

Тема урока: **Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы**

Перечень вопросов, рассматриваемых на уроке:

- 1) уравнение состояния идеального газа и уравнение Менделеева - Клапейрона;
- 2) закон Дальтона, парциальное давление, закон Авогадро;
- 3) газовые законы и границы их применимости;
- 4) графики изохорного, изобарного и изотермического процесса;
- 5) определение по графикам характера процессов и макропараметров идеального газа;
- 6) применение модели идеального газа для описания поведения реальных газов.

Глоссарий по теме

Уравнение, связывающее три макроскопических параметра давление, объём и температура, называют **уравнением состояния идеального газа**.

Парциальное давление – давление отдельно взятого компонента газовой смеси, равно давлению, которое он будет оказывать, если занимает весь объём при той же температуре.

Количественные зависимости между двумя параметрами газа при фиксированном значении третьего параметра называют газовыми законами (**изопроцессами**).

Процесс изменения состояния термодинамической системы макроскопических тел при постоянной температуре называют **изотермическим**.

Процесс изменения состояния термодинамической системы макроскопических тел при постоянном давлении называют **изобарным**.

Процесс изменения состояния термодинамической системы при постоянном объёме называют **изохорным**.

Теоретический материал для самостоятельного изучения

Уравнение Клапейрона при $m = const$: отношение произведения давления и объёма к температуре есть величина постоянная для постоянной массы газа:

$$\frac{pV}{T} = const$$

Если изменяется какой-либо макроскопический параметр газа постоянной массы, то два других параметра изменятся таким образом, чтобы указанное соотношение осталось постоянным.

Отношение произведения давления и объёма к температуре равно универсальной газовой постоянной для одного моля идеального газа.

$$\frac{pV}{T} = R$$

Уравнение Менделеева при $\nu = 1$ моль

$$R = N_A \cdot k = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

Произведение постоянной Больцмана и постоянной Авогадро называется **универсальной газовой постоянной**.

$$pV = \frac{m}{M} RT \text{ - уравнение состояния идеального газа.}$$

Уравнение **состояния идеального газа** получило название «уравнение Менделеева-Клапейрона».

Давление смеси химически невзаимодействующих газов равно сумме их парциальных давлений: **закон Дальтона**.

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

где p_i – парциальное давление i -й компоненты смеси.

Парциальное давление – давление отдельно взятого компонента газовой смеси, равное давлению, которое он будет оказывать, если занимает весь объём при той же температуре.

Один моль любого газа при нормальных условиях занимает один и тот же объём равный:

$$V_0 = 0,0224 \text{ м}^3 / \text{моль} = 22,4 \text{ дм}^3 / \text{моль}.$$

Это утверждение называется **законом Авогадро**

Количественные зависимости между двумя параметрами газа при фиксированном значении третьего параметра называют **газовыми законами (изопроцессами)**.

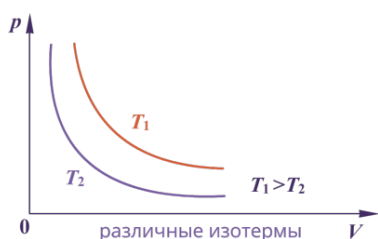
Процесс изменения состояния термодинамической системы макроскопических тел при постоянной температуре называют **изотермическим**.

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 = pV = \text{const}$$

$$T_1 = T_2 = T = \text{const}$$

Для газа данной массы произведение давления на объём постоянна, если температура газа не меняется - **закон Бойля – Мариотта**.

Изотерма соответствующая более высокой температуре T_1 , лежит на графике выше изотермы, соответствующей более низкой температуре T_2 .



Если значения давления и температуры в различных точках объёма разные, то в этом случае газ находится в неравновесном состоянии.

Равновесное состояние - это состояние, при котором температура и давление во всех точках объёма одинаковы.

Процесс изменения состояния термодинамической системы макроскопических тел при постоянном давлении называют **изобарным**.

