



**Министерство образования Республики Беларусь**

**Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого»**

**Кафедра «Физика и электротехника»**

**ФИЗИКА**  
**МЕХАНИКА И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА**  
**ПРАКТИКУМ**  
**ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ**  
**ДЛЯ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**  
**заочной формы обучения**

**Гомель 2020**

УДК 531+539.19(075.8)  
ББК 22.2+22.36я73  
Ф50

*Рекомендовано научно-методическим советом  
энергетического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого  
(протокол № 6 от 26.02.2019 г.)*

Составители: *П. А. Хило, П. С. Шаповалов*

Рецензент: доц. каф. «Высшая математика» ГГТУ им. П. О. Сухого  
канд. физ.-мат. наук *С. М. Евтухова*

**Физика.** Механика и молекулярная физика : практикум по выполнению тестовых заданий для студентов техн. специальностей заоч. формы обучения / сост.: П. А. Хило, П. С. Шаповалов. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2020. – 69 с. – Систем. требования: РС не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Содержит тестовые задания к экзамену по разделам «Механика и молекулярная физика», приложение и список литературы.

Для студентов технических специальностей заочной формы обучения.

УДК 531+539.19(075.8)  
ББК 22.2+22.36я73

© Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», 2020

## Предисловие

Практикум по разделу «Механика и молекулярная физика» курса «Физика» содержит подборку тестовых задач различной степени сложности как для использования на экзаменах, так и на практических занятиях и для самостоятельной работы студентов.

Тестовые задания составлены в соответствии с требованиями общеобразовательных стандартов и типовых учебных программ.

Практикум содержит тестовые задачи по основным темам раздела «Механика и молекулярная физика»: «Кинематика поступательного и вращательного движения», «Динамика», «Импульс и энергия», «Динамика вращательного движения», «Колебания и волны», «Газовые законы», «Уравнение состояния идеального газа», «Первое начало термодинамики», «Адиабатные процессы», «Второе начало термодинамики. Энтропия» и др.

Тестовые задания содержат задачи с ответами, один или несколько из которых являются правильными. Часть задач предполагает установление правильного соответствия между понятиями и формулами двух множеств физических величин. Также присутствует часть задач без ответов.

Приводятся так же основные формулы и справочный материал.

Практикум предназначен для студентов заочной формы обучения.

# 1. Теоретическая часть. Основные понятия и формулы

## 1.1. Кинематика поступательного и вращательного движения

Положение материальной точки в пространстве в данный момент времени задается с использованием системы координат относительно некоторой точки (тела) отсчета, которая является началом системы координат. Направленный отрезок прямой, соединяющий точку отсчета  $O$  (рис. 1) и материальную точку (м.т.), называется радиус-вектором –  $\vec{r}(t)$ ;

$$\vec{r}(t) = x(t) \cdot \vec{i} + y(t) \cdot \vec{j} + z(t) \cdot \vec{k},$$

где  $x(t), y(t), z(t)$  – координаты точки в пространстве;  $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$  – единичные векторы направлений (орты соответствующих координатных осей);  $t$  – время. Модуль радиус-вектора определяется выражением:

$$|\vec{r}(t)| = \sqrt{(x(t))^2 + (y(t))^2 + (z(t))^2}.$$

При движении материальной точки её координаты и радиус-вектор изменяются со временем, а сама материальная точка (конец вектора  $\vec{r}$ ) описывает в пространстве линию, которая называется её траекторией (рис. 2). Скалярную величину  $\Delta S$ , равную длине траектории, описанной точкой за данный промежуток времени, называют отрезком пути материальной точки (путём). Путь положителен всегда и в процессе движения может только возрастать.

Средняя путевая скорость движения

$$\langle v \rangle = \frac{\Delta S}{\Delta t},$$

где  $\Delta S$  – путь, пройденный точкой за промежуток времени  $\Delta t$ .

Мгновенная скорость

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}(t)}{dt} = v_x \vec{i} + v_y \vec{j} + v_z \vec{k},$$

где  $v_x = \frac{dx}{dt}, v_y = \frac{dy}{dt}, v_z = \frac{dz}{dt}$  – проекции вектора скорости  $\vec{v}$  на соответствующие оси координат.

Кинематическое уравнение равномерного движения ( $\vec{v} = const, \vec{a} = 0$ ) точки вдоль оси  $Ox$

$$x = x_0 \pm vt,$$

где  $x_0$  – начальная координата точки;  $t$  – время движения. Знак «плюс» берется при совпадении направления вектора скорости с выбранным положительным направлением оси  $Ox$ .

Среднее ускорение материальной точки

$$\langle \vec{a} \rangle = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}.$$

Мгновенное ускорение материальной точки

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}(t)}{dt} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k},$$

где  $a_x = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$ ,  $a_y = \frac{dv_y}{dt} = \frac{d^2y}{dt^2}$ ,  $a_z = \frac{dv_z}{dt} = \frac{d^2z}{dt^2}$  – проекции вектора ускорения  $\vec{a}$  на соответствующие оси координат.

Полное ускорение при криволинейном движении

$$\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n,$$

где  $a_\tau = \frac{dv}{dt}$  – тангенциальная (касательная к траектории) составляющая ускорения;

$a_n = \frac{v^2}{R}$  – нормальная (центростремительная) составляющая ускорения,  $R$  – радиус кривизны траектории в данной точке.

Модуль вектора полного ускорения при криволинейном движении

$$a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}.$$

Кинематическое уравнение равнопеременного движения

( $\vec{a} = const$ ) уравнения движения имеют вид:

$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t \pm \frac{\vec{a} t^2}{2},$$

где  $\vec{v}_0$  – вектор начальной скорости.

## 1.2. Динамика материальной точки.

Масса тела  $m$  – физическая величина, являющаяся одной из основных характеристик материи определяющая её инерционные и гравитационные свойства.

Физическая сила  $\vec{F}$  – это векторная величина, являющаяся мерой механического воздействия на тело со стороны других тел или

полей, в результате которого тело приобретает ускорение или изменяет свою форму и размеры.

