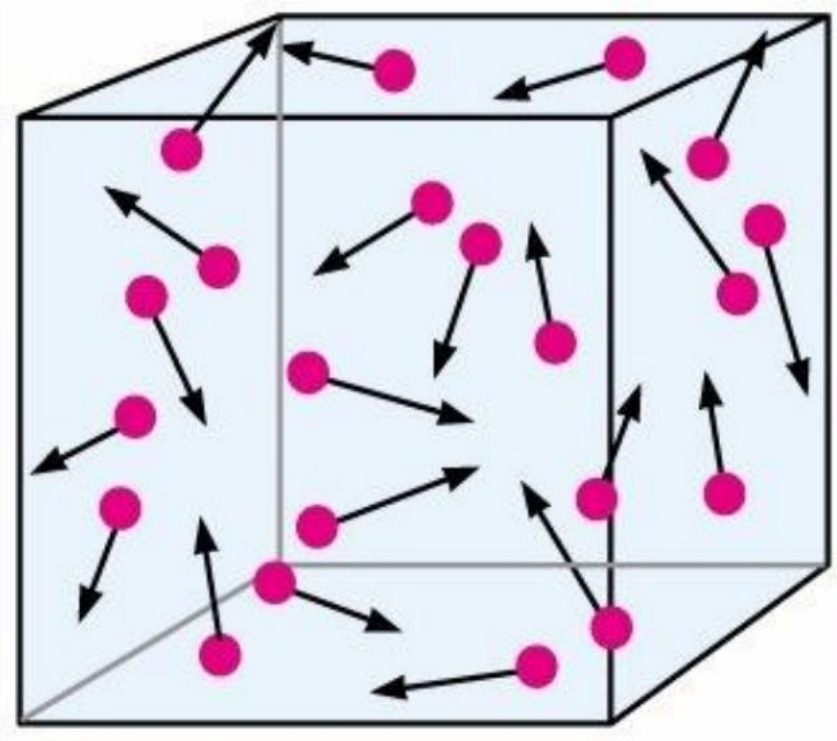
Идеальный газ. Абсолютная температура. Макро- и микропараметры



Идеальный газ — математическая модель газа, в которой:

- **пренебрегают размерами частиц газа;**
- **не учитывают силы взаимодействия между частицами газа, предполагая, что средняя кинетическая энергия частиц много больше энергии их взаимодействия;**
- **считают, что столкновения частиц газа между собой и со стенками сосуда абсолютно упругие.**

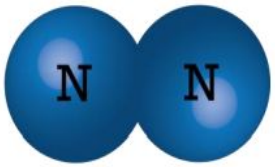
Подробное определение идеального газа

1) Потенциальная энергия взаимодействия частиц газа много меньше их кинетической энергии
2) Средняя длина свободного пробега частиц (то есть расстояние проходимое между двумя последовательными столкновениями) много больше их размера
3) Время столкновения пренебрежимо мало
4) Все столкновения происходят без потерь энергии
5) Частицы в системе имеют случайные скорости, распределенные по закону Максвелла
6) В системе действуют законы Ньютона

Микро – и макропараметры

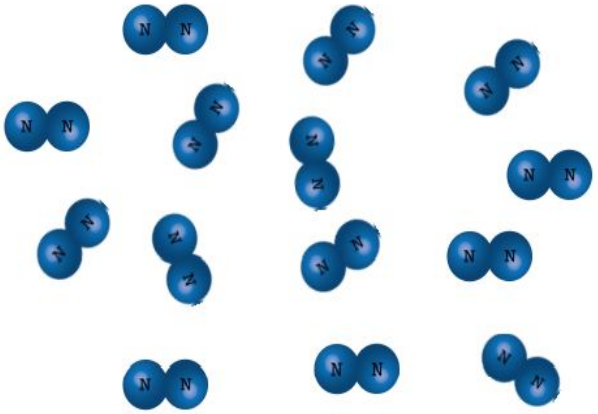
Параметры, которые характеризуют каждую молекулу по отдельности

