

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

---

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

БИЛЕТ № 23

К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ

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

1. Определение числа степеней свободы механической системы. Число степеней свободы молекул идеального газа. Равномерное распределение энергии по степеням свободы (без вывода). Внутренняя энергия идеального газа (вывод на основе формулы для средней кинетической энергии поступательного движения молекул).
2. Понятия плоских и сферических волн. Уравнение сферической волны (без вывода).
3. Сколько молекул содержится в двухатомном идеальном газе, если при температуре  $20^{\circ}\text{C}$  его внутренняя энергия равна  $1,5 \text{ кДж}$ ?

---

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 № 24

(11) Определение числа степеней свободы механической системы.  
Число степеней свободы молекул идеального газа. Равномерное распределение энергии по степеням свободы (без вывода).

Внутренняя энергия идеального газа (вывод на основе формулы средней кинетической энергии поступательного движения молекул)

Число степеней свободы механической системы - это минимальное количество координат необходимых для однозначного задания положения механической системы.

Число степеней свободы идеального газа

одноатомный

двухатомный

трехатомный и более

$$i = 3$$

$$i = 5$$

$$i = 6$$

Равномерное распределение энергии по степеням свободы.

$$\bar{W}_{кин} = \frac{i}{2} kT, \text{ где } k - \text{ постоянная Больцмана}$$

Внутренняя энергия идеального газа.

$$\bar{W}_{кин} = \frac{3}{2} kT$$

$$U = \sum_{i=1}^n \bar{W}_{кин} = N \cdot \bar{W}_{кин} = \nu N_A \frac{i}{2} kT = \frac{i}{2} \nu RT$$

(NL) Понятие плоских и сферических волн. Уравнение сферической волны (без вывода)

Волна называется плоской, если движется вдоль оси в течение времени  $\omega t + kx = \text{const}$  или  $\omega t - kx = \text{const}$

Сферическая волна называется, если волновая поверхность - сфера

Сферическая волна описывается функцией:

$$E_e = \frac{A_0}{R} \cos(\omega t + (\vec{k}; \vec{R}) + \alpha) + \frac{A_0}{R} \cdot \cos(\omega t - (\vec{k}; \vec{R}) + \beta)$$

## Билет 23

3. Дано:

$$T = 293 \text{ K}$$

$$U = 1500 \text{ Дж}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}$$

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{моль}}$$

$N = ?$

Решение

$$U = \frac{5}{2} \nu R T -$$

внутренней энергии двухатомного идеального газа

$$\nu = \frac{N}{N_A}$$

$$N = \frac{2UN_A}{5RT}$$

$$N = \frac{2 \cdot 1500 \cdot 6,022 \cdot 10^{23}}{5 \cdot 8,31 \cdot 293} \approx$$

$$\approx 1484 \cdot 10^{20}$$

Ответ:  $N = 1484 \cdot 10^{20}$