Температура и термометры

Материал к уроку физики

Температура - физическая величина, характеризующая среднюю кинетическую энергию частиц макроскопической системы, находящейся в состоянии термодинамического равновесия.

В равновесном состоянии температура имеет одинаковое значение для всех макроскопических частей системы.

Проведем опыт

Возьмём три глубокие чашки, в одной из которых будет очень холодная вода, в другой горячая, а в третьей вода из графина, длительное время стоявшего в комнате. Подержим некоторое время одну руку в горячей воде, а другую – в холодной. После этого опустим обе руки в тарелку с водой из графина. Почувствуем, что одна и та же вода для одной руки будет теплее, чем для другой. Этот опыт показывает, что ощущение тепла может быть обманчивым, и с помощью чувств нельзя достоверно определить температуру тела.

Здесь нам на помощь приходит специальный прибор – **термометр**. При изменении *температуры* тела изменяется какое-либо его свойство, например, объём. На этом и основано действие термометра.

В конце XIX века было установлено:

- **температура характеризует состояние теплового равновесия макроскопической системы и интенсивность теплового движения ее частиц**.

При этом было доказано, что:

- **при контакте тел с разной температурой энергия всегда переходит от тела с большей температурой к телу с меньшей температурой**;
- **все тела, находящиеся в тепловом равновесии друг с другом, имеют одинаковую температуру**.

Первые термометры

Термоскоп Галилея

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

Позднее флорентийские ученые усовершенствовали термоскоп Галилея, добавив к нему шкалу из бусин и откачав из шарика воздух.

Термоскоп

Термоскоп 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 трубки опускался вниз. Недостатком прибора было то, что по нему можно было судить только об относительной степени нагрева или охлаждения тела, так как шкалы у него еще не было.

Опыт с термоскопом

Особого упоминания заслуживает опыт Галилея с термоскопом, который также относится к падуанскому периоду, примерно к 1597 г. Эксперимент важен не тем, что послужил поводом для последующих дискуссий о приоритете в изобретении термометра, а из-за нового антиаристотелева образа мышления, проявляющегося и в замысле и в осуществлении опыта. Опыт заключается в следующем. Руками согревают колбу размером с яйцо; колба имеет длинное и тонкое, как пшеничный стебель, горлышко, опущенное в чашу с водой. Если убрать руки с колбы, то вода из чаши по мере остывания сосуда начнет подниматься в горлышко. Бенедетто Кастелли, бывший ученик Галилея, пишет в 1638 г.: «Этот эффект вышеупомянутый синьор Галилей использовал для изготовления инструмента для определения степени жары и холода».

До Галилея в голову бы не пришла возможность измерения степени тепла и холода, потому что, согласно их учению, холод и тепло – это различные свойства, перемешанные в материи. Галилей же учил, а позже (в 1623 г.) и прямо написал в «Saggiatore» («Пробирщик»), что холод не является положительным качеством, а есть лишь отсутствие тепла, холод пребывает не в материи, а в чувствительном теле.

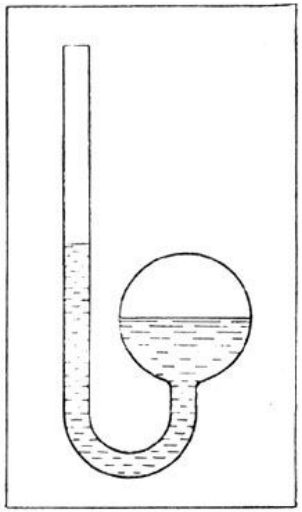
Первый жидкостный термометр

В 17 веке воздушный термоскоп был преобразован в спиртовой флорентийским ученым Торричелли. Прибор был перевернут шариком вниз, сосуд с водой удалили, а в трубку налили спирт. Действие прибора основывалось на расширении спирта при нагревании, - теперь показания не зависели от атмосферного давления. Это был один из первых жидкостных термометров. На тот момент показания приборов еще не согласовывались друг с другом, поскольку никакой конкретной системы при градуировке шкал не учитывалось.

