

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

К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ

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

1. Принцип Ле Шателье - Брауна.
2. Одномерное волновое уравнение для продольной упругой волны в твёрдом теле (с выводом).
Общий вид волнового уравнения (без вывода).
3. Найдите удельную теплоёмкость молекулярного кислорода для: а) $V = \text{const}$; б) $p = \text{const}$.
Относительная атомная масса атома кислорода равна 16.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

23.04.2020г.

(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

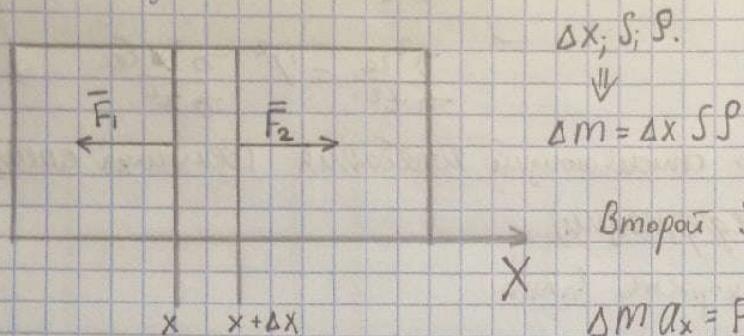
А.Н. Морозов

Билет №24.

① Принцип Ле Шателье - Брауна.

Если систему вывести из состояния равновесия, то в системе возникнут процессы, стремящиеся ослабить это действие

① Одномерное волновое уравнение для продольной упругой волны в твердом теле (с выводом). Общий вид волнового уравнения (без вывода).



Второй Закон Ньютона:

$$\Delta m a_x = F_2 - F_1 \quad (1)$$

$x_1(x)$ - задает положение точки сечения при деформации, если её равновесное положение задавалось координатой x .

$\epsilon = x_1 - x \Rightarrow$ относительная деформация в данном сечении сечения:

$$\epsilon = \frac{\Delta x_1 - \Delta x}{\Delta x}$$

Если стержень сжимается, то $\Delta x_1 < \Delta x \Rightarrow \epsilon < 0$

При растяжении $\epsilon > 0$.

$$\Delta x_1 - \Delta x = \Delta \epsilon \Rightarrow \epsilon = \frac{\Delta x_1 - \Delta x}{\Delta x} = \frac{\Delta \epsilon}{\Delta x} \Rightarrow \epsilon = \frac{\partial \epsilon}{\partial x}$$

$$F_1 = \delta_x S; F_2 = \delta_{x+\Delta x} S \quad (2)$$

По закону Гука: $\delta_x = E \epsilon_x \quad (4)$ E - модуль Юнга
 $\delta_{x+\Delta x} = E \epsilon_{x+\Delta x}$

Разложение Тейлора: $\epsilon_{x+\Delta x} = \epsilon_x + \frac{\partial \epsilon}{\partial x} \Delta x + \dots$

$$a_x = \frac{\partial^2 \epsilon}{\partial t^2} \quad (3)$$

$$(3; 2; 3) \Rightarrow \frac{\partial^2 \epsilon}{\partial t^2} S \Delta x \rho = \delta_{x+\Delta x} S - \delta_x S$$

$$(4) \Rightarrow \rho \Delta x \frac{\partial^2 \epsilon}{\partial t^2} = E \epsilon_2 - E \epsilon_1$$

$$\rho \Delta x \frac{\partial^2 \epsilon_e}{\partial t^2} = E \left(\epsilon_1 + \frac{\partial \epsilon_e}{\partial x} \Delta x \right) - E \epsilon_1$$

$$\left. \begin{aligned} \rho \Delta x \frac{\partial^2 \epsilon_e}{\partial t^2} &= E \frac{\partial \epsilon_e}{\partial x} \Delta x \\ \epsilon_e &= \frac{\partial \epsilon_e}{\partial x} \end{aligned} \right\} \frac{\partial^2 \epsilon_e}{\partial t^2} = \frac{E}{\rho} \frac{\partial^2 \epsilon_e}{\partial x^2} \text{ или } \left. \begin{aligned} \frac{\partial^2 \epsilon_e}{\partial t^2} &= V^2 \frac{\partial^2 \epsilon_e}{\partial x^2} \end{aligned} \right\} (*)$$

ϵ_e - параметр описывающий колебания (величина смещения может при деформации)

$$V = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \text{ - скорость волны}$$

(*) Дифференциальное уравнение, описывающее распространение волны (вдоль оси x)

Общий вид волнового уравнения:

$$\frac{\partial^2 \epsilon_e}{\partial t^2} = V^2 \frac{\partial^2 \epsilon_e}{\partial x^2}$$

(*) Второе начало термодинамики

Вопрос 24

3. Дано:

$$A_r = 16$$

$$a) V = \text{const}$$

$$b) p = \text{const}$$

$$c = ?$$

Решение

кислород-двухатомный \Rightarrow

$$M = A_r \cdot 2 = 32 \text{ г/моль} =$$

$$= 32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$c = \frac{C_m}{M}$$

C_m - молярная
теплоемкость

$$a) V = \text{const}$$

$$C_v = \frac{i}{2} R$$

$$C_v = \frac{5}{2} R$$

$$c_v = \frac{5R}{2M} = \frac{5 \cdot 8,31}{2 \cdot 32 \cdot 10^{-3}} = 650 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

$$b) p = \text{const}$$

$$C_p = \frac{i+2}{2} R$$

$$C_p = \frac{7}{2} R$$

$$c_p = \frac{7R}{2M} = \frac{7 \cdot 8,31}{2 \cdot 32 \cdot 10^{-3}} = 909 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

Ответ: a) $650 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$

b) $909 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$