

ИЗОПРОЦЕССЫ. ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ.

Цель: сформировать понятие «изопроцесс»; изучить газовые законы.

Задачи:

- **Образовательные:** изучить газовые законы; формировать умение объяснять законы с молекулярной точки зрения; изображать графики процессов; начать обучение студентов решать графические и аналитические задачи, используя уравнение состояния и газовые законы; установление межпредметных связей (математика, биология).
- **Воспитательные:** продолжить формирование познавательного интереса студентов; продолжить формирование стремления к глубокому усвоению теоретических знаний через решение задач.
- **Развивающие:** активизация мыслительной деятельности (способом сопоставления), формирование алгоритмического мышления; развитие умений сравнивать, выявлять закономерности, обобщать, логически мыслить; научить применять полученные знания в нестандартных ситуациях для решения графических и аналитических задач.

Тип занятия: изучение нового материала.

План урока:

1. Организационный момент
2. Актуализация знаний: повторение
3. Изучение нового материала
4. Закрепление, отработка умений
5. Подведение итогов урока
6. Домашнее задание

Ход урока:

I. Организационный этап.

Сегодня на занятии мы продолжим изучать свойства газов, мы попытаемся, используя уже накопленные нами знания, пройти путь первооткрывателей и сформулировать пусть уже открытые газовые законы. Но вначале повторим те знания, которые нам будут сегодня необходимы для наших исследований.

II. Повторение изученного материала. Актуализация знаний.

А) Решение задач на доске и на местах:

Б) Фронтальный опрос:

- Сформулируйте основные положения м-к теории.
- Дайте характеристику вещества в газообразном состоянии.
- Какой газ называется идеальным?
- Какие макроскопические параметры характеризуют состояние идеального газа?
- Назовите единицы измерения физических величин.
- Что характеризует температура?
- Что характеризует температура в м-к теории?
- Чем отличается шкала Кельвина от шкалы Цельсия?
- Температура воздуха в кабинете равна 21°C , выразите эту температуру в Кельвинах.
- Какое уравнение связывает между собой макроскопические параметры? Назовите его.
- Что устанавливает уравнение Клапейрона? Назовите его.

Решение задач:

1. Какова масса воздуха в нашем кабинете, объем кабинета равен 130 м^3 , при температуре 20°C и давлении $1 \cdot 10^5 \text{ Па}$? Молярная масса воздуха равна $29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$. **(150 кг)**.

2. Ученик подсчитал, что за истекшие сутки масса воздуха, прошедшего через его легкие, составляет 15 кг. Какой объем при нормальном атмосферном давлении и температуре занимает воздух, прошедший через легкие ученика?

Карточки (решение на местах):

1. Какой объем занимает 2,8 кг азота при давлении $1 \cdot 10^6$ Па и температуре 250К? Молярная масса азота $28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.
2. Определите массу углекислого газа, находящегося в баллоне объемом $50 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ при температуре 27°C . Давление газа $3 \cdot 10^5$ Па, молярная масса углекислого газа $44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.
3. Баллон емкостью $8,31 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ содержит 1,6 кг кислорода. При какой температуре баллон может разорваться, если он выдерживает давление $2 \cdot 10^6$ Па? Молярная масса кислорода $32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.
4. Определите давление кислорода, находящегося в баллоне емкостью $5 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$, если при температуре 300К он имеет массу 1,6 кг. Молярная масса кислорода $32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

Проверка решения задач на доске (последнюю задачу записать)

Изучение нового материала

Газы играют важную роль в природе и технике. Земля окружена газовой оболочкой. Шины автомобилей заполняются газом (воздухом). Газ является хорошим амортизатором.

Именно газы, расширяясь, выталкивают пулю из ружья и снаряд из пушки. Газы вращают турбины, толкают поршни в двигателях (студенты приводят примеры).

Во всех случаях происходит изменение состояния газа. Поэтому нужно знать к чему приведет то или иное изменение состояния газа. Уравнение Менделеева-Клапейрона, и уравнение Клапейрона для любых двух состояний позволяет это сделать.

Но, если одновременно меняются все три характеристики состояния газа (**как в задаче, которую мы рассматривали**), то трудно установить какие-либо закономерности. Многие процессы изменения состояния газов в природе и в тепловых машинах происходят так, что один из трех параметров (давление, объем, температура) остается или специально поддерживается постоянным, а два других параметра при этом изменяются.

Сегодня на уроке мы рассмотрим такие процессы. Тема урока: ИЗОПРОЦЕССЫ. ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ.

Цель: Нам предстоит выяснить, какие процессы называются изопроцессами и для каждого изопроцесса установить зависимости между параметрами, т.е. сформулировать газовые законы.

Проведем эксперимент: «Опыт со шприцом» - Уменьшая объем, давление газа в цилиндре шприца возрастает. А температура – остается неизменной. Остается постоянной и масса газа.