Флорентийские термометры

Конструкция термоскопа была настолько улучшена Торричелли и членами Академии опытов и оказалась столь удобной для различных применений, что в XVII веке «флорентийские термометры» стали знамениты. Они были введены в Англии Бойлем и распространились во Франции благодаря астроному Бульо (1605...1694), получившему в дар такой термометр от польского дипломата.

Термометр Амонтона

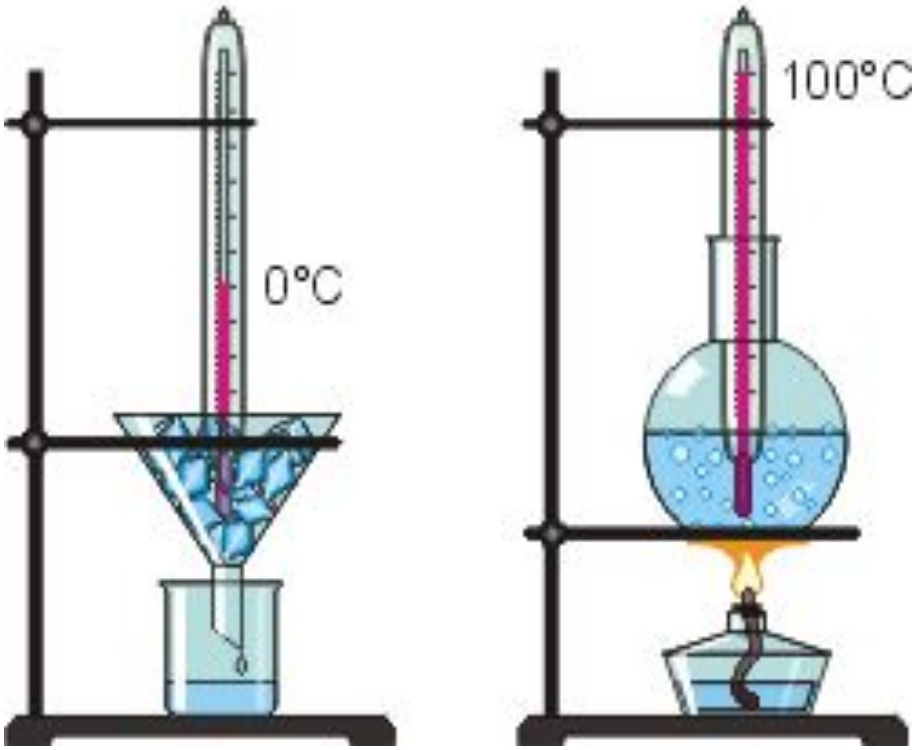


В 1702 г. Гийом Амонтон (1663...1703) усовершенствовал воздушный термометр Галилея, сконструировав термометр, в основном совпадающий с современным газовым. Термометр Амонтона представлял собой U-образную стеклянную трубку, более короткое колено которой заканчивалось резервуаром, содержащим воздух; в длинное колено наливалась ртуть в количестве, необходимом для поддержания постоянства объема воздуха в резервуаре. По высоте столба ртути определялась температура. Интересно, что с этим инструментом, встреченным весьма неодобрительно, Амонтон пришел к понятию абсолютного нуля, который по его данным соответствовал –239,5°

С. Ламберт повторил опыты Амонтона с большей точностью и тоже пришел к понятию абсолютного нуля, которое он выражает так: «Степень тепла, равная нулю, может быть фактически названа абсолютным холодом. Значит, при абсолютном холоде объем воздуха равен или почти равен нулю. Можно сказать, что при абсолютном холоде воздух становится столь плотным, что его частицы абсолютно соприкасаются друг с другом, так что воздух становится непроницаемым».

Крайние точки шкалы

В 1694 году Карло Ренальдини предложил принять в качестве двух крайних точек температуру таяния льда и температуру кипения воды.



Термометр Фаренгейта

- Решающее усовершенствование конструкции термометра произвел немец Габриэль Даниэль Фаренгейт (1686...1736), воспользовавшийся идеей Олафа Ремера. Фаренгейт изготовлял ртутные и спиртовые термометры той формы, которая применяется и сейчас. Успех его термометров следует искать во введенном им новом методе очищения ртути; кроме того, перед запаиванием он кипятил жидкость в трубке.

