

Урок 75-76

21.12.12 г.

Температура – мера кинетической энергии молекул газа. Абсолютная температура. Измерение скоростей молекул газа.

План урока:

1. Проверка домашнего задания.
Физический диктант.
2. Изучение нового материала.
3. Закрепление материала.
4. Домашнее задание.

ФИЗИЧЕСКИЙ ДИКТАНТ.

1. Перечислите макроскопические параметры идеального газа.
2. Какие величины **не изменяются в процессе** установления теплового равновесия.
3. Какой **принцип** используется в устройстве простейшего термометра?
4. Объем комнаты 1м x 2м x 3м. В комнату впущено 100 моль газа. Чему приблизительно равна концентрация этого газа в комнате?
5. Как **читается** основное уравнение МКТ

Проверка домашнего

задания:

1. Какие величины характеризуют состояние макроскопических тел?
2. Каковы отличительные признаки состояний теплового равновесия?
3. Приведите примеры установления теплового равновесия тел, окружающих нас в повседневной жизни.
4. В чем преимущество использования разреженных газов для измерения температуры?
5. На каком основании можно предполагать существование связи между температурой и кинетической энергией молекул?

Температура – мера кинетической энергии молекул газа

СРЕДНЯЯ КИНЕТИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ МОЛЕКУЛ ГАЗА ПРИ ТЕПЛОВОМ РАВНОВЕСИИ.

- Согласно основному уравнению МКТ идеального газа, давление p прямо пропорционально средней кинетической энергии поступательного движения молекул.

$$p = \frac{2}{3} n \bar{E}$$

Подставим в это уравнение выражение для концентрации молекул газа:

$$n = \frac{N}{V}$$

$$p = \frac{2N}{3V} \bar{E}$$

$$\frac{pV}{N} = \frac{2}{3} \bar{E}$$

Давление и объем измеряются непосредственно, а число молекул определяется по известной формуле:

$$N = \frac{m}{M} \cdot N_A$$

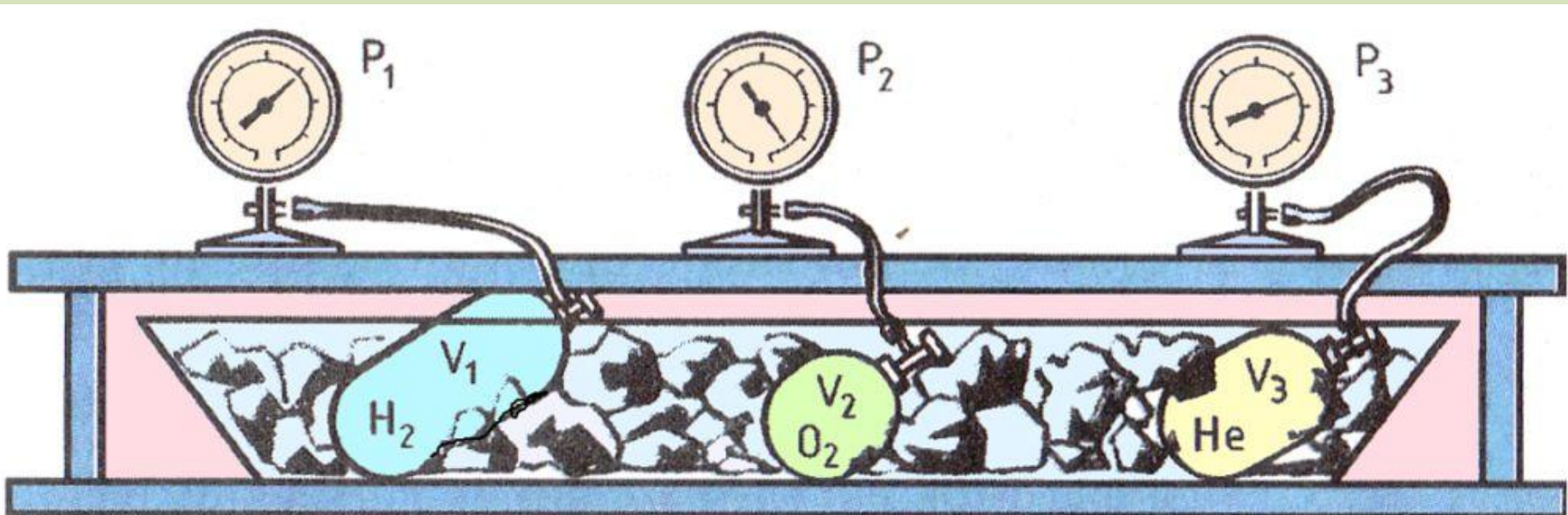
- Предполагается что кинетическая энергия одна и та же величина для всех газов; тогда для всех газов одинакова и величина:

$$\frac{pV}{N} = \text{const}$$

ГАЗЫ В СОСТОЯНИИ ТЕПЛОВОГО РАВНОВЕСИЯ.

