

Уравнение Менделеева - Клапейрона

Как всё начиналось



Клапейрон Бенуа Поль
Эмиль

(26.I.1799–28.I.1864)

- Французский физик,
член Парижской АН
- Окончил
Политехническую школу
в Париже(1818)
- В 1820–30 работал в
Петербурге в институте
инженеров путей
сообщения

Его уравнение состояния

- Температуру, объем, давление и некоторые другие параметры принято называть параметрами состояния газа
- Клапейрон выводит уравнение, устанавливающее зависимость между этими параметрами
- Его называют уравнением состояния идеального газа

$$p = nkT \quad n = \frac{N}{V}$$

$$p = \frac{N}{V} kT$$

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

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

Уравнение состояния идеального газа – уравнение Клапейрона.

Его дело продолжено



- Менделеев Дмитрий Иванович
(8.II.1834–2.II.1907)
- Обобщив уравнение Клапейрона, в 1874 вывел общее уравнение состояния идеального газа

Вот что получилось

- Подставив вместо kN_A универсальную газовую постоянную R , Менделеев получил такой вариант уравнения, которое теперь называется уравнением Менделеева - Клапейрона

$$\frac{pV}{T} = kN$$
$$N = \frac{m N_A}{M}$$
$$N = \frac{m}{m_0}$$
$$m_0 = \frac{M}{N_A}$$
$$\frac{pV}{T} = \frac{m}{M} N_A k$$
$$R = N_A \cdot k = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

R – универсальная газовая постоянная

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

Уравнение состояния идеального газа – уравнение Менделеева-Клапейрона.

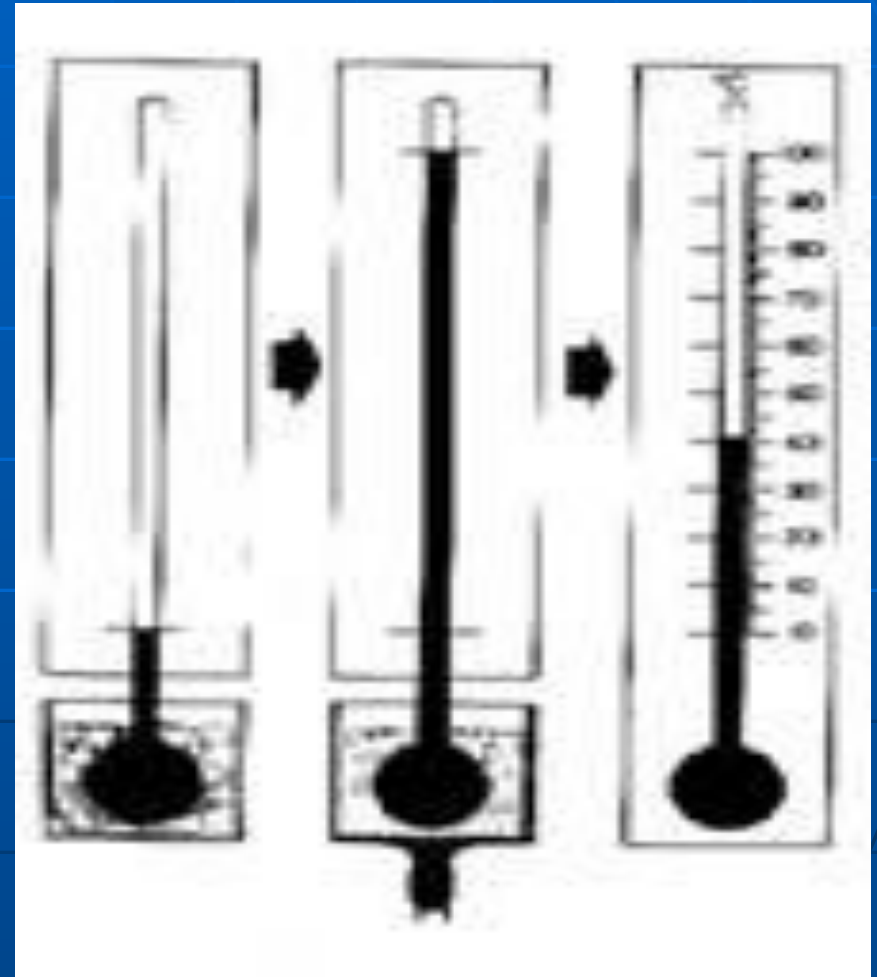
Для чего это нужно?



- Знать уравнение необходимо при исследовании тепловых явлений, а конкретно...

- В термометрах...

- Уравнение позволяет определить одну из величин, характеризующих состояние, если известны две другие величины
- Это используют в термометрах



- В газовых законах...



- Зная уравнение состояния, можно сказать, как протекают в системе процессы при определённых внешних условиях

- В молекулярной физике...

- Зная уравнение состояния, можно определить, как меняется состояние системы, если она совершает работу или получает теплоту от окружающих тел



А в целом...

Уравнение Клапейрона-Менделеева показывает, что для данной массы газа возможно одновременно изменение трех параметров, характеризующих состояние идеального газа.

Уравнение Клапейрона-Менделеева представляет собой уравнение состояния идеального газа, которое объединяет закон Бойля — Мариотта, закон Гей-Люссака, закон Шарля и закон Авогадро.

Уравнение Клапейрона-Менделеева — наиболее простое уравнение состояния, применяемое с определенной степенью точности к реальным газам при низких давлениях и высоких температурах, например, к атмосферному воздуху, когда свойства газов близки к идеальному газу.

1. В сосуде вместимостью 500 см^3 содержится $0,89 \text{ г}$ водорода при температуре 1 С Определите давление газа. ($P = 2,14 \text{ МПа}$.)
2. В баллоне емкостью $25,6 \text{ л}$ находится $1,04 \text{ кг}$ азота при давлении $3,5 \text{ МПа}$. Определить температуру газа. (290 °К или $t = 17 \text{ °С}$.)
3. Какой объем занимает газ в количестве 10^3 моль при давлении 1 МПа и температуре 100 °С ? ($V = 3,1 \text{ м}^3$).
4. Найти плотность водорода при температуре 15 С и давлении 98 кПа . (Ответ: $\rho = 0,082 \text{ кг/м}^3$).
5. При какой температуре 1 см^3 газа содержит 10^{19} молекул, если давление газа равно 10^4 Па ? ($T = 72 \text{ °К}$).
6. В баллоне вместимостью $0,05 \text{ м}^3$ находится газ, взятый в количестве $0,12 \cdot 10^3$ моль при давлении $6 \cdot 10^6 \text{ Па}$. Определите среднюю кинетическую энергию теплового движения молекулы газа. ($E = 6,2 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$).
7. При нормальных условиях масса газа $738,6 \text{ мг}$, а объем $8,205 \text{ л}$. Какой это газ?