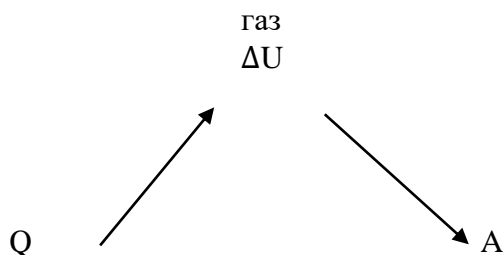


Добрый день!

**Тема занятия: Элементы термодинамики. Внутренняя энергия идеального газа. Способы изменения внутренней энергии.**

*Термодинамика* это раздел физики, изучающий превращение энергии при тепловых процессах.

В термодинамике основным рабочим телом является *газ*. Газ совершает работу за счет собственной внутренней энергии, которую повышают передачей количества теплоты.



A (Дж) – работа газа;

ΔU (Дж) - изменение внутренней энергии газа;

Q (Дж) – количество теплоты, переданное газу.

*Внутренняя энергия* вещества это суммарная кинетическая и суммарная потенциальная энергии молекул, входящих в вещество.

$$U = \sum_1^N E_k + \sum_1^N E_p$$

Согласно определения идеального газа потенциальной энергией молекул пренебрегают, следовательно, *внутренняя энергия идеального газа* это только кинетическая составляющая.

$$U = \sum_1^N E_k$$

Внутренняя энергия идеального газа

$$U = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{i}{2} \cdot R \cdot T$$

где

$\mu$  – молярная масса газа,

$R = 8,31$  Дж/(моль·К) – универсальная газовая постоянная,

$i$  - число степеней свободы молекулы, зависит от количества атомов в молекуле данного газа.

$i = 3$  – для одноатомных газов (газы VIII группы в таблице Менделеева);

$i = 5$  – для двухатомных газов ( $H_2$ ,  $O_2$ , воздух и т.д.);

$i = 6$  – для многоатомных газов ( $CO_2$ ,  $NH_3$ ,  $CH_4$ , и т.д.).

ΔU – изменение внутренней энергии системы

$$\Delta U = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{i}{2} \cdot R \cdot \Delta T$$

Внутренняя энергия является энергией тепловой, следовательно, изменить внутреннюю энергию можно изменив температуру.

ΔT – изменение температуры

$$\Delta T = T_2 - T_1,$$

где  $T_2$  и  $T_1$  конечная и начальная температуры газа.

Способы изменения внутренней энергии:

1. Теплообмен;
2. Совершение работы.

*Теплообмен* - это контакт тел с различными температурами. Более нагретое тело в результате теплообмена передает теплоту и охлаждается, менее нагретые тела принимают теплоту и нагреваются. Устанавливается тепловое равновесие.

$Q$  (Дж) – *количество теплоты* – это энергия переданная или полученная в результате теплообмена.

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T$$

$c$  ( $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ ) – удельная теплоемкость вещества.

Для газов различают:

$C_p$  – удельная теплоемкость газа при  $p$ -const;

$C_v$  – удельная теплоемкость газа при  $V$ -const.

Теплота выделяется или потребляется в результате *фазовых переходов*.

*Фазовый переход* - это переход вещества из одного агрегатного состояния в другое.

$Q = r \cdot m$  –  $\begin{matrix} \text{парообразование} \\ \text{конденсация} \end{matrix}$

$r$  ( $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ ) – удельная теплота парообразования

$Q = \lambda \cdot m$  –  $\begin{matrix} \text{плавление} \\ \text{кристаллизация} \end{matrix}$

$\lambda$  ( $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ ) – удельная теплота плавления.

Решение задач.

Задача 1.

При изобарном расширении 20 г водорода его объем увеличился в 2 раза. Начальная температура газа 300 К. Определить изменение внутренней энергии газа.

Дано:  $T_1 = 300$  К;  $m = 20 \cdot 10^{-3}$  кг;  $V_2 = 2 \cdot V_1$

Определить:  $\Delta U$  - ?

Решение:

$$\Delta U = i/2 \cdot m/\mu \cdot R \cdot \Delta T;$$

где  $i$  – число степеней свободы молекулы (для двухатомного водорода  $i = 5$ ),

$R = 8,31$  Дж/(моль·К) – универсальная газовая постоянная,

$\mu = 2 \cdot 10^{-3}$  кг/м<sup>3</sup> – молярная масса водорода,

$\Delta T = (T_2 - T_1)$ , где  $T_1$  - начальная температура газа дана по условию задачи.

Конечную температуру определим из следующих соображений: так как в условии задачи говорится о изобарном расширении, следовательно, можно использовать закона Гей-Люссака  $T_1/V_1 = T_2/V_2$  откуда  $T_2 = T_1 \cdot V_2 / V_1$

Произведём математический расчет

$V_2 / V_1 = 2$  – по условию, следовательно  $T_2 = T_1 \cdot 2 = 300 \text{ К} \cdot 2 = 600 \text{ К}$ .

$$\Delta U = \frac{5}{2} \cdot \frac{20 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-3}} \cdot 8,31 \cdot (600 - 300) = 62,3 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 62,3 \text{ кДж}.$$

Ответ:  $\Delta U = 62,3$  кДж.

Задачи для самостоятельного решения.

1. Как изменится внутренняя энергия 240 г кислорода при охлаждении его на  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ? Чему равна конечная температура газа, если его начальная температура была  $327\text{ K}$ ?
2. Один килограмм углекислого газа изобарно нагрет от  $-5^{\circ}\text{C}$  до  $127\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Определить изменение внутренней энергии этого газа.
3. При изобарном нагревании некоторой массы кислорода на  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$  внутренняя энергия газа изменилась на  $62,5\text{ кДж}$ . Определить массу кислорода.

**Пояснение к выполнению задания.**

1. Текст лекции должен появиться в конспекте (это экзаменационный вопрос!)
2. Задачи решаются после лекции (затруднения при решении задач фиксируете, все вопросы разберём в аудитории).
3. Проверка задания и выставление оценок будет проведена после дистанта.