



## Запомни

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

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

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

### Важно

уравнение состояния идеального газа произвольной массы

$$pV = \frac{m}{M} RT$$



**Д. И. Менделеев**  
(1834—1907)

## Запомни

Уравнение состояния было впервые получено великим русским учёным Д. И. Менделеевым. Его называют уравнением Менделеева—Клапейрона.

Уравнение состояния в форме

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

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

## 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.

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

## Запомни

Количественные зависимости между двумя параметрами газа при фиксированном значении третьего называют **газовыми законами**.

Процессы, протекающие при неизменном значении одного из параметров, называют **изопроцессами**.

# Изотермический процесс

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

$$pV = \text{const при } T = \text{const.}$$

## Закона Бойля—Мариотта

Для газа данной массы при рдение давления газа на его объём постоянно.

Кривую, изображающую зависимость давления газа от объёма при постоянной температуре, называют **изотермой**.

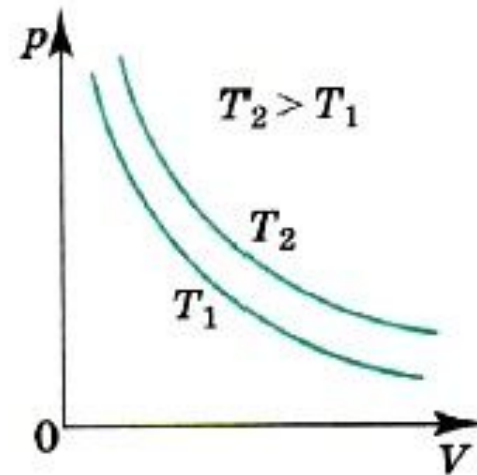


Рис. 10.1

# Изобарный процесс

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

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

## Закона Гей-Люссака

Для газа данной массы при постоянном давлении отношение объёма к абсолютной температуре постоянно.

Прямую, изображающую зависимость объёма газа от температуры при постоянном давлении, называют **изобарой**.

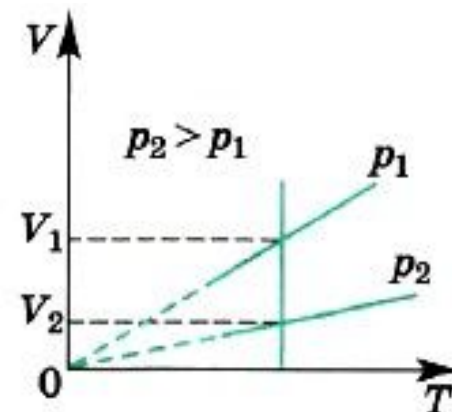


Рис. 10.2

# Изохорный процесс

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

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

## Закона Шарля

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

Прямую, изображающую зависимость давления газа от температуры при постоянном объёме, называют **ИЗОХОРОЙ**.