$$m_0 \quad v \quad d$$



Параметры, которые характеризуют газ в целом, без детализации

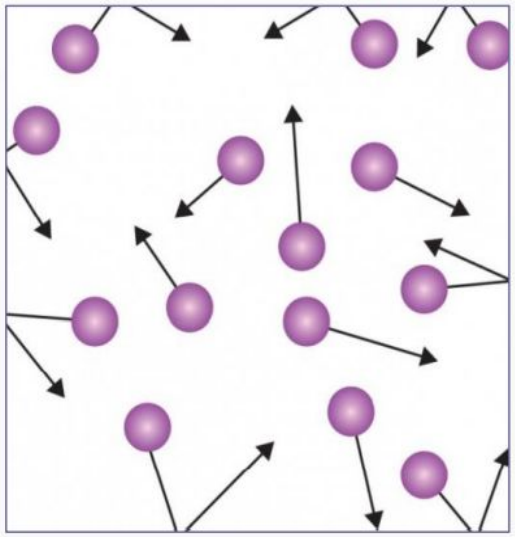
$$p \quad V \quad n \quad T \quad \overline{v}$$



Состояние газа характеризуется МАКРОСКОПИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ – физическими величинами, описывающими систему без учета молекулярного строения

Давление p, Па

1 атм = 10^5 Па = 760 мм рт ст

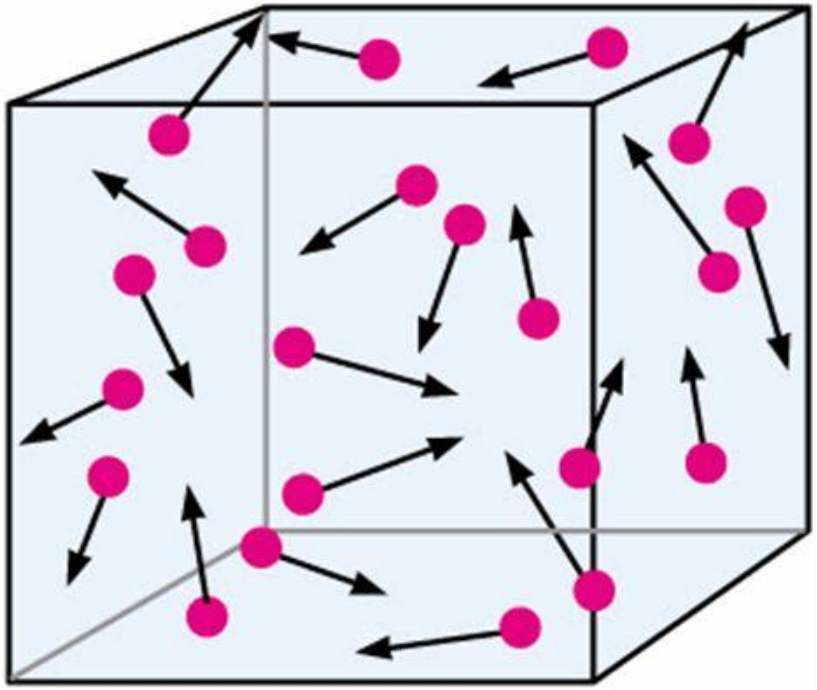


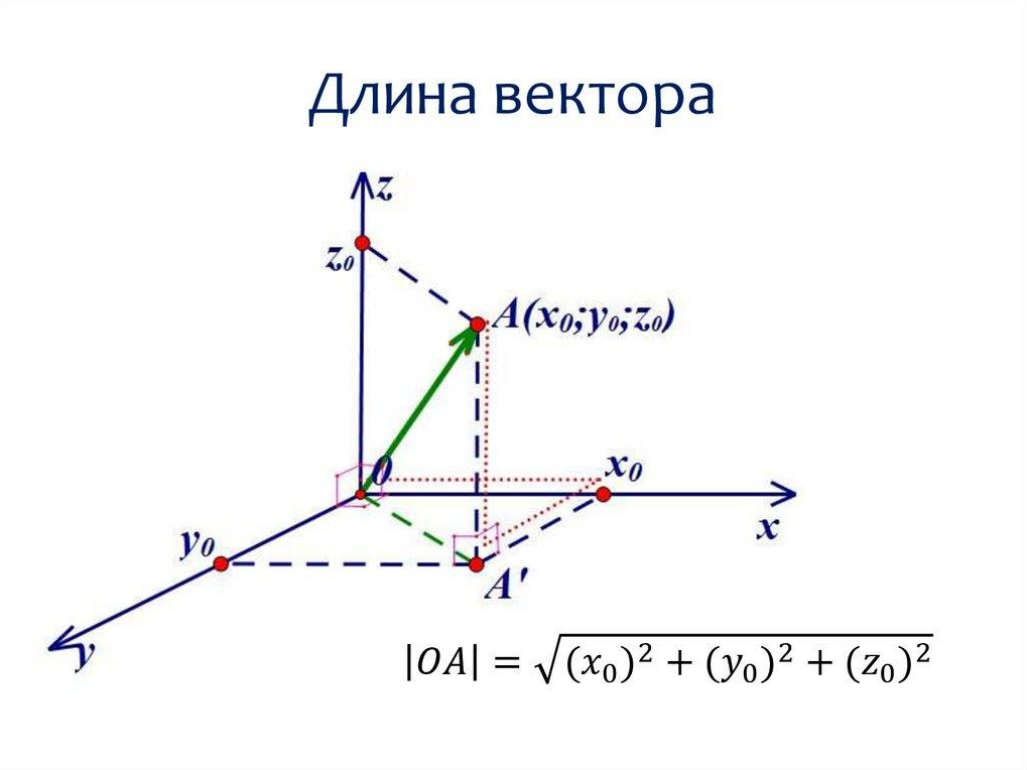
Объем V, м^3

1 л = 1дм^3 = 10^{-3} м^3

Температура T, К

1 К = 1°С; Т = (t+273)К





1) Давление газа на все стенки одинаково