- Газы (водород, кислород и гелий) известной массы и объема приводят в состояние теплового равновесия, помещая в лед или кипящую воду.
- В каждом из случаев вычисляется отношение:

$$\frac{pV}{N}$$



СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА.

При помещении газов в лед; $T=0^{\circ}\text{C}$ получено значение, одинаковое для всех газов:

$$\frac{p_{\text{H}_2} V_{\text{H}_2}}{N_{\text{H}_2}} = \frac{p_{\text{O}_2} V_{\text{O}_2}}{N_{\text{O}_2}} = \frac{p_{\text{He}} V_{\text{He}}}{N_{\text{He}}} = \theta_0 = 3,76 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$$

При помещении газов в кипящую воду; $T=100^{\circ}\text{C}$ получено другое значение отношения, но опять же, одинаковое для всех газов:

$$\frac{p_{\text{H}_2} V_{\text{H}_2}}{N_{\text{H}_2}} = \frac{p_{\text{O}_2} V_{\text{O}_2}}{N_{\text{O}_2}} = \frac{p_{\text{He}} V_{\text{He}}}{N_{\text{He}}} = \theta_{100} = 5,14 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$$

- Полученное отношение не всегда точно; но всегда выполняется для идеальных газов (т.е. сильно разреженных).
- Однако, температуру принято выражать не в Джоулях, а в градусах (так удобнее).

**Абсолютная
температура.**

Перевод температуры из энергетических единиц

- Вместо температуры, выраженной в энергетических единицах, введем температуру, выражаемую в градусах, используя коэффициент пропорциональности k :