В механике мы рассматриваем различные силы:

1. силу тяжести

$$\vec{F}_m = m\vec{g},$$

где  $\vec{g}$  – ускорение свободного падения;

2. силы упругой деформации при растяжении (сжатии)

$$\vec{F} = -k\vec{x} \text{ либо } \sigma = E \frac{\Delta l}{l_0},$$

где  $k = \frac{ES}{l_0}$  – коэффициент упругости (жесткости),  $\sigma = F/S$  – механическое напряжение,  $E$  – модуль Юнга,  $\Delta l = |\vec{x}|$  – абсолютное удлинение (сокращение) тела при деформации;

3. силу трения скольжения

$$\vec{F}_{mp} = -\mu N \vec{e}_{\vec{v}},$$

где  $\mu$  – коэффициент трения скольжения;  $N$  – величина силы реакции опоры (сила нормального давления на опору);  $\vec{e}_{\vec{v}}$  – единичный вектор, направленный по вектору скорости. Сила трения покоя меняет свое значение от нуля до величины силы трения скольжения  $\vec{F}_{mp}$ ;

4. силу гравитационного притяжения

$$\vec{F}_T = G \frac{m_1 m_2}{r^3} \vec{r},$$

где  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/\text{кг} \cdot \text{с}^2$  – гравитационная постоянная,  $m_1$  и  $m_2$  – массы взаимодействующих объектов,  $\vec{r}$  – радиус-вектор, соединяющий объекты,  $r$  – модуль радиус-вектора  $\vec{r}$  (расстояние между объектами);

Импульс, количество движения – мера механического движения, равная для материальной точки произведению ее массы  $m$  на вектор ее скорости  $\vec{v}$ :

$$\vec{p} = m\vec{v}.$$

Координаты центра масс системы материальных точек:  
радиус-вектор

$$\vec{r}_c = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \vec{r}_i}{m};$$

в координатной форме

$$x_c = \frac{\sum_{i=1}^n m_i x_i}{m}; y_c = \frac{\sum_{i=1}^n m_i y_i}{m}; z_c = \frac{\sum_{i=1}^n m_i z_i}{m},$$

где  $m_i$ ,  $\vec{r}_i$ ,  $x_i, y_i, z_i$  – соответственно масса, радиус-вектор и координата  $i$  – той материальной точки;  $n$  – число материальных точек в системе,  $m$  – масса всей системы.

Кинетическая энергия тела, движущегося поступательно,

$$E_K = \frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m}.$$

Потенциальная энергия

1. упругих сил

$$E_{II} = \frac{kx^2}{2},$$

где  $k$  – коэффициент упругости,  $x$  – абсолютная деформация;

2. гравитационного взаимодействия двух тел

$$E_{II} = -G \frac{m_1 m_2}{r^2};$$

3. энергия тела, находящегося в однородном гравитационном поле,

$$E_{II} = mgh,$$

где  $h$  – высота над уровнем, принимаемым за нулевой (для консервативной системы).

Если в замкнутой системе действуют только консервативные силы, то механическая энергия сохраняется:

$$E = E_K + E_{II} = \text{const}.$$

Скорость движения тел массами  $m_1$  и  $m_2$ , движущихся до удара со скоростями  $\vec{v}_1$  и  $\vec{v}_2$  соответственно, после абсолютно упругого центрального удара

$$\vec{v}_1 = \frac{(m_1 - m_2)\vec{v}_1 + 2m_2\vec{v}_2}{m_1 + m_2}; \quad \vec{v}_2 = \frac{(m_2 - m_1)\vec{v}_2 + 2m_1\vec{v}_1}{m_1 + m_2}.$$

Скорость движения тел массами  $m_1$  и  $m_2$ , движущихся соответственно со скоростями  $\vec{v}_1$  и  $\vec{v}_2$ , после абсолютно неупругого центрального удара

$$\vec{v} = \frac{m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2}{m_1 + m_2}.$$

### 1.3. Динамика вращательного движения.

Момент силы относительно неподвижной точки

$$\vec{M} = [\vec{r}, \vec{F}],$$

где  $\vec{r}$  – радиус-вектор, проведенный из этой точки в точку приложения силы  $\vec{F}$ .

Момент инерции материальной точки

$$J = mr^2,$$

где  $m$  – масса точки;  $r$  – расстояние до оси вращения.

Момент инерции системы (тела)

$$J = \sum_{i=1}^n m_i r_i^2,$$

где  $r_i$  – расстояние материальной точки массой  $m_i$  до оси вращения.

Ниже приведены моменты инерции некоторых однородных тел массой  $m$  правильной геометрической формы:

Тело	Положение оси вращения	Момент инерции
Полый тонкостенный цилиндр радиусом $R$	Ось симметрии	$mR^2$
Сплошной цилиндр или диск радиусом $R$	То же	$\frac{1}{2}mR^2$
Прямой тонкостенный стержень длиной $l$	Ось перпендикулярна к стержню и проходит через его середину	$\frac{1}{12}ml^2$
То же	Ось перпендикулярна к стержню и проходит через его конец	$\frac{1}{3}ml^2$
Шар радиусом $R$	Ось проходит через центр шара	$\frac{2}{5}mR^2$

Теорема Штейнера

$$J = J_c + ma^2,$$

где  $J_c$  – момент инерции тела относительно оси, проходящей через центр масс;  $J$  – момент инерции относительно параллельной оси, отстоящей от первой на расстоянии  $a$ ;  $m$  – масса вращающегося тела.

Момент импульса материальной точки относительно неподвижной точки



$$\vec{L} = [\vec{r}, \vec{p}] = [\vec{r}, m\vec{v}].$$

Основное уравнение (закон) динамики вращательного движения твердого тела относительно неподвижной оси

$$\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt},$$

где  $\varepsilon$  – величина углового ускорения.

#### 1.4. Механические колебания. Упругие волны.

Колебаниями называют движения и процессы, обладающие повторяемостью во времени. К гармоническим относят колебания, при которых координаты тела меняются по закону

$$x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

где  $x$  – смещение колеблющейся величины от положения равновесия;  $A$  – амплитуда колебаний;  $\omega = 2\pi/T = 2\pi\nu$  – круговая (циклическая) частота;  $\nu = 1/T$  – частота;  $T$  – период колебаний;  $\varphi_0$  – начальная фаза (в момент времени  $t_0 = 0$ );  $(\omega t + \varphi_0)$  – фаза колебаний в момент  $t$ .

Модуль скорости и ускорение материальной точки, совершающей гармонические колебания,

$$v = \frac{dx}{dt} = -A\omega \sin(\omega t + \varphi_0) = A\omega \cos\left(\omega t + \varphi_0 + \frac{\pi}{2}\right);$$

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = -A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi_0) = A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi_0 + \pi) = -\omega^2 x.$$

*Математический маятник с неподвижной осью:*

1. период колебаний  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ ;

2. циклическая частота  $\omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g}{l}}$ ,

где  $l$  – длина маятника;  $g$  – ускорение свободного падения.

*Физический маятник (рис. 6):*

1. период колебаний  $T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{mgd}} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ ;

2. циклическая частота  $\omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{mgd}{J}} = \sqrt{\frac{g}{L}}$ ,

где  $J$  – момент инерции маятника относительно оси колебаний  $O$ ;  $d$  –

расстояние между точкой подвеса и центром масс маятника;  $L = J/(md)$  – приведенная длина физического маятника.