2) Количество молекул, движущихся к каждой стенке можно считать одинаковым из-за их огромного количества

3) $\vartheta_{ср.арифм} = 0$

Средняя квадратичная скорость является одной из характеристик движения всей совокупности молекул. Она не имеет смысла для одной молекулы или небольшого их числа, она равна корню квадратному из средней арифметической величины квадратов скоростей отдельных молекул

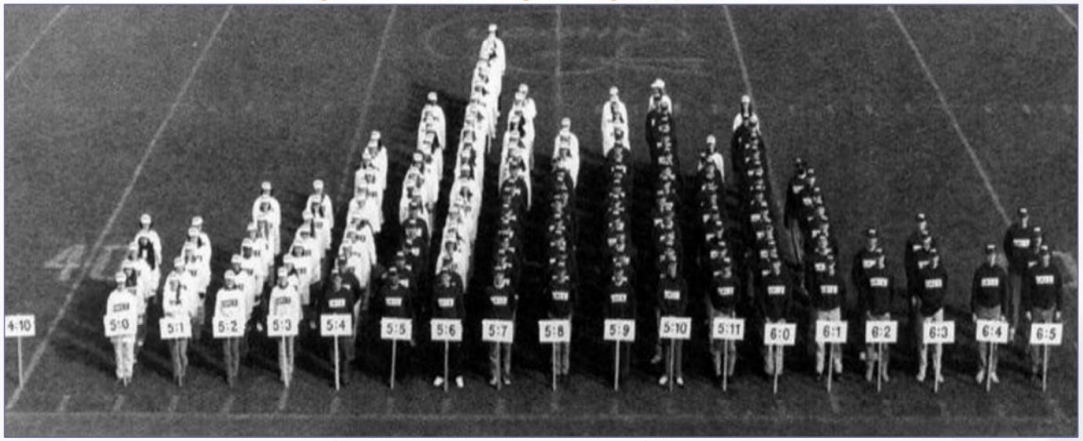
Средняя арифметическая скорость

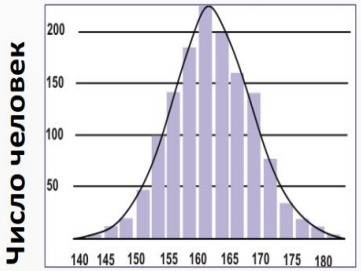
$$\overline{\upsilon} = \frac{\upsilon_1 + \upsilon_2 + \ldots \upsilon_N}{N}$$

