

Билет №1

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

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

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

1. Сложение гармонических колебаний одинакового направления близких (но не равных) частот. Биения.

2. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона.

3. Однородный цилиндр радиусом 10 см и массой 1 кг начинает вращаться вокруг своей оси под действием момента сил $M = \gamma \cdot t^2$, где $\gamma = 5 \text{ Н}\cdot\text{м}/\text{с}^2$. Найдите его угловую скорость через 5 с. Какова работа момента силы за это время?

Указание: при решении задачи вначале получите ответ в аналитическом виде и только после этого подставьте числа в полученные выражения.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.05.2023 г.
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

А.Н. Морозов

Задача для Билета №1

27.

однородный диск
 $R = 0,1 \text{ м}$; $m = 1 \text{ кг}$;

$$M = \gamma t^2; \quad \gamma = 5 \text{ Н}\cdot\text{м}/\text{с}^2$$

$$t = 5 \text{ с};$$

$$\omega \quad A(M) \quad (?)$$

$$1) I_2 \epsilon = M \Rightarrow d\omega = \frac{M}{I_2} dt$$
$$\omega = \int_0^{5\text{c}} \frac{\gamma t^2}{mR^2} dt = \frac{2\gamma t^3}{3mR^2} \Big|_0^{5\text{c}} = 41667 \text{ рад/с}$$

$$2) A = \int_0^{5\text{c}} M d\varphi = \int_0^{5\text{c}} M \frac{d\varphi}{dt} dt = \int_0^{5\text{c}} \omega \cdot \gamma t^2 dt = \dots$$

$$\dots \int_0^{5\text{c}} \frac{2\gamma^2 t^6}{3mR^2} = \frac{\gamma^2 t^6}{9mR^2} \Big|_0^{5\text{c}} \approx 4340 \text{ кДж}$$

Билет №2

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

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2
по курсу «Физика» для всех специальностей, семестр № 2

1. Свободные затухающие колебания. Дифференциальное уравнение. Его решение. Частота свободных затухающих колебаний. Время релаксации и логарифмический декремент затухания.

2. Тепловые машины. Холодильные машины. Второе начало термодинамики в формулировках Клаузиуса и Томсона (Кельвина).

3. Уравнение волны имеет вид: $\xi = 2 \cos(0,5t + 2,65z + \pi/10)$, где ξ - в миллиметрах, t - в миллисекундах, z - в метрах. Волна распространяется в среде плотностью ρ .

Найдите максимальную скорость частиц среды, объемную плотность энергии и вектор Умова.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.05.2023 г.
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

Задача для Билета №2 (2 варианта решения)

28

$$\xi = 2 \cos(0,5t + 2,65z + \frac{\pi}{10})$$

[мкм] [мс] [м]

ρ - плотность среды

V_{\max} частич среды

$$W \quad \vec{j}$$

$$V_{\text{частич}} = \dot{\xi} = -A\omega \sin(\omega t + \phi) \dots$$

V_{\max} при $\sin(\omega t + \phi) = 1 \Rightarrow V_{\max} = A\omega$

$$V_{\max} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot 500 \text{ рад/с} = 1 \text{ м/с}$$

$$W = \frac{\rho \omega^2 A^2}{2} = \frac{\rho}{2}$$

$$\vec{j} = W \vec{v} = \frac{\rho}{2} \vec{v}$$

3. Дано:

$$\xi = 2 \cos(0,5t + 2,65z + \frac{\pi}{10})$$

ρ - плотность среды

Найдем:

$$V_{\max}, W, \vec{j}$$

Решение:

$\omega = 0,5 \text{ рад/с}$

$k = 2,65 \text{ м}^{-1}$

$\rho_0 = \frac{\rho}{10}$

$U = \dot{\xi} = -2 \sin(0,5t + 2,65z + \frac{\pi}{10}) \cdot \frac{1}{2} = -\sin(0,5t + 2,65z + \frac{\pi}{10})$

$U_{\max} = \dot{\xi}_{\max} = -1 \cdot (-1) = 1 \text{ м/с}$

$W = \frac{E_k + E_p}{2} = \frac{\rho u^2}{2} + \frac{E_p}{2} = \frac{\rho u^2}{2} + \frac{k \Delta z^2}{2} =$

$= \frac{\rho u^2}{2} + \frac{k \rho l}{S} \left(\frac{\Delta z}{l} \right)^2 = \frac{\rho u^2}{2} + \frac{k \rho^2}{2} = \frac{\rho u^2}{2} + \frac{\rho \omega^2 \rho}{2}$

и - скорость смещения частиц от положения равновесия, \vec{v} - донзовая скорость волн.

$U = \frac{d\xi}{dt} = -\sin(0,5t + 2,65z + \frac{\pi}{10}) \cdot \frac{1}{4} = -\sin(0,5t + 2,65z + \frac{\pi}{10}) \cdot 0,125$

$\xi = \frac{d\xi}{dt} = -0,125 \sin(0,5t + 2,65z + \frac{\pi}{10}) = -5,3 \sin(0,5t + 2,65z + \frac{\pi}{10})$

$W = \frac{\rho \sin^2 \varphi}{2} + \frac{\rho v^2 \cdot 5,3^2 \sin^2 \varphi \cdot 10^{-3}}{2} = \frac{\rho \sin^2 \varphi}{2} \left(1 + \left(\frac{v}{c} \right)^2 \cdot 5,3^2 \cdot 10^{-3} \right)$

$= \frac{\rho \sin^2 \varphi}{2} \left(1 + \frac{25 \cdot 10^{-4}}{2,65^2} \cdot 5,3^2 \cdot 10^{-3} \right) = \rho \sin^2 \varphi \cdot 3,3 \cdot 10^{-3}$

$\Rightarrow W = \frac{\rho}{2}$

$\vec{j} = W \cdot \vec{v} = \frac{\rho}{2} \vec{v}$

$|\vec{j}| = W \cdot |\vec{v}| = W \cdot \frac{\omega}{K} = \frac{\rho}{2} \cdot \frac{\omega}{K} \approx 94,34 \rho$

Билет №3

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

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

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

1. Время релаксации, логарифмический декремент затухания и добротность колебательной системы. Связь добротности с убылью энергии.
2. Понятие числа степеней свободы механической системы. Число степеней свободы молекул идеального газа. Внутренняя энергия идеального газа.
3. В момент времени $t_1=10$ с тело массой $m=2$ кг начало двигаться из состояния покоя под действием силы $F = b/t$, где $b=10$ кг•м/с. В какой момент времени t_2 скорость достигла значения $V_2=5$ м/с? Какую работу совершила сила F за это время?

Указание: при решении задачи вначале получите ответ в аналитическом виде и только после этого подставьте числа в полученное выражение.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.05.2023 г.

(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

М

Задача для Билета №3

29

$t_1; V_1 = 0$ $m; F = \frac{b}{t}$ <u>V_2</u>	$1) m\ddot{a} = F \Rightarrow m\frac{dV}{dt} = F \Rightarrow dV = \frac{F}{m} dt$ $V_2 = \int_{t_1}^{t_2} \frac{b}{mt} dt = \frac{b}{m} \ln\left(\frac{t_2}{t_1}\right) + C; \quad C = V_1 = 0$ (по условию)
$t_2, A(F)$ <u>②</u>	$\ln \frac{t_2}{t_1} = \frac{V_2 \cdot m}{b} \Rightarrow \frac{t_2}{t_1} = \exp\left(\frac{V_2 \cdot m}{b}\right) \Rightarrow t_2 = t_1 e^{\left(\frac{V_2 \cdot m}{b}\right)}$
	$2) A = \int_1^2 F dr = \int_1^2 F \frac{dr}{dt} dt = \int_1^2 m \frac{dV}{dt} \cdot V dt = \int_1^2 m V dV = \frac{mV_2^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2}$
	$A = K_2 - K_1 \Rightarrow A = \frac{mV_2^2}{2}$

Билет №4

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

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4
по курсу «Физика» для всех специальностей, семестр № 2

1. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний. Зависимость амплитуды вынужденных колебаний от частоты вынуждающей силы. Резонанс.

2. Теплоёмкость. Теплоёмкость идеального газа в изохорическом и изобарическом процессах. Уравнение Майера.

3. Находящаяся в изображённом на рисунке положении конструкция, состоящая из шара радиусом $R=l/2$ и массой $M=2m$ и тонкого стержня m и длиной $l=0,7$ м, в результате незначительного толчка, вышла из положения неустойчивого равновесия и начала переворачиваться.

Найдите угловое ускорение конструкции в момент, когда она отклонилась на угол $\varphi=30^\circ$ от первоначального положения, если известно она вращалась без трения вокруг неподвижной горизонтальной оси, проходящей через точку O .

Центр шара совпадает с центром стержня.