Пружинный маятник (рис. 7):

1. период колебаний  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ;
2. циклическая частота  $\omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}$ ,

где  $k$  – коэффициент упругости (жесткость пружины).

Уравнение затухающих колебаний, т.е. смещение колеблющейся точки от положения равновесия (решение дифференциального уравнения):

$$x = A(t)\cos(\omega t + \varphi_0),$$

где  $A(t) = A_0 e^{-\delta t}$  – амплитуда затухающих колебаний в момент  $t$ ;  $A_0$  – амплитуда затухающих колебаний в начальный момент времени ( $t_0 = 0$ );  $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$  – круговая частота затухающих колебаний.

Логарифмический декремент затухания

$$\Theta = \ln \frac{A(t)}{A(t+T)} = \delta T = \frac{T}{\tau} = \frac{1}{N_e},$$

где  $\delta$  – коэффициент затухания;  $T$  – период затухающих колебаний;  $\tau$  – время релаксации;  $N_e$  – число колебаний, совершаемых за время уменьшения амплитуды в  $e$  раз;  $A(t)$  и  $A(t+T)$  – амплитуды двух последовательных колебаний, соответствующих моментам времени, отличающимся на период.

Уравнение *плоской волны*, распространяющейся вдоль положительного направления оси  $x$

$$\xi(x, t) = A \cos(\omega t - kx + \varphi_0),$$

где  $\xi(x, t)$  – смещение точек среды с координатой  $x$  в момент времени  $t$ ;  $A$  – амплитуда волны;  $\omega$  – циклическая (круговая) частота;  $k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{vT} = \frac{\omega}{v}$  – волновое число ( $\lambda$  – длина волны;  $v$  – фазовая скорость волны;  $T$  – период колебаний);  $\varphi_0$  – начальная фаза колебаний.

Величина  $\varphi = \omega\left(t - \frac{x}{v}\right) + \varphi_0$  или  $\varphi = 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) + \varphi_0$  называется фазой волны.

## 1.5. Молекулярно кинетическая теория и термодинамика

Внутренняя энергия  $U$  – это энергия хаотического (теплого) движения микрочастиц системы (молекул, атомов, электронов, ядер и т.д.) и энергия взаимодействия этих частиц.

*Число степеней свободы* – это число независимых переменных, полностью определяющих положение системы в пространстве.

Число степеней свободы для жестких молекул идеального газа представлено в таблице:

*Таблица*

Число степеней свободы	Одноатомный газ	Двухатомный газ	Многоатомный газ
			
Поступательных	3	3	3
Вращательных	—	2	3
Всего	3	5	6

Средняя энергия молекулы:  $\bar{\varepsilon} = \frac{i}{2}kT$ ,

где  $i$  – сумма числа поступательных, числа вращательных и удвоенного числа колебательных степеней свободы молекулы:  $i = i_{\text{пост}} + i_{\text{вращ}} + 2i_{\text{колеб}}$ ,  $k$  – постоянная Больцмана,  $T$  – абсолютная температура.

В идеальном газе молекулы между собой не взаимодействуют и их потенциальная энергия равна нулю. Поэтому внутренняя энергия одного моля идеального газа  $U_{\mu}$  и внутренняя энергия  $U$  произвольной массы газа  $m$  будут соответственно равны:

$$U_{\mu} = \bar{\varepsilon} \cdot N_A = \frac{i}{2}kTN_A = \frac{i}{2}RT \quad \text{и} \quad U = \frac{m}{\mu} \frac{i}{2}RT = \frac{i}{2} \nu RT,$$

где  $R$  – универсальная газовая постоянная,  $m$  – масса газа,  $\mu$  – молярная масса,  $N_A$  – постоянная Авогадро,  $\nu$  – количество вещества.

*Первое начало термодинамики* – количества тепла переданной системе тратится на приращение внутренней энергии и работу против внешних тел.  $Q = \Delta U + A$ . В дифференциальной форме:  $\delta Q = dU + \delta A$ , где  $dU$  (полный дифференциал) – бесконечно малое изменение внутренней энергии системы,  $\delta A$  – элементарная работа,

$\delta Q$  – бесконечно малое количество теплоты.  $\delta A$  и  $\delta Q$  не являются полными дифференциалами.

Работа газа при его расширении. Если находящийся под поршнем в цилиндрическом сосуде газ, расширяясь, передвигает поршень на расстояние  $dl$ , то производит над ним работу  $\delta A = Fdl = pSdl = pdV$ , где  $S$  – площадь поршня,  $p$  – давление. Теплоемкость тела – физическая величина, численно равная отношению количества теплоты  $\delta Q$ , сообщаемого телу, к изменению температуры тела  $dT$  в рассматриваемом термодинамическом процессе:  $C = \frac{\delta Q}{dT}$ . Теплоемкость тела зависит от его химического состава, массы и термодинамического состояния, а также от вида процесса. Для однородных тел удобно пользоваться удельной и молярной теплоемкостями.

*Молярная теплоемкость* – величина, равная количеству теплоты, необходимому для нагревания 1 моль вещества на 1 К:

$$C_{\mu} = \frac{\delta Q}{\nu dT}.$$

Молярная теплоемкость при постоянном объеме.

$$C_V = \frac{dU_{\mu}}{dT} = \frac{i}{2} R.$$

$C_V$  равна изменению внутренней энергии 1 моль газа при повышении его температуры на 1 К.

Молярная теплоемкость при постоянном давлении.

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

При рассмотрении термодинамических процессов важную роль играет величина  $\gamma$ , которую называют *коэффициентом Пуассона*:

$$\gamma = \frac{C_p}{C_V} = \frac{i+2}{i}$$

Уравнение адиабатического процесса:

$$pV^{\gamma} = TV^{\gamma-1} = p^{1-\gamma}T^{\gamma} = \text{const}.$$

Адиабата ( $pV^{\gamma} = \text{const}$ ) круче, чем изотерма. Это объясняется тем, что при адиабатическом сжатии 1-3 увеличение давления газа обу-

словлено не только уменьшением его объема, но и повышением температуры.

## 2. ТЕСТЫ ПО МЕХАНИКЕ И МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ

### Тестовое задание 1.

1. Тангенциальным ускорением называется...

а) составляющая полного ускорения, характеризующая быстроту изменения вектора скорости по модулю; б) составляющая полного ускорения, характеризующая быстроту изменения радиус – вектора; в) составляющая полного ускорения, характеризующая быстроту изменения вектора силы;

2. Оцените температуру газообразного гелия в сосуде, если известно, что его масса равна 4г, объем сосуда 22,4 литра, давление гелия нормальное. Выберите из приведенных ниже значений наиболее близкое к полученному результату.

