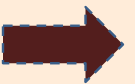


Температура



Температура

характеризует

степень
нагретости
тела

состояние
теплового
равновесия

направление
теплообмена



Обозначение температуры

```
graph TD; A[Обозначение температуры] --> B[t°]; A --> C[T  
шкала Кельвина];
```

t°

T

шкала Кельвина



Единицы измерения

```
graph TD; A[Единицы измерения] --> B[°C]; A --> C[K]; A --> D[°F]; A --> E[°R];
```

°C

K

°F

°R



Температурные шкалы

```
graph TD; A[Температурные шкалы] --> B[шкала Цельсия]; A --> C[шкала Кельвина]; A --> D[шкала Фаренгейта]; A --> E[шкала Реомюра];
```

шкала

Цельсия

шкала

Кельвина

шкала

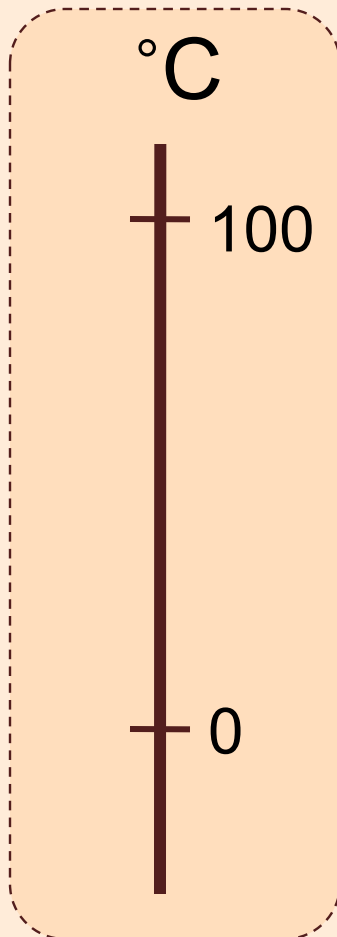
Фаренгейта

шкала

Реомюра



Шкала Цельсия

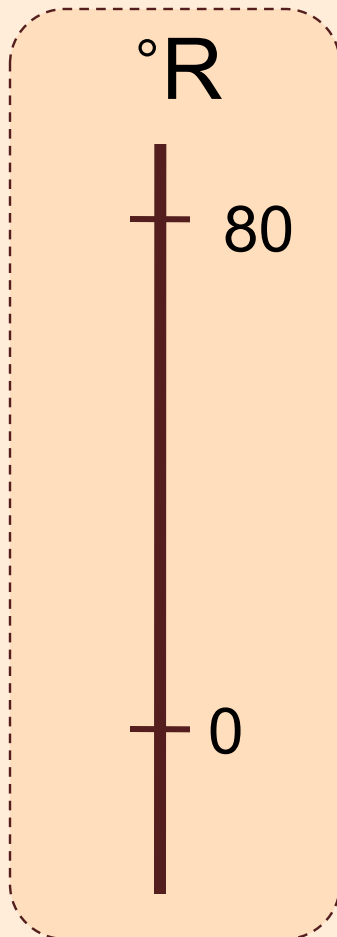


температура кипения воды
при нормальном давлении

температура плавления льда



Шкала Реомюра

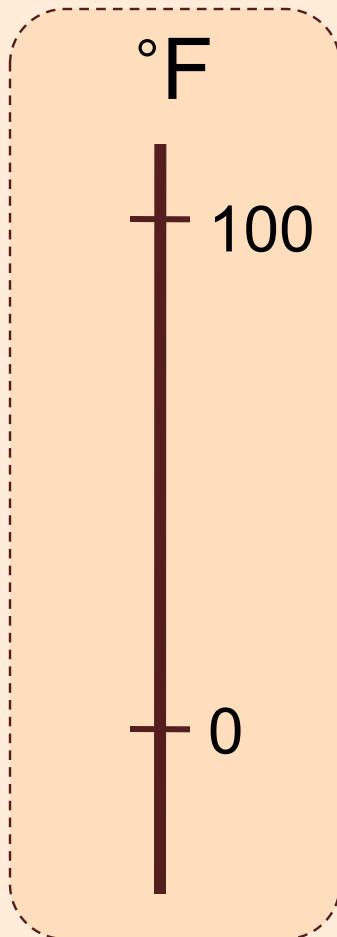


температура кипения воды
при нормальном давлении

температура плавления льда



Шкала Фаренгейта



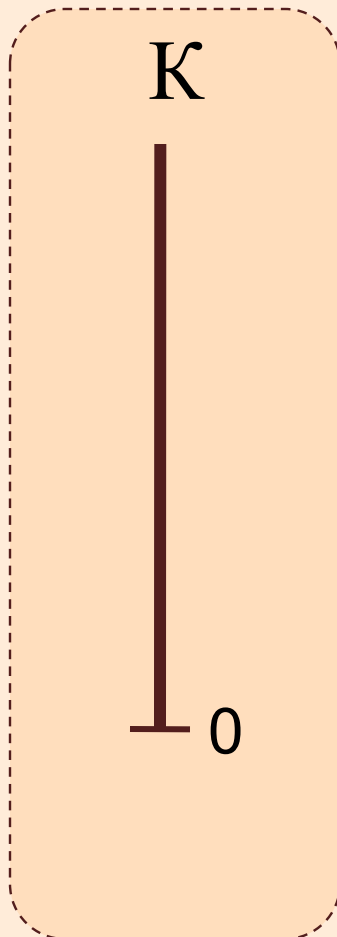
нормальная температура
человеческого тела

$$^{\circ}\text{F} = 1,8 \cdot ^{\circ}\text{C} + 32$$