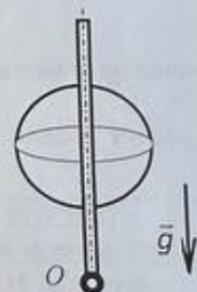
Указание: при решении задачи вначале получите ответ в аналитическом виде и только после этого подставьте числа в полученное выражение.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.05.2023 г.
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов



Задача для Билета №4

Дано:
 l, m
 $R = \frac{l}{2}, M = 2m$
 $\varphi(\vartheta)?$

Очевидно, что конструкция имеет одинаковую массу в центре тяжести

$$M = 2m$$

$$I_{\text{шара}} = \frac{2}{5}MR^2 + M\left(\frac{l}{2}\right)^2 = \frac{7}{5}MR^2 = \frac{7}{10}ml^2$$

$$I_{\text{ст}} = \frac{ml^2}{12} + m\left(\frac{l}{2}\right)^2 = \frac{ml^2}{3}$$

$$I = \frac{ml^2}{3} + \frac{7}{10}ml^2 = \frac{31}{30}ml^2$$

2) $M = F \cdot d$

$$F = (M+m)g =$$

$$= 3mg$$

$$d = \frac{l}{2} \sin \varphi$$



$$M = \frac{3mg}{2} l \sin \varphi$$

3) $P = \frac{M}{I} = \frac{3mg l \sin \varphi}{\frac{31}{30} ml^2} = \frac{90}{31} \frac{g \sin \varphi}{l}$

Билет №5

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

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

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

1. Радиус-вектор, скорость и ускорение материальной точки. Разложение ускорения на касательную и нормальную составляющие.

2. Понятие числа степеней свободы механической системы. Число степеней свободы молекул идеального газа. Внутренняя энергия идеального газа.

3. В сосуде объемом V_0 при температуре T_0 находилось v молей аргона. Газ адиабатически расширили, уменьшив его температуру в α раз. Каким стал объем газа? Каковы средняя длина свободного пробега атомов аргона и коэффициент вязкости газа в конечном состоянии? Известно, что эффективный диаметр атомов равен d , а молярная масса аргона - μ .

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.05.2023 г.
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

М

Задача для Билета №5

4
Дано:

В сосуде было v молей Ar
при V_0, T_0

Адиабат. расширение:
 $T_k = \frac{T_0}{\lambda}$; $V_k - ?$

d - эффективный диам.

M - молярная масса Ar

Найти:

$$\underbrace{V_k}_{\theta \text{ кон. соотн.}} \quad \lambda \quad n$$

Решение:

1) Адиабатич. процесс: $Q=0$

$$PV^\gamma = \text{const}$$

$$\gamma = \frac{c+2}{c} = \frac{5}{3}$$

$$TV^{\gamma-1} = \text{const}$$

$$T_0 V_0^{\frac{2}{3}} = T_k V_k^{\frac{2}{3}} \quad (T_k = \frac{T_0}{\lambda})$$

$$V_k^{\frac{2}{3}} = \lambda V_0^{\frac{2}{3}}$$

$$V_k = \sqrt[3]{\lambda^2} V_0$$

2) $\lambda = \frac{1}{12\pi d^3 n}$

$$\therefore n = \frac{N}{V}$$

$$\therefore V = \frac{N}{N_A} \Rightarrow n = \frac{N N_A}{V}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{V}{12\pi d^3 \cdot N A}$$

3) $n = \frac{1}{3} \langle V \rangle n p$

$$\Rightarrow n = \frac{1}{3} \lambda \sqrt{\frac{8RT_k}{\pi M}} \cdot \frac{N}{V}$$

$$\therefore \langle V \rangle = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$$

$$\therefore p = \frac{m}{V} = \frac{N M}{V}$$

Билет №6

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

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6
по курсу «Физика» для всех специальностей, семестр № 2

1. Угловые скорость и ускорение твёрдого тела при вращательном движении. Связь угла поворота, угловой скорости и углового ускорения. Связь угловой скорости с линейной.

2. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона.

3. Во сколько раз изменяется за 785 с амплитуда свободных колебаний математического маятника длиной 640 мм, если его добротность равна 100?

Указание: при решении задачи вначале получите ответ в аналитическом виде и только после этого подставьте числа в полученное выражение.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.05.2023 г.
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

М

Задача для Билета №6

2. Дано:

$$l = 640 \text{ мм} = 0.64 \text{ м}$$

$$Q = 100$$

$$t_1 = 785 \text{ с}$$

$$\frac{A(t+\Delta t)}{A(t)} \quad ?$$

Решение:

$$1) A(t) = A_0 e^{-\beta t_1}$$

=>

$$A(t_1 + \Delta t) = A_0 e^{-\beta t_2}$$

$$\frac{A(t_1 + \Delta t)}{A(t_1)} = \frac{A_0 e^{-\beta t_1}}{A_0 e^{-\beta t_2}} = \frac{e^{\beta t_1}}{e^{\beta t_2}} = e^{\beta(t_2 - t_1)}$$

* $t_2 - t_1 = 785 \text{ с}$

2) надо найти β :

$$Q = \frac{\pi}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\pi}{Q}$$

$$\lambda = \beta T$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega^2 - \beta^2}} \quad * \omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$$

$$\lambda = \frac{2\pi\beta}{\sqrt{\omega^2 - \beta^2}} \Rightarrow \frac{\pi}{Q} = \frac{2\pi\beta}{\sqrt{\omega^2 - \beta^2}}$$

$$\omega^2 - \beta^2 = 4\beta^2 Q^2$$

$$\beta^2 (4Q^2 + 1) = \omega^2$$

$$\beta = \frac{\omega_0}{\sqrt{4Q^2 + 1}} = \sqrt{\frac{g}{L(4Q^2 + 1)}}$$

$$\frac{A(t + \Delta t)}{A(t)} = e^{\sqrt{\frac{g}{L(4Q^2 + 1)}} \cdot (t_2 - t_1)} = e^{15.37}$$

гашение записка в $e^{15.37}$ раз

Билет №7

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

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7

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

1. Связь между импульсом и энергией релятивистской частицы (вывод на основе известных выражений для полной энергии и релятивистского импульса).

2. Диффузия в идеальных газах. Уравнение диффузии, коэффициент диффузии.

3. Найдите собственную частоту малых колебаний конструкции, состоящей из тонкого стержня массой m и длиной $l=2R$ и жестко присоединенного к нему шара радиусом $R=32,8$ см и массой $M=2m$.

Известно, что конструкция может совершать колебания, вокруг неподвижной горизонтальной оси, проходящей через точку O .

Центр шара совпадает с центром стержня.

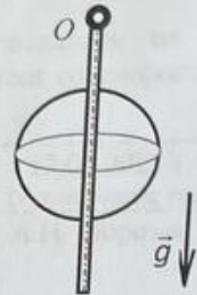
Указание: при решении задачи вначале получите ответ в аналитическом виде и только после этого подставьте числа в полученное выражение.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.05.2023 г.
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов



Задача для Билета №7

<p>3) Дено:</p> <p>m - стержень L - стержень $R = \frac{L}{2}$ - шар $M = 2m$ - шар</p> <p>Из</p> <p>ω_0</p>	<p>1) $\omega_0 = \sqrt{\frac{mgLc}{I_K}}$ (как для физ. маятника)</p> <p>$L_c = \frac{L}{2}$ - расстояние от оси качения до центра масс (OC)</p> <p>2) $I_K = I_{cr} + I_{\omega}$</p> <p>$I_{cr} = \frac{mL^2}{12} + m\left(\frac{L}{2}\right)^2 = \frac{mL^2}{3}$</p> <p>Th Учебник</p> <p>$I_{\omega} = \frac{2}{5}MR^2 + M\left(\frac{L}{2}\right)^2 = \frac{2}{5}M\left(\frac{L}{2}\right)^2 = \frac{7}{8} \cdot 2m \cdot \frac{L^2}{4} = \frac{7mL^2}{10}$</p> <p>$I_K = \frac{mL^2}{3} + \frac{7mL^2}{10} = \frac{31mL^2}{30}$</p> <p>3) $\omega_0 = \sqrt{\frac{mg\left(\frac{L}{2}\right)}{\frac{31mL^2}{30}}} = \sqrt{\frac{15g}{31L}}$</p>
--	---

Билет №8

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

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8
по курсу «Физика» для всех специальностей, семестр № 2

1. Понятие эффективного диаметра молекулы. Длина свободного пробега молекул идеального газа.

2. Консервативные силы. Работа в потенциальном поле. Связь между силой и потенциальной энергией. Выражение для нахождения силы в случае известной зависимости потенциальной энергии от координат.

3. Две релятивистские частицы движутся в лабораторной системе отсчета со скоростями V_1 и V_2 под прямым углом друг к другу. Чему равна их относительная скорость? Во сколько раз отличается полная энергия первой частицы в лабораторной системе отсчета и в системе отсчета, связанной со второй частицей?

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.05.2023 г.

