

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

БИЛЕТ № 25

К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ

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

1. Третье начало термодинамики (формулировка).

2. Кинетическая энергия релятивистской частицы (выведите, считая известным основное уравнение релятивистской динамики). Полная энергия и энергия покоя в СТО.

3. Какое количество теплоты необходимо сообщить моллю кислорода, находящегося в закрытом сосуде при температуре 300 К, чтобы средняя квадратическая скорость его молекул возросла в 2 раза?

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

23.04.2020г.

(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

БИЛЕТ № 26

К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ

Билет № 25.

① Третье начало термодинамики (формулировка)

При стремлении температуры равновесной системы к нулю K (Кельвин) её энтропия стремится к нулю

↑ абсолютный ноль!

① Кинетическая энергия релятивистской частицы (выведем, считая известным основное уравнение релятивистской динамики) полная энергия покоя в СТО.

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\vec{P}}{dt} &= \vec{F} \\ \vec{P} &= m\vec{V} \end{aligned} \right\} \frac{d(m\vec{V})}{dt} = \vec{F} \quad \left. \begin{aligned} m &= m(V) \\ m &= m_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \end{aligned} \right\} \vec{F} = \frac{m_0 (\vec{V} \cdot \vec{a}) \vec{V}}{c^2 \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{3/2}} + \frac{m_0 \vec{a}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$P = \vec{F} \cdot \vec{V} = \frac{\delta A}{dt}$$

$$P = \vec{F} \cdot \vec{V} = \frac{m_0 (\vec{V} \cdot \vec{a}) V^2}{c^2 \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{3/2}} + \frac{m_0 (\vec{a} \cdot \vec{V})}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{m_0 (\vec{V} \cdot \vec{a})}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \left(\frac{v^2}{c^2 - v^2} - 1 \right) =$$

$$= \frac{m_0 (\vec{V} \cdot \vec{a})}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \cdot \frac{c^2}{c^2 - v^2} = \frac{m_0 (\vec{V} \cdot \vec{a})}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{3/2}} = \frac{d}{dt} \left(\frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \right) = \frac{\delta A}{dt}$$

$$\delta A = d \left(\frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \right)$$

$dW_{\text{кин}} = \delta A$ — теорема об изменении кинетической энергии.

$$W_{\text{кин}} = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} + C \quad ; \quad W_{\text{кин}} = 0 \Rightarrow C = -m_0 c^2 \quad (v=0)$$

$$W_{\text{кин}} = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - m_0 c^2$$

Полная энергия в СТО.

$$W = W_{\text{кин}} + W_0 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - m_0 c^2 + m_0 c^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Билет № 25,
Задача № 3

Дано:

$$T = 300 \text{ K}$$

$$\nu = 1 \text{ моль}$$

$$\frac{\nu_{\text{кисл.}}}{\nu_{\text{сахар.}}} = 2 = x$$

Q - ?

Решение:

Кислород - двухатомный газ \rightarrow
 $\Rightarrow i = 5$.

Т.к. по усл. сосуд авто. закрыт,
то имеем $V = \text{const}$, т.е. сахарн.
прец. При сахарном прецессе
 $A = 0$. Первое начало термодинамики
принимает вид: $Q = \Delta U$

Внутренняя энергия газа для сахарного прец.:

$$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$$

Ср. кв. скорость: $\sigma v_1 = \sqrt{\frac{3RT_1}{\mu}}$, $\sigma v_2 = \sqrt{\frac{3RT_2}{\mu}}$, откуда

$$T_1 = \frac{\sigma v_1^2 \mu}{3R}, \quad T_2 = \frac{\sigma v_2^2 \mu}{3R}, \quad \Delta T = T_2 - T_1 =$$

$$= \frac{\mu}{3R} (\sigma v_2^2 - \sigma v_1^2);$$

$$\Delta T = \frac{\mu}{3R} \sigma v_1^2 \left(\left(\frac{\sigma v_2}{\sigma v_1} \right)^2 - 1 \right) = \frac{\mu}{3R} \cdot \frac{3RT_1}{\mu} (x^2 - 1) = (x^2 - 1) \cdot T_1$$

$$Q = \Delta U = \frac{i}{2} \nu \cdot R \Delta T = \left[\frac{5}{2} \cdot 1 \cdot 8.31 \cdot 300 \cdot (4 - 1) \right] \text{ Дж} =$$

$$= 18697.5 \text{ Дж} \approx 18.7 \text{ кДж} \approx 19 \text{ кДж}$$

Ответ: 19 кДж