$$\theta = kT$$

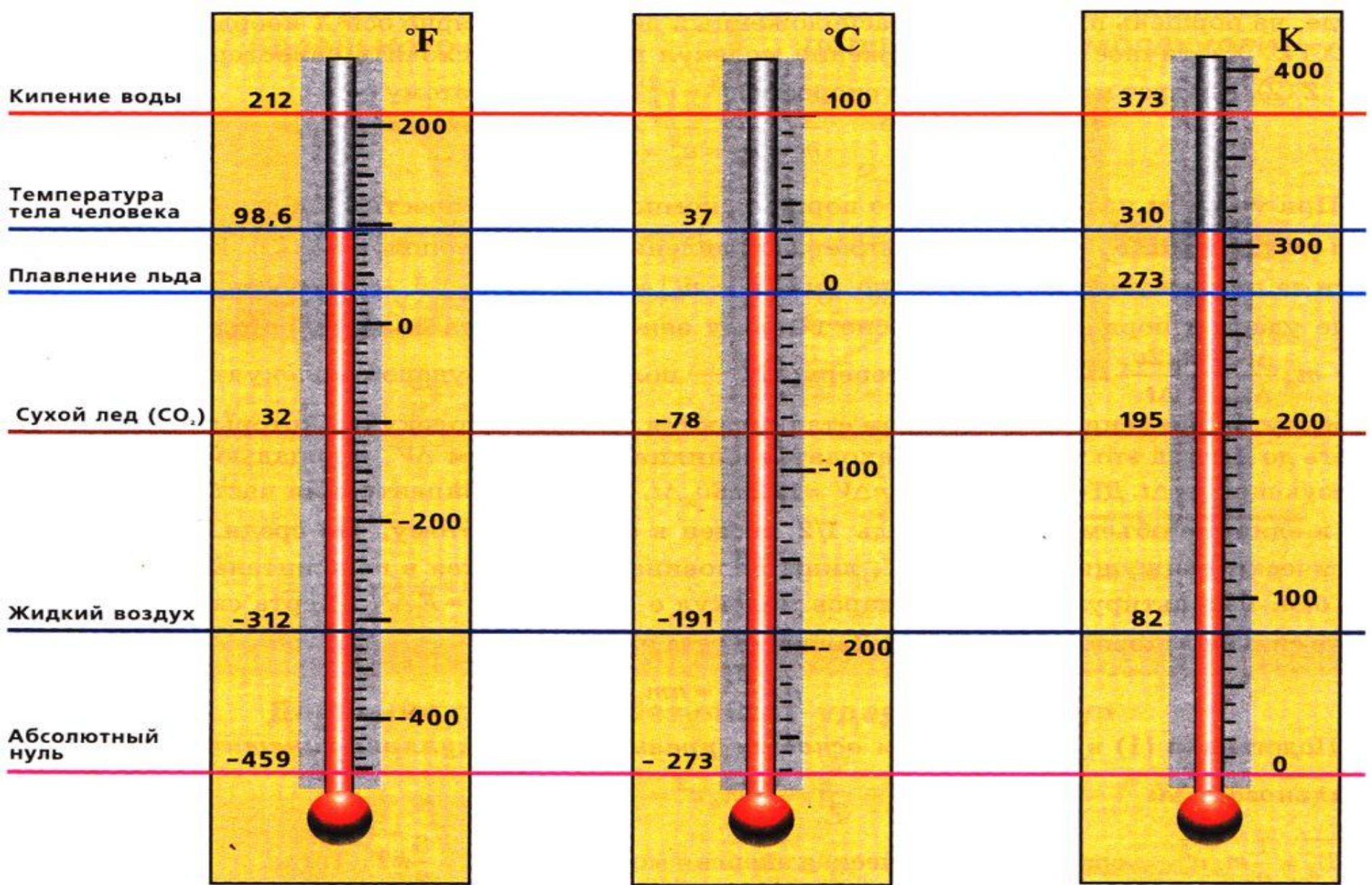
$$\frac{PV}{N} = kT$$

АБСОЛЮТНЫЙ НУЛЬ

ТЕМПЕРАТУР

- Предельную температуру, при которой давление идеального газа обращается в ноль при фиксированном объеме или объем идеального газа стремится к нулю при неизменном давлении, называют абсолютным нулем температур.
- Почему давление идеального газа обращается в ноль?
- Нулевая температура по абсолютной шкале (шкале Кельвина) соответствует абсолютному нулю, а каждая единица температуры по этой шкале равна градусу по шкале Цельсия.

$$\bullet T = t + 273$$



ШКАЛА ФАРЕНГЕЙТА

$$T_F = 32 + 1,8t$$

ШКАЛА ЦЕЛЬСИЯ

$$t = \frac{5}{9}(T_F - 32) = T - 273$$

ШКАЛА КЕЛЬВИНА

$$T = t + 273$$

ПОСТОЯННАЯ БОЛЬЦМАНА

- Зная значения температуры в энергетических единицах при 0 С и 100 С, можно вычислить коэффициент пропорциональности между температурой в энергетических единицах и температурой в Кельвинах:

$$\theta_{100} - \theta_0 = k \cdot 100 \text{ К} = (5,14 - 3,76) \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$$

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

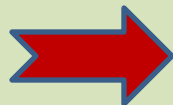


- Людвиг Больцман.
Австрийский физик.
(1844-1906гг)

ТЕМПЕРАТУРА – МЕРА СРЕДНЕЙ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ МОЛЕКУЛ.