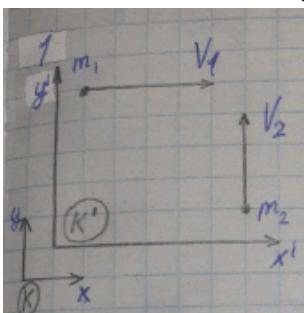
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

М

Задача для Билета №8



Дано: $V_1; V_2;$

Найти: $V_{\text{отн}}; \frac{E_{\text{показ}}}{E_{\text{показ}}}$

Решение:

1) K' связан с частицей 1 $V_0 = V_1$

$$V_x = 0$$

$$V'_x = \frac{V_x - V_0}{1 - \frac{V_0}{c} V_x} = -V_0 = -V_1$$

$$V_y = V_2$$

$$V'_y = \frac{V_y \sqrt{1 - \frac{V_x^2}{c^2}}}{1 - \frac{V_0}{c} V_x} = V_2 \sqrt{1 - \frac{V_1^2}{c^2}}$$

$$V_{\text{отн}} = \sqrt{V'_x^2 + V'_y^2} = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 - \left(\frac{V_1 V_2}{c}\right)^2}$$

$$2) E_{\text{показ}} = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$$

$$\Rightarrow \frac{E_{\text{показ}}}{E_{\text{показ}} \oplus} = \frac{\sqrt{1 - \frac{V_{\text{отн}}^2}{c^2}}}{\sqrt{1 - \frac{V_1^2}{c^2}}}$$

$$E_{\text{показ}} \oplus = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{V_{\text{отн}}^2}{c^2}}}$$

Билет №9

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

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9

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

1. Основное уравнение МКТ идеального газа. Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул.

2. Импульс тела. Импульс механической системы. Уравнение изменения импульса механической системы. Закон сохранения импульса.

3. Найдите массу исходной частицы, если известно, что она распалась на три релятивистские частицы, массами $m_1=0,8m$, $m_2=0,6m$ и $m_3=0,4m$, движущиеся со скоростями $V_1=0,6c$, $V_2=0,8c$ и $V_3=0,6c$, соответственно.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.05.2023 г.
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

Задача для Билета №9

2. Дана:

Частица распалась:

$m_1 \ m_2 \ m_3$
 $v_1 \ v_2 \ v_3$

Найти:

M локально

Решение:

$E = Mc^2$ - покоящаяся частица

ЗС?

$E = E_1 + E_2 + E_3$

$E_1 = \frac{m_1 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v_1^2}{c^2}}}$

$E_2 = \frac{m_2 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v_2^2}{c^2}}}$

$E_3 = \frac{m_3 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v_3^2}{c^2}}}$

\Rightarrow

$M = \frac{m_1}{\sqrt{1 - \frac{v_1^2}{c^2}}} + \frac{m_2}{\sqrt{1 - \frac{v_2^2}{c^2}}} + \frac{m_3}{\sqrt{1 - \frac{v_3^2}{c^2}}}$

Билет №10

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

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10

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

1. Первое начало термодинамики в интегральной и дифференциальной форме. Работа, совершаемая телом при изменении объёма. Работа идеального газа при изотермическом процессе.

2. Момент импульса материальной точки и механической системы. Уравнение моментов механической системы. Закон сохранения момента импульса механической системы.

3. Моль идеального трёхатомного газа нагревают на ΔT так, что его температура меняется по закону $T = \frac{2b}{V}$, где b - известная постоянная. Начальная температура равна T_0 . Найдите изменение внутренней энергии и количество теплоты, переданное газу.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.05.2023 г.

(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

М

Задача для Билета №10

6. Дено.

идеальный 3-атомный газ
($i=3$) $V=1$ мол

Нагревание: $T_0 \rightarrow T_0 + \Delta T = T_K$

по закону: $T = \frac{2b}{V}$

Найти: ΔU Q (1)

Решение

$$1) \Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = 3 \nu R \Delta T$$

$$2) \text{Изначально } T_0: Q = \Delta U + A$$

$$A = \int_{V_1}^{V_2} P dV = \int_{V_1}^{V_2} \frac{\mu R T}{V} dV = \int_{V_1}^{V_2} \frac{\mu R \cdot 2b}{V^2} dV = \\ = - \frac{\mu R \cdot 2b}{V} \Big|_{V_1}^{V_2} = \frac{2b \mu R}{V_1} - \frac{2b \mu R}{V_2} \dots$$

$$\therefore A = \mu R \cdot 2b \left(\frac{1}{V_1} - \frac{1}{V_2} \right) = \mu R \cdot 2b \left(\frac{T_1}{2b} - \frac{T_2}{2b} \right) = \nu R \cdot (-\Delta T) = -\nu R \Delta T$$

$$3) Q = \Delta U + A = 3 \nu R \Delta T - 2 \nu R \Delta T = \nu R \Delta T$$

$$\text{Ответ: } \Delta U = 3 \nu R \Delta T \quad Q = 2 \nu R \Delta T$$

Билет №11

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

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11

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

1. Работа потенциальной силы. Полная механическая энергия. Закон изменения полной механической энергии механической системы. Закон сохранения полной механической энергии.

2. Теплопроводность идеальных газов. Уравнение теплопроводности (закон Фурье), коэффициент теплопроводности.

3. В лабораторной системе отсчета разность координат двух событий $\Delta x = 12 \text{ км}$, $\Delta y = \Delta z = 0$, а разность времени $\Delta t = 5 \cdot 10^{-5} \text{ с}$.

Найдите расстояние между точками, в которых происходят события, в системе отсчета, в которой разность времени их наступления $\Delta t' = 3 \cdot 10^{-5} \text{ с}$.

Указание: при решении задачи вначале получите ответ в аналитическом виде и только после этого подставьте числа в полученное выражение.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.05.2023 г.
(число, месяц, год)

А.Н. Морозов

Заведующий кафедрой ФН-4

Морозов

Задача для Билета №11

? **Дано:**

события $\Delta t' = 4 \cdot 10^{-5} \text{ с}$ **(К')**

система \rightarrow - разность между
отсчета - фиксации их наступления

раб. $\Delta t = 3 \cdot 10^{-5} \text{ с}$ **(К)**

шагами \rightarrow
отсчета $\Delta x = 12 \text{ км}$ $\Delta y = \Delta z = 0$

L'_{12} - ? **(К')**

Решение

Продолжение временной интервал
между событиями информант!

$$S_{12} = S'_{12} = i \sqrt{V}$$

$$S_{12} = C^2 \Delta t'^2 - \Delta x^2 - \Delta y^2 - \Delta z^2$$

$$S_{12} = C^2 \Delta t'^2 - L'_{12}^2 \Rightarrow$$

$$L'_{12} = \sqrt{C^2 \Delta t'^2 - C^2 \Delta t^2 + \Delta x^2} = 14,39 \text{ км}$$

Ответ: 14,39 км

Билет №12

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

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12
по курсу «Физика» для всех специальностей, семестр № 2

1. Дифференциальное уравнение свободных гармонических колебаний. Его решение.

2. Барометрическая формула. Распределение Больцмана.

3. Чему равен показатель адиабаты смеси газов, состоящей из азота и неона? Известно, что массы газов в смеси равны. На сколько градусов нагрелись 4 кг такой смеси, помещённые в сосуд постоянного объёма, если им сообщили 0,5 кДж теплоты?

На какую величину при этом изменилась энтропия смеси, если начальная температура равна 27°C?

Атомная масса азота равна 14 а.е.м., неона - 20 а.е.м.

Указание: при решении задачи вначале получите ответ в аналитическом виде и только после этого подставьте числа в полученные выражения.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.05.2023 г.
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

М

Задача для Билета №12

<p><i>Дано:</i></p> <p>$M(N_2)$</p> <p>$M(He)$</p> <p>$m_{N_2} = m_{He} = \frac{m_{смесь}}{2}$</p> <p>$m_{смесь} = 4 \text{ кг}$</p> <p>$Q = 500 \text{ Дж}$</p> <p>$T_0 = 300 \text{ К}$</p> <p>Найти: $\Delta T, \Delta S, \gamma?$</p>	<p><i>Решение:</i></p> <p>Дано</p> <p>Помимо</p> <p>Состав $Q = Q_{N_2} + Q_{He}$</p> <p>Состав $C_P: C_P V \Delta T = C_{P,N_2} V_{N_2} \Delta T + C_{P,He} V_{He} \Delta T$</p> <p>Состав $\gamma = \gamma_1 + \gamma_2 = \gamma_{N_2} + \gamma_{He}$</p> <p>Состав $V_{N_2} = V_{He} = \frac{V}{2}$</p> <p>Состав $C_P \gamma = \frac{1}{2} C_{P,N_2} \gamma + \frac{1}{2} C_{P,He} \gamma$</p> <p>Состав $\gamma = \frac{C_{P,N_2} + C_{P,He}}{2}$</p> <p>Аналогично,</p> <p>$C_V = \frac{C_{V,N_2} + C_{V,He}}{2}$</p> <p>$\gamma = \frac{C_{P,N_2} + C_{P,He}}{C_{V,N_2} + C_{V,He}} = \frac{\frac{5}{2} R (\frac{5}{2} + 1) P + (\frac{5}{2} + 1) R}{\frac{5}{2} R + \frac{5}{2} R} = \frac{6}{4} = 1,5$</p> <p>$Q = C_V V \Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{Q}{2R (\frac{m_{смесь}}{2M_{N_2}} + \frac{m_{смесь}}{2M_{He}})} =$</p> <p style="margin-left: 100px;">$= \frac{500}{2 \cdot 8,31 \left(\frac{2,08}{20} + \frac{2,08}{20} \right)} \approx 0,175 \text{ К}$</p> <p>$\Delta S = \int_1^2 \frac{\delta Q}{T} = \int_1^2 \frac{k_C V \Delta T}{T} = C_V V \ln \frac{T_2}{T_0} = \frac{Q}{\Delta T} \ln \frac{T_{0+\Delta T}}{T_0} \approx$</p> <p style="margin-left: 100px;">$\approx 1,66 \frac{\text{Дж}}{К}$</p>
--	---

Билет №13

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

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13

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

1. Импульс тела. Импульс механической системы. Уравнение изменения импульса механической системы. Закон сохранения импульса.
2. Теоремы Карно. Термодинамическая шкала температур. Неравенство Клаузиуса. Равенство Клаузиуса.
3. Уравнение волны имеет вид: $\xi = 3 \cos(2t + 5,3y - \pi/3)$, где ξ - в миллиметрах, t - в миллисекундах, y - в метрах. Волна распространяется в среде плотностью ρ .