Процесс, при котором один из макроскопических параметров состояния данной массы газа остается постоянным называется изопроцессом.

«изос» - в переводе с греческого – **равный**.

Макроскопических параметров – три, следовательно, изопроцессов тоже три.

Количественные зависимости между двумя параметрами газа одной и той же массы при неизменном значении третьего параметра называют **газовыми законами**.

Для каждого изопроцесса существует свой газовый закон. Сегодня мы попробуем самостоятельно получить формулировки газовых законов.

По сравнению с 17-18 в. для вас эта задача значительно упрощена. Выступая в роли исследователей, вам самим придётся анализировать увиденное, объяснять результаты и делать выводы.

По ходу урока весь новый материал будем систематизировать и заносить в таблицу.

1. Первый изопроцесс - анализ опыта

$T = \text{const}$ – изотермический процесс – процесс изменения состояния газа, происходящий при постоянной температуре.

(записываем определение в таблицу)

Изотермический процесс экспериментально исследовали английский ученый Роберт Бойль (1662 г) и французский физик Эдм Мариотт (1676 г). Они независимо друг от друга установили закон, впоследствии названный законом Бойля – Мариотта.

Повторим их опыты на современном оборудовании. Т.к. температура газа не меняется, зависимости будем устанавливать между параметрами P и V . Как связаны между собой эти параметры? Вспомним «опыт со шприцом». (Если объем уменьшается то давление газа возрастает и наоборот).

Проверим экспериментально: Гофрированный сосуд, объем газа в этом сосуде можно изменять, манометр – прибор для измерения давления. На шкале 0 – это означает, что в сосуде давление газа равно атмосферному. Манометр будет показывать разность между атмосферным давлением и давлением, которое устанавливается в сосуде.

Полученные данные говорят о том, что при уменьшении объема газа его давление растет. Современная техника позволяет не только наблюдать, но и устанавливать зависимости. **(Демонстрация видеоролика)**

Р. Бойль и Эдм Мариотт провели огромное число измерений (Бойль с воздухом, Мариотт с другими газами) и установили.

(записываем формулу и формулировку в таблицу)

Для газа данной массы произведение объема газа на его давление постоянно, если температура газа не меняется.

$pV = \text{const}$, при $T = \text{const}$ и $m = \text{const}$ – закон Бойля - Мариотта

Математический вывод закона.

Уравнение Клапейрона устанавливает связь между параметрами p, V, T в двух любых состояниях, (это вытекает из уравнения Менделеева – Клапейрона)

$p_1 V_1 / T_1 = p_2 V_2 / T_2$, прим $= \text{const}$, т.к. $T = \text{const}$, следует $T_1 = T_2$, следовательно, **$p_1 V_1 = p_2 V_2 = \text{const}$**

т.е. **$pV = \text{const}$ - закон Бойля – Мариотта.**

Давление возникает за счет удара молекул о стенки сосуда. При уменьшении объема, число столкновений увеличивается, следовательно возрастает давление газа. И наоборот.

Графическая зависимость давления от объема называется **изотерма – или гипербола.**

Закон Бойля-Мариотта справедлив для любых газов, а так же и для их смесей, например, для воздуха. (Лишь при давлениях, в несколько сотен раз больших атмосферного, отклонения от этого закона становятся существенными.)

Однако газовые законы активно работают не только в технике, но и в живой природе. (Выступление студента).

2. Второй изопроцесс– изобарный процесс – анализ опыта

$p = \text{const}$ – изобарный процесс – процесс изменения состояния газа, происходящий при постоянном давлении.

Зависимость устанавливается между параметрами – объем и температура. (Температура возрастает – объем газа увеличивается, и наоборот)

Предложить самостоятельно вывести закон, устанавливающий связь между параметрами, используя уравнение Менделеева – Клапейрона – по аналогии с предыдущим выводом.

Представим себе, что объем газа резко увеличивается. Это должно привести к снижению давления, так как молекулы теперь реже ударяются о стенки сосуда. Чтобы давление осталось неизменным, молекулы должны быстрее двигаться. Тогда они будут за то же время, что и раньше, пробегать уже большее расстояние (до стенок сосуда), и число ударов молекул о стенки за единицу времени не изменится. Поскольку температура характеризует скорость движения молекул, для сохранения неизменного давления **увеличение объема должно сопровождаться повышением температуры.**

Зависимость между параметрами – объем и температура была установлена экспериментально в 1802 году французским физиком Жаком Гей-Люссаком.

Для газа данной массы отношение объема газа к температуре постоянно, если давление газа не меняется.

$V/T = \text{const}$, при $p = \text{const}$ и $m = \text{const}$ – закон Гей-Люссака

Данная зависимость также имеет графическое представление – линейная зависимость. График называется – **изобара**.

Объем данной массы газа при $p = \text{const}$ зависит от температуры по линейному закону $V = V_0(1 + \alpha \Delta t)$, где α – температурный коэффициент объемного расширения – для всех газов $\alpha = 1/273 \text{ K}$

3. Третий процесс – СЛАЙД – анализ опыта.