Шкала Фаренгейта

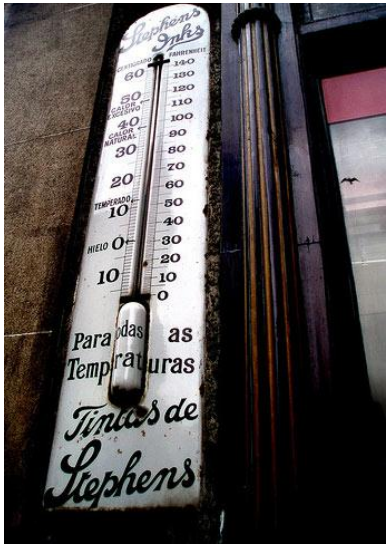
В 1714 году Д. Г. Фаренгейт изготовил ртутный термометр. На шкале он обозначил три фиксированные точки:

нижняя, 32 °F - температура замерзания солевого раствора,

96 ° - температура тела человека,

верхняя 212 ° F - температура кипения воды.

Термометром Фаренгейта пользовались в англоязычных странах вплоть до 70-х годов 20 века, а в США пользуются и до сих пор.



Шкала Реомюра

Рене Антуан Фершо де Реомюр (1683...1757) не одобрял применения ртути в термометрах вследствие малого коэффициента расширения ртути.

В 1730 г. он предложил применять в термометрах спирт и ввел шкалу, построенную не произвольным образом, как шкала Фаренгейта, а в соответствии с тепловым расширением спирта.

Он делал опыты со спиртовым термометром и пришел к выводу, что шкала может быть построена в соответствии с тепловым расширением спирта. Установив, что применяемый им спирт, смешанный с водой в пропорции 5:1, расширяется в отношении 1000:1080 при изменении температуры от точки замерзания до точки кипения воды, ученый предложил использовать шкалу от 0 до 80 градусов. Приняв за 0 ° температуру таяния льда, а за 80 ° температуру кипения воды при нормальном атмосферном давлении.

Шкала Цельсия

В 1742 году шведский ученый Андрес Цельсий предложил шкалу для ртутного термометра, в которой промежуток между крайними точками был разделен на 100 градусов. При этом сначала температура кипения воды была обозначена как 0 °, а температура таяния льда как 100 °. Однако в таком виде шкала оказалась не очень удобной, и позднее астрономом М. Штремером и ботаником К. Линнеем было принято решение поменять крайние точки местами.

Шкала Ломоносова

М. В. Ломоносовым был предложен жидкостный термометр, имеющий шкалу со 150 делениями от точки плавления льда до точки кипения воды.