Найдите волновой вектор и фазовую скорость.

Найдите зависимости объемной плотности энергии и вектора Умова от времени для $y=0$.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.05.2023 г.
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

Морозов

Задача для Билета №13

$\xi = 3 \cos(2t + 5,3y - \frac{\pi}{3})$ <p style="margin-top: 10px;"> $\begin{aligned} \xi &= \text{ми} \\ t &= \text{мс} \\ y &= \text{м} \\ \rho &= \text{плотность среды} \end{aligned}$ </p> <p style="margin-top: 10px;"> \bar{K} - вектор линии V - фазовая скорость W - объемная плотность энергии \bar{J} - вектор Умова </p>	$E = A \cos(\omega t - Kx + \varphi_0)$ <p style="margin-top: 10px;"> $A = 3 \text{ м} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ $\omega = 2 \pi f / \tau_{\text{пер}} = 2000 \text{ рад/с}$ $K = -5,3$ волна волна $\varphi = -\frac{\pi}{3}$ рад </p> <p style="margin-top: 10px;"> $\bar{K} = \frac{\omega}{V} \bar{n} = K \bar{n} = -5,3 \bar{n}$ $V = \frac{\omega}{ K } = 377,4 \text{ м/с}$ $W = \frac{\rho \omega^2 A^2}{2} = 18 \text{ Дж}$ </p> <p style="margin-top: 10px;"> $\bar{J} = W \bar{V} = 18 \rho \bar{V}$ </p>
---	--

Дано:
 $\xi = 3 \cos(2t + 5,3y - \frac{\pi}{3})$
 $K = ?$
 $V = ?$
 $J = ?$
 $W = ?$
 $\bar{K} = \frac{\omega}{V} \bar{n} \Rightarrow |\bar{K}| = 5,3 \text{ рад/с}$
 Обозначим $2t + 5,3y - \frac{\pi}{3} = \varphi$
 $V = \frac{\omega}{K} = \frac{2 \cdot 10^3}{5,3} \approx 3773 \text{ м/с}$
 Объемная плотность энергии:
 $W = \frac{1}{2} \rho \left(\frac{\partial \xi}{\partial t} \right)^2 + \frac{1}{2} \rho \left(\frac{\partial \xi}{\partial y} \right)^2 \quad (1)$
 $\frac{\partial \xi}{\partial t} = -6 \sin \varphi \quad \frac{\partial \xi}{\partial y} = -15,9 \cdot 10^3 \sin \varphi$
 $V^2 = \frac{E}{P} \Rightarrow E = PV^2 = \frac{\rho V^2}{K^2} = \frac{5 \cdot 10^3}{(5,3)^2} P$
 Доказательство (1):
 $W = \frac{1}{2} \rho \cdot 36 \sin^2 \varphi + \frac{1}{2} \cdot \frac{5 \cdot 10^3 P}{(5,3)^2} \cdot (5,3)^2 \cdot 10^6 \sin^2 \varphi =$
 $= 36 P \cdot \sin^2 \varphi$
 Возьмем усредненный $\langle \sin^2 \varphi \rangle = \frac{1}{2} \Rightarrow V = 18 \rho$
 Вектор Умова
 $J = W \cdot \bar{V} \Rightarrow |\bar{J}| = W \cdot |V| = 3773 \cdot 18 \rho = 6792,55 P$

Билет №14

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

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14
по курсу «Физика» для всех специальностей, семестр № 2

1. Момент импульса материальной точки и механической системы. Уравнение моментов механической системы. Закон сохранения момента импульса механической системы.

2. Теплоёмкость. Теплоёмкость идеального газа в изохорическом и изобарическом процессах. Уравнение Майера.

3. Чему равно давление воздуха на дне шахты глубиной 5 км, если температура воздуха в ней постоянна и равна 12°C ? Молярная масса воздуха 29 г/моль. Давление у верхнего конца шахты равно 10^5 Па .

Найдите массу воздуха, заключенного в этой шахте, если известно, что она имеет форму цилиндра радиусом 1 м.

Указание: при решении задачи вначале получите ответ в аналитическом виде и только после этого подставьте числа в полученные выражения.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.05.2023 г.
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

Задача для Билета №14

10

$$h = 5 \text{ км} - \text{глубина шахты}$$

$$T = 12^\circ\text{C} = 285 \text{ K} = \text{const}$$

$$P_0 = 10^5 \text{ Па}$$

$$M = 29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$R = 1 \text{ м} - \text{радиус шахты}$$

$$P \text{ на дне шахты}$$

$$m \text{ масса воздуха в шахте}$$

$$1) dP = -\rho g dh$$

$$\rho = \frac{MP}{RT}$$

$$dP = -\frac{Mg}{RT} dh$$

$$\frac{dP}{P} = -\frac{Mg}{RT} dh$$

$$\ln\left(\frac{P}{P_0}\right) = -\frac{Mg}{RT} h$$

$$P = P_0 e^{-\frac{Mgh}{RT}} \quad \begin{matrix} \text{распределение} \\ \text{башмакова} \\ \text{т.к. } h - \text{глубина шахты} \Rightarrow h = -dh \end{matrix}$$

$$P = P_0 e^{\frac{Mgh}{RT}} = 1.82 P_0$$

$$P = 1.82 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$2) m = \rho \cdot V = \rho \cdot Sh = \rho \cdot \pi R^2 h$$

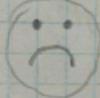
$$m = \frac{P(h) M}{RT} \cdot \pi R^2 h = P(h) \cdot \left(\frac{M \pi R^2}{RT} \right) h$$

"Const"

$$dm = dP(h) \cdot h$$

$$dm = P_0 \exp\left(\frac{Mgh}{RT}\right) h$$

$$m = \int_0^{5000} P_0 \exp\left(\frac{Mgh}{RT}\right) h \cdot C$$



Билет №15

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

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15

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

1. Момент инерции твердого тела относительно оси. Момент инерции стержня относительно перпендикулярной ему оси, проходящей через его центр.
2. Термодинамическая энтропия (определение и обоснование того, что она является функцией состояния термодинамической системы). Закон возрастания энтропии в замкнутой системе.
3. Пружинный маятник, у которого масса груза равна 500 г, а жесткость пружины - 2 Н/м, совершает затухающие колебания, логарифмический декремент которых равен 0,0157. Во сколько раз уменьшается амплитуда колебаний за 314,15 с? Чему равна добротность колебательной системы?

Указание: при решении задачи вначале получите ответ в аналитическом виде и только после этого подставьте числа в полученное выражение.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.05.2023 г.
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

Задача для Билета №15

$$m = 0,5 \text{ кг}$$

$$K = 2 \text{ Н/м}$$

$$\lambda = 0,0157$$

-102 - декремент

$$\omega = 314,15 \text{ с}^{-1}$$

$$\frac{A(t)}{A(t_0 + \Delta t)} ; Q(?)$$

$$1) Q = \frac{\pi}{\lambda} = 200$$

$$2) \frac{A(t)}{A(t_0 + \Delta t)} = \frac{A_0 e^{-\beta t_0}}{A_0 e^{-\beta t_0}} = e^{\beta(t_0 - t)} = e^{\beta \Delta t}$$

$$\Delta = \beta T = \beta \cdot \frac{2\pi}{\omega} = \beta \cdot \frac{2\pi}{\sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}}$$

$$\beta \cdot 2\pi = \lambda \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$$

$$4\pi^2 \beta^2 + \lambda^2 \beta^2 = \lambda^2 \omega_0^2$$

$$\beta^2 = \frac{\lambda^2 \omega_0^2}{4\pi^2 + \lambda^2} = \frac{\lambda^2 \cdot K_m}{4\pi^2 + \lambda^2}$$

$$\frac{A(t)}{A(t_0 + \Delta t)} = e^{\sqrt{\frac{\lambda^2 K_m}{4\pi^2 + \lambda^2}} \cdot \Delta t} \approx 4,8$$

умножив в 4,8 раз

Билет №16

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

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16
по курсу «Физика» для всех специальностей, семестр № 2

1. Работа силы. Кинетическая энергия. Связь работы и изменения кинетической энергии. Кинетическая энергия твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.