а)  $T = 3000 \text{ К}$ ; б)  $T = 300 \text{ К}$ ; в)  $T = 30 \text{ К}$ ; г)  $T = 3 \text{ К}$ ;  
д)  $T = 30000 \text{ К}$ ;

3. Две трети своего пути мотоциклист проехал со скоростью  $v_1 = 54 \text{ км/ч}$ , остальную часть пути – со скоростью  $v_2 = 72 \text{ км/ч}$ . Найти среднюю путевую скорость мотоциклиста.

а)  $v_{\text{ср}} \approx 16,4 \text{ м/с}$ ; б)  $v_{\text{ср}} \approx 17,2 \text{ м/с}$ ; в)  $v_{\text{ср}} \approx 17 \text{ м/с}$ ; г)  $v_{\text{ср}} \approx 6 \text{ м/с}$ ;  
д) нет правильного ответа.

4. Однородная цепочка длиной  $l = 1,5 \text{ м}$  и массой  $m = 3 \text{ кг}$  лежит на столе. Если часть цепочки длиной  $l_0 = 0,2 \text{ м}$  спустить со стола, то она начнет скользить вниз. Коэффициент трения цепочки о стол  $\mu = 0,1$ . Найти работу, совершаемую против силы трения при соскальзывании всей цепочки.

а)  $A = 1,95 \text{ Дж}$ ; б)  $A = 2,26 \text{ Дж}$ ; в)  $A = 2,75 \text{ Дж}$ ; г)  $A = 1,69 \text{ Дж}$ .

5. Маховик массой 4 кг свободно вращается вокруг горизонтальной оси, проходящей через его центр, делая 720 об/мин. Массу маховика можно считать распределенной по его ободу радиусом 40 см. Через 30 с под действием тормозящего момента маховик остановился. Найти тормозящий момент и число оборотов, которое делает маховик до полной остановки.

- а)  $M = -1,54 \text{ Н} \cdot \text{м}; N = 120$ ;      б)  $M = -2,32 \text{ Н} \cdot \text{м}; N = 240$ ;  
в)  $M = -1,61 \text{ Н} \cdot \text{м}; N = 180$ ;      г)  $M = -0,93 \text{ Н} \cdot \text{м}; N = 110$ .

6. Грузик, подвешенный на пружине, вывели из положения равновесия и отпустили. Через сколько миллисекунд кинетическая энергия грузика будет в 3 раза больше потенциальной энергии пружины? Период колебаний 0,9 с.

- а)  $t = 280 \text{ мс}$ ;   б)  $t = 140 \text{ мс}$ ;   в)  $t = 100 \text{ мс}$ ;   г)  $t = 150 \text{ мс}$ ;   д) нет правильного ответа.

7. Хорошо откачанная лампа накаливания объемом  $10 \text{ см}^3$  имеет трещину, в которую каждую секунду проникает  $10^6$  молекул. Сколько времени понадобится для ее наполнения до нормального давления, если скорость проникновения молекул считать постоянной? Температура  $0^\circ \text{C}$ .

- а)  $t = 8,4 \cdot 10^6 \text{ с}$ ;   б)  $t = 6,6 \cdot 10^5 \text{ с}$ ;   в)  $t = 6,6 \cdot 10^6 \text{ с}$ ;   г)  $t = 8,4 \cdot 10^7 \text{ с}$ ;   д) нет правильного ответа.

8. В баллоне вместимостью  $V = 5 \text{ л}$  находится гелий под давлением  $P_1 = 3 \text{ МПа}$  при температуре  $t_1 = 27^\circ \text{C}$ . После того, как из баллона был израсходован гелий массой  $m = 15 \text{ г}$ , температура в баллоне понизилась до  $t_2 = 17^\circ \text{C}$ . Определить давление  $P_2$  гелия, оставшегося в баллоне.

- а)  $P_2 = 1,99 \text{ МПа}$ ;   б)  $P_2 = 1,15 \text{ МПа}$ ;   в)  $P_2 = 2,05 \text{ МПа}$ ;  
г)  $P_2 = 0,11 \text{ МПа}$ ;   д)  $P_2 = 1,09 \text{ МПа}$ .

9. Автомобиль, движущийся параллельно длинной стене, издает короткий звуковой сигнал. Через время  $t$  водитель услышал отраженный от стены сигнал. Определить скорость автомобиля, если он едет на расстоянии  $L$  от стены, а скорость звука равна

Ответ:  $c$ .  $[v = \sqrt{c^2 - (2L/t)^2}]$

10. Для того, чтобы изотермически уменьшить объем газа под поршнем в  $n$  раз, на поршень надо положить груз массой  $m$ . Какой груз еще надо положить на поршень, чтобы объем газа уменьшился еще в  $k$  раз? Трения нет.

Ответ:  $[m_1 = m \frac{n(k-1)}{n-1}]$

## Тестовое задание 2.

1. Радиус-вектор – это ...

а) вектор, проведенный из начала системы координат в данную точку; б) вектор, соединяющий начальное и конечное положение тела; в) вектор, указывающий направление движения тела; г) вектор, указывающий направление результирующей силы; д) нет правильного ответа.

2. Температура воздуха в комнате объемом 70 кубических метров была 280К. После того как протопили печь, температура поднялась до 296К. Найдите работу воздуха при расширении, если давление постоянно и равно 100кПа?

а)  $A = 400$  Дж; б)  $A = 0,4$  кДж; в)  $A = 40$  кДж; г)  $A = 4$  кДж; д)  $A = 0,04$  кДж;

3. Два автомобиля, выехав одновременно из одного пункта, движутся прямолинейно в одном направлении. Зависимость пройденного ими пути задается уравнениями  $S_1 = At + Bt^2$  и  $S_2 = Ct + Dt^2 + Ft^3$ . Определить величину относительной скорости автомобилей через 5 с, если:  $A=5$  м/с,  $B=6$  м/с<sup>2</sup>,  $C=1$  м/с,  $D=1$  м/с<sup>2</sup>,  $F=1$  м/с<sup>3</sup>.

а)  $v' = -23$  м/с; б)  $v' = -28$  м/с; в)  $v' = -21$  м/с; г)  $v' = -24$  м/с.

4. Величина скорости пули массой  $m = 9$  г при движении в воздухе за  $t = 1$  с уменьшилась с  $v_0 = 900$  м/с до  $v = 200$  м/с. Найти коэффициент сопротивления  $k$ , считая модуль силы сопротивления воздуха пропорциональным квадрату скорости:  $F_c = kv^2$ .

а)  $k = 3,9 \cdot 10^{-5} \frac{\text{КГ}}{\text{М}}$ ; б)  $k = 3,5 \cdot 10^{-5} \frac{\text{КГ}}{\text{М}}$ ; в)  $k = 3,1 \cdot 10^{-5} \frac{\text{КГ}}{\text{М}}$ ; г)

$k = 4,5 \cdot 10^{-5} \frac{\text{КГ}}{\text{М}}$ .