Шкала Кельвина

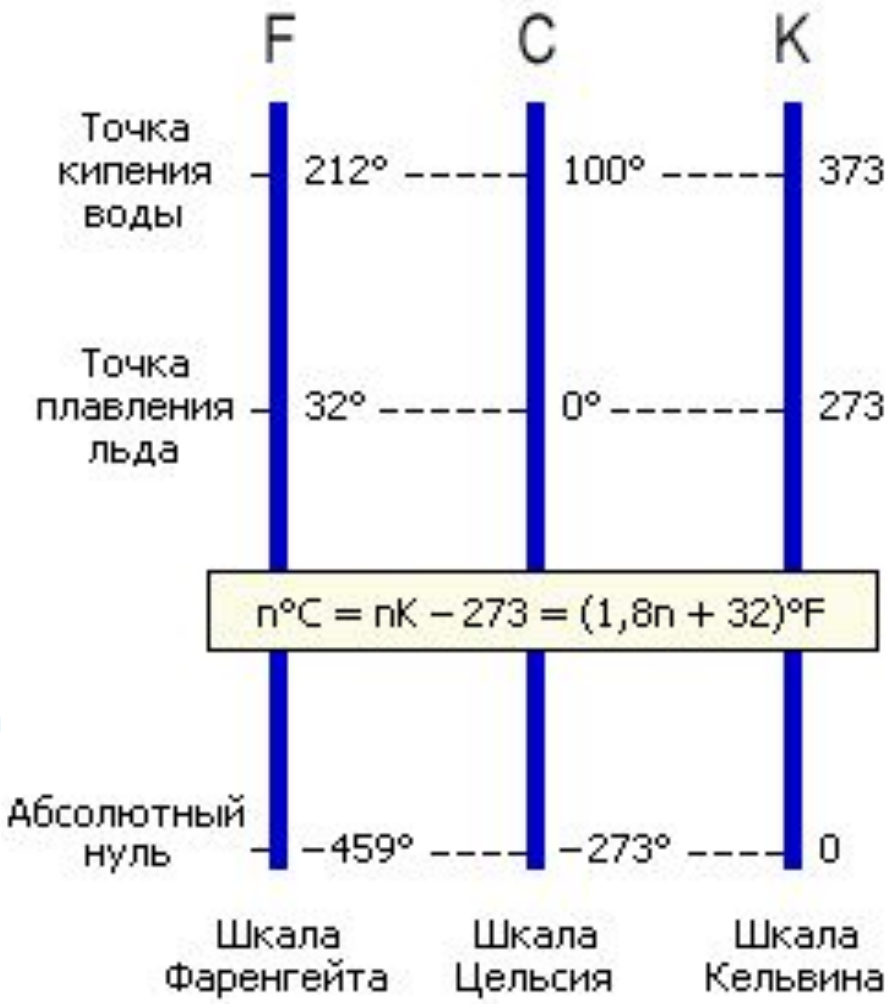
В начале 19 века английским ученым лордом Кельвином была предложена абсолютная термодинамическая шкала. Одновременно Кельвин обосновал понятие абсолютного нуля, обозначив им температуру, при которой прекращается тепловое движение молекул. По Цельсию это -273,15 °С.

$T = t + 273{,}15$

$t = T - 273{,}15$

$0\ K = -273{,}15\ ^\circ C$

Связь между температурой по Цельсию с температурой по Кельвину и по Фаренгейту



Если в 18 веке был настоящий «бум» открытий в области систем измерения температуры, то с прошлого века началась новая пора открытий в области способов измерения температуры.

Сегодня существует множество устройств, применяемых в промышленности, в быту, в научных исследованиях – термометры расширения и термометры манометрические, термоэлектрические и термометры сопротивления, а также пирометрические термометры, позволяющие измерять температуру бесконтактным способом.

Термометр Галилея

Игрушка-сувенир, к самому Галилео Галилею она имеет весьма косвенное отношение. Правильное название этой занимательной и красивой вещицы: «Galileo thermometer». Назван этот термометр так, по-видимому, в честь Галилео Галилея, первым изобретшего в 1592 году термоскоп – прародитель всех термометров.

Термометр Галилея представляет собой стеклянный цилиндр, наполненный водой, в котором плавают наполненные цветной жидкостью (вода + спирт + краска) стеклянные сферические сосудики. К каждому такому сферическому поплавку прикреплена снизу золотистая или серебристая бирка с выбитым на ней значением температуры. В зависимости от размера термометра количество поплавков внутри бывает от 4-х до 11-ти. Диапазон температур, измеряемых термометром, находится в районе комнатной температуры: 16-28 градусов. Температура определяется по нижнему из плавающих поплавков.

Поплавки по-разному наполнены жидкостью таким образом, что их средняя плотность различна: самая маленькая плотность у верхнего, самая большая – у нижнего, но у всех близка к плотности воды, отличаясь от неё незначительно.

С понижением температуры воздуха в помещении соответственно понижается температура воды в сосуде, вода сжимается, и плотность её становится больше. Мы знаем, что тела, плотность которых меньше плотности окружающей их жидкости, всплывают в ней. Так и здесь: поплавок, у которого плотность стала теперь равна плотности окружающей воды, станет всплывать, показывая понижение температуры. Чем больше всплывших пузырьков, тем температура ниже, чем меньше пузырьков плавает – тем выше (пузырьки потонули, потому что вода в сосуде от нагревания расширилась и стала менее плотной – всё легко и понятно!)

Этот термометр, конечно, не очень точный, но оценить температуру с погрешностью в 0,4 – 4 градуса позволяет (в зависимости от конструкции данного термометра, т.е. от количества поплавков в нём). Но главное, он очень красив!

