

# Температура



# Температура

характеризует

степень  
нагретости  
тела

состояние  
теплового  
равновесия

направление  
теплообмена



# Обозначение температуры

$t^{\circ}$

$T$

шкала Кельвина



# Единицы измерения

°C

К

°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

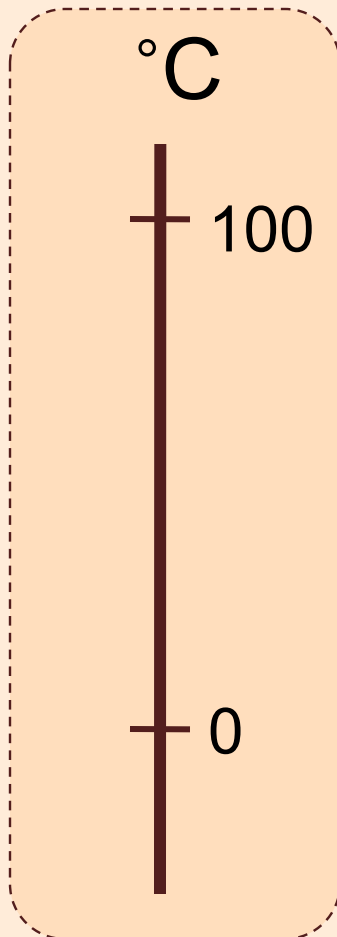
Фаренгейта

шкала

Реомюра



# Шкала Цельсия

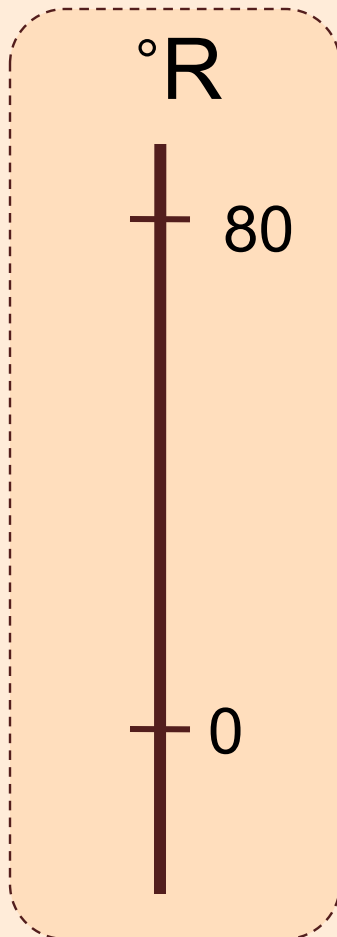


температура кипения воды  
при нормальном давлении

температура плавления льда



# Шкала Реомюра

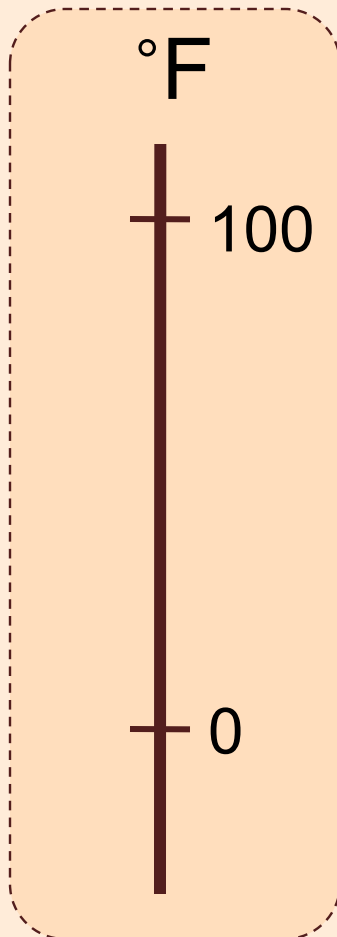


температура кипения воды  
при нормальном давлении

температура плавления льда



# Шкала Фаренгейта



нормальная температура  
человеческого тела

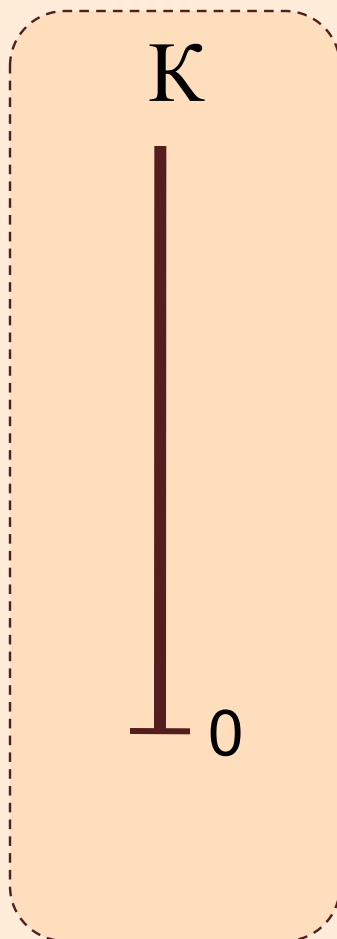
$$^{\circ}\text{F} = 1,8 \cdot ^{\circ}\text{C} + 32$$

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

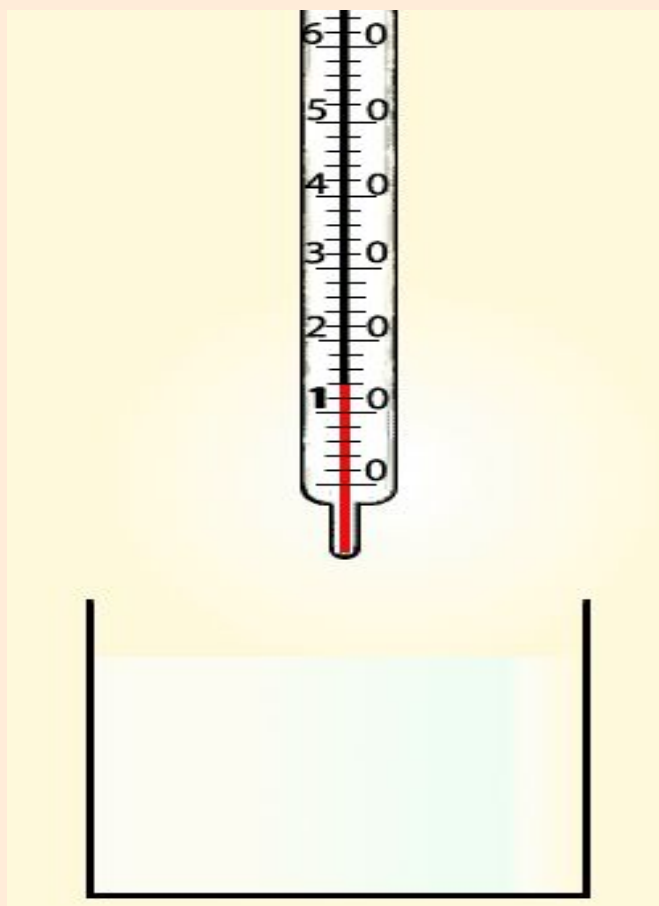