5. Однородный диск, имеющий вес  $P = 124$  Н, вращается с постоянным угловым ускорением, и его движение описывается уравнением  $\varphi = 30t^2 + 2t + 1$ . Диск вращается под действием постоянной касательной тангенциальной силы  $F_\tau = 90,2$  Н, приложенной к ободу диска. Определить момент сил трения  $M_{mp}$ , действующих на диск при вращении. Радиус диска  $R = 0,15$  м.

а)  $M_{mp} = 5$  Н·м; б)  $M_{mp} = 15$  Н·м;  
в)  $M_{mp} = 17$  Н·м; г)  $M_{mp} = 3$  Н·м.

6. Материальная точка одновременно участвует в двух взаимно перпендикулярных гармонических колебаниях, уравнения которых  $x = \cos 2\pi t$  и  $y = \cos \pi t$ . Найти уравнение траектории точки. Вычертить траекторию точки с соблюдением масштаба, указав направление движения точки.

а)  $2y^2 - x = 6$ ; б)  $4y^2 - 3x + 2 = 1$ ; в)  $2y^2 - x = 1$ ;  
г)  $4y^2 - 3x = 2$ .

7. Какое давление производят пары ртути в баллоне ртутной лампы объемом  $V = 3 \cdot 10^5$  м<sup>3</sup> при  $T = 300$  К, если в ней содержится  $N = 10^{12}$  молекул? Постоянная Больцмана  $k = 1,38 \times 10^{-23}$  Дж/К.

а)  $P = 24$  мкПа; б)  $P = 67$  мкПа; в)  $P = 112$  мкПа;



г)  $P = 138 \text{ мкПа}$ ; д)  $P = 256 \text{ мкПа}$ ; е) нет правильного ответа.

8. Давление в автомобильной шине объёмом  $V = 0,3 \text{ м}^3$  равно  $P_0 = 1,5 \text{ атм}$ . Шина накачивается насосом с ёмкостью хода поршня  $\Delta V = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$  до давления  $P_N = 2 \text{ атм}$ . Сколько ходов поршня  $N$  потребуется, если процесс накачки происходит достаточно медленно, так, что система сохраняет температуру окружающей среды. Атмосферное давление принять равным  $P_a = 1 \text{ атм}$ .

а)  $N = 20$ ; б)  $N = 30$ ; в)  $N = 40$ ; г)  $N = 50$ ; д)  $N = 60$ ;

9. Два тела движутся навстречу друг другу и расстояние между ними уменьшается на 16 м за каждые 10 с. Если эти тела с такими же скоростями движутся в одну сторону, то расстояние между ними увеличивается на 3 м за каждые 5 с. Найти скорость каждого тела.

Ответ: [1,1 м/с; 0,5 м/с]

10. Два одинаковых сосуда соединены тонкой трубкой. Система наполнена газом под давлением  $p_0$ . Во сколько раз необходимо изменить температуру в одном из сосудов, чтобы давление во всей системе стало равно  $p$ ? Температура в другом сосуде поддерживается неизменной.

Ответ:  $\left[ \frac{T}{T_0} = \frac{p}{2p_0 - p} \right]$

### Тестовое задание 3.

1. Линейная скорость ( $\vec{v}$ ) связана с угловой скоростью ( $\vec{\omega}$ ) соотношением:

а)  $\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{R}$ ; б)  $\vec{v} = \vec{\omega}^2 \times \vec{R}$ ; в)  $v = \omega R \sin \alpha$ , где  $\alpha$  – угол между  $\vec{\omega}$  и  $\vec{R}$ ; г)  $v = \omega R \cos \alpha$ , где  $\alpha$  – угол между  $\vec{\omega}$  и  $\vec{R}$ ; д) нет правильного ответа

2. Газ находится в цилиндре с подвижным поршнем и при температуре 300 К занимает объем 250 см<sup>3</sup>. Какой объем займет газ, если температура понизится до 270 К? Давление постоянно

- а)  $V = 225 \text{ см}^3$ ; б)  $V = 647 \text{ см}^3$ ; в)  $V = 400 \text{ см}^3$ ;  
г)  $V = 576 \text{ см}^3$ ;

3. Движение материальной точки, перемещающейся по прямой, задано уравнением  $S = 4t^3 + 2t + 1$ . В интервале времени от 1 до 2 с найти величины мгновенной скорости и ускорения в начале и конце интервала, и величину средней скорости движения.

- а)  $v_1 = 14 \text{ м/с}$ ,  $v_2 = 60 \text{ м/с}$ ,  $a_1 = 27 \text{ м/с}^2$ ,  $a_2 = 44 \text{ м/с}^2$ ,  $\langle v \rangle = 37 \text{ м/с}$ ;  
б)  $v_1 = 14 \text{ м/с}$ ,  $v_2 = 50 \text{ м/с}$ ,  $a_1 = 24 \text{ м/с}^2$ ,  $a_2 = 48 \text{ м/с}^2$ ,  $\langle v \rangle = 30 \text{ м/с}$ ;  
в)  $v_1 = 17 \text{ м/с}$ ,  $v_2 = 51 \text{ м/с}$ ,  $a_1 = 29 \text{ м/с}^2$ ,  $a_2 = 43 \text{ м/с}^2$ ,  $\langle v \rangle = 34 \text{ м/с}$ ;  
г)  $v_1 = 18 \text{ м/с}$ ,  $v_2 = 40 \text{ м/с}$ ,  $a_1 = 34 \text{ м/с}^2$ ,  $a_2 = 38 \text{ м/с}^2$ ,  $\langle v \rangle = 30 \text{ м/с}$ ;

4. Моторная лодка массой  $m = 400 \text{ кг}$ , двигаясь по озеру, за  $t = 10 \text{ с}$  достигает скорости  $v = 36 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ . Найти модуль силы тяги мотора  $F_m$ , считая ее постоянной, если сила сопротивления движению  $\vec{F}_c = k\vec{v}$ , где  $k = 120 \text{ кг/с}$ .

- а)  $F_m = 1260 \text{ Н}$ ; б)  $F_m = 1300 \text{ Н}$ ; в)  $F_m = 1220 \text{ Н}$ ; г)  $F_m = 1342 \text{ Н}$ .

5. . Найти момент инерции  $J$  прямоугольника, сделанного из проволоки, со сторонами  $a = 20 \text{ см}$  и  $b = 10 \text{ см}$  относительно оси, лежащей в плоскости прямоугольника и проходящей через середины больших сторон. Масса прямоугольника  $m_0 = 0,3 \text{ кг}$ .

- а)  $J = 1,73 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ; б)  $J = 1,67 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ;  
в)  $J = 1,36 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ; г)  $J = 2,71 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ .