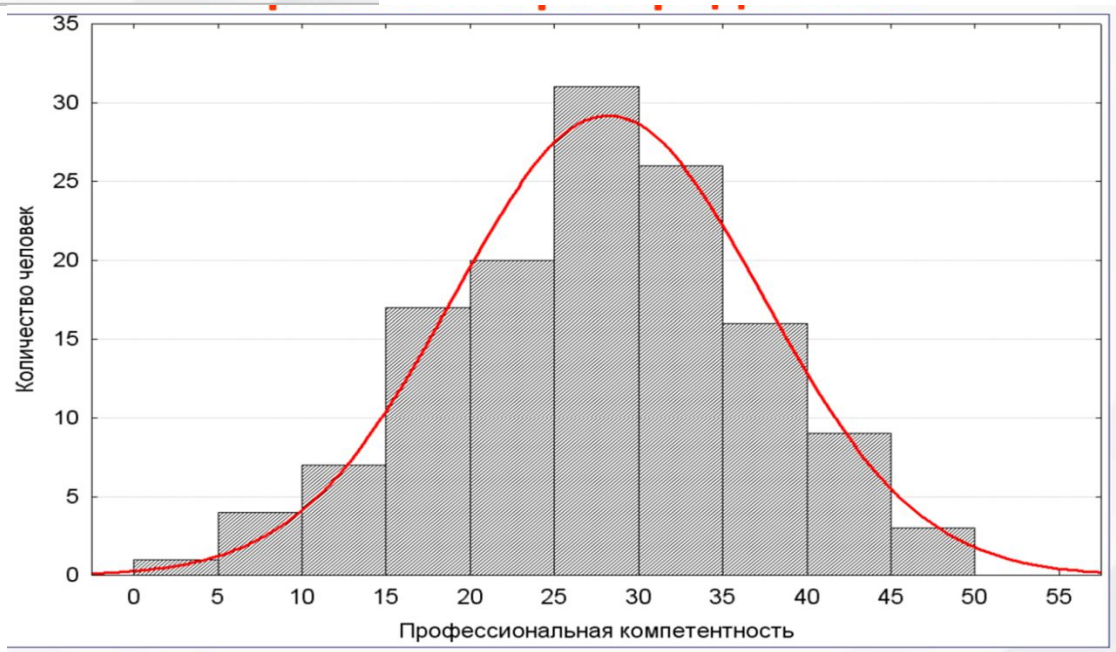
Средняя квадратическая скорость

$$\overline{\upsilon} = \sqrt{\frac{\upsilon_1^2 + \upsilon_2^2 + \ldots + \upsilon_N^2}{N}}$$

