

Урок по теме: «Уравнение состояния идеального газа»

1 курс, 15 группа

Тип урока: объяснение нового материала.

2.Объяснение новой темы.

Мы уже рассмотрели поведение идеального газа с точки зрения МКТ. Определили зависимость давления газа от концентрации его молекул. Какой формулой она выражается? ($p=nkT$). На основе этой зависимости можно получить уравнение, связывающее все три макроскопических параметра, которые характеризуют состояние данной массы достаточно разреженного газа. Давайте выведем его. Вспомним формулы для концентрации и числа молекул ($n=N/VN= mN_A/M$).

Значит, $p= mN_AkT/MV$.

Умножим обе части на V : $pV= mN_AkT/M$. (1) Какие постоянные величины входят в эту формулу? Вычислим $N_Ak=6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}=8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$. $R=8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$ – универсальная газовая постоянная.

Уравнение

$$pV= RT/M-$$

называется **уравнение состояния идеального газа**. Единственная величина в этом уравнении, которая зависит от рода газа, M . Из уравнения состояния идеального газа вытекает связь между объёмом, давлением и температурой идеального газа, который может находиться в двух любых состояниях. Обозначим индексами 1 и 2 параметры двух различных состояний газа. Тогда $p_1V_1= RmT_1/M$, $p_2V_2= RmT_2/M$. Разделим обе части на T . Что замечаем? Следовательно, $p_1V_1/T_1=p_2V_2/T_2=\text{const}(2)$ Это одна из форм записи уравнения состояния.

3.Историческая справка(воспитание интереса к предмету, к истории предмета, способствует переключению внимания). Называется данное уравнение уравнением Менделеева – Клапейрона по имени французского физика, который в течение 10 лет работал в петербургском университете в России. В 1834 г. именно он вывел уравнение состояния идеального газа, объединяющее несколько законов. Физические исследования Клапейрона посвящены теплоте, пластичности и равновесию твердых тел. Он придал в 1834 г. математическую форму идеям С. Карно, первым оценив большое научное значение его труда «Размышления о движущей силе огня», содержащего фактически формулировку второго начала термодинамики.

А уравнение в форме (1) носит название уравнение Менделеева – Клапейрона. В физике иногда встречается, что один и тот же закон носит имя сразу двух учёных, которые открывают его или совместно, или независимо друг от друга, иногда даже в разное время. В тот же год, когда был открыт закон Клапейроном, в России в семье директора гимназии г. Тобольска родился будущий учёный Д. И. Менделеев. В своей научной деятельности он руководствовался единством физических и химических явлений. Им открыт периодический закон химических элементов, который является, пожалуй, самым великим обобщением в науке. Ему принадлежат важнейшие работы по взаимным превращениям жидкостей и газов. В одно время он сделал немало для развития горнодобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, а также в развитии народного образования. А сегодня мы вспоминаем о нём, как о физик, который своим открытием положил начало развитию учения о газовых законах. В 1947 г. Д. И. Менделеев вывел уравнение состояния газа для произвольного числа молекул.

4.Закрепление материала.

Уравнение состояния идеального газа имеет большое практическое значение. Основная задача, которую решает уравнение Менделеева – Клапейрона, это задачи на расчёт процессов, идущих с неизменной массой газа. Рассмотрим эти процессы, работая с таблицей.

Задача1,(развитие внимания, математических навыков, грамотной речи).*Зависимость между величинами задана табличным способом. Составьте по каждой строчке задачу и найдите неизвестную величину.*

Масса m, кг	Молярная масса $M \cdot 10^{-3}$, кг/моль	Давление $P \cdot 10^4$, Па	Объём V, м ³	Температу ра T, К
2,4	40	?	0,4	200
0,3	28	8	?	280
0,16	4	6	0,8	?

Кроме того, уравнение Менделеева – Клапейрона учитывает влияние массы газа(например, на давление при заданных температуре и объёме), и его молярной массы, т.е. химического состава. Эта особенность уравнения делает его применимым и в тех случаях, когда процесс идёт с изменением массы газа.(в отличие от уравнения Клапейрона, которое справедливо лишь для $m=\text{const}$).

Задача 2.(развитие самостоятельности мышления, математической грамотности, логического мышления, умений применять полученные знания в нестандартной ситуации).

В баллоне содержится 2кг газа при температуре -3°C . Какое количество газа (по массе) нужно удалить из баллона, чтобы при нагревании до 7°C давление осталось прежним? (Объём не меняется).

