

Давление зависит от концентрации молекул, массы каждой молекулы, и скорости каждой молекулы. Скорости всех молекул разные.

$$n = \frac{N}{V} ; m_0 ; V$$

Окончательная формула для давления выглядит так:

$$P = \frac{2}{3} n \frac{m_0 \overline{V^2}}{2} ; \overline{E_{кин}} = \frac{m_0 \overline{V^2}}{2} \Rightarrow P = \frac{2}{3} n \overline{E_{кин}}$$

Эта формула связывает давление газа с микроскопическими параметрами.

Существует некоторая величина, которая отвечает за среднюю кинетическую энергию молекул.

$$T : \overline{E_{кин}} \sim T$$

$$\text{Коеф: } \frac{3}{2} k , k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$\overline{E_{кин}} = \frac{3}{2} kT , T = t^\circ + 273^\circ \text{C} , t = 27^\circ \text{C} \Rightarrow T = 300 \text{K}$$

$$P = \frac{2}{3} n \overline{E_{кин}} \Rightarrow P = \frac{2}{3} n \frac{3}{2} kT \Rightarrow P = nkT$$

$$n = \frac{N}{V} = \frac{\nu \cdot N_A}{V} \quad N_A \text{ — количество молекул в 1 моль, } \nu \text{ — количество вещества}$$

$$\left( P = \frac{\nu N_A}{V} kT \right) \cdot V \quad N_A \cdot k = R \quad R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

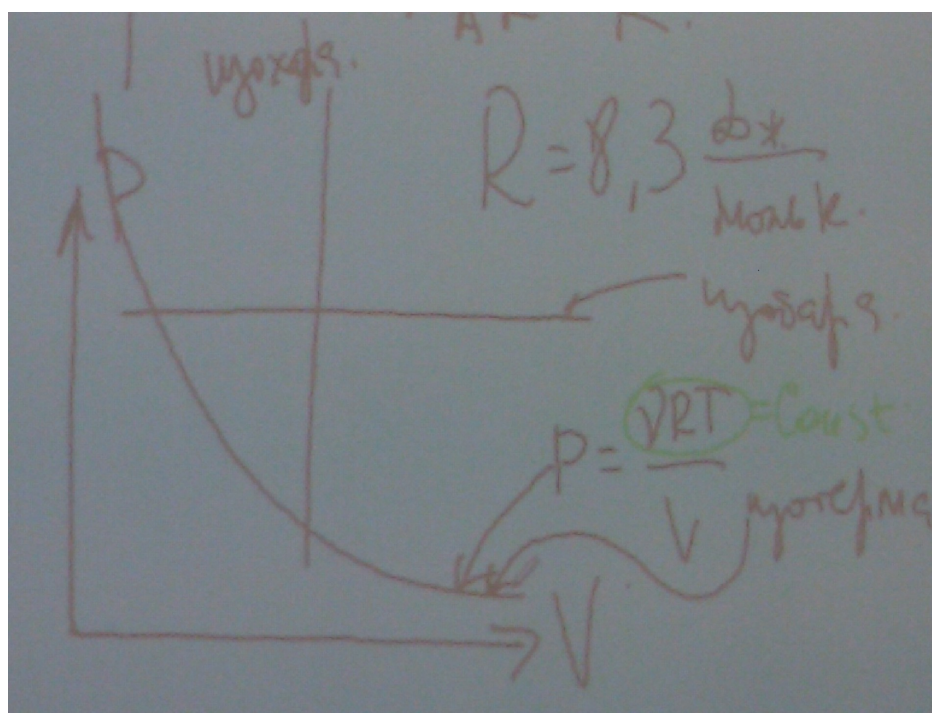
Уравнение Менделеева-Клапейрона (состояния идеального газа)

$$PV = \nu RT$$

При заданном количестве вещества состояние газа определяется тремя параметрами  $PVT$ .

Процессы, при котором один из параметров не меняется, называется изопроцесс.

Вид(график) изопроцесса зависит от его типа.



**Внутренняя энергия молекул.  
Работа газа.  
Первый закон термодинамики — теплоёмкость.**

Внутренней энергией молекул называют величину, состоящую из кинетической энергии всех молекул, потенциальных энергий и их взаимодействия, и внутримолекулярной энергии.

Внутренняя энергия  $U$ , является функцией состояния системы, это означает, что при переходе из состояния 1 в состояние 2  $\Delta U$  не зависит от способа перехода.

$\Delta U = U_2 - U_1$  — не зависит от способа перехода.

Внутреннюю энергию системы можно изменить двумя способами:

1. Совершив над системой работу(  $A'$  ).
2. В результате теплопередачи.

Теплопередача — это непосредственная передача внутренней энергии от внешних тел системе(при соударении молекул).

Та энергия, которая передаётся в результате теплопередачи называется количеством теплоты.

**Первый закон термодинамики**

$$\Delta U = Q + A'$$

Бывает удобно использовать не работу внешних сил, а работу самой системы над внешними телами.

$A = -A'$  Работа системы над внешними телами.

$$\Rightarrow Q = A + \Delta U$$

Количество теплоты  $Q$  подводимое к системе, равно сумме работы, совершаемой системой над внешними телами и изменения внутренней энергии самой системы.