Нормальное распределение

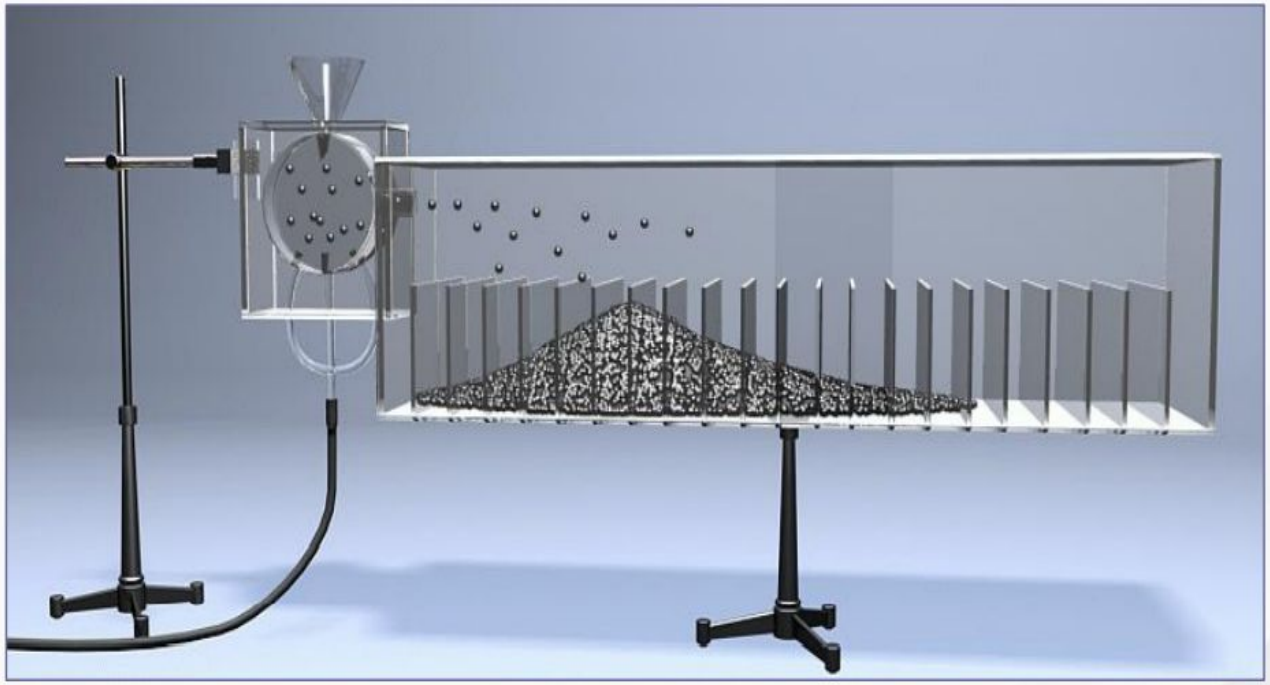




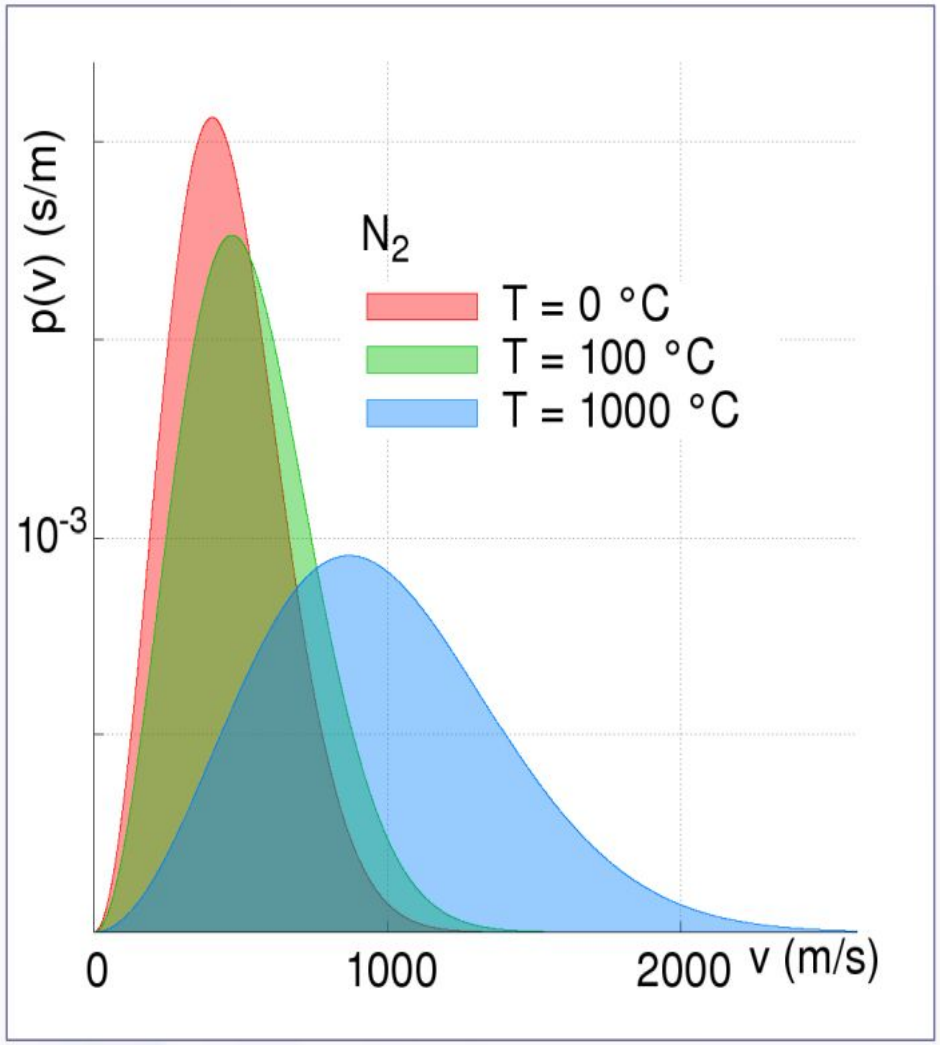


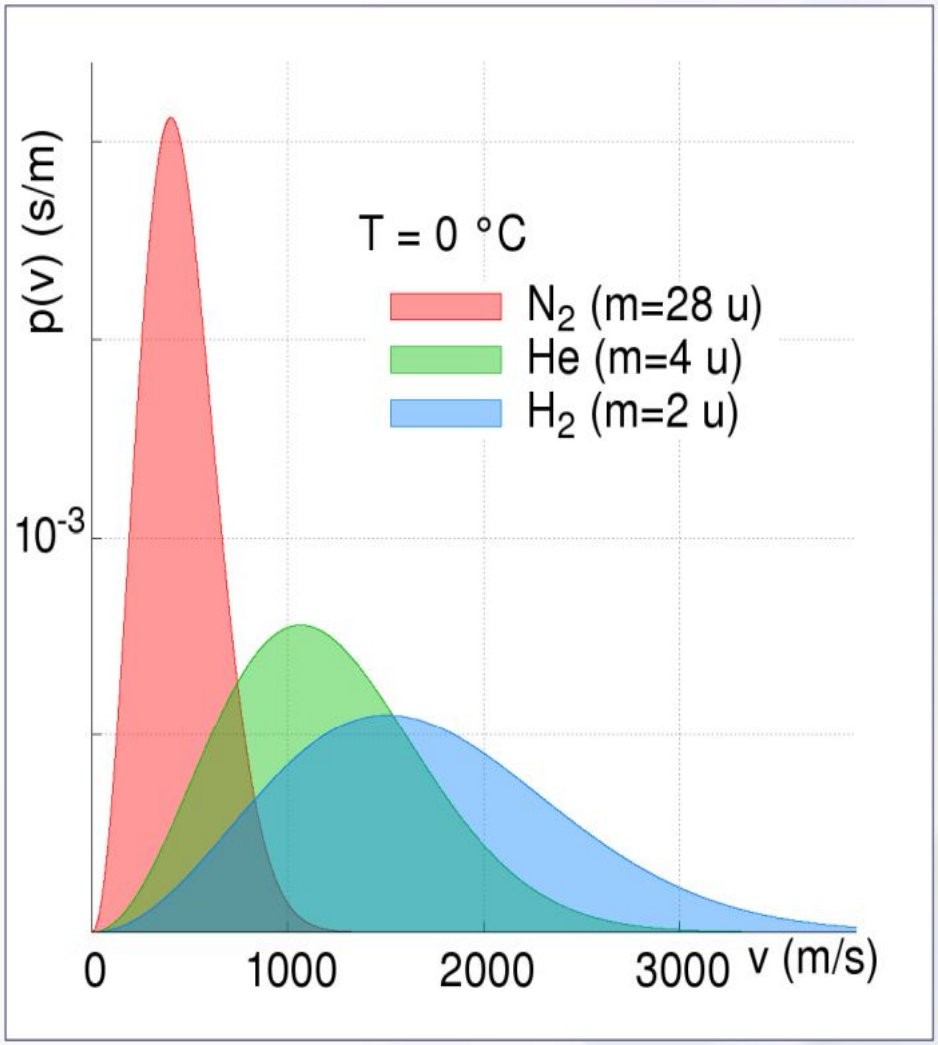
Распределение Максвелла

Молекулы газа при своем движении постоянно сталкиваются. Скорость каждой молекулы при столкновении изменяется. Она может возрастать и убывать. Однако среднеквадратичная скорость остается неизменной. Это объясняется тем, что в газе, находящемся при определенной температуре, устанавливается некоторое стационарное, не меняющееся со временем распределение молекул по скоростям, которое подчиняется определенному статистическому закону. Скорость отдельной молекулы с течением времени может меняться, однако доля молекул со скоростями в некотором интервале скоростей остается неизменной

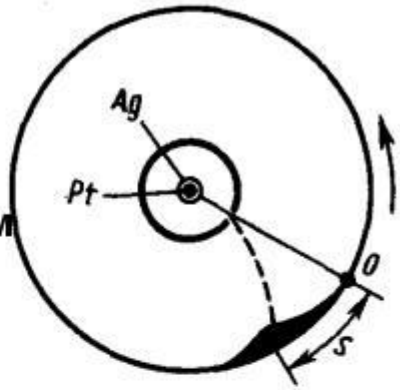


Распределение Максвелла





Опыт Штерна.