2. Барометрическая формула. Распределение Больцмана.

3. При изохорном нагреве кислорода на 125°C его энтропия увеличилась на $8,43 \text{ кДж/К}$. Сколько молекул содержится в газе, если его начальная температура равна $-23,15^{\circ}\text{C}$? Как изменился в ходе нагрева статистический вес этого объема газа?

Указание: при решении задачи вначале получите ответ в аналитическом виде и только после этого подставьте числа в полученные выражения.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.05.2023 г.
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

Задача для Билета №16

12

$$\Delta T = 125 \text{ K}$$

$$V = \text{const}$$

$$T_1 = 250 \text{ K}$$

$$T_2 = 375 \text{ K}$$

$$\Delta S = 8,43 \frac{\text{кДж}}{\text{К}}$$

$N - ?$

$$\Delta G - ?$$

1) Из задачи №8: $\Delta S = 2e C_V \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)$

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

..) кислород: $i = 5$

$$C_V = \frac{i}{2} R = \frac{5}{2} R$$

$$\Delta S = \frac{N_A}{N_A} \cdot \frac{5}{2} R \cdot \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)$$

$$N = \frac{2N_A \cdot \Delta S}{5R \cdot \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)} = 6,02 \cdot 10^{26}$$

2) $S = k \ln G$

$$S_2 - S_1 = k \ln G_2 - k \ln G_1 \Rightarrow \Delta S = k \ln\left(\frac{G_2}{G_1}\right)$$

$$\ln\left(\frac{G_2}{G_1}\right) = \frac{\Delta S}{k} \Rightarrow \frac{G_2}{G_1} = e^{\frac{\Delta S}{k}}$$

Билет №17

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

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА» ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 17 по курсу «Физика» для всех специальностей, семестр № 2

1. Консервативные силы. Работа в потенциальном поле. Связь между силой и потенциальной энергией. Выражение для нахождения силы в случае известной зависимости потенциальной энергии от координат.

2. Энтропия в статистической физике. Статистический вес. Статистическое обоснование второго начала термодинамики. Формула Больцмана для статистической энтропии. Аддитивность энтропии.

3. Криpton, начальная температура которого 27°C , адиабатически сжали в 5 раз. Определите массу газа, если известно, что его внутренняя энергия при этом увеличилась на 32 кДж.

Указание: при решении задачи вначале получите ответ в аналитическом виде и только после этого подставьте числа в полученное выражение.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.05.2023 г.

(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

Задача для Билета №17

Дано:

$$M/\text{кг} = 0,084 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$
$$i = 3$$
$$T_1 = 300 \text{ K}$$
$$\frac{V_1}{V_2} = 5$$
$$\Delta U = 32000 \text{ Дж}$$
$$\frac{m}{m}$$

Уравнение адиабатического процесса (Пуассона)

$$PV^{\frac{i}{i-1}} = \text{const}, \text{ где } \frac{i}{i-1} = \frac{i+2}{i}$$

Из уравнения Мендел-Клапейр.

$$P = \frac{2RT}{V} \quad (2)$$

Подставим (2) в (1):

$$TV^{\frac{i}{i-1}-1} = \text{const}$$
$$\frac{i-1}{i} = \frac{i+2}{i} - 1 = \frac{2}{i}$$
$$T_1 V_1^{\frac{2}{3}} = T_2 V_2^{\frac{2}{3}}; \quad T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\frac{2}{3}}$$
$$\Delta U = \frac{i}{2} \cancel{R} T = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} R (T_2 - T_1)$$
$$m = \frac{\Delta U \cdot 2 M}{i R T_1 \left(\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\frac{2}{3}} - 1\right)}; \quad m = \frac{32000 \cdot 2 \cdot 0,084}{3 \cdot 8,31 \cdot 300 \cdot \left(5^{\frac{2}{3}} - 1\right)}$$
$$\approx 0,34 \text{ кг}$$

Билет №18

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

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 18
по курсу «Физика» для всех специальностей, семестр № 2

1. Потенциальная энергия тела в поле силы тяжести (в общем случае и для однородного поля, с выводом).

2. Термодинамические потенциалы: энталпия, свободная энергия Гельмгольца, энергия Гиббса.

3. На однородный цилиндр (относительно его оси) действует момент силы $M = \eta \cdot t^3$, где η – известная постоянная. Масса цилиндра m , а радиус - R . Чему стала равной угловая скорость цилиндра через время τ , если вначале он покоялся? Какую работу совершил момент силы за это время?

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.05.2023 г.
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

МРУ

Задача для Билета №18

14

на однородный цилиндр
действует момент силы:

$$M = \eta t^3$$

m - масса цилиндра

R - радиус цилиндра

τ - время действия силы

ω

А изменяется

$$1) I_2 \cdot \varepsilon = M$$

$$I_2 \frac{d\omega}{dt} = M$$

$$d\omega = \frac{M}{I_2} dt$$

$$\therefore I_2 = \frac{mR^2}{2}$$

$$\therefore M = \eta t^3$$

$$\omega = \int_0^\tau \frac{2\eta}{mR^2} t^3 = \frac{\eta t^4}{2mR^2} \Big|_0^\tau$$

$$\omega = \frac{\eta \cdot \tau^4}{2mR^2} \text{ rad/s}$$

$$2) A = \int_0^\tau M d\varphi = \int_0^\tau M \frac{d\varphi}{dt} dt = \int_0^\tau 2\eta w t^3 = 2\omega \cdot \frac{\varepsilon^4}{4} \Delta t$$

Билет №19

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

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 19
по курсу «Физика» для всех специальностей, семестр № 2

1. Преобразования Лоренца для координат и времени.

2. Дифференциальное уравнение свободных гармонических колебаний. Его решение.

3. 180 г льда, начальная температура которого 0°C, плавят и, затем, получившуюся воду нагревают до 90°C. Найдите изменение энтропии в ходе процесса. Молярная теплоёмкость воды 75,4 Дж/(моль·К), удельная теплота плавления льда 333 кДж/кг.

Указание: при решении задачи вначале получите ответ в аналитическом виде и только после этого подставьте числа в полученное выражение.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.05.2023 г.
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

Му

Задача для Билета №19

Given:

$$m = 0.18 \text{ кг}$$
$$T_1 = 273 \text{ K}$$
$$T_2 = 363 \text{ K}$$
$$C_V = 75.4 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}\cdot\text{К}}$$
$$\lambda = 333 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

Find:
Change in entropy during melting: $\Delta S_1 = \int \frac{\delta Q}{T} = \frac{\lambda m}{T_1}$
Change in entropy during heating: $\Delta S_2 = \int C_V \frac{dT}{T} = C_V \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)$
Total change in entropy: $\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 = \frac{\lambda m}{T_1} + C_V \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) \approx 239 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$

Билет №20

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

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 20
по курсу «Физика» для всех специальностей, семестр № 2

1. Лоренцево сокращение длины и изменение промежутка времени между событиями при переходе в другую систему отсчета в СТО.

2. Математический и физический маятники. Вывод выражений для их собственных частот.

3. Во сколько раз изменяется температура углекислого газа CO₂ при адиабатном увеличении его объема в 27 раз? Какую работу при этом совершает газ, если его начальная температура 27°C, а масса - 88 г?

Указание: при решении задачи вначале получите ответ в аналитическом виде и только после этого подставьте числа в полученные выражения.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.05.2023 г.
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

AV

Задача для Билета №20

6 из 20

1) $c = 6 \Rightarrow \gamma = \frac{c+2}{c} = \frac{4}{3}$

адиабатные процессы.

$V_2 = 27 V_1$

$T_1 = 300 K$

$m = 0.088 \text{ кг}$

$T_2 = ? ; A = ?$

1) $T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$

$T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} = T_1 \sqrt[3]{\frac{V_1}{V_2}} = \frac{T_1}{3} = 100 K$

2) $A = \int P dV = \dots$

Работа при адиабатном расширении газа

$A = \frac{RT_1}{\gamma-1} \left(1 - \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} \right) = 3RT_1 \cdot \frac{2}{3} = 2RT_1 = 4900 \text{ Дж}$

Билет №21

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

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 21
по курсу «Физика» для всех специальностей, семестр № 2

1. Релятивистский закон сложения скоростей.

2. Сложение гармонических колебаний перпендикулярного направления равных частот.
Сложение гармонических колебаний перпендикулярного направления, отношение частот которых рационально (фигуры Лиссажу).

3. Метан CH_4 расширяют так, что зависимость давления от объема имеет вид $p = \beta V^2$, где β – известная постоянная. При этом давление газа изменяется от p_1 до p_2 . Найдите работу газа, изменение его внутренней энергии, а также изменение энтропии в ходе данного процесса. Количество вещества равно n .