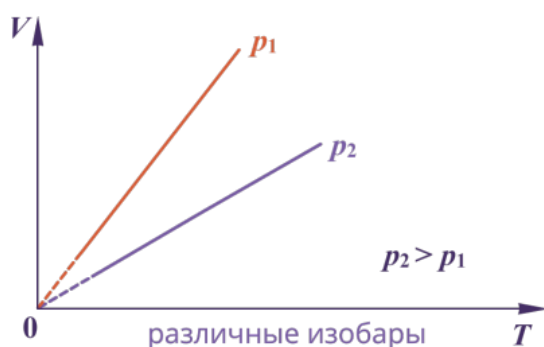
Для газа данной массы отношение объема к температуре постоянно, если давление не изменяется - **закон Гей-Люссака**.

$$p = \text{const}$$

$$p_1 = p_2 = p$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \frac{V}{T}$$

Изобара соответствующая более высокому давлению p_2 лежит на графике ниже изобары соответствующей более низкому давлению p_1 .



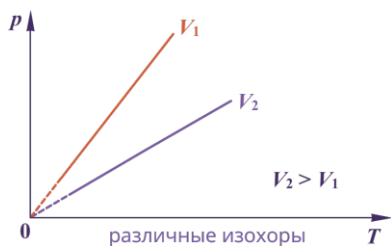
Процесс изменения состояния термодинамической системы при постоянном объеме называют **изохорным**.

При данной массе газа отношение давление газа к температуре постоянно, если объем газа не изменяется - **закон Шарля**.

$$V_1 = V_2 = V = \text{const}$$

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} = \frac{p}{T} = \text{const}$$

Изохора соответствующая большему объему V_2 лежит ниже изохоры, соответствующей меньшему объему V_1 .



Примеры и разбор решения заданий

1. Установите соответствие между физическими величинами и приборами для их измерения. К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Приборы для их измерения
А) Давление	1) Калориметр
Б) Температура	2) Термометр
	3) Манометр
	4) Динамометр

Решение. Прибор для измерения давления – манометр;

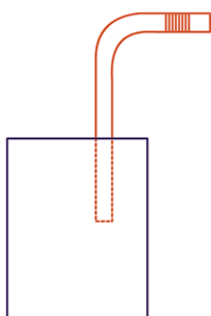
Прибор для измерения температуры – термометр.

Правильный ответ: А – 3, Б – 2.

2. В герметично закрытый пакет из-под сока вставлена изогнутая трубочка для коктейля (см. рисунок), внутри которой находится небольшой столбик сока. Если обхватить пакет руками и нагревать его, не оказывая на него давления, столбик сока начинает двигаться вправо к открытому концу трубочки. Выберите все утверждения, которые верно характеризуют процесс, происходящий с воздухом в пакете, и запишите номера выбранных утверждений.

- 1) Воздух в пакете расширяется.
- 2) Воздух в пакете сжимается.
- 3) Температура воздуха понижается.
- 4) Температура воздуха повышается.
- 5) Давление воздуха в пакете остается неизменным.

6) Давление воздуха в пакете повышается.



Решение. 1) Нагревание происходит при постоянном давлении (капелька может перемещаться), значит, объём увеличивается. Утверждение 1 верно, 2 – неверно.

2) Происходит нагревание воздуха в пакете, температура повышается. Утверждение 4 верно, 3 – неверно.

3) Так как капелька перемещается, то давление не изменяется.

Правильный вариант: 1); 4); 5).

Домашнее задание: 1. Составить конспект.

2. Ответить на вопросы в тетради.

1. Какие величины характеризуют состояние газа?

2. Что называют уравнением состояния?

3. Какая форма уравнения состояния содержит больше информации: уравнение Клапейрона или уравнение Менделеева – Клапейрона?

4. Чему равна универсальная газовая постоянная в СИ?

5. Каковы нормальные условия для идеального газа?

Выполненные задания отправить на электронную почту

Lelya.Stepanova.66@inbox.ru