

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Московский образовательный комплекс ЗАПАД»

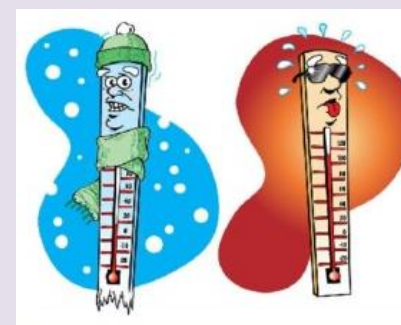
МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

ТЕМПЕРАТУРА

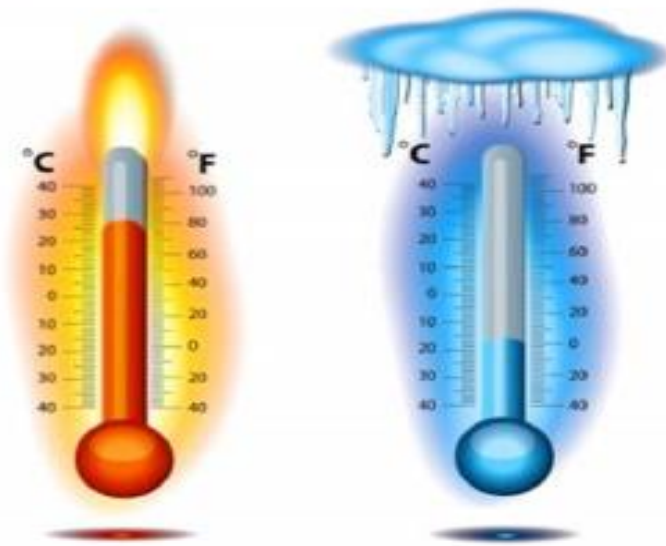
ТЕПЛОВОЕ РАВНОВЕСИЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ

Преподаватель. Красин И.Г.



ТЕМПЕРАТУРА – МАКРОСКОПИЧЕСКИЙ ПАРАМЕТР.



Температу́ра — физическая величина, характеризующая термодинамическую систему и количественно выражающая интуитивное понятие о различной степени нагретости тел.

ТЕМПЕРАТУРА – МАКРОСКОПИЧЕСКИЙ ПАРАМЕТР.

Температу́ра — физическая величина, характеризующая термодинамическую систему и количественно выражающая интуитивное понятие о различной степени нагретости тел.

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ



Тепловое равновесие-
такое состояние тел,
при котором все
макроскопические
параметры сколь угодно
долго остаются
неизменными.

Температура системы
остается постоянной.

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Тепловое равновесие- такое состояние тел, при котором все макроскопические параметры сколь угодно долго остаются неизменными. Температура системы остается постоянной.

Современные термометры

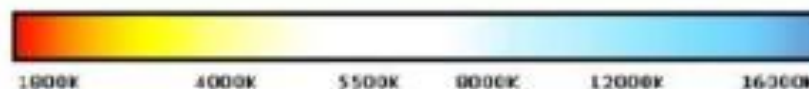
Термопары – приборы для измерения температуры



Большой температурный диапазон измерения: от -200°C до 2500°C



Инфракрасный термометр



Температура стали	
550	
630	
600	
740	
770	
800	
850	
900	
950	
1000	
1100	
1200	
1300	



Термометр на терморезисторе



Биметаллический термометр

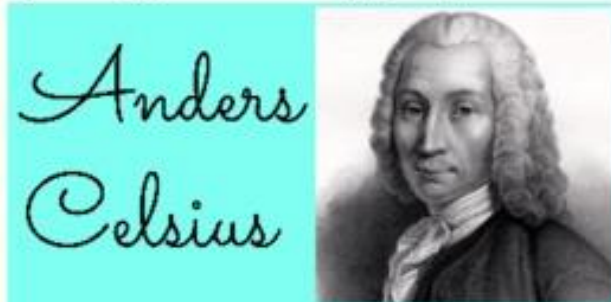
ШКАЛА ЦЕЛЬСИЯ

Градус Цельсия назван в честь шведского учёного

Андерса Цельсия, предложившего в 1742 году новую

шкалу для измерения температуры.