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.05.2023 г.
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

Задача для Билета №21

$17. \text{ задача: } \text{CH}_4$ $P = \beta V^2$ $P_1 \rightarrow P_2$ V	$1) A = \int_{V_1}^{V_2} P dV = \int_{V_1}^{V_2} \beta V^2 dV \Rightarrow A = \frac{\beta}{3} V^3 \Big _{V_1}^{V_2} = \frac{\beta}{3} (V_2^3 - V_1^3)$ $P_1 = \beta V_1^2 \quad V_1 = \sqrt{\frac{P_1}{\beta}}$ $P_2 = \beta V_2^2 \quad V_2 = \sqrt{\frac{P_2}{\beta}}$
--	--

2) $i=6$

$$\Delta U = \frac{1}{2} \nu R \Delta T = 3 \nu R \Delta T \quad \Delta T = T_2 - T_1$$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1 \quad \Rightarrow \quad T_2 - T_1 = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{\nu R}$$

$$T_2 = \frac{P_2 V_2}{\nu R}$$

$$T_1 = \frac{P_1 V_1}{\nu R}$$

известна

$$\Delta U = 3 (P_2 \sqrt{\frac{P_2}{\beta}} - P_1 \sqrt{\frac{P_1}{\beta}})$$

$$3) dS = \frac{dq}{T}$$

$$\Delta S = \int_{T_1}^{T_2} \frac{dq}{T} = \int_{T_1}^{T_2} \frac{\Delta U + \Delta A}{T} = \int_{T_1}^{T_2} 3 \nu R \frac{dT}{T} + \int_{V_1}^{V_2} P \frac{dV}{T} =$$

$$= 3 \nu R \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T} + \nu R \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{T} = 3 \nu R \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right) + \nu R \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$$

T_2 и T_1 находим из п. 2)

V_2 и V_1 известны из п. 1)

Билет №22

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

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 22
по курсу «Физика» для всех специальностей, семестр № 2

1. Интервал между событиями в СТО. Инвариантность интервала.
2. Сложение гармонических колебаний одинакового направления близких (но не равных) частот. Биения.
3. Моль углекислого газа CO_2 расширяют от объема V_1 до V_2 так, что его давление $p = \alpha\sqrt{V}$, где α – известная постоянная. Найдите работу газа, изменение его внутренней энергии, а также изменение энтропии в ходе данного процесса.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.05.2023 г.
(число, месяц, год)

А.Н. Морозов

Заведующий кафедрой ФН-4

М

Задача для Билета №22

*1) Mol CO_2
 $p = \alpha\sqrt{V}$
 $V_1 \rightarrow V_2$
расширение
 $A \propto U \propto S$*

$$1) A = \int_{V_1}^{V_2} P dV = \int_{V_1}^{V_2} \alpha \sqrt{V} dV = \frac{2}{3} \alpha V^{\frac{3}{2}} \Big|_{V_1}^{V_2} = \dots$$

$$\begin{aligned} P_1 &= \alpha \sqrt{V_1} & V_1 &= \left(\frac{P_1}{\alpha}\right)^2 \\ P_2 &= \alpha \sqrt{V_2} & V_2 &= \left(\frac{P_2}{\alpha}\right)^2 \end{aligned}$$

$$\dots A = \frac{2}{3} \alpha \left(V_2^{\frac{3}{2}} - V_1^{\frac{3}{2}} \right)$$

2) $i = 0$

$$\Delta U = \frac{i}{2} \Delta R \Delta T = 3 \Delta R \Delta T \quad \Delta T = T_2 - T_1$$

$$\begin{aligned} P_1 V_1 &= \Delta R T_1 \\ P_2 V_2 &= \Delta R T_2 \end{aligned} \Rightarrow T_2 - T_1 = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{\Delta R}$$

$$\Delta U = 3 \Delta R \left(V_2^{\frac{3}{2}} - V_1^{\frac{3}{2}} \right)$$

3) $dS = \frac{dq}{T}$

$$\Delta S = \int_{T_1}^{T_2} \frac{dU + dA}{T} = 3 \Delta R \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T} + \Delta R \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = 3 \Delta R \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) + \Delta R \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

$$T_2 = \frac{P_2 V_2}{\Delta R} = \frac{\alpha V_2^{\frac{3}{2}}}{\Delta R}; \quad T_1 = \frac{\alpha V_1^{\frac{3}{2}}}{\Delta R}$$

$$\Delta S = \frac{9}{2} \Delta R \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) + \Delta R \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = \frac{11}{2} \Delta R \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

Билет №23

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

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 23

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

1. Область применимости СТО. Постулаты СТО. Выражение для импульса в СТО (без вывода). Основное уравнение релятивистской динамики (без вывода).

2. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний. Зависимость амплитуды вынужденных колебаний от частоты вынуждающей силы. Резонанс.

3. Тело массой 3 кг начало двигаться вдоль оси x под действием силы $F_x = F_0 + b \cdot \sqrt{x}$, где $F_0 = 1 \text{ Н}$, $b = 3 \text{ Н/м}^{1/2}$. Начальная координата тела $x_1 = 0 \text{ м}$. Найдите кинетическую энергию и импульс тела в точке $x_2 = 10 \text{ м}$. Чему равна работа данной силы на участке от x_1 до x_2 ?

Указание: при решении задачи вначале получите ответ в аналитическом виде и только после этого подставьте числа в полученные выражения.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.05.2023 г.
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

Задача для Билета №23

$1) m=3 \text{ кг}$ $F_x = F_0 + b\sqrt{x}$ $F_0 = 1 \text{ Н}$ $b = 3 \text{ Н/м}^{1/2}$ $x_1 = 0 \text{ м}$ $x_2 = 10 \text{ м}$ <hr/> $K = p A_{12} \quad \textcircled{2}$	$1) ma_x = F_x$ $m \frac{dV_x}{dt} = F_x \quad \cdot dr$ $m \frac{dV_x}{dx} dr = F_x dr$ $m V_x \cdot dV_x = F_x dr$ $d\left(\frac{mV_x^2}{2}\right) = F_x dr$ $dK = F_x dr$ $K = \int F_x dx = \int F_0 + b\sqrt{x} dx = F_0 x + \frac{2}{3} b x^{\frac{3}{2}} \Big _1^{10}$ $K = F_0 x_2 + \frac{2}{3} b x_2^{\frac{3}{2}} = 73,25 \text{ Дж}$ <hr/> $2) K = \frac{mV^2}{2} = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow p = \sqrt{2mK} = 21 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ $3) A = \int F_x dx = \dots = F_0 x_2 + \frac{2}{3} b x_2^{\frac{3}{2}} = 73,25 \text{ Дж}$ <p style="text-align: center;"><i>* Из закона об изв. Кин. энергии: $dk = dA \Rightarrow A = \Delta K$</i></p>
---	---

Билет №24

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

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 24
по курсу «Физика» для всех специальностей, семестр № 2

1. Кинетическая энергия релятивистской частицы. Полная энергия и энергия покоя в СТО.
2. Тепловые машины. Холодильные машины. Второе начало термодинамики в формулировках Клаузиуса и Томсона (Кельвина).
3. Чему равна объемная плотность энергии продольной волны, распространяющейся в стержне плотностью ρ , модуль Юнга материала которого E ? Длина волны λ , амплитуда A .

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.05.2023 г.
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

ММ

Задача для Билета №24 (2 варианта решения)

Дано:
 А ?
 Р. Е
 Контакт:
 w - ?

Решение:

Объемная кинетическая энергия есть сумма кин. энергии движения частиц и колеблющейся энергии их взаимодействия с объемом:

$$W = \frac{W_k + W_p}{V} = \frac{\frac{m u^2}{2} + \frac{k \Delta x^2}{2}}{V} =$$

$$= \frac{\rho u^2}{2} + \frac{k \Delta x^2}{2 \rho A l} \rightarrow \frac{\rho u^2}{2} + \frac{k \Delta l \Delta x^2}{2 \rho A l^2} =$$

$$= \frac{\rho u^2}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{k \Delta l}{\rho} \underbrace{\frac{\Delta x^2}{l^2}}_{E} = \frac{\rho u^2}{2} + \frac{E \xi^2}{2}$$

Пусть ур-е волны имеет вид $\xi = A \cos(\omega t - kx + \varphi_0)$

Найти:

$$u = \xi'_t = -A \omega \sin(\omega t - kx + \varphi_0) = -A \omega \sin \omega t \Rightarrow$$

$$\xi'_x = A k \sin(\omega t - kx + \varphi_0) = A k \sin \omega t$$

$$\Rightarrow W = \frac{\rho A^2 \omega^2 \sin^2 \omega t}{2} + \frac{E \cdot A^2 k^2 \sin^2 \omega t}{2 \rho A l^2}; \sin^2 \omega t = \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W = \frac{1}{4} A^2 \left(\rho \omega^2 + E k^2 \right); k^2 = \frac{4 \pi^2 E}{\lambda^2}; T_{\text{период}} = \sqrt{\frac{E}{\rho}} = \frac{\omega}{k} = \frac{\omega l}{2 \pi}$$

$$\frac{E}{\rho} = \frac{\omega^2 l^2}{4 \pi^2} \Rightarrow \omega^2 = \frac{4 \pi^2 E}{\rho l^2}. \text{ Окон.}$$

$$W = \frac{1}{4} A^2 \left(\frac{4 \pi^2 E}{\lambda^2} + E \cdot \frac{4 \pi^2}{\lambda^2} \right) = \frac{2 A^2 \pi^2 E}{\lambda^2}$$

20 P, E λ, A	$W = \frac{\rho \omega^2 A^2}{2}$ $\therefore K = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\omega}{V} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot V = \frac{2\pi}{\lambda} \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ $W = \frac{\rho A^2}{2} \cdot \frac{4\pi^2}{\lambda^2} \cdot \frac{E}{\rho} = \frac{2\pi^2 A^2 E}{\lambda^2}$
-------------------------------------	---

Билет №25

(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 25

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

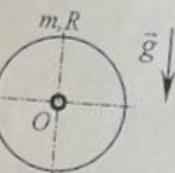
математический и физический маятники. Вывод выражений для их собственных частот.
в статистической физике. Статистический вес. Статистическое обоснование
начала термодинамики. Формула Больцмана для статистической
аддитивность энтропии.