В процессе обсуждения приёмов решения задачи, приходим к выводу, что в этом случае уравнение состояния применяется к каждому состоянию отдельно, и одно равенство делится на другое.

Дано: Решение:

$$m_1=2\text{кг} \quad PV=m_1RT_1/M \quad m_1RT_1/M=m_2RT_2/M \quad m_1T_1=m_2T_2$$

$$t_1=-3^{\circ}\text{C} \quad PV=m_2RT_2/M$$

$$t_2=7^{\circ}\text{C} \quad m_1=T_2m_2/T_1=1,03m_2 \quad m_2= m_1/1,03$$

$$P=\text{const} \quad \Delta m=m_1-m_2=1,03m_2-m_2=0,03m_2$$

$$V=\text{const} \quad m_2=2\text{кг}/1,03=1,94\text{кг}$$

$$\Delta m=? \quad \Delta m=2\text{кг}-1,94\text{кг}=0,06\text{кг}$$

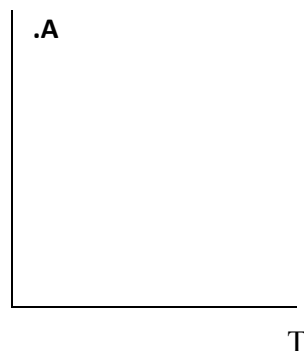
Ответ: $\Delta m=0,06\text{кг}$

Особую наглядность при решении задач представляет графическая форма зависимости между величинами. Рассмотрим задачу на сравнение параметров газа в двух состояниях.

Задача 3. (смена видов деятельности, активизация внимания, развитие логического мышления). Сравните объёмы газа в двух состояниях А и В.

Р

Каждая точка на графике определяет все три параметра: **В**
давление, объём, температуру.



Сразу можем сравнить давление и температуру: $P_A > P_B$, $T_B > T_A$.

Применяем уравнение Менделеева – Клапейрона: $P_A V_A / T_A = P_B V_B / T_B$

$$V_A / V_B = P_B T_A / P_A T_B < 1$$

$V_A < V_B$. На следующих уроках мы познакомимся с другим способом решения подобных задач, но с применением этого же уравнения.

5. Практическое применение уравнения состояния идеального газа (показать значение уравнения, его практическое применение, активизировать познавательную деятельность обучающихся, развивать интерес к предмету).

Сегодня на уроке мы познакомились с уравнением состояния газа. Для какого газа он применяется? Что называется идеальным газом? Именно поведение идеального газа описывает уравнение состояния. К реальным газам оно применимо лишь приближённо и в ограниченной области температур и давления. Уравнение связывает давление, объём и температуру в любых двух состояниях газа при условии, что его поведение приближается к идеальному. Исходя из этого, оно находит широкое применение при исследовании тепловых явлений.

1. Нахождение одной из величин, если известны две другие. Это используется в термометрах. **2. Нахождение зависимости одной из величин с изменением другой при постоянной третьей.** Это используется в газовых законах, с которыми мы познакомимся на следующих уроках. **3. Для переменной массы газа.** **4. Определяет изменение состояния системы, если она совершает работу или получает теплоту.** Например, увеличение внутренней энергии газа в аэростате от солнечного нагрева при его поднятии.

6. Тест с взаимопроверкой (первичный контроль за уровнем усвоения материала, создание комфортной обстановки на уроке, смена видов деятельности).

1. **Уравнение Клапейрона верно:**

1. только для $m = \text{const}$
2. только для $m \neq \text{const}$
3. для любой массы газа при определённых условиях

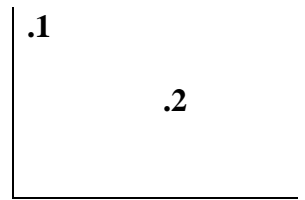
2. **Уравнение состояния идеального газа справедливо:**

1. только для идеальных газов
2. только для реальных газов
3. для идеальных и реальных газов, поведение которых близко к идеальным

3. **Если объём газа увеличится в 2 раза, а давление уменьшится в 2 раза, то его температура:**

1. увеличится в 4 раза
2. уменьшится в 4 раза
3. останется неизменной

4. Как изменится давление газа при переходе из состояния 1 в состояние 2?
1. увеличится
 2. уменьшится
 3. не изменится



V

Ответы: 1.3.3.2.

7. Подведение итогов урока и выдача домашнего задания

п.70, № 587, 588, 591, 592(Сб. задач по физике для 9-11 классов под редакцией Степановой)