6. Складываются два взаимно перпендикулярных колебания с одинаковыми периодами 0,2 с и одинаковой начальной фазой  $\pi/3$ . Амплитуда одного колебания  $A = 4 \text{ см}$ , второго  $B = 3 \text{ см}$ . Найти уравнение результирующего колебания.

- а)  $y(x) = 0,05 \cos(10\pi t + \pi/3)$  м;  
 б)  $y(x) = 0,14 \cos(6\pi t + \pi/2)$  м;  
 в)  $y(x) = 0,07 \cos(12\pi t + \pi/3)$  м;  
 г)  $y(x) = 0,21 \cos(18\pi t + \pi/4)$  м.

7. Сколько молекул воздуха находится в  $V = 1 \text{ мм}^3$  сосуда при  $T = 27^\circ \text{ С}$ , если воздух в сосуде откачан до давления  $P = 0,83 \text{ мкПа}$ ? Универсальная газовая постоянная  $R = 8,3 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$ , число Авогадро  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$

ро  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$

- а)  $N = 250 \cdot 10^3$ ; б)  $N = 200 \cdot 10^3$ ; в)  $N = 350 \cdot 10^3$ ; г)  $N = 300 \cdot 10^3$ ;  
 д)  $N = 100 \cdot 10^3$ ; е) нет правильного ответа.

8. Каков должен быть вес  $p$  оболочки детского воздушного шарика, наполненного водородом, чтобы результирующая подъемная сила шарика  $F = 0$ , т.е. чтобы шарик находился во взвешенном состоянии? Воздух и водород находится при нормальных условиях. Давление внутри шарика равно внешнему давлению. Радиус шарика  $r = 12,5 \text{ см}$ .

- а)  $P = 96 \text{ мН}$ ; б)  $P = 57 \text{ мН}$ ; в)  $P = 32 \text{ мН}$ ;  
 г)  $P = 18 \text{ мН}$ ; д)  $P = 26 \text{ мН}$ .

9. Тело начинает двигаться равноускоренно из состояния покоя. Спустя время  $t_0$  ускорение тела меняет знак на противоположный, оставаясь прежним по модулю. Через какое время после начала движения тело пройдет через исходную точку?

Ответ:  $[t = t_0(2 + (2)^{1/2})]$

10. Планету радиусом  $r$  и массой  $m$  окружает равноплотная атмосфера, состоящая из газа с молярной массой  $M$ . Какова температура атмосферы на поверхности планеты, если высота атмосферы равна  $h$ ?

Ответ:  $[T = GMmh / Rr^2]$

#### Тестовое задание 4.

1. Кинематическое уравнение равнопеременного вращательного движения имеет вид:

- а)  $\varphi(t) = \varphi_0 \pm \omega_0 t \pm \frac{\beta t^2}{2}$ ; б)  $x(t) = x_0 \pm v_0 t \pm \frac{at^2}{2}$ ; в)  $\omega(t) = \omega_0 \pm \beta^2 t$ ;  
г)  $\varphi(t) = \omega_0 \pm \frac{\beta t^2}{2}$ ; д) нет правильного ответа

2. Идеальный газ при температуре  $T_0$  имел давление  $p_0$ . Давление газа при неизменной массе и постоянном объеме увеличили в 1,5 раза. Как изменилась температура газа?

- а)  $T = \frac{3}{2}T_0$ ; б)  $T = \frac{2}{3}T_0$ ; в)  $T = \frac{4}{9}T_0$ ; г)  $T = T_0$ ;  
д)  $T = \frac{4}{3}T_0$ ;

3. Материальная точка движется по прямой. Уравнение ее движения  $S = t^4 + 2t^2 + 5$ . Определить величины мгновенной скорости и ускорения точки в конце второй секунды от начала движения, среднюю путевую скорость и путь, пройденный за это время.

- а)  $v = 40$  м/с,  $a = 52$  м/с<sup>2</sup>,  $\langle v \rangle = 12$  м/с,  $S = 24$  м;  
б)  $v = 44$  м/с,  $a = 57$  м/с<sup>2</sup>,  $\langle v \rangle = 17$  м/с,  $S = 27$  м;  
в)  $v = 41$  м/с,  $a = 54$  м/с<sup>2</sup>,  $\langle v \rangle = 10$  м/с,  $S = 29$  м;  
г)  $v = 45$  м/с,  $a = 53$  м/с<sup>2</sup>,  $\langle v \rangle = 14$  м/с,  $S = 28$  м.

4. Парашютист массой  $m = 90$  кг делает затяжной прыжок. Найти величину скорости парашютиста в момент раскрытия парашюта, если сила сопротивления воздуха пропорциональна скорости движения:  $\vec{F}_c = -r\vec{v}$ , где  $r = 15$  кг/с. Начальную скорость  $v_0$  принять равной нулю. Раскрытие парашюта произошло через 9 с свободного полета.

- а)  $v = 45,7 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ ; б)  $v = 48,9 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ ; в)  $v = 44 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ ; г)  $v = 41 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ .

5. К стержню длиной  $l = 0,5\text{ м}$  и массой  $m = 0,3\text{ кг}$  приварен цилиндр массой  $M = 1,2\text{ кг}$  и радиусом  $R = 0,5\text{ м}$ . Определить момент инерции  $J$  системы относительно оси  $OO'$ , проходящей через незакрепленный конец стержня параллельно образующей цилиндра.

- а)  $J = 1,95\text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ;      б)  $J = 0,647\text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ;      в)  $J = 3,208\text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ;  
г)  $J = 0,738\text{ кг} \cdot \text{м}^2$ .

6. Колебательная система совершает затухающие колебания с частотой  $n = 900\text{ Гц}$ . Определить собственную частоту колебательной системы, если резонансная частота  $n_{\text{рез}} = 898\text{ Гц}$ .

- а)  $n_{\text{соб}} = 187\text{ Гц}$ ;      б)  $n_{\text{соб}} = 364\text{ Гц}$ ;  
в)  $n_{\text{соб}} = 728\text{ Гц}$ ;      г)  $n_{\text{соб}} = 902\text{ Гц}$ .

7. Сколько столкновений в секунду испытывает молекула кислорода, если средняя длина свободного пробега при нормальных условиях равна  $\lambda = 65\text{ нм}$ ?

- а)  $n = 0,71 \cdot 10^9$ ;      б)  $n = 71 \cdot 10^9$ ;      в)  $n = 7,1 \cdot 10^8$ ;      г)  $n = 7,1 \cdot 10^9$ ;  
д) нет правильного ответа.

8. Вычислить удельную теплоемкость  $c_{V_{\text{см}}}$  смеси двух газов (гелия массой  $m_1 = 6\text{ г}$  и азота массой  $m_2 = 10\text{ г}$ ) при постоянном см объеме.

