

# УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА

## ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ

# ЦЕЛЬ :

Сформировать понятие «универсальная газовая постоянная». Сделать вывод уравнения состояния идеального газа. Показать относительность физических законов и границы их применения.

Сформировать понятия «изотермический процесс», «изобарный процесс», «изохорный процесс».

Научиться изображать изопрцессы графически.

Показать взаимосвязь и взаимообусловленность явления природы и границы применимости физических законов

# ВОПРОСЫ ДЛЯ

1. Перечислите величины, характеризующие состояние макроскопических тел
2. Что мы называем тепловым равновесием ?
3. Чему равно значение абсолютного нуля ?
4. Формула для перевода температуры по шкале Цельсия в температуру по шкале Кельвина .
5. Формула, определяющая среднюю кинетическую энергию хаотического поступательного движения молекул.
6. Формула зависимости давления газа от концентрации его молекул и температуры.
7. Формула средней квадратичной скорости теплового движения молекул.

# ПОВТОРЕНИЕ

# МАКРОСКОПИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ :

$p$  - давление , Па , манометр

$V$  - объём ,  $M^3$  , измерительная ёмкость

$T$  - температура , К , термометр

А нам в жизни нужна ли взаимосвязь между этими макропараметрами?? Да или нет ?

Если нет , то попробуйте ответить на эти вопросы:

1. Почему лопаются воздушные шары при сильном надавливании ?
2. Почему нельзя выпить воду из фляжки, если не попадает снаружи во фляжку воздух?
3. Почему воздушный шарик при переносе из тепла в холод уменьшается в размере?
4. Почему аэростат красят в серебристый цвет?

# УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА

$$n = \frac{N}{V} = \frac{1}{V} \frac{m}{M} N_A, \quad (1)$$

где

$N_A$  – постоянная Авогадро

$m$  – масса газа

$M$  – молярная масса

$$p = nkT \quad (2)$$

после подстановки (1) в (2):

$$pV = \frac{m}{M} kN_A,$$

$$R = 1,38 * 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} * 6602 \frac{1}{\text{моль}} = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} * \text{К}}$$

$R$  – универсальная газовая  
постоянная

$$pV = \frac{m}{\nu} RT \quad (3)$$

уравнение

состояния

для произвольной  
массы газа

$$pV = \frac{m}{\nu} RT \quad \text{уравнение Менделеева - Клапейрона}$$

Если газ данной массы из состояния 1 переходит в состояние 2, то согласно уравнению (3) :

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

↓

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \textit{const}$$

**Уравнение Клапейрона**

## **Менделеев Дмитрий Иванович**

(1834—1907) — великий русский ученый, создатель периодической системы элементов — одного из самых глубоких обобщений в науке. Д. И. Менделееву принадлежат важнейшие работы по теории газов, взаимным превращениям газов и жидкостей (открытие критической температуры, выше которой газ нельзя превратить в жидкость). Передовой общественный деятель, Д. И. Менделеев много сделал для развития производительных сил России, использования полезных





**ЗНАТЬ УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ НЕОБХОДИМО ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ТЕПЛОВЫХ ЯВЛЕНИЙ. ОНО ПОЗВОЛЯЕТ ОТВЕТИТЬ НА ТРИ ГРУППЫ РАЗЛИЧНЫХ ВОПРОСОВ:**

- 1. ПОЗВОЛЯЕТ ОПРЕДЕЛИТЬ ОДНУ ИЗ ВЕЛИЧИН, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ СОСТОЯНИЕ, НАПРИМЕР ТЕМПЕРАТУРУ, ЕСЛИ ИЗВЕСТНЫ ДВЕ ДРУГИЕ ВЕЛИЧИНЫ. ЭТО ИСПОЛЬЗУЮТ В ТЕРМОМЕТРАХ .**
- 2. МОЖНО СКАЗАТЬ, КАК ПРОТЕКАЕТ В СИСТЕМЕ РАЗЛИЧНЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ОПРЕДЕЛЁННЫХ ВНЕШНИХ УСЛОВИЯХ: НАПРИМЕР, КАК БУДЕТ МЕНЯТЬСЯ ДАВЛЕНИЕ ГАЗА, ЕСЛИ УВЕЛИЧИТЬ ЕГО ОБЪЁМ ПРИ НЕИЗМЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ, И Т.Д.**
- 3. МОЖНО ОПРЕДЕЛИТЬ, КАК МЕНЯЕТСЯ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ, ЕСЛИ ОНА СОВЕРШАЕТ РАБОТУ ИЛИ ПОЛУЧАЕТ ТЕПЛОТУ ОТ ОКУРУЖАЮЩИХТЕЛ**

## ИЗОТЕРМИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС:

Для газа данной массы произведение давления газа на его объём постоянно, если температура газа не меняется



изотерма

$pV = \text{const}$  при  $T = \text{const}$   
ЗАКОН БОЙЛЯ - МАРИОТТА

Р. Бойль (1627 - 1691) – английский учёный;

