

Тема 1.2. Основы термодинамики (1-е занятие)

1. Внутренняя энергия идеального газа. Теплообмен.
2. Работа газа при изобарном изменении его объема.
3. Физический смысл молярной газовой постоянной.

1. Согласно основным положениям МКТ, все вещества состоят из молекул, которые находятся в постоянном движении и между собой взаимодействуют. Поэтому молекулы обладают кинетическими и потенциальными энергиями. Сумма кинетических и потенциальных энергий молекул тела называется внутренней энергией. Внутреннюю энергию обозначают через букву U , ее изменения – ΔU .

В идеальном газе отсутствует взаимодействия молекул, и поэтому отсутствуют и потенциальные энергии молекул. Таким образом, внутренняя энергия идеального газа состоит только из суммы кинетических энергий молекул. Учитывая что, в 1 моле идеального газа количество молекул равно N_A , а средняя кинетическая энергия одной молекулы по формуле Больцмана $E = (3/2)kT$, внутреннюю энергию идеального газа 1 моля можно записать так:

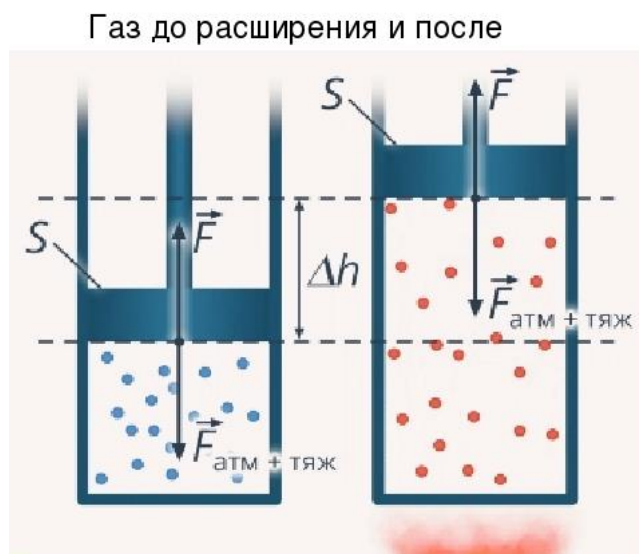
$$U_m = (3/2) N_A k T = (3/2) R T \text{ или } U_m = (3/2) R T,$$

где U_m – внутренняя энергия идеального газа 1 моля; $R = N_A k$ – молярная газовая постоянная. Внутренняя энергия идеального газа произвольного количества ($\nu = m/\mu$) равна:

$$U = (3/2) (m/\mu) R T.$$

Обмен внутренней энергией между телами и окружающей средой без совершения механической работы называется теплообменом. При теплообмене внутренняя энергия изменяется, и это изменение характеризуется количеством теплоты, обозначаемое буквой Q . В СИ единицей количества теплоты служит джоуль (Дж).

2. Рассмотрим цилиндр с подвижным поршнем, заполненный газом (рис. 1). Будем нагревать газ медленно. Тогда он расширяется изобарически, передвигая



поршня и совершая работу. Пусть поршень, под действием силы $\vec{F}$, передвигается на Δh и совершает работу A : $A = F\Delta h$, так как $F = pS$, то получим $A = pS\Delta h$. Здесь $S\Delta h$ – изменение объема газа ΔV после нагревания и поэтому работа газа равна:

$$A = p\Delta V.$$

Здесь видно, что газ совершает работу только при изменении объема. Работа газа используется широко в технике.

Рис. 1.

3. Выясним физический смысл молярной газовой постоянной R . Для этого возьмем 1 моль идеального газа и нагреваем на 1 К при постоянном давлении. Тогда газ изобарически расширяется и совершает работу. Применяя формулу работы газа к одному молю, получим:

$$A_{\text{моль}} = p\Delta V_{\text{моль}}.$$

Уравнения Клапейрона-Менделеева запишем для двух состояний газа:

$$pV_{\text{моль}1} = RT_1 \text{ — до нагревания газа;}$$

$$pV_{\text{моль}2} = RT_2 \text{ — после нагревания газа на 1К.}$$

Вычитывая первое уравнение из второго уравнения, получим:

$$p(V_{\text{моль}2} - V_{\text{моль}1}) = R(T_1 - T_2) \text{ или } p\Delta V_{\text{моль}} = R\Delta T, \text{ так как } \Delta T = 1 \text{ К, получим}$$

$$A_{\text{моль}} = p\Delta V_{\text{моль}} = R \text{ или } A_{\text{моль}} = R$$

Отсюда следует, что *молярная газовая постоянная численно равна работе, совершаемой одним молем идеального газа при его изобарическом нагревании на один кельвин.*

Контрольные вопросы:

1. Из чего складывается внутренняя энергия тела? Идеального газа?
2. Что такое теплообмен? При теплообмене что изменяется?
3. Какой величиной характеризуется теплообмен? Единица измерения?
4. Газ когда совершает работу? Где используется работа газа?
5. В чем заключается физический смысл молярной газовой постоянной?