- а)  $c_{V_{\text{см}}} = 1,33 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ ;      б)  $c_{V_{\text{см}}} = 13,3 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ ;      в)  $c_{V_{\text{см}}} = 1,63 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ ;  
г)  $c_{V_{\text{см}}} = 1,06 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ ;      д)  $c_{V_{\text{см}}} = 1,26 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ .

9. С высоты  $100\text{ м}$  свободно падает камень. Через  $1\text{ с}$  с той же высоты вертикально вниз бросают еще один камень. С какой скоростью необходимо бросить второй камень, чтобы оба камня упали на землю одновременно?

Ответ:  $[11\text{ м/с}]$

10. В тепловом процессе объем идеального газа изменяется по закону  $V = \beta \cdot p$  ( $\beta = \text{const}$ ). Во сколько раз изменится давление при уменьшении температуры от  $T_1 = 450 \text{ К}$  до  $T_2 = 200 \text{ К}$ ?

Ответ:  $\left[ \frac{p_1}{p_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} = 1,5 \right]$

### Тестовое задание 5.

1. Какие параметры характеризуют силу?

а) величина, точка приложения, направление; б) значение и время действия; в) проекции силы на оси координат; г) масса и скорость тела; д) нет правильного ответа.

2. При температуре  $27^{\circ} \text{ С}$  и нормальном давлении объем газа  $1000 \text{ л}$ . При какой температуре этот газ будет занимать объем  $500$  при том же давлении?

а)  $T = 150 \text{ К}$ ; б)  $T = 400 \text{ К}$ ; в)  $T = 450 \text{ К}$ ; г)  $T = 600 \text{ К}$ ;  
д)  $T = 300 \text{ К}$ ;

3. Заданы уравнения движения двух материальных точек:  $x_1 = A_1 + B_1 t + C_1 t^2$ ,  $x_2 = A_2 + B_2 t + C_2 t^2$ , где  $A_1 = 18 \text{ м}$ ;  $A_2 = 2 \text{ м}$ ;  $B_1 = B_2 = 3 \text{ м/с}$ ;  $C_1 = -3 \text{ м/с}^2$ ;  $C_2 = 1 \text{ м/с}^2$ . Найти момент времени, когда скорости движения точек будут одинаковы. Определить величины скорости  $v_1$  и  $v_2$ , и величины ускорения  $a_1$ , и  $a_2$  точек в этот момент времени.

а)  $t = 0$ ,  $v_1 = v_2 = 5 \text{ м/с}$ ,  $a_1 = -8 \text{ м/с}^2$ ,  $a_2 = 4 \text{ м/с}^2$ ;  
б)  $t = 0$ ,  $v_1 = v_2 = 4 \text{ м/с}$ ,  $a_1 = -2 \text{ м/с}^2$ ,  $a_2 = 6 \text{ м/с}^2$ ;  
в)  $t = 0$ ,  $v_1 = v_2 = 7 \text{ м/с}$ ,  $a_1 = -9 \text{ м/с}^2$ ,  $a_2 = 5 \text{ м/с}^2$ ;  
г)  $t = 0$ ,  $v_1 = v_2 = 3 \text{ м/с}$ ,  $a_1 = -6 \text{ м/с}^2$ ,  $a_2 = 2 \text{ м/с}^2$ .

4. Снаряд массой  $m = 100 \text{ кг}$  вылетел из орудия под углом  $\alpha = 30^{\circ}$  к горизонту с начальной скоростью  $v_0 = 600 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ . Найти: 1) модуль им-

пульса силы, действующей на снаряд во время полета; 2) изменение модуля импульса снаряда  $\Delta P$  за время его полета.

а)  $\Delta P = Ft = -6 \cdot 10^4 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ ; б)  $\Delta P = Ft = -9 \cdot 10^4 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ ;

в)  $\Delta P = Ft = -15 \cdot 10^4 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ ; г)  $\Delta P = Ft = -4 \cdot 10^4 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ .

5. Определить момент инерции  $J$  однородной прямоугольной пластинки массой 500г со сторонами  $a = 20$  см и  $b = 30$  см относительно оси, проходящей через геометрический центр пластинки параллельно большей ее стороне.

а)  $J = 2,58 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ; б)  $J = 1,94 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ; в)  $J = 1,67 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ;  
г)  $J = 2,13 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ .

6. Тело массой  $m = 100$  г, совершая затухающие колебания, за  $t_1 = 1$  мин потеряло 40 % своей энергии. Определить коэффициент сопротивления  $r$ .

а)  $r = 4,22 \cdot 10^{-4} \text{ кг/с}$ ; б)  $r = 8,54 \cdot 10^{-4} \text{ кг/с}$ ;  
в)  $r = 16,08 \cdot 10^{-4} \text{ кг/с}$ ; г)  $r = 2,17 \cdot 10^{-4} \text{ кг/с}$ .

7. Какова полная кинетическая энергия поступательного движения 2 моль идеального газа при температуре 27 °С?

а)  $E = 13226 \text{ Дж}$ ; б)  $E = 5800 \text{ Дж}$ ; в)  $E = 2748 \text{ Дж}$ ;  
г)  $E = 6400 \text{ Дж}$ ; д)  $E = 7479 \text{ Дж}$ ; е) нет правильного ответа.

8. Найти работу  $A$  расширения двухатомного идеального газа, которому при постоянном давлении сообщено количество теплоты  $Q = 4,9$  кДж.

а)  $A = 1 \text{ кДж}$ ; б)  $A = 2,7 \text{ кДж}$ ; в)  $A = 12 \text{ кДж}$ ; г)  $A = 3,1 \text{ кДж}$ ;  
д)  $A = 1,4 \text{ кДж}$ .

9. С обрыва в горизонтальном направлении бросают камень со скоростью 27 м/с. Через какое время касательное ускорение камня будет равно нормальному?

Ответ: [2,7 с]

10. В вертикальном закрытом цилиндре находится массивный поршень по обе стороны которого находится по одному молю воздуха. При  $T_1 = 300$  К отношение верхнего объема к нижнему равно  $\alpha_1 = 4$ . При какой температуре это отношение станет  $\alpha_2 = 3$ ? Трения нет.

Ответ:  $[T_2 = T_1 \frac{\alpha_1 - 1/\alpha_1}{\alpha_2 - 1/\alpha_2} \approx 420 \text{ K}]$

### Тестовое задание 6.

1. В какой из формул масса выступает как мера гравитационных свойств тела?

а)  $\vec{F} = \frac{d(m\vec{v})}{dt}$ ; б)  $F = G \frac{Mm}{r^2}$ ; в)  $\vec{p} = m\vec{v}$ ; г)  $\vec{F} = m\vec{a}$ ; д) нет правильного ответа.

2. Оцените массу атмосферного воздуха в помещении с объемом  $300 \text{ м}^3$  при нормальных условиях.