3. Конструкция, начальное положение которой изображено на рисунке, состоит из однородного шара массой mR радиусом $R=14,6$ см и стержня массой m и длиной $l=R$, жестко соединенных друг с другом. Конструкция была отпущена без начальной скорости и под действием силы тяжести начала вращаться вокруг перпендикулярной плоскости рисунка неподвижной горизонтальной оси, проходящей через точку О.

Найдите угловое ускорение конструкции в начальный момент времени.

Указание: при решении задачи вначале получите ответ в аналитическом виде и только после этого подставьте числа в полученное выражение.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4



17.05.2023 г.

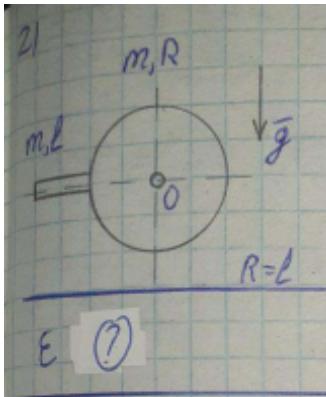
(число, месяц, год)

А.Н. Морозов

Заведующий кафедрой ФН-4

Мур

Задача для Билета №25



Решение:

$$1) I_z = I_{C\bar{r}} + I_{\omega}$$

$$I_{C\bar{r}} = \frac{m\ell^2}{12} + m\left(\frac{\ell}{2} + R\right)^2 = \dots \\ \dots = \frac{m\ell^2}{12} + \frac{9m\ell^2}{4} = \frac{28m\ell^2}{12} = \frac{7m\ell^2}{3}$$

$$I_{\omega} = \frac{2}{5}mR^2 = \frac{2}{5}m\ell^2$$

$$I_z = \frac{41m\ell^2}{15}$$

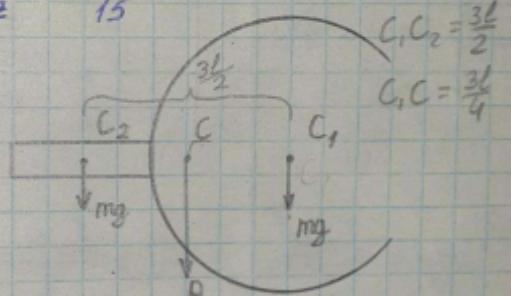
$$2) I_z \cdot E = M$$

$$\Rightarrow M = R \cdot \frac{3\ell}{4}$$

$$M = 2mg \cdot \frac{3\ell}{4}$$

$$M = \frac{3mg\ell}{2}$$

$$E = \frac{M}{I_z} = \frac{3mg\ell}{2} \cdot \frac{15}{41m\ell^2} = \frac{45g}{82\ell}$$



Билет №26

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

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 26

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

1. Векторная диаграмма. Сложение гармонических колебаний одинакового направления равных частот.

2. Распределение Максвелла для модуля скорости молекул (с выводом из функции распределения для проекции скорости на ось координат).

3. Малое колечко массой $m=22$ г было надето на тонкий стержень ОВ и находилось на расстоянии $l/2$ от точки О. Длина стержня l , масса $M=9$ г. Стержень вращался с частотой $\nu_0 = 10$ Гц вокруг оси, проходящей через точку О, перпендикулярной плоскости рисунка.

Какой стала частота вращения после того, как колечко сместились к дальнему от оси концу стержня (под действием центробежной силы)? На какую величину изменилась при этом полная механическая энергия системы?

Указание: при решении задачи вначале получите ответ в аналитическом виде и только после этого подставьте числа в полученное выражение.

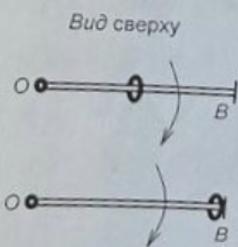
Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.05.2023 г.

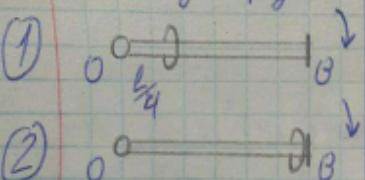
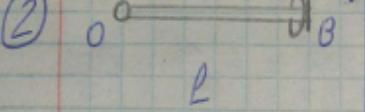
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов



Задача для Билета №26

<p>22 вид сверху</p> <p>① </p> <p>② </p> <p>стержень: M, l кольцо: m</p> <p>ν_1 частота вращ.</p> <p>ν_2 $E_2 - E_1$ ②</p> <p>разность мех.</p>	<p>1: $I_1 = \underbrace{\frac{ml^2}{12}}_{\text{стержень}} + \underbrace{\frac{ml^2}{4}}_{\text{кольцо}} + \underbrace{\frac{ml^2}{16}}_{\text{кольцо}} = \frac{19ml^2}{48}$</p> <p>2: $I_2 = \frac{ml^2}{12} + \frac{ml^2}{4} + ml^2 = \frac{4ml^2}{3}$</p> <p>1) ЗСМИ:</p> $I_1 \omega_1 = I_2 \omega_2$ $I_1 2\pi\nu_1 = I_2 2\pi\nu_2$ $\nu_2 = \frac{I_1}{I_2} \nu_1 = \frac{19}{64} \nu_1$ <p>2) $E_1 = \frac{I_1 \omega_1^2}{2}$ $E_2 = \frac{I_2 \omega_2^2}{2}$ $\Delta E = E_2 - E_1$</p> $\Delta E = \frac{1}{2} (I_1 (2\pi\nu_1)^2 - I_2 (2\pi\nu_2)^2) \dots$ <p style="text-align: right;">без избыточ.</p>
--	---

Билет №27

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

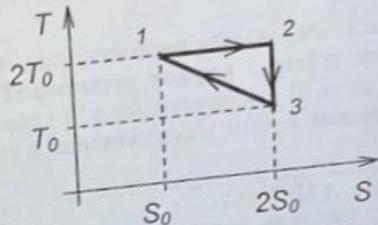
Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 27

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

1. Объёмная плотность энергии упругой волны. Вектор Умова (вектор плотности потока энергии).
2. Момент инерции твердого тела относительно оси. Момент инерции однородного диска или цилиндра относительно его оси.

3. Найдите коэффициент полезного действия тепловой машины, цикл рабочего тела которой показан на графике.
 T - температура, S - энтропия.



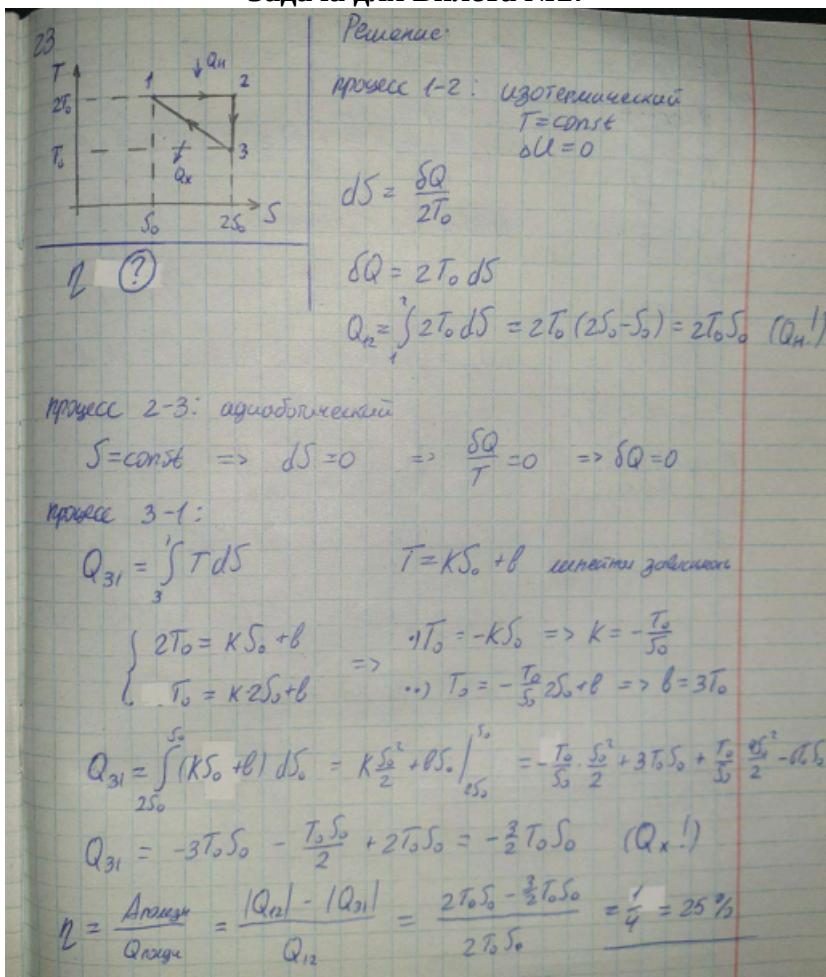
Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