$$\frac{pV}{N} = \frac{2}{3} \bar{E}$$

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



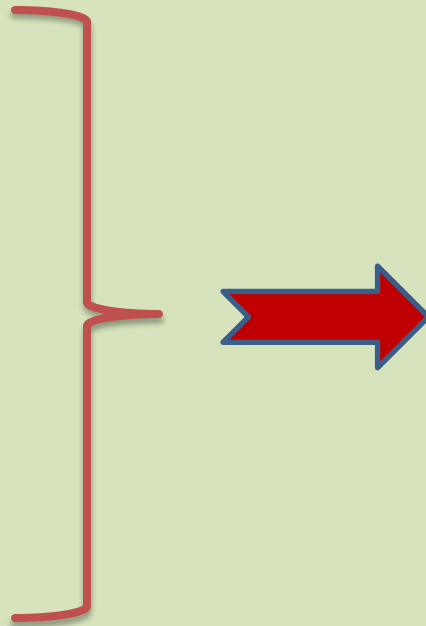
$$\bar{E} = \frac{3}{2} \cdot kT$$

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

ЗАВИСИМОСТЬ ДАВЛЕНИЯ ГАЗА ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ МОЛЕКУЛ И ТЕМПЕРАТУРЫ

$$\frac{pV}{N} = \frac{2}{3} \overline{E}$$

$$n = \frac{N}{V}$$

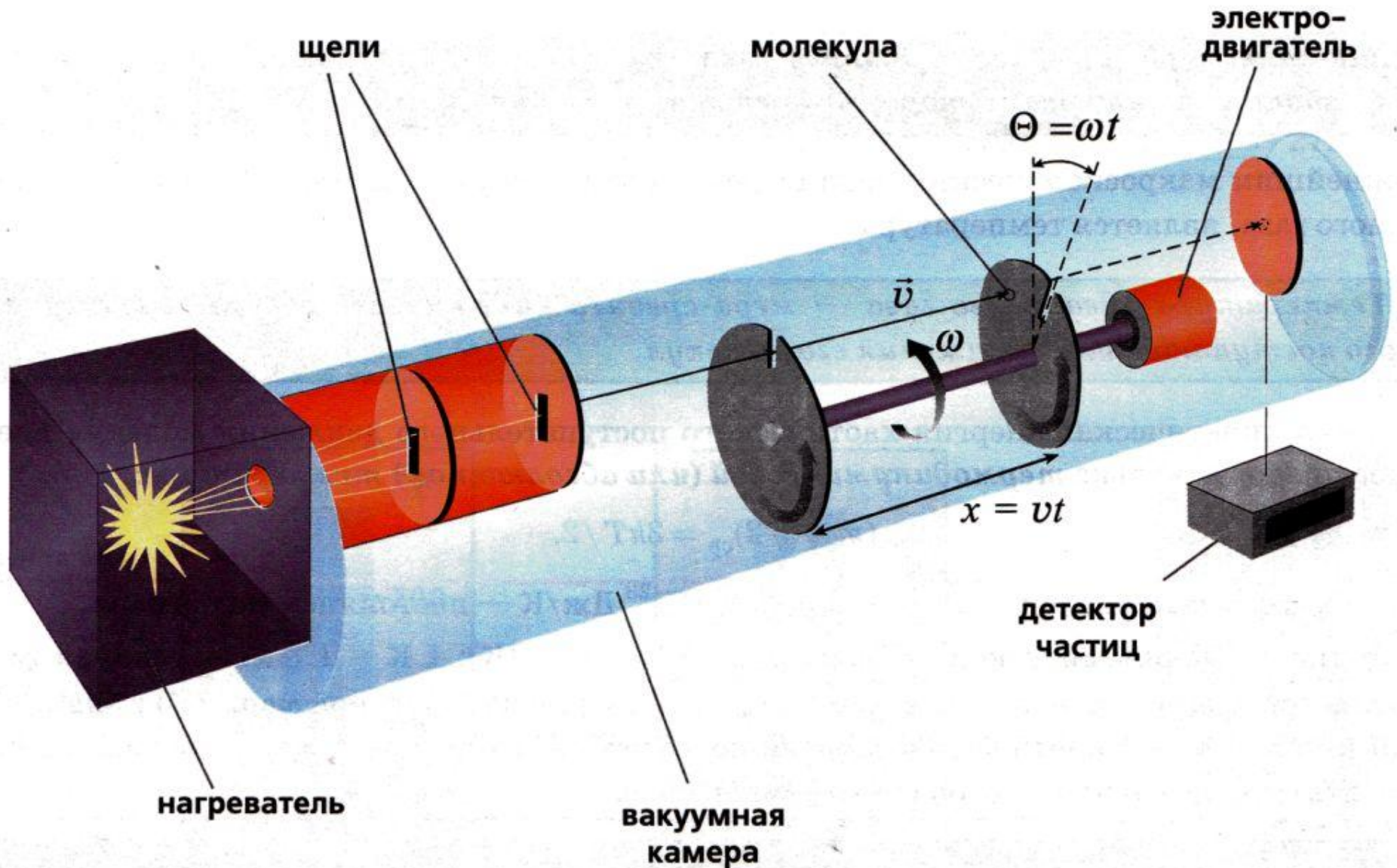


$$p = nkT$$

- **Закон Авогадро** (из курса химии): в равных объемах газов при одинаковых температурах и давлениях содержится одинаковое число молекул

