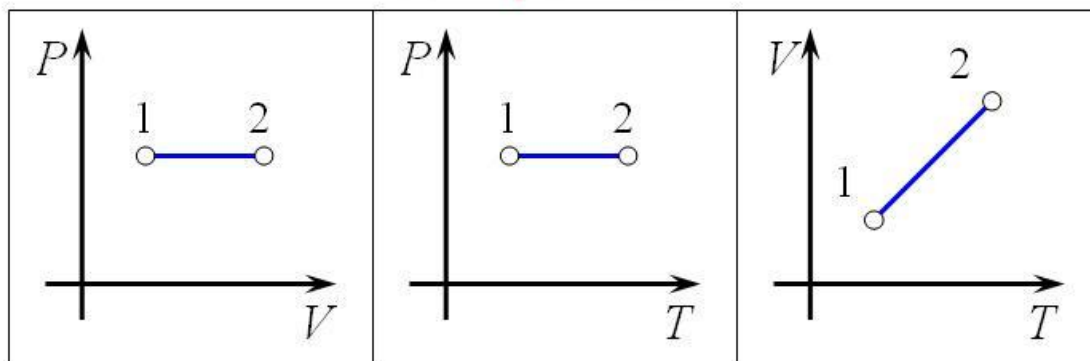
Закон Бойля - Мариотта



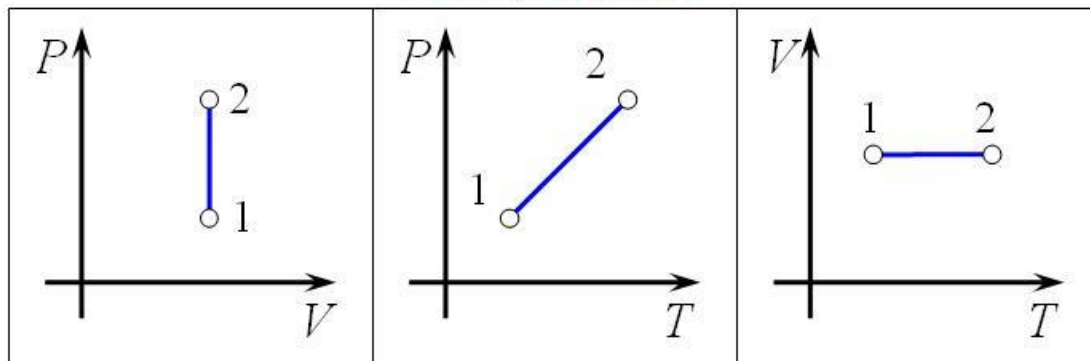
Изотермический



Изобарический



Изохорический



ЗАДАЧА:

На рисунке дан график изменения состояния идеального газа в координатах V, T . Представьте этот процесс на графиках в координатах p, V и p, T .