Вдоль оси внутреннего цилиндра с щелью натянута платиновая проволока, покрытая слоем серебра, которая нагревается током при откачанном воздухе.

При нагревании серебро испаряется. Атомы серебра, вылетая через щель, попадают на внутреннюю поверхность второго цилиндра, давая изображение щели *O*.

Исследуя толщину осажденного слоя, можно оценить распределение молекул по скоростям, которое соответствует максвелловскому распределению.

О. Штерн – немецкий физик (1888—1970).

Абсолютная температура

- **Температура** характеризует степень нагретости тела.
- **Тепловое равновесие** – это такое состояние системы тел, находящихся в тепловом контакте, при котором не происходит теплопередачи от одного тела к другому, и все макроскопические параметры тел остаются неизменными.
- **Температура** – это физический параметр, одинаковый для всех тел, находящихся в тепловом равновесии.
- Для измерения температуры используются физические приборы – **термометры.**
- Существует минимально возможная температура, при которой прекращается хаотическое движение молекул. Она называется **абсолютным нулем температуры.**
- Температурная шкала Кельвина называется **абсолютной шкалой температур**.

$$T = t + 273$$

Температура и приборы для измерения температуры

- ***Тепловое равновесие*** – это такое состояние системы тел, находящихся в тепловом контакте, при котором не происходит теплопередачи от одного тела к другому, и все макроскопические параметры тел остаются неизменными.
- ***Температура*** – это физический параметр, одинаковый для всех тел, находящихся в тепловом равновесии.
- Возможность введения понятия температуры следует из опыта и носит название **нулевого закона термодинамики**.
- Для измерения температуры используются физические приборы – **термометры**, в которых о величине температуры судят по изменению какого-либо физического параметра.
  - Для создания термометра необходимо выбрать **термометрическое вещество** (например, ртуть, спирт) и **термометрическую величину**, характеризующую свойство вещества (например, длина ртутного или спиртового столбика).
  - В различных конструкциях термометров используются разнообразные физические свойства вещества (например, **изменение линейных размеров** твердых тел или **изменение электрического сопротивления** проводников при нагревании).
- Термометры должны быть **откалиброваны**.
  - Для этого их приводят в тепловой контакт с телами, температуры которых считаются заданными.
  - Чаще всего используют простые природные системы, в которых температура остается неизменной, несмотря на теплообмен с окружающей средой: например, смесь льда и воды и смесь воды и пара при кипении при нормальном атмосферном давлении.
- **По температурной шкале Цельсия** точке плавления льда приписывается температура **0 °C**, а точке кипения воды – +100 °C. Изменение длины столба жидкости в капиллярах термометра на одну сотую длины между отметками **0 °C** и **100 °C** принимается равным **1 °C**.
- Но в ряде стран (США и Канада) широко используется шкала Фаренгейта (T_F), в которой температура замерзающей воды принимается равной ***32 °F***, а температура кипения воды равной ***212 °F***.

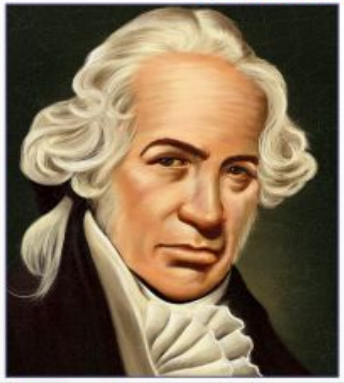
Шкала Цельсия, 1730 г

0^0 – температура плавления льда

100^0 – температура кипения воды

Сначала было наоборот. Шкала была переделана Карлом Линнеем в год смерти Цельсия (1745)