Заведующий кафедрой ФН-4

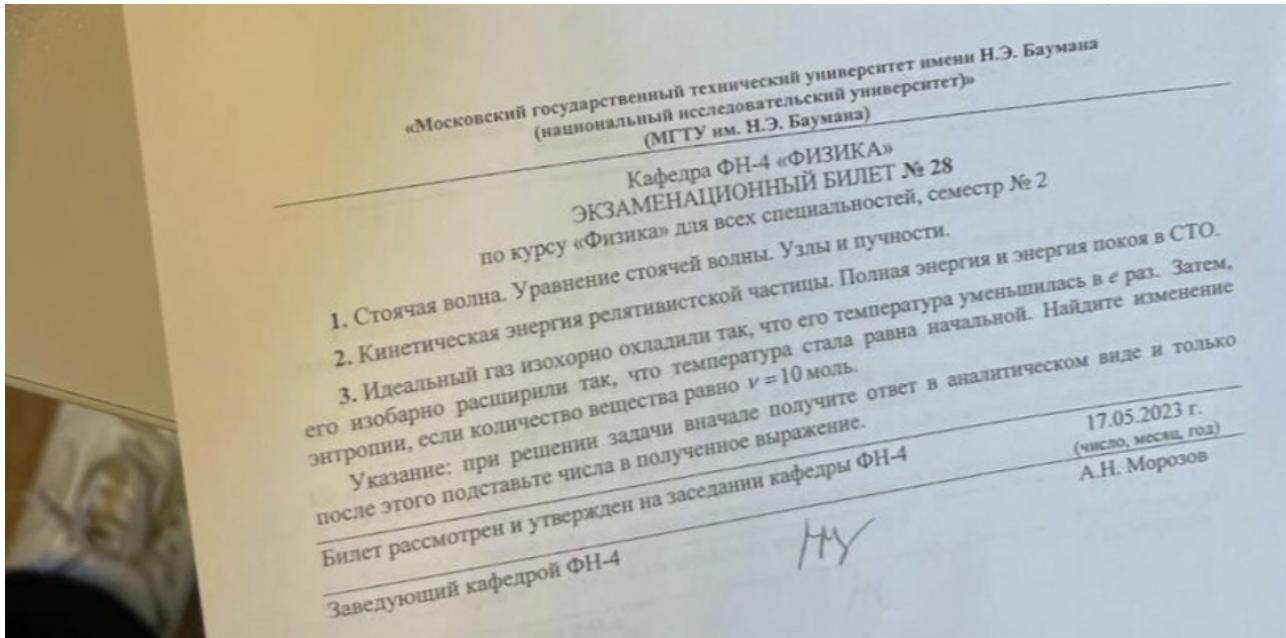
17.05.2023 г.
(число, месяц, год)
А.Н. Морозов

Му

Задача для Билета №27



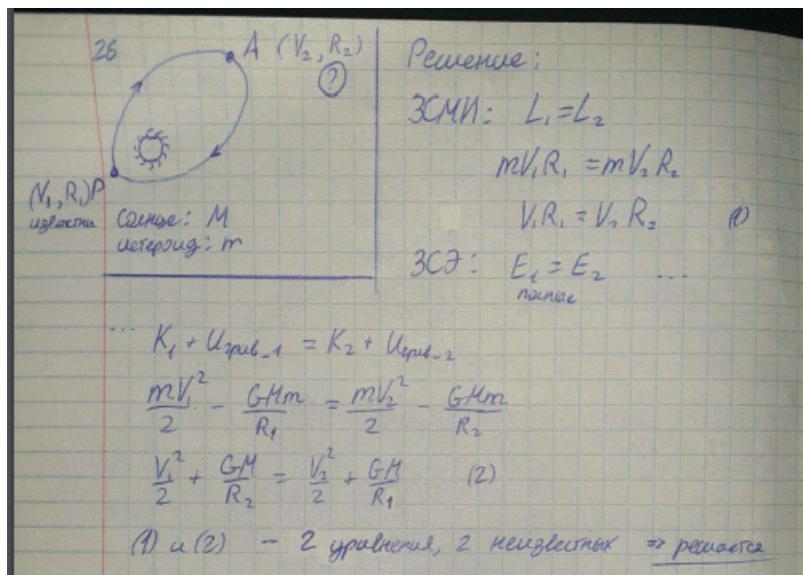
Билет №28



Задача для Билета №28

<p>24</p> <p>1-2: идеальный газ $V = \text{const}$ $T_1 \rightarrow T_2$ $T_2 = \frac{T_1}{e}$</p> <p>2-3: $P = \text{const}$ $T_2 \rightarrow T_3$ $T_3 = eT_2 = T_1$ $\underline{\text{и 2-3 - это в-ва}}$</p> <p><u>$\Delta S$</u></p>	$\Delta S = \frac{\delta Q}{T} = \frac{dU + \delta A}{T} = \frac{i}{2} \nu R \frac{dT}{T} + \nu R \frac{dV}{V}$ <p>1) $\Delta S_{12} = \int_1^2 \frac{i}{2} \nu R \frac{dT}{T} + \nu R \frac{dV}{V} = \frac{i}{2} \nu R \ln \frac{T_2}{T_1} + \nu R \ln \frac{V_2}{V_1}$</p> <p>процесс 1-2: изохорный, т.е. $V = \text{const}$</p> $\Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = 1 \Rightarrow \ln \frac{V_2}{V_1} = 0$ <p>$\Delta S_{12} = \frac{i}{2} \nu R \ln \frac{T_2}{T_1} = \frac{i}{2} \nu R \ln e^{-1} = -\frac{i}{2} \nu R$</p> <p>2) $\Delta S_{23} = \int_2^3 \frac{i}{2} \nu R \frac{dT}{T} + \int_2^3 \frac{P dV}{T} = \dots$</p> <p>$P dV = \nu R dT \Rightarrow dV = \frac{\nu R dT}{P}$</p> <p>$\dots \Delta S_{23} = \int_2^3 \frac{i}{2} \nu R \frac{dT}{T} + \int_2^3 \frac{\nu R dT}{T} = \frac{i}{2} \nu R \ln \frac{T_3}{T_2} + \nu R \ln \frac{T_3}{T_2}$</p> <p>$\Delta S_{23} = \frac{i}{2} \nu R + \nu R$</p> <p><u>$\Delta S = \Delta S_{12} + \Delta S_{23} = \nu R$</u></p>
--	--

Возможные задачи для билетов 29-30 (фото самих билетов отсутствует):
Задача про движение астероида:



На какой высоте отношение концентрации кислорода к концентрации углекислого газа...

25

$T = 300 \text{ K} = \text{const}$
 $M_{\text{CO}_2} = 44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
 $M_{\text{O}_2} = 32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

$h_0 = 0$ (уровень моря)

$\frac{n_{\text{O}_2}}{n_{\text{CO}_2}} > \frac{n_{\text{O}_2}^{\circ}}{n_{\text{CO}_2}^{\circ}}$ на 5%

h ?

1) $n = n_0 \exp\left(-\frac{Mgh}{RT}\right)$

$$\frac{n_{\text{O}_2}}{n_0} = 1,05 \frac{n_{\text{O}_2}^{\circ}}{n_{\text{CO}_2}^{\circ}}$$

$$\begin{cases} \therefore n_{\text{O}_2} = n_{\text{O}_2}^{\circ} \exp\left(-\frac{Mgh}{RT}\right) \\ \therefore n_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}_2}^{\circ} \exp\left(-\frac{Mgh}{RT}\right) \end{cases} \Rightarrow \dots$$

2) $\dots \exp\left(\frac{(M_{\text{CO}_2} - M_{\text{O}_2})gh}{RT}\right) = 1,05$

$h = \frac{\ln(1,05) \cdot RT}{g(M_{\text{CO}_2} - M_{\text{O}_2})} = \frac{\ln(1,05) \cdot 8,31 \cdot 300}{9,81 (44 \cdot 10^{-3} - 32 \cdot 10^{-3})} \approx 1033,2 \text{ м}$