температура плавления льда



Шкала Кельвина



$$T = t^{\circ}\text{C} + 273$$

«абсолютный ноль»



Способы измерения

```
graph TD; A[Способы измерения] --> B[контактный]; A --> C[бесконтактный]
```

контактный

бесконтактный



Контактный способ

термометр жидкостный

термометр манометрический

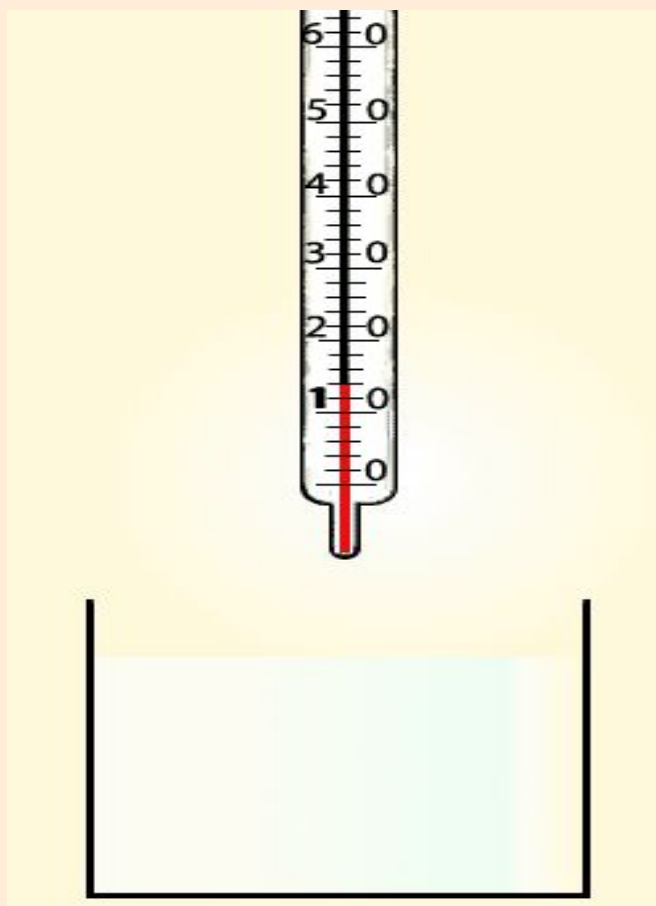
термометр сопротивления

термометр биметаллический

термопара



Измерение температуры



Термометр жидкостный



**Зависимость
объёма
от температуры**

Термометрическая жидкость



Термометрические жидкости

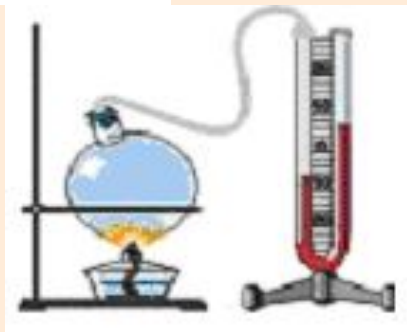
вещество	диапазон измерений
пентан	- 200 ÷ 20 °С
этиловый спирт	- 80 ÷ 70 °С
ртуть	- 35 ÷ 750 °С
керосин	- 20 ÷ 300 °С



Термометр манометрический



**Зависимость
давления
от температуры**

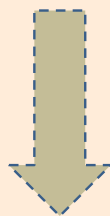
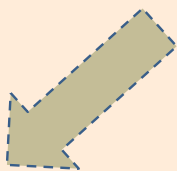


Манометрический термометр — прибор для измерения температуры, действие которого основано на измерении давления какого-либо вещества (жидкости или газа) при изменении температуры. Шкала манометра градуируется непосредственно в единицах температуры.