Э. Мариотт (1620 - 1684) – французский учёный

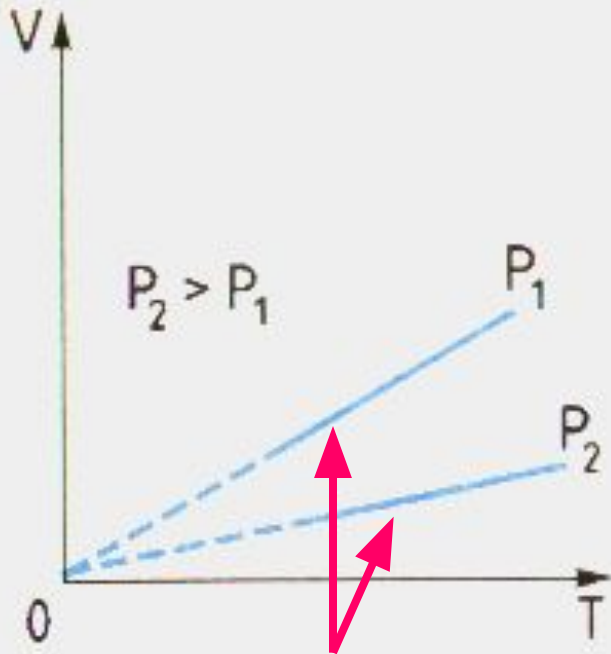
Изотермическим процессом приближённо можно считать процесс медленного сжатия воздуха или расширения газа под поршнем насоса при откачке его из сосуда.

## ИЗОБАРНЫЙ ПРОЦЕСС:

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

$$\frac{V}{T} = \text{const} \quad \text{при} \quad p = \text{const}$$

**ЗАКОН ГЕЙ - ЛЮССАКА (1802г.)**



изобара

**Ж. Гей - Люссак (1778 - 1850) - французский учёный**

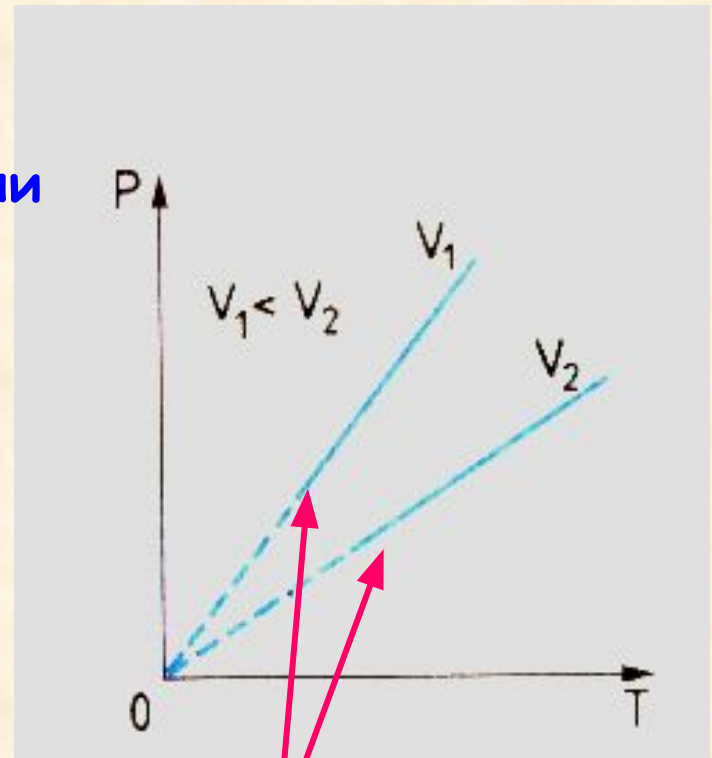
**Изобарным можно считать расширение газа при нагревании его в цилиндре с подвижным поршнем.**

## ИЗОХОРНЫЙ ПРОЦЕСС:

Для газа данной массы отношение давления к температуре постоянно, если объём не меняется.

$$\frac{p}{T} = \text{const} \text{ при } T = \text{const}$$

**ЗАКОН ШАРЛЯ ( 1787г.)**



изохора

Ж.Шарль (1746 - 1823) - французский физик

Увеличение давление в любой ёмкости или в электрической лампочке является изохорным процессом. Изохорный процесс используется в газовых термометрах постоянного объёма.

# ДОМИНО

<b>1. Уравнение состояние идеального газа. Газовые законы.</b>	Состояние данной массы газа характеризуется макроскопическими параметрами:
Давление, объём, температура	Произведение постоянной Больцмана и постоянной Авогадро, называют
Универсальной (молярной) газовой постоянной и обозначается R	Уравнение состояния для произвольной массы газа (уравнение Менделеева-Клапейрона) -
$pV = \frac{m}{M} RT$	Уравнение Клайперона
$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = const$	Процессы, протекающие при неизменном значении одного из параметров, называют
Изопроцессами	Закон Бойля – Мариотта (изотермический процесс)
<b><math>pV=const</math> при <math>T = const</math></b>	График зависимости давления газа от объёма при постоянной температуре – это

# ДОМИНО

Изотерма	Закон Гей _ Люссака (изобарный процесс)
$\frac{V}{T} = const$ при $p = const$	График зависимости и объёма от температуры при постоянном давлении - это
Изобара	Закон Шарля (изохорный процесс)
$\frac{p}{T} = const$ при $T = const$	График зависимости давления от температуры при постоянном объёме – это
Изохора	

1. Почему лопаются воздушные шары при сильном надавливании ?  Изотермический процесс
2. Почему нельзя выпить воду из фляжки, если не попадает снаружи во фляжку воздух?  Изотермический процесс
3. Почему воздушный шарик при переносе из тепла в холод уменьшается в размере?  Изобарный процесс
4. Почему аэростат красят в серебристый цвет?  Изохорный процесс

# ЗАДАЧА:

Газ сжат изотермически от объёма  $V_1 = 8\text{ л}$  до объёма  $V_2 = 6\text{ л}$ . Давление при этом возросло на  $\Delta p = 4\text{ кПа}$ . Каким было начальное давление  $p_1$  ?



# ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

**§§ 70 , 71. По записям урока  
подготовиться к физическому диктанту.**

**Какие изопроцессы можно наблюдать в  
вашей профессии? В окружающей вас  
среде?**