$V = \text{const}$ - изохорный процесс – процесс изменения состояния системы при постоянном объеме.

Ребята, о чем говорится в следующем выражении: «Если пар не выпускать, и чайник может бомбой стать»?

Итак, зависимость будем устанавливать между давлением и температурой.

История открытия: В 1787 году французский ученый Жак Шарль измерял давление различных газов при нагревании при постоянном объеме и установил линейную зависимость давления от температуры, но не опубликовал исследование. Через 15 лет к таким же результатам пришёл и Гей-Люссак и, будучи на редкость благородным, настоял, чтобы закон назывался в честь Шарля.

В чем же он заключается?

По аналогии устанавливаем закон, которому подчиняется изохорный процесс.

Изохорный процесс, протекает при неизменном объеме V и условии что $m = \text{const}$ и $M = \text{const}$.

Для газа данной массы отношение давления к температуре постоянно, если объем не меняется. $p/T = \text{const}$, при $m = \text{const}$ и $M = \text{const}$

Закон Шарля имеет следующее объяснение. При возрастании температуры газа, молекулы начинают двигаться быстрее и, чаще соударяются со стенками сосуда. Это приводит к увеличению давления в сосуде.

График уравнения изохорного процесса называется изохорой.

При $V = \text{const}$ давление данной массы газа зависит от температуры по линейному закону:

$$p = p_0(1 + \beta \Delta t)$$

Изохорный процесс используется в газовых термометрах постоянного объема. Также изохорный процесс можно осуществить при нагревании воздуха при постоянном объеме.

Выступление студента: «Газовый термометр»

Закрепление: а) фронтальный опрос:

- Дайте определение изопроцесса.
- Какой процесс называется изотермическим?
- Как читается закон для изотермического процесса?

б) решение задач:

1. Воздух под поршнем насоса имел давление 10^5 Па и объем $2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$. При каком давлении этот воздух займет объем $1,3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$, если температура газа не изменяется? **($1,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$).**
2. Газ при температуре 300 К занимает объем $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$. Какой объем займет та же масса газа, если температура: повысится до 324 К , понизится до 270 К ? Давление газа считать неизменным. **($2,7 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$; $2,25 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$).**
3. Найдите во всех системах координат: а) изотермы; б) изобары; в) изохоры (см. презентацию).
4. На рисунке представлен замкнутый цикл изменения состояния системы. Вычертить эту диаграмму в координатах pV и VT . (см. презентацию).

Подведение итогов:

Сегодня на уроке мы познакомились с изопроцессами – процессами изменения состояния системы при неизменном значении одного из параметров, для каждого изопроцесса сформулировали закон. Дома проработайте материал урока, **закончите решение задачи, постройте диаграмму изменения системы в координатах VT . Подготовьтесь к практической работе.**

Приложение №1

Применение закона Бойля - Мариотта

Закон Бойля-Мариотта начинает «работать на человека» (как, впрочем, и на любое млекопитающее) с момента его рождения, с первого самостоятельного вдоха.

При дыхании межреберные мышцы и диафрагма периодически изменяют объем грудной клетки. Когда грудная клетка расширяется, давление воздуха в легких падает ниже атмосферного, т.е. «срабатывает» изотермический закон ($pV=\text{const}$), и вследствие образовавшегося перепада давлений происходит вдох. Другими словами воздух идет из окружающей среды в легкие самотеком до тех пор, пока величины давления в легких и в окружающей среде не станут одинаковыми. Выдох происходит аналогично: вследствие уменьшения объема легких давление воздуха в них становится больше, чем внешнее атмосферное, и за счет обратного перепада давлений он переходит наружу.

Приложение № 2

«Газовый термометр»

Наиболее простым газовым термометром является термометр постоянного объема. Измерение температуры с помощью этого термометра основано на законе Шарля. Газовый термометр представляет собой сосуд, заполненный газом: азотом, аргоном или гелием. Сосуд соединен гибкой трубкой с ртутным манометром, которым измеряют давление газа и поддерживают его постоянный объем. Сначала измеряют давление при некоторой фиксированной температуре T_0 . Затем измеряют давление при температуре T . Зная давление p_0 при температуре T_0 и давление p при температуре T , температуру T определяют по формуле $T = T_0$.

В качестве этой температуры обычно выбирается температура тройной точки воды, т. е. температура состояния, в котором лед, вода и водяной пар находятся в тепловом равновесии. Газовый термометр для точных измерений — очень сложное устройство. Для измерения температуры при физических исследованиях он применяется редко. Основное его назначение — использование для градуировки более простых, вторичных термометров. Эта градуировка производится в бюро стандартов, в метрологических институтах и в отдельных физических лабораториях. Для градуировки обычных, широко применяемых термометров используются вторичные термометры.