

Группа 15. Физика

Дата: 22.01.2022

Уроки № 62, 63

Тип урока: комбинированный урок

Темы уроков:

**Контрольная работа №5: «Температура – мера кинетической энергии молекул»
Уравнение состояния идеального газа.**

Задание:

Выполнить в тетради контрольную работу.

*Ознакомиться с текстом по теме урока. Написать в тетради краткий конспект.
Ответить на контрольные вопросы.*

План работы:

- 1. Ответить на вопросы контрольной работы №5.**
- 2. Уравнение Клайперона**
- 3. Уравнение Менделеева-Клайперона.**
- 4. Универсальная газовая постоянная.**
- 5. Закон Дальтона**

Контрольная работа №5

«Температура – мера кинетической энергии молекул»

Ответьте на вопросы:

1. Каковы отличительные признаки состояний теплового равновесия?
2. В чём преимущество использования разреженных газов для измерения температуры?
3. Как зависит интенсивность теплообмена между двумя телами от разности их температур?
4. На каком основании можно предполагать существование связи между температурой и кинетической энергией молекул?
5. Как связаны объём, давление и число молекул различных газов в состоянии теплового равновесия?
6. Чему равен абсолютный нуль температуры по шкале Цельсия?

7. Какие преимущества имеет абсолютная шкала температур по сравнению со шкалой Цельсия?
8. Каков физический смысл постоянной Больцмана? Можно ли её определить теоретически, не обращаясь к эксперименту?
9. Как зависит от температуры средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа?
10. Почему концентрация молекул всех газов одна и та же при одинаковых давлениях и температурах?

Уравнение состояния идеального газа.

В этой главе вы не встретите принципиально новых сведений о газах. Речь пойдёт о следствиях, которые можно извлечь из понятия температуры и других макроскопических параметров. Основное уравнение молекулярнокинетической теории газов вплотную приблизило нас к установлению связей между этими параметрами.

Как можно рассчитать массу воздуха в кабинете физики?

Какие параметры воздуха будут необходимы для определения этой массы?

Мы детально рассмотрели поведение идеального газа с точки зрения молекулярно-кинетической теории. Была определена зависимость давления газа от концентрации его молекул и температуры (см. формулу (9.17)).

На основе этой зависимости можно получить уравнение, связывающее все три макроскопических параметра p , V и T , характеризующие состояние идеального газа данной массы.

ИНТЕРЕСНО

Заметим, что формулой (9.17) можно пользоваться только до давления порядка 10 атм.

Запомни

Уравнение, связывающее три макроскопических параметра p , V и T , называют **уравнением состояния идеального газа**.

Подставим в уравнение $p = nkT$ выражение для концентрации молекул газа. Учитывая формулу (8.8), концентрацию газа можно записать так:

$$pV = \frac{m}{M} kN_A T. \quad (10.2)$$

где N_A — постоянная Авогадро, m — масса газа, M — его молярная масса. После подстановки формулы (10.1) в выражение (9.17) будем иметь

$$pV = \frac{m}{M} kN_A T. \quad (10.2)$$

Запомни

Произведение постоянной Больцмана k и постоянной Авогадро N_A называют универсальной (молярной) газовой постоянной и обозначают буквой R :

$$R = kN_A = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль} = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}. \quad (10.3)$$

Подставляя в уравнение (10.2) вместо kN_A универсальную газовую постоянную R , получаем

Важно

уравнение состояния идеального газа произвольной массы

$$pV = \frac{m}{M} RT. \quad (10.4)$$



Д. И. Менделеев
(1834—1907)

Единственная величина в этом уравнении, зависящая от рода газа, — это его молярная масса.

Из уравнения состояния вытекает связь между давлением, объёмом и температурой идеального газа, который может находиться в двух любых состояниях.

Если индексом 1 обозначить параметры, относящиеся к первому состоянию, а индексом 2 — параметры, относящиеся ко второму состоянию, то согласно уравнению (10.4) для газа данной массы

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{m}{M} R \quad \text{и} \quad \frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{m}{M} R.$$

Правые части этих уравнений одинаковы, следовательно, должны быть равны и их левые части:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \text{const}. \quad (10.5)$$

Известно, что один моль любого газа при нормальных условиях ($p_0 = 1 \text{ атм} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$, $t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ или $T = 273 \text{ К}$) занимает объём 22,4 л. Для одного моля газа, согласно соотношению (10.5), запишем:

$$\frac{pV}{T} = \frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{1,013 \cdot 10^5 \cdot 22,4 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{м}^3}{273} = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}.$$

Мы получили значение универсальной газовой постоянной R .

Таким образом, для одного моля любого газа $\frac{pV}{T} = R$.

Запомни

Уравнение состояния в форме (10.4) было впервые получено великим русским учёным Д.

И. Менделеевым. Его называют **уравнением Менделеева—Клапейрона**.

Уравнение состояния в форме (10.5) называется **уравнением Клапейрона** и представляет собой одну из форм записи уравнения состояния.

ИНТЕРЕСНО

Б. Клапейрон в течение 10 лет работал в России профессором в институте путей сообщения. Вернувшись во Францию, участвовал в постройке многих железных дорог и составил множество проектов по постройке мостов и дорог.

Его имя внесено в список величайших учёных Франции, помещённый на первом этаже Эйфелевой башни.

Уравнение состояния не надо выводить каждый раз, его надо запомнить. Неплохо было бы помнить и значение универсальной газовой постоянной:

$$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К}).$$

До сих пор мы говорили о давлении идеального газа. Но в природе и в технике мы очень часто имеем дело со смесью нескольких газов, которые при определённых условиях можно считать идеальными.

Самый важный пример смеси газов — воздух, являющийся смесью азота, кислорода, аргона, углекислого газа и других газов. Чему же равно давление смеси газов?

Для смеси газов справедлив *закон Дальтона*.

Закон Дальтона

Давление смеси химически невзаимодействующих газов равно сумме их парциальных давлений:

$$p = p_1 + p_2 + \dots + p_i + \dots$$

где p_i — парциальное давление i -й компоненты смеси.

Контрольные вопросы:

1. Что называют уравнением состояния?
2. Какая форма уравнения состояния содержит больше информации: уравнение Клапейрона или уравнение Менделеева — Клапейрона?
3. Почему газовая постоянная R называется универсальной?
4. Сформулируйте закон Дальтона.

Литература:

Мякишев Г. Я. Физика 10 класс. Учебник для общеобразовательных учреждений. М., 2010. глава 9, §68 упр. 1-3