За ноль по шкале Цельсия принималась точка плавления льда, а за 100° точка кипения воды при стандартном атмосферном давлении.



Изначально Цельсий за 100° принял

температуру таяния льда, а за 0° — температуру кипения воды.

И лишь позднее его современник Карл Линней «перевернул» эту шкалу.



ШКАЛА ЦЕЛЬСИЯ

Градус Цельсия назван в честь шведского учёного

Андерса Цельсия, предложившего в 1742 году новую шкалу для измерения температуры.

За ноль по шкале Цельсия принималась точка плавления льда, а за 100° точка кипения воды при стандартном атмосферном давлении.

Изначально Цельсий за 100° принял температуру таяния льда, а за 0° — температуру кипения воды.

И лишь позднее его современник Карл Линней «перевернул» эту шкалу

Работа с учебником стр. 197

- Почему расстояния между двумя соседними отметками спиртового и ртутного термометра разные?
- Какое вещество надо выбрать, чтобы избавиться от этой зависимости?



- Почему расстояния между двумя соседними отметками спиртового и ртутного термометра разные?
- Какое вещество надо выбрать, чтобы избавиться от этой зависимости?

ГАЗЫ В СОСТОЯНИИ ТЕПЛОВОГО РАВНОВЕСИЯ

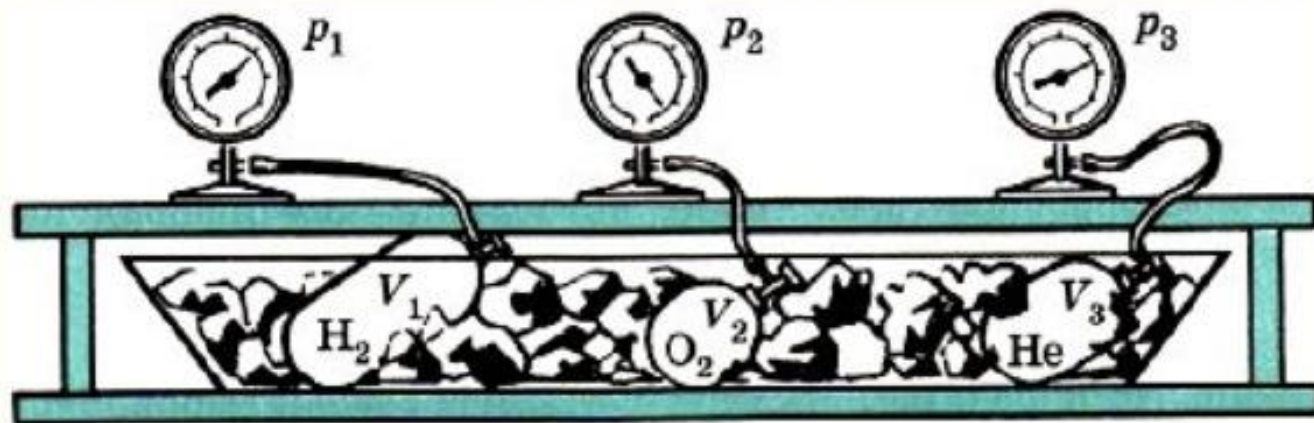


Рис. 9.4

ГАЗЫ В СОСТОЯНИИ ТЕПЛОВОГО РАВНОВЕСИЯ



$$0^{\circ}\text{C} \quad \frac{pV}{N}$$

Все газы имеют одинаковую температуру 0°C . Давления газов p , их объёмы V и число молекул N различны.

$$\frac{p_{\text{H}_2} V_{\text{H}_2}}{N_{\text{A}}} = \frac{2,265 \cdot 10^4 \cdot 0,1 \text{ м}^3}{6,02 \cdot 10^{23}} = 3,76 \cdot 10^{-21} \text{ Дж.}$$

$$\frac{p_{\text{H}_2} V_{\text{H}_2}}{N_{\text{A}}} = \frac{p_{\text{He}} V_{\text{He}}}{N_{\text{He}}} = \frac{p_{\text{O}_2} V_{\text{O}_2}}{N_{\text{O}_2}} = \Theta_0.$$

0°C . Все газы имеют одинаковую температуру 0°C . Давления газов p , их объёмы V и число молекул N различны.