$Q > 0 \Rightarrow$  получает тепло

$Q < 0 \Rightarrow$  отдаёт тепло

$A > 0 \Rightarrow V \uparrow$  (система совершает работу)

$A < 0 \Rightarrow V \downarrow$  (внешние силы совершают работу)

Первый закон термодинамики справедлив и для бесконечно малых состояний плоскости, тогда.

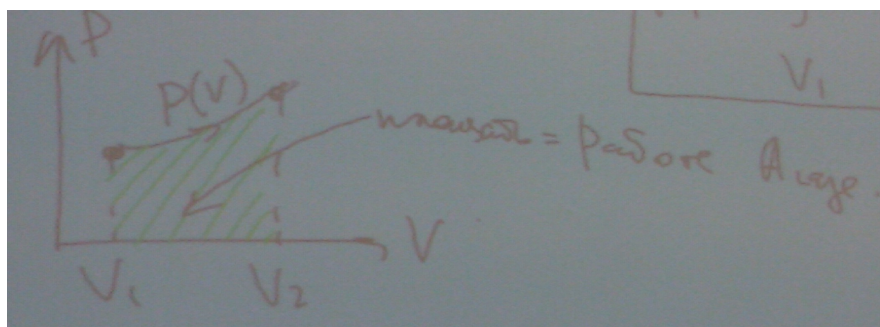
$$d'Q = d'A + dU$$

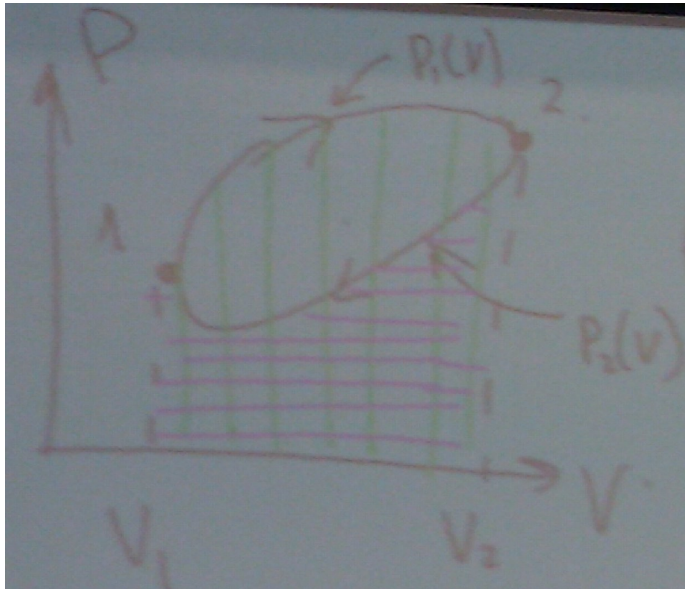
Бесконечно-малая или элементарная работа  $d'A = Fdr = P S dr = P dV$

$$d'A = P dV \Rightarrow A = \int_{V_1}^{V_2} P dV$$

$V \uparrow A < 0$

$V \downarrow A > 0$





Чтобы вычислить работу, необходимо знать зависимость  $P$  от  $V$ . Работа при замкнутом цикле равна площади внутри цикла.

$$A_{1 \rightarrow 2 \rightarrow 1} = \int_{V_1}^{V_2} P_1(V) dV + \int_{V_2}^{V_1} P_2(V) dV = \int_{V_1}^{V_2} P_1 dV - \int_{V_1}^{V_2} P_2(V) dV$$

Важной характеристикой вещества является теплоёмкость.

Определение: Теплоёмкостью вещества называется количество теплоты, которую надо сообщить этому веществу для повышения его температуры на 1 К.

Теплоёмкость тела.

$$C = \frac{d'Q}{dT}, \quad [C] = \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$c = \frac{C}{m} \quad \text{— удельная теплоёмкость.} \quad [c] = \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

$$c_m = \frac{C}{M} \quad \text{— молярная теплоёмкость.}$$

$$C_{\text{вода}} = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

Величина теплоёмкости зависит от переданного системе количества теплоты ( $d'Q$ ), а эта величина зависит от способа перехода из одного состояния в другое. Таким образом теплоёмкость зависит от условий передачи тепла.

### **Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Внутренняя энергия идеального газа.**

Степени свободы — это независимые координаты определяющие положение системы. Для одноатомной молекулы, представлена как материальная точка, с тремя координатами.

1 - атомная:  $i = 3$ ;

2-х — атомная:  $i = 3 + 2 = 5$ ; - жесткая молекула.

$i = 3 + 2 + 1 = 6$  — не жесткая молекула

Для трёх и более атомных молекул, всегда 6 степеней окисления.

Теорема о равнораспределении энергии по степеням свободы.

На каждую степень свободы молекулы приходится средняя энергия  $\frac{1}{2}kT$ . Таким образом

$$\overline{E_{\text{кин}}} = \frac{i}{2}kT$$

Для одноатомной молекулы:  $\overline{E_{\text{кин}}} = \frac{3}{2}kT$

Пример: Внутренняя энергия молекул идеального газа:

Идеальный газ  $\Rightarrow U = N \cdot \overline{E_{\text{кин}}}$  (потенциальная энергия), тогда

$$U = \nu N_A \frac{i}{2}kT$$

$$U = \frac{i}{2} \nu RT$$