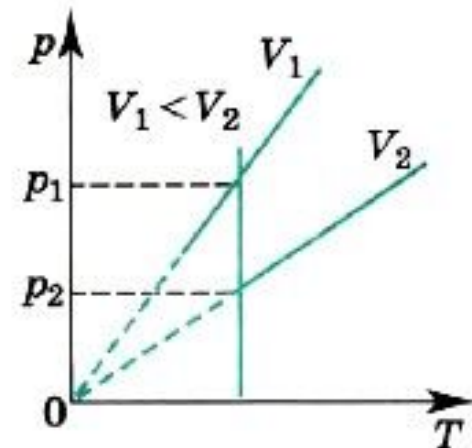
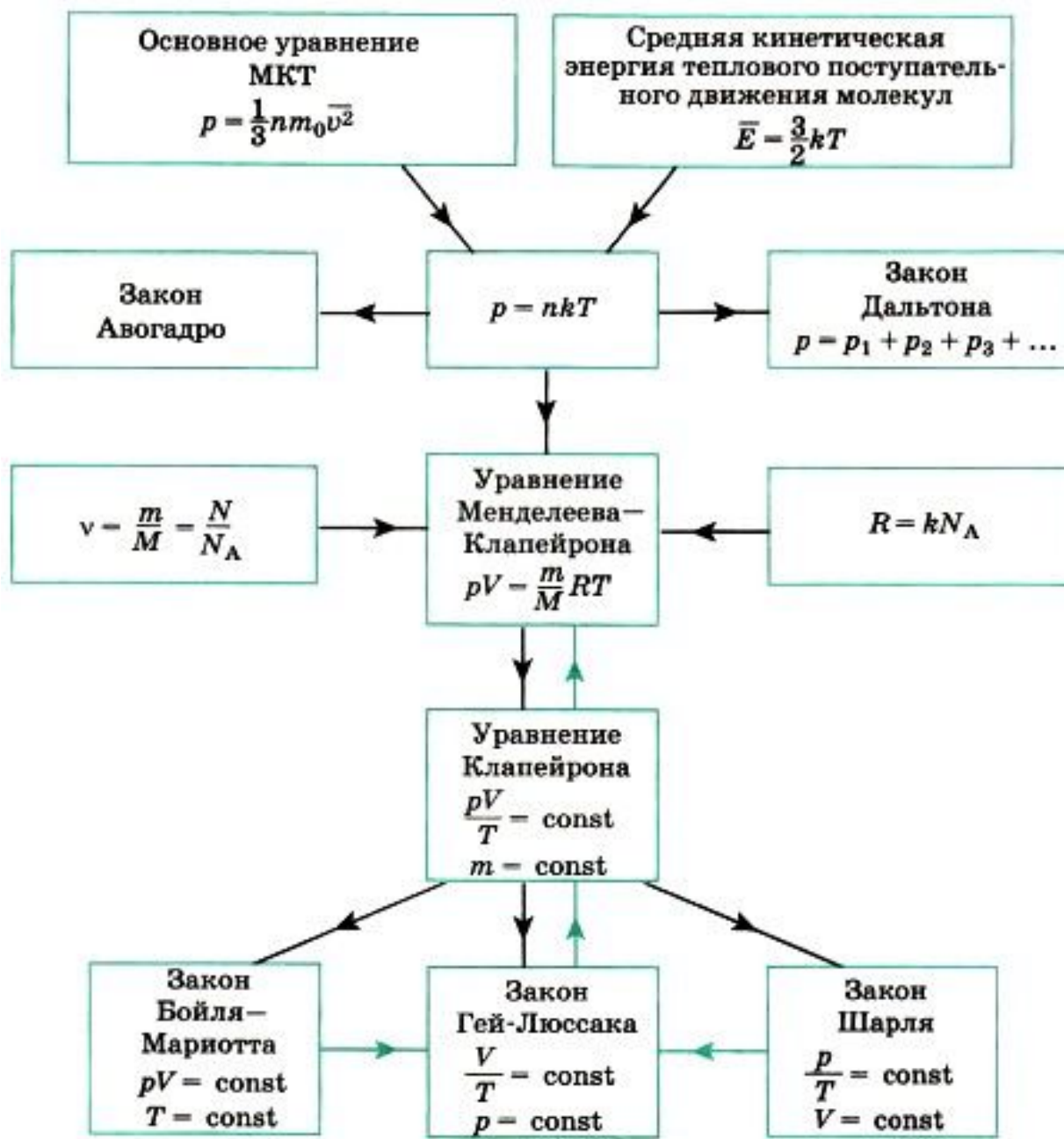


Рис. 10.3





→ — на основании теории

→ — на основании эксперимента

# Задание

**Задача 1:** Определите число  $N$  молекул в 1 кг водорода и массу одной молекулы водорода.

Дано	Решение
$m = 1 \text{ кг}$	$N = \nu N_A = \frac{m}{M} N_A,$
$M = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	
$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$	$m_0 = \frac{m}{N}.$
$N = ?$	
$m_0 = ?$	

**Ответ**

$$N = 3,01 \cdot 10^{26}, \quad m_0 = 3,32 \cdot 10^{-27} \text{ кг.}$$

[studyport.ru](http://studyport.ru)

**Самостоятельно решите следующие задачи.**

1. Определите число  $N$  молекул в 1 кг кислорода и массу одной молекулы кислорода.
2. Определите число  $N$  молекул в 1 кг гелия и массу одной молекулы гелия.
3. Определите число  $N$  молекул в 1 кг азота и массу одной молекулы азота.

**Задача 2:** В сосуде вместимостью 1 л находится кислород массой 1 г. Определите концентрацию молекул кислорода в сосуде.

<i>Дано</i>	<i>Решение</i>
$V = 1 \text{ л} = 10^{-3} \text{ м}^3$	$p = nkT, \quad n = \frac{p}{kT},$
$M = 32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	
$m = 1 \text{ г} = 10^{-3} \text{ кг}$	$pV = \frac{m}{M} RT, \quad \frac{p}{T} = \frac{m R}{M V},$
$n = ?$	$n = \frac{mR}{MkV}.$

**Ответ**  $n = 1,88 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}.$

[studyport.ru](http://studyport.ru)

Следующие задачи решить самостоятельно:

1. В сосуде вместимостью 2 л находится водород массой 5 г. Определите концентрацию молекул водорода в сосуде.
2. В сосуде вместимостью 3 л находится гелий массой 4 г. Определите концентрацию молекул гелия в сосуде.
3. В сосуде вместимостью 4 л находится азот массой 7 г. Определите концентрацию молекул азота в сосуде.