термометры расширения

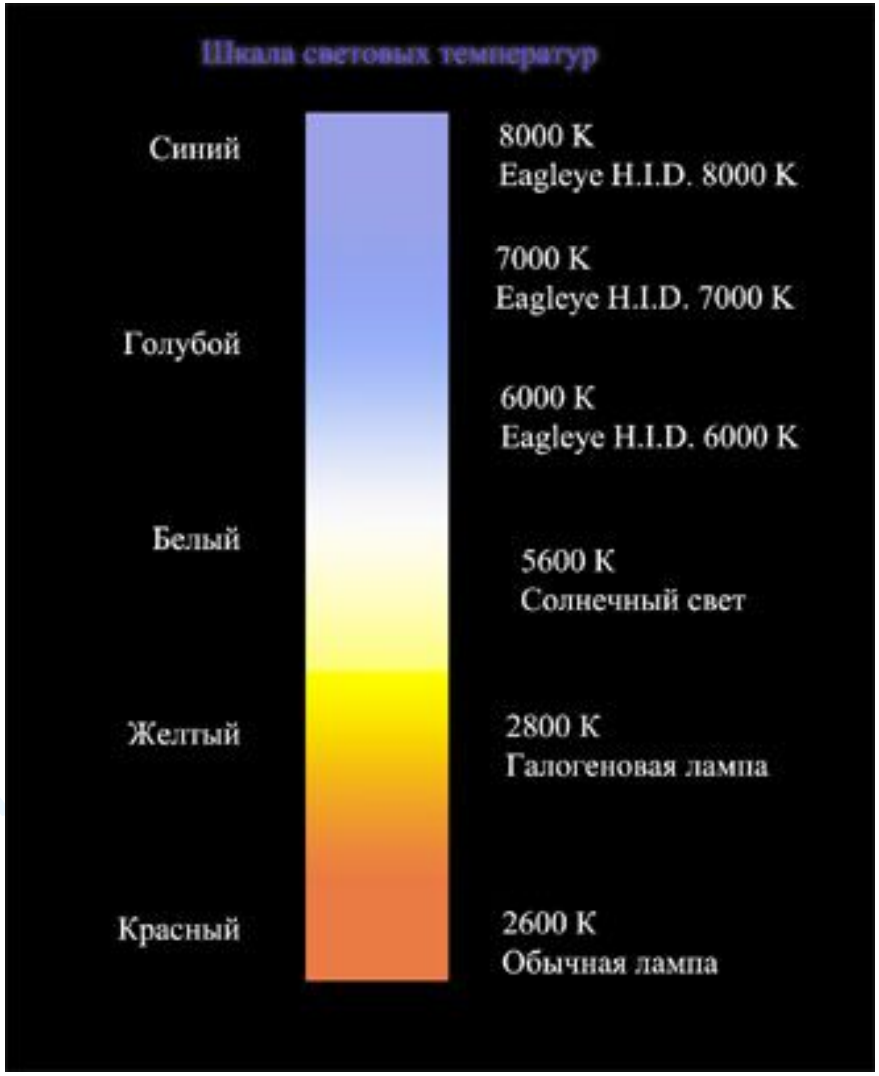
термометры манометрические

термометры термоэлектрические

термометры сопротивления

пирометрические термометры

Шкала световых температур

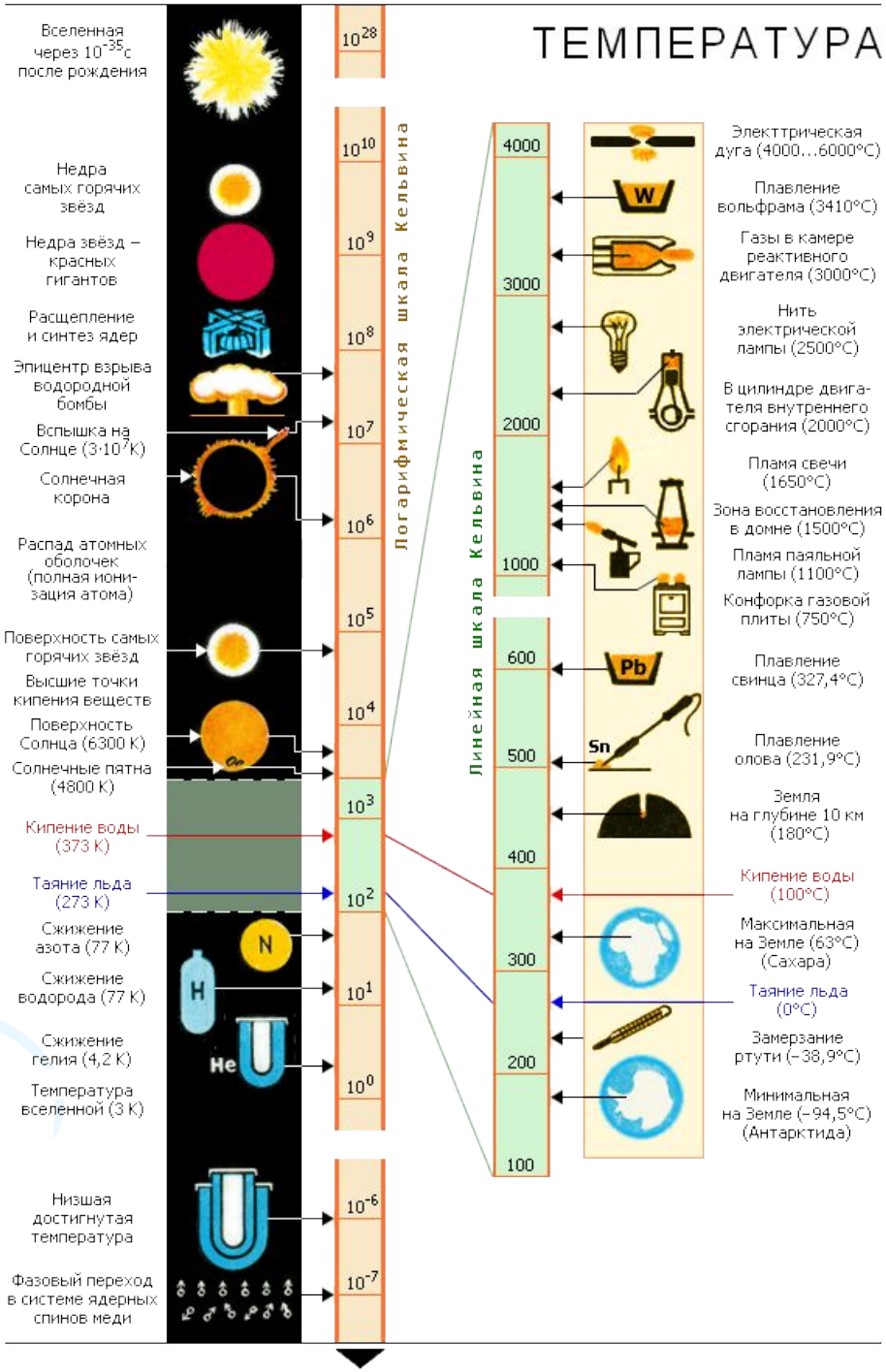


цветовая температура

- Под цветовой температурой понимают температуру абсолютно черного тела, при которой оно испускает излучение с той же хроматичностью (с той же цветностью), что и рассматриваемое излучение.
- Цветовая температура характеризует:
- - спектральный состав излучения источника света;
- - объективное впечатление от цвета источника света.

Разные люди воспринимают один и тот же цвет по-разному. Образно говоря, понятие того или иного цвета - это всего лишь результат неписанного соглашения между людьми называть определённое ощущение зрительного нерва конкретным цветом, к примеру, "красным".

ТЕМПЕРАТУРА



Для создания данной презентации использованы :

- учебники Физика-8 С.В.Громова и Физика-11 С.В.Громова
- материалы следующих интернет-страниц:

http://images.yandex.ru/
http://bi-xenon.com.ua/step1-5.html
http://www.gyperon.ru/2006/10/04/temperatura_chto_est_sie.html
http://fiz.1september.ru/2006/16/03.htm