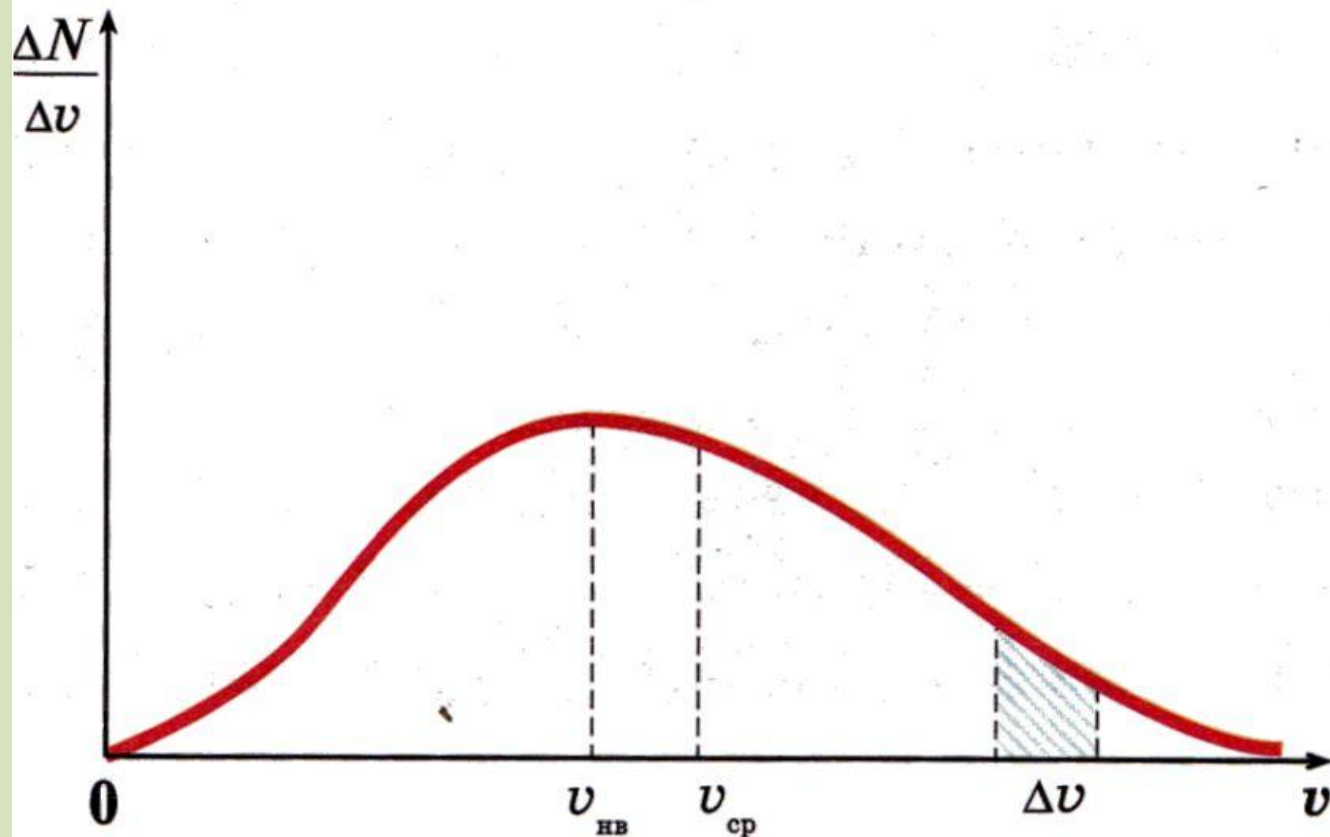
**ИЗМЕРЕНИЕ
СКОРОСТЕЙ
МОЛЕКУЛ
ГАЗА.**

ОПЫТ ШТЕРНА.



РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

Распределение молекул по скоростям
при определенной температуре



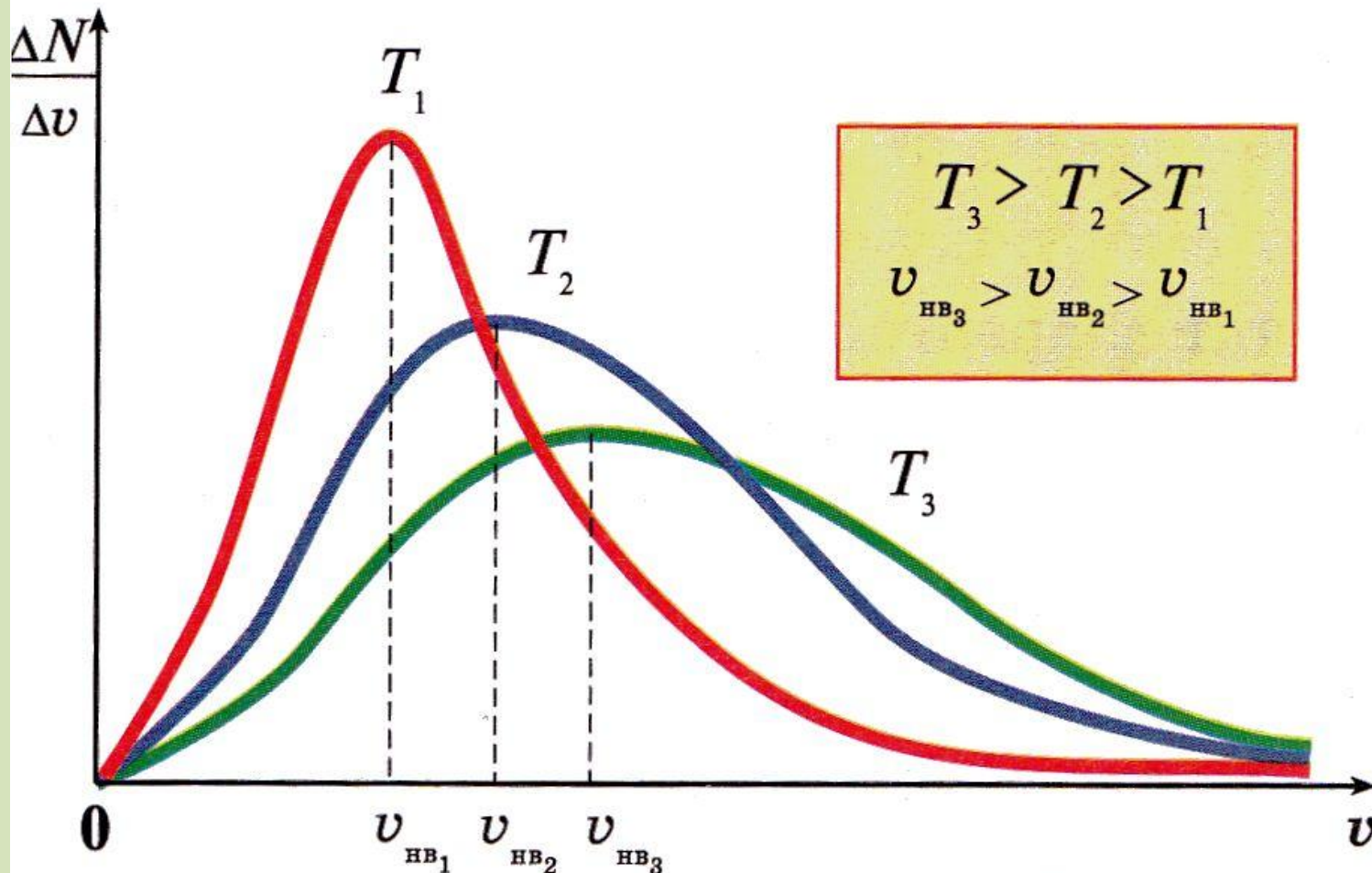
ΔN – число молекул со скоростью в интервале от v до $v + \Delta v$

$v_{ср}$ – средняя скорость движения молекул

$v_{нв}$ – наиболее вероятная скорость движения молекул

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

Зависимость распределения молекул по скоростям от температуры



С увеличением температуры средняя и наиболее вероятная скорости молекул возрастают

Закрепление материала:

1. В чем преимущество использования разреженных газов для измерения температуры?
2. На каком основании можно предполагать существование связи между температурой и кинетической энергией молекул?
3. Как связаны объем, давление и число молекул различных газов в состоянии теплового равновесия?
4. Почему различаются значения отношения PV/T при различной температуре?
5. Почему для измерения температуры не используют разреженные газы в Дьюаровых баллонах?