термометр сопротивления

термометр биметаллический

термопара



# Измерение температуры



# Термометр жидкостный



**Зависимость  
объёма  
от температуры**

Термометрическая жидкость



# Термометрические жидкости

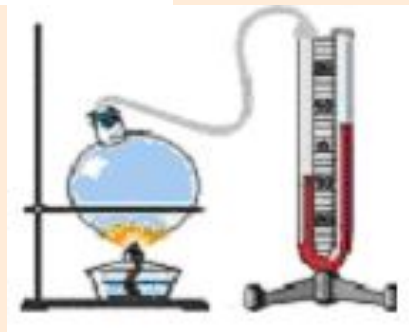
вещество	диапазон измерений
пентан	- 200 ÷ 20 °С
этиловый спирт	- 80 ÷ 70 °С
ртуть	- 35 ÷ 750 °С
керосин	- 20 ÷ 300 °С



# Термометр манометрический



**Зависимость  
давления  
от температуры**



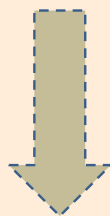
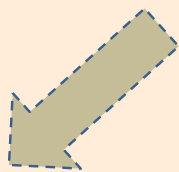
**Манометрический термометр** — прибор для измерения температуры, действие которого основано на измерении давления какого-либо вещества (жидкости или газа) при изменении температуры. Шкала манометра градуируется непосредственно в единицах температуры.

**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-нисиловые (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).