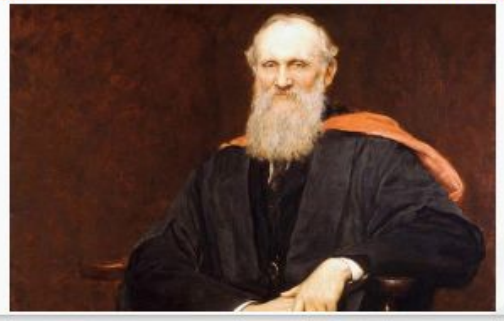
Шкала Фаренгейта, 1724 г



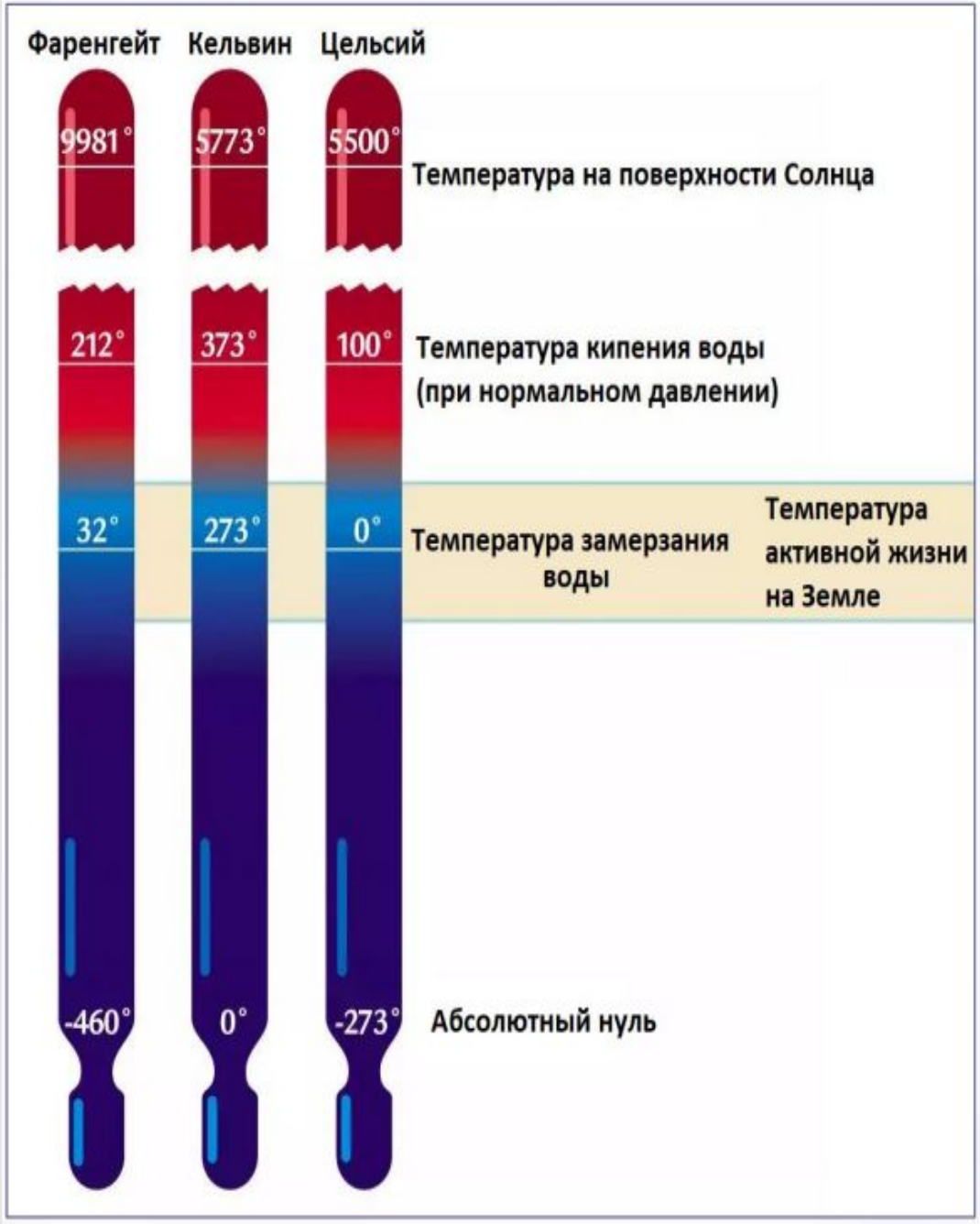
Основана на температуре замерзания (32 °F) и температуре кипения (212 °F) воды. Промежуток между этими точками делится на 180 равных частей

Шкала Кельвина, 1742 г

Шкала имеет одну абсолютную точку – температуру, при которой замирает тепловое движение частиц – абсолютный нуль (0 К)



9

Связь шкалы Кельвина и шкалы Цельсия

$$T = (t + 273)K \qquad t = (T - 273)°C$$