

---

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»  
БИЛЕТ № 13  
К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ

по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 2

1. Связь между импульсом и энергией релятивистской частицы (вывод на основе известных выражений для полной энергии и релятивистского импульса).
2. Второе начало термодинамики в формулировках Клаузиуса и Томсона (Кельвина).
3. При нагревании двух молей газа при постоянном давлении на  $\Delta t = 10^\circ \text{C}$ , ему было сообщено количество теплоты, равное 300 Дж. Определите изменение внутренней энергии газа.

---

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

23.04.2020г.

(число, месяц, год)

---

Билет №13.

(№1) Связь между импульсом и энергией релятивистской частицы (вывод на основе известных выражений для полной энергии и релятивистского импульса)

В системе K:  $p = \frac{m_0 u}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}}$  ;  $W = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}}$

В системе K':  $p' = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$  ;  $W' = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

$$u = \frac{v + u'}{1 + \frac{vu'}{c^2}}$$

Тогда

$$p = \frac{m_0 \cdot \frac{u+v}{1 + \frac{vu'}{c^2}}}{\sqrt{1 - \frac{(v+u')^2}{\left(\frac{1 + \frac{vu'}{c^2}}{c^2}\right)^2}}} = \frac{m_0 (u' + v)}{\sqrt{\left(1 + \frac{vu'}{c^2}\right)^2 - \left(\frac{v+u'}{c}\right)^2}}$$

$$= \frac{m_0 (u' + v)}{\sqrt{1 - \frac{u'^2}{c^2}} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{\frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{u'^2}{c^2}}} u' + \frac{m_0 c^2 \cdot \frac{v}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{u'^2}{c^2}}}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$= \frac{p' + \frac{W'}{c^2} v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

⑫ Второе начало термодинамики в формулировках Клаузиуса и Томсона (Кельвина).

Формулировка Клаузиуса: Теплота самопроизвольно, без измерения в окружающих тела, не может перейти от менее нагретого тела к более нагретому.

Формулировка Томсона: в природе невозможен круговой процесс, единственным результатом которого была бы механическая работа, совершаемая за счет отвода теплоты от теплового резервуара.

3) При нагревании двух молей газа при постоянном давлении на  $\Delta T = 10^\circ\text{C}$ , ему было сообщено кол-во теплоты равное  $300\text{ Дж}$ . Определите изменение внутренней энергии газа

Дано:

$$\nu = 2\text{ м.}$$

$$p = \text{const}$$

$$\Delta T = 10^\circ\text{C}$$

$$Q = 300\text{ Дж}$$

Решение:

•  $p = \text{const} \Rightarrow$  процесс изобарический  
 $A = p\Delta V$

Найти  $\Delta U$ ?

• Первое начало термодинамики для данного процесса:  
 $Q = \Delta U + A = \Delta U + p\Delta V$

$$\Rightarrow \Delta U = Q - p\Delta V$$

• Из уравнения Менделеева-Клапейрона:  $p\Delta V = \nu R\Delta T \Rightarrow$

$$\Rightarrow \Delta U = Q - \nu R\Delta T = 300 - 2 \cdot 8,31 \cdot 10 = 133,8\text{ Дж}$$

Ответ:  $133,8\text{ Дж}$ .