Измерительная система состоит из погружаемого элемента, капиллярного провода и трубчатой пружины в корпусе.

- Данные элементы соединены в единое устройство, которое под давлением заполнено инертным газом. Изменение температуры влечёт изменение объёма или внутреннего давления в погружаемом устройстве. Давление деформирует измерительную пружину, отклонение которой передается с помощью стрелочного механизма на стрелку. Колебания температуры окружающей среды могут не приниматься во внимание, так как для компенсации между стрелочным механизмом и измерительной пружиной встроен биметаллический элемент.

В зависимости от применяемого рабочего вещества различают следующие манометрические термометры:



Газовые (азот):

- метилхлорид
- спирт
- диэтиловый эфир

Жидкостные:

- метилксилол
- силиконовые жидкости
- металлы с низкой точкой плавления

**Ртутные со
специальными
наполнителями**

Термометр сопротивления



**Зависимость
сопротивления
от температуры**



Термометр сопротивления — электронный прибор, предназначенный для измерения температуры. Принцип действия основан на зависимости электрического сопротивления металлов, сплавов и полупроводниковых материалов от температуры.

Преимущества термометров сопротивления

- Высокая точность измерений
- Возможность исключения влияния изменения сопротивления линий связи на результат измерения при использовании 3- или 4-проводной схемы измерений.
- Практически линейная характеристика.

Недостатки термометров сопротивления

- Относительно малый диапазон измерений (по сравнению с термопарами)
- Дороговизна (в сравнении с термопарами из неблагородных металлов, для платиновых термометров сопротивления типа ТСП).
- Требуется дополнительный источник питания для задания тока через датчик.

Термометр биметаллический



**Зависимость длины
от температуры**



Биметаллический термометр



- Биметаллические термометры предназначены для измерения температуры в стационарных промышленных технических установках.
- **Принцип действия** термометров БТ основан на зависимости деформации чувствительного элемента от измеряемой температуры.
- **Область применения:** системы кондиционирования, теплоснабжение, водоснабжение.
- *При измерении температуры агрессивных сред рекомендуется комплектовать термометр гильзой из нержавеющей стали.*

Термопара



**Зависимость
ЭДС
от температуры**



Термопара (термоэлектрический преобразователь) — устройство, применяемое для измерения температуры в промышленности, научных исследованиях, медицине, в системах автоматики.



На рисунке изображена дифференциальная термопара

- Принцип действия основан на **эффекте Зеебека** или, иначе, термоэлектрическом эффекте. Между соединёнными проводниками имеется контактная разность потенциалов, если стыки связанных в кольцо проводников находятся при одинаковой температуре, сумма таких разностей потенциалов равна нулю. Когда же стыки находятся при разных температурах, разность потенциалов между ними зависит от разности температур. Коэффициент пропорциональности в этой зависимости называют коэффициентом термо-ЭДС.

Типы термопар

- платинородий-платиновые
- платинородий-платиновые
- платинородий-платинородиевые
- железо-константановые (железо-медьникелевые)
- медь-константановые (медь-медьникелевые)
- нихросил-нисилловые (никельхромникель-никелькремниевые)
- хромель-алюмелевые
- хромель-константановые
- хромель-копелевые
- медь-копелевые
- силх-силиновые
- вольфрам и рений (вольфрамрениевые)

Термопары

Преимущества

- Высокая точность измерения значений температуры (вплоть до $\pm 0,01$ °C)
- Большой температурный диапазон измерения: от -250 °C до 2500 °C
- Простота
- Дешевизна
- Надежность

Недостатки

- Для получения высокой точности измерения температуры требуется индивидуальная градуировка термопары
- На показания влияет температура свободных концов, на которую необходимо вносить поправку
- Эффект Пельтье (в момент снятия показаний, необходимо исключить протекание тока через термопару, так как ток, протекающий через неё, охлаждает горячий спай и разогревает холодный).