100C

$$\frac{pV}{N} = \Theta_{100} = 5,14 \cdot 10^{-21} \text{ Дж.}$$



Величина Θ растёт с повышением температуры.

100⁰C. Величина Θ растёт с повышением температуры .

▪ Вместо температуры Θ ,
выражаемой в энергетических
единицах, введём температуру,
выражаемую в привычных для
нас градусах.

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

▪ Будем считать величину Θ прямо
пропорциональной температуре T ,
измеряемой в градусах:

$$\Theta = kT,$$

▪ где k — коэффициент
пропорциональности.

▪ T - абсолютная температура



- *Вместо температуры Θ , выражаемой в энергетических единицах, введём температуру, выражаемую в привычных для нас градусах.*
- *Будем считать величину Θ прямо пропорциональной температуре T , измеряемой в градусах:*
- *$\Theta = kT$,*
- *где k — коэффициент пропорциональности.*
- *T - абсолютная температура*

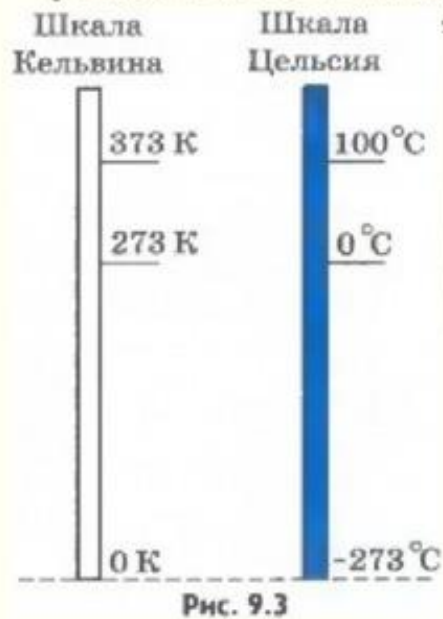
«Наибольшая или последняя степень холода», существование которой предсказывал Ломоносов.



Предельную температуру, при которой давление идеального газа обращается в нуль при фиксированном объёме или при которой объём идеального газа стремится к нулю при неизменном давлении, называют **абсолютным нулём температуры**

«Наибольшая или последняя степень холода», существование которой предсказывал Ломоносов. Предельную температуру, при которой давление идеального газа обращается в нуль при фиксированном объёме или при которой объём идеального газа стремится к нулю при неизменном давлении, называют абсолютным нулём температуры .

ШКАЛА КЕЛЬВИНА (АБСОЛЮТНАЯ)



■ Английский учёный У. Томсон (лорд Кельвин) (1824—1907) ввёл абсолютную шкалу температур. Нулевая температура по абсолютной шкале (её называют также *шкалой Кельвина*) соответствует абсолютному нулю, а каждая единица температуры по этой шкале равна градусу по шкале Цельсия.

■ $1^{\circ}\text{C} = 1\text{K}$

ШКАЛА КЕЛЬВИНА (АБСОЛЮТНАЯ)

- Английский учёный У. Томсон (лорд Кельвин) (1824—1907) ввёл абсолютную шкалу температур. Нулевая температура по абсолютной шкале (её называют также *шкалой Кельвина*) соответствует абсолютному нулю, а каждая единица температуры по этой шкале равна градусу по шкале Цельсия.
- $1^{\circ}\text{C} = 1\text{K}$

Коэффициент Больцмана

$$\Theta_{100} - \Theta_0 = k(T_2 - T_1),$$

$$\Theta_{100} - \Theta_0 = k \cdot 100 \text{ K} = (5,14 - 3,76) \cdot 10^{-21} \text{ Дж.}$$

$$k = \frac{5,14 - 3,76}{100} \cdot 10^{-21} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К.}$$