Three blue spheres with white halos are positioned at the top center, middle center, and left edge of the page. The text is centered between the top and middle spheres.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

ЗАДАЧИ 4, 5.

- Каково количество вещества, содержащееся в 1 г воды?

$$\nu = \frac{m}{M}$$

- Ответ: моль

- Чему равно число молекул в 10 г кислорода?

$$N = N_A \cdot \frac{m}{M}$$

- Ответ:

ЗАДАЧИ 6, 7.

- Чему равна масса молекулы азота?
- $m_0 = M/N_A = 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль} / 6 \cdot 10^{23} \approx 4,67 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$
- Определите число атомов в 1 м^3 меди. Молярная масса меди равна $0,0635 \text{ кг/моль}$, ее плотность 9000 кг/м^3 .

$$N = N_A \cdot \frac{m}{M} = N_A \cdot \frac{\rho \cdot V}{M} \approx 8,5 \cdot 10^{28}$$

ЗАДАЧИ 8, 9.

- Плотность алмаза 3500 кг/м^3 . Какой объем займут 10^{23} атомов этого вещества?
- Ответ:
- Как изменится давление газа, если концентрация его молекул увеличится в 3 раза, а средняя скорость молекул уменьшится в 3 раза?
- Ответ:

The image features a background of architectural blueprints, including floor plans, elevations, and sections of a building. A 3D perspective model of a building's structural frame is overlaid on the blueprints, showing a central core and radiating wings. The word 'புது' is written in a large, bold, green, stylized font across the center of the image. The blueprints are detailed with lines, dimensions, and alphanumeric labels like 'A', 'B', 'C', 'D', 'E', 'F', 'G', 'H', 'I', 'J', 'K', 'L', 'M', 'N', 'O', 'P', 'Q', 'R', 'S', 'T', 'U', 'V', 'W', 'X', 'Y', 'Z' and '1', '2', '3', '4', '5', '6', '7', '8', '9', '10', '11', '12', '13', '14', '15', '16', '17', '18', '19', '20'.

புது

22

- При неизменной концентрации частиц абсолютная температура идеального газа была увеличена в 4 раза. Давление газа при этом
- 1) увеличилось в 4 раза
- 2) увеличилось в 2 раза
- 3) уменьшилось в 4 раза
- 4) не изменилось



23

- При неизменной абсолютной температуре концентрация молекул идеального газа была увеличена в 4 раза. При этом давление газа
 - 1) увеличилось в 4 раза
 - 3) уменьшилось в 4 раза
 - 2) увеличилось в 2 раза
 - 4) не изменилось



24

- При постоянном давлении концентрация молекул газа увеличилась в 5 раз, а его масса не изменилась. Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа
 - 1) не изменилась
 - 3) увеличилась в 5 раз
 - 2) уменьшилась в 5 раз
 - 4) увеличилась в $\sqrt{5}$ раз



25

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



26

- При неизменной концентрации частиц идеального газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул уменьшилась в 4 раза. При этом давление газа
 - 1) уменьшилось в 16 раз
 - 3) уменьшилось в 4 раза
 - 2) уменьшилось в 2 раза
 - 4) не изменилось



27

- При неизменной концентрации частиц идеального газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул изменилась в 4 раза. При этом давление газа
 - 1) изменилось в 16 раз
 - 3) изменилось в 4 раза
 - 2) изменилось в 2 раза
 - 4) не изменилось



28

- В результате охлаждения одноатомного идеального газа его давление уменьшилось в 4 раза, а концентрация молекул газа не изменилась. При этом средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа
 - 1) уменьшилась в 16 раз
 - 3) уменьшилась в 4 раза
 - 2) уменьшилась в 2 раза
 - 4) не изменилась



29

- В таблице приведены температуры плавления и кипения некоторых веществ. Выберите верное утверждение.
- 1) Температура плавления ртути больше температуры кипения эфира.
- 2) Температуры кипения спирта меньше температуры плавления ртути.
- 3) Температура кипения спирта больше температуры плавления нафталина.
- 4) Температура кипения эфира меньше температуры плавления нафталина.

Вещество	Температура кипения	Вещество	Температура плавления
Эфир	35°C	Ртуть	234 К
Спирт	78°C	Нафталин	353 К

**Домашнее
задание**

**упражнения
е 12**

§ 68, 69