



28.08.2013

# 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**

$$\frac{pV}{T} = kN$$
$$N = \frac{m N_A}{M}$$
$$\left\{ \begin{array}{l} N = \frac{m}{m_0} \\ m_0 = \frac{M}{N_A} \end{array} \right.$$

$$\frac{pV}{T} = \frac{m}{M} N_A k$$

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

$R$  – универсальная газовая постоянная

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

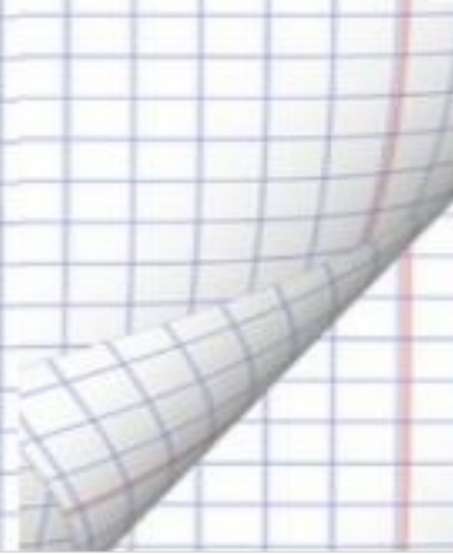
Уравнение состояния идеального газа –  
уравнение Менделеева-Клапейрона.





**Для чего это нужно?**

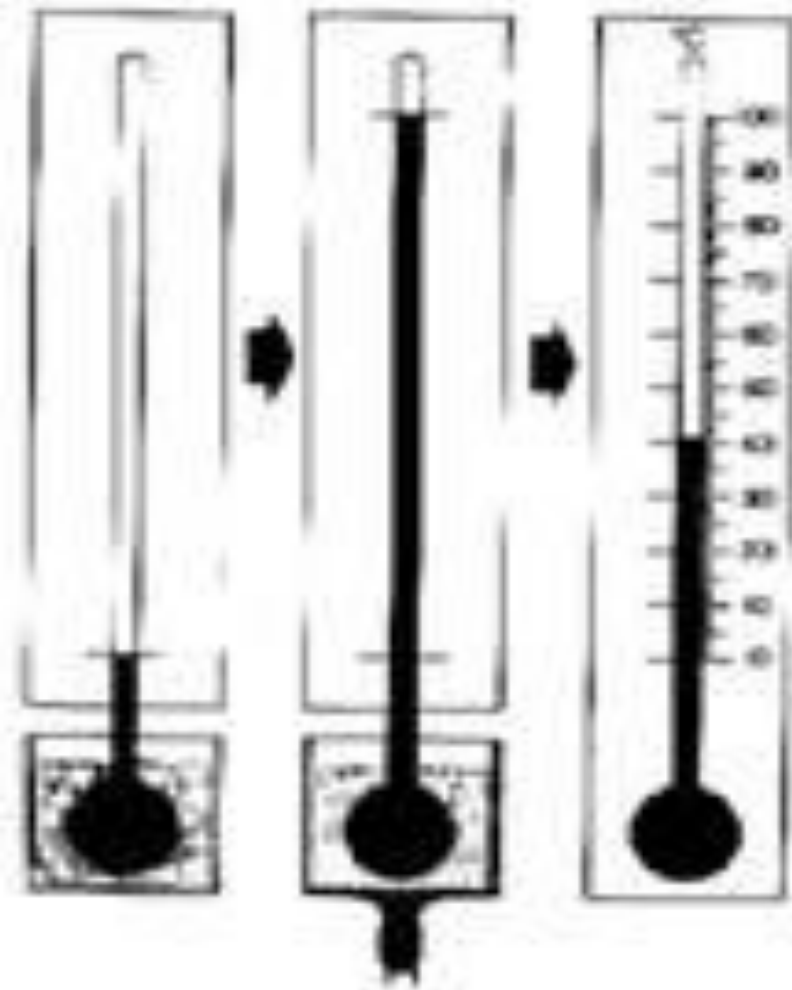
**Знать уравнение необходимо при  
исследовании тепловых  
явлений, а конкретно...**





• В термометрах...

- Уравнение позволяет определить одну из величин, характеризующих состояние, если известны две другие величины





## В газовых законах...

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







# В молекулярной физике...

**Зная уравнение  
состояния,  
можно  
определить, как  
меняется  
состояние  
системы, если  
она совершает  
работу или**





## А в целом...

- показывает, что для данной массы газа возможно одновременно изменение трех параметров, характеризующих состояние идеального газа.
- представляет собой уравнение состояния идеального газа, которое объединяет закон Бойля — Мариотта, закон Гей-Люссака, закон Шарля и закон Авогадро.
- 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 идеальным газам.





## Уравнение состояния -

Первое из замечательных обобщений в физике, с помощью которых свойства разных веществ выражаются через одни и те же основные величины. Именно к этому стремиться физика - к нахождению общих законов, не зависящих от тех или иных веществ. Газы, существенно простые по своей природе, дали первый пример такого обобщения. И в