Коэффициент Больцмана

$$\Theta_{100} - \Theta_0 = k(T_2 - T_1),$$

$$\Theta_{100} - \Theta_0 = k \cdot 100 \text{ K} = (5,14 - 3,76) \cdot 10^{-21} \text{ Дж.}$$

Связь абсолютной шкалы Кельвина со шкалой Цельсия

▪ при 0 °C $kT_1 = 3,76 \cdot 10^{-21}$ Дж, то

$$T_1 = \frac{3,76 \cdot 10^{-21}}{1,38 \cdot 10^{-23}} \text{ К} \approx 273 \text{ К}.$$

$$T (\text{K}) = (t + 273) (^\circ\text{C}).$$

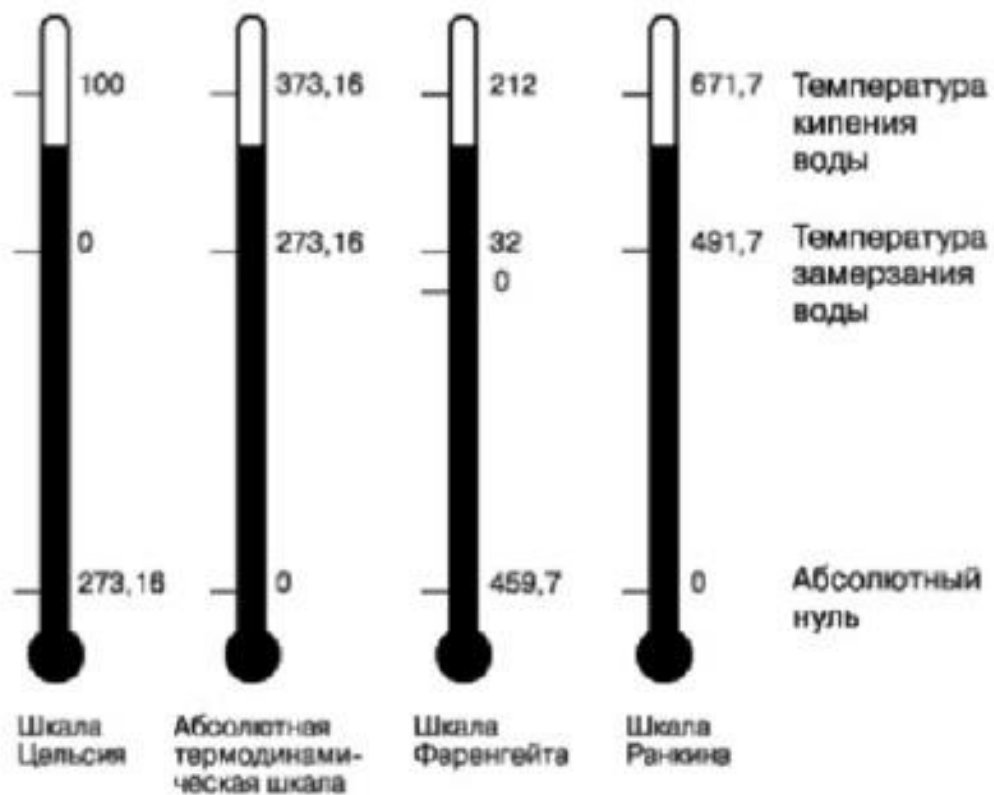
Важно

Изменение абсолютной температуры ΔT равно изменению температуры по шкале Цельсия Δt : $\Delta T(\text{K}) = \Delta t (^\circ\text{C})$.

Связь абсолютной шкалы Кельвина со шкалой Цельсия

• при 0°C $kT_1 = 3,76 \cdot 10^{-21}$ Дж, то $T (\text{K}) = (t + 273) (^\circ\text{C})$.

Важно Изменение абсолютной температуры ΔT равно изменению температуры по шкале Цельсия Δt : $\Delta T(\text{K}) = \Delta t (^\circ\text{C})$.



Температура — мера средней кинетической энергии молекул.

$$\frac{pV}{N} = \frac{2}{3} \bar{E} \quad \text{и} \quad \frac{pV}{N} = kT.$$



$$\bar{E} = \frac{3}{2} kT.$$

Средняя кинетическая энергия хаотичного поступательного движения молекул газа пропорциональна абсолютной температуре.

Температура — мера средней кинетической энергии молекул.

Средняя кинетическая энергия хаотичного поступательного движения молекул газа пропорциональна абсолютной температуре .

ОТВЕТИМ НА ВОПРОСЫ.

- 1. На каком основании можно предполагать существование связи между температурой и кинетической энергией молекул?
- 2. Как связаны объём, давление и число молекул различных газов в состоянии теплового равновесия?
- 3. Чему равен абсолютный нуль температуры по шкале Цельсия?
- 4. Какие преимущества имеет абсолютная шкала температур по сравнению со шкалой Цельсия?

ОТВЕТИМ НА ВОПРОСЫ.

- 1. На каком основании можно предполагать существование связи между температурой и кинетической энергией молекул?
- 2. Как связаны объём, давление и число молекул различных газов в состоянии теплового равновесия?
- 3. Чему равен абсолютный нуль температуры по шкале Цельсия?
- 4. Какие преимущества имеет абсолютная шкала температур по сравнению со шкалой Цельсия?

ОТВЕТИМ НА ВОПРОСЫ

- 5. Каков физический смысл постоянной Больцмана? Можно ли её определить теоретически, не обращаясь к эксперименту?
- 6. Как зависит от температуры средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа?
- 7. Почему концентрация молекул всех газов одна и та же при одинаковых давлениях и температурах?
- 8. Как зависит средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул от их массы?

ОТВЕТИМ НА ВОПРОСЫ

- 5. Каков физический смысл постоянной Больцмана? Можно ли её определить теоретически, не обращаясь к эксперименту?
- 6. Как зависит от температуры средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа?
- 7. Почему концентрация молекул всех газов одна и та же при одинаковых давлениях и температурах?
- 8. Как зависит средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул от их массы?

Задания базового уровня

- **A1. Температура газа в сосуде равна 2°C . По абсолютной шкале температур это составляет**
 - 1) 136,5 K 2) 271 K 3) 275 K 4) 546 K
- **A2. На рисунке показана часть шкалы комнатного термометра. Определите абсолютную температуру воздуха в комнате.**
 - 1) 22°C 2) 18°C 3) 295 K 4) 291 K

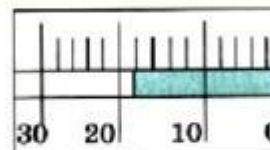
Задания базового уровня

- *A1. Температура газа в сосуде равна 2°C . По абсолютной шкале температур это составляет*
 - *1) 136,5 K 2) 271 K 3) 275 K 4) 546 K*
- *A2. На рисунке показана часть шкалы комнатного термометра. Определите абсолютную температуру воздуха в комнате.*
 - *1) 22°C 2) 18°C 3) 295 K 4) 291 K*

Задания базового уровня

- А3. Как изменится средняя кинетическая энергия теплового движения одноатомного идеального газа при повышении его температуры в 2 раза?

- 1) увеличится в 4 раза 3) уменьшится в 2 ра
2) увеличится в 2 раза 4) уменьшится в 4 ра



- А4. В закрытом сосуде абсолютная температура идеального газа уменьшилась в 3 раза. При этом давление газа на стенки сосуда

- 1) увеличилось в 9 раз 3) уменьшилось в $\sqrt{3}$ раза
2) уменьшилось в 3 раза 4) не изменилось

Задания базового уровня

- А3. Как изменится средняя кинетическая энергия теплового движения одноатомного идеального газа при повышении его температуры в 2 раза?
- 1) увеличится в 4 раза 3) уменьшится в 2 раза 2) увеличится в 2 раза 4) уменьшится в 4 раза
- А4. В закрытом сосуде абсолютная температура идеального газа уменьшилась в 3 раза. При этом давление газа на стенки сосуда
- 1) увеличилось в 9 раз 3) уменьшилось в $\sqrt{3}$ раза 2) уменьшилось в 3 раза 4) не изменилось