а)  $m = 388$  кг; б)  $m = 0,039$  кг; в)  $m = 38,8$  кг; г)  $m = 4$  кг;  
д)  $m = 0,3$  кг;

3. С какой по величине скоростью и по какому курсу должен лететь самолет, чтобы за 2 часа пролететь точно на север 720 км, если во время полета дует постоянный северо-западный ветер под углом  $30^\circ$  к меридиану со скоростью 36 км/ч?

а)  $v \approx 392$  км/ч,  $\alpha = 4,5^\circ$ ; б)  $v \approx 385$  км/ч,  $\alpha = 5^\circ$ ;  
в)  $v \approx 398$  км/ч,  $\alpha = 5,5^\circ$ ; г)  $v \approx 90$  км/ч,  $\alpha = 5,3^\circ$ .



4. Тело массой  $m = 1$  кг, двигаясь равномерно, описывает три четверти окружности радиусом  $R = 2$  м за время  $t = 6$  с. Найти изменение модуля импульса  $\Delta P$ .

а)  $\Delta P = 1,57 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ ; б)  $\Delta P = 1,14 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ ;

в)  $\Delta P = 1,98 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ ; г)  $\Delta P = 2,35 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ .

5. Найти момент инерции обруча радиусом  $R = 30$  см и массой  $m = 200$  г относительно оси, проходящей через его центр и лежащей в плоскости обруча.

а)  $J = 8,5 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ;

б)  $J = 9 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ;

в)  $J = 14,3 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ;

г)  $J = 6,7 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ .

6. Тело массой  $m = 0,6$  кг, подвешенное к пружине жесткостью  $k = 30$  Н/м, совершает в некоторой среде упругие колебания. Логарифмический декремент затухания  $\theta = 0,01$ . Определить время  $t_1$ , за которое амплитуда колебаний уменьшится в 3 раза и число полных колебаний  $N$ , которые должно совершить тело, чтобы прошло подобное уменьшение амплитуды.

а)  $t_1 = 220$  с;  $N = 246$ ; б)  $t_1 = 55$  с;  $N = 62$ ;

в)  $t_1 = 110$  с;  $N = 123$ ; г)  $t_1 = 330$  с;  $N = 482$ .

7. При какой температуре средняя квадратичная скорость молекул кислорода больше их наиболее вероятной скорости на 100 м/с.

а)  $T = 405$  К; б)  $T = 60$  К; в)  $T = 360$  К; г)  $T = 381$  К; д)  $T = 100$  К;

е) нет правильного ответа.

8. Азот массой  $m = 100$  г нагрет при постоянном давлении на  $\Delta T = 50$  К. Найти работу расширения газа и приращение  $\Delta U$  его внутренней энергии.

а)  $A = 14,8$  кДж,  $\Delta U = 37$  кДж; б)  $A = 12,1$  кДж,  $\Delta U = 37$  кДж;

- в)  $A = 14,8 \text{ кДж}$ ,  $\Delta U = 64 \text{ кДж}$ ; г)  $A = 15,2 \text{ кДж}$ ,  $\Delta U = 26 \text{ кДж}$ ;  
д)  $A = 10,8 \text{ кДж}$ ;  $\Delta U = 23 \text{ кДж}$ .

9. Тело начинает двигаться по окружности из состояния покоя с равномерно возрастающей скоростью. Сколько оборотов сделает тело к моменту, когда центростремительное ускорение станет равно тангенциальному?

Ответ: [ $n = 1/4\pi \approx 0,8$  оборота]

10. Внутри вертикального закрытого цилиндрического сосуда находится массивный поршень. Над поршнем и под поршнем находятся одинаковые массы одинакового газа. Сначала температура везде равна  $T_0$ , а отношение объемов под и над поршнем равно 1:2. Газ под поршнем нагревают, поддерживая температуру над поршнем постоянной. До какой температуры надо нагреть газ под поршнем чтобы отношение объемов поменялось на противоположное? Трения нет.

Ответ: [ $T = 3T_0$ ]

### Тестовое задание 7.

1. Какая из векторных физических величин всегда совпадает по направлению с вектором ускорения в классической механике?

а) сила; б) импульс; в) скорость; г) перемещение; д) нет правильного ответа.

2. Баллон вместимостью 40л содержит 2кг углекислого газа. Баллон выдерживает давление не выше  $3 \cdot 10^6$  Па. При какой температуре возникает опасность взрыва?

а)  $T = 50^\circ \text{C}$ ; б)  $T = 20^\circ \text{C}$ ; в)  $T = 0^\circ \text{C}$ ; г)  $T = -50^\circ \text{C}$ ;

3. Стрела пущена из лука вертикально вверх с начальной скоростью  $v_0 = 40$  м/с. Определить: 1) через какое время и с какой по величине скоростью стрела упадет на землю; какой путь будет пройден ею за это время; 2) через какое время она окажется на высоте  $h = 35$ м.

а)  $t = 5$  с,  $S = 170$  м,  $t_1 = 2$  с,  $t_2 = 9$  с;

- б)  $t = 7$  с,  $S = 165$  м,  $t_1 = 3$  с,  $t_2 = 4$  с;  
в)  $t = 8$  с,  $S = 160$  м,  $t_1 = 1$  с,  $t_2 = 7$  с;  
г)  $t = 6$  с,  $S = 180$  м,  $t_1 = 1,5$  с,  $t_2 = 6$  с.

4. Шар массой  $m = 500$  кг, падая с высоты  $h = 1$  м, ударяется о металлическую плиту. Определить среднее значение силы удара  $\langle F \rangle$ , если его длительность  $t = 0,01$  с. Удар считать абсолютно упругим.

- а)  $\langle F \rangle = 221$  кН; б)  $\langle F \rangle = 236$  кН; в)  $\langle F \rangle = 212$  кН; г)  $\langle F \rangle = 232$  кН;

5. На однородный сплошной цилиндрический вал радиусом  $R = 20$  см намотана невесомая нить, к концу которой подвешен груз массой  $m = 2$  кг. Груз, разматывая нить, опускается с ускорением  $a = 1$  м/с<sup>2</sup>. Определить момент инерции  $J$  вала и массу  $m_1$  вала.

- а)  $J = 0,7$  кг·м<sup>2</sup>;  $m_1 = 35$  кг; б)  $J = 0,7$  кг·м<sup>2</sup>;  $m_1 = 28$  кг;  
в)  $J = 0,9$  кг·м<sup>2</sup>;  $m_1 = 28$  кг; г)  $J = 0,9$  кг·м<sup>2</sup>;  $m_1 = 35$  кг.

6. Энергия затухающих колебаний маятника, происходящих в некоторой среде, за время  $t_1 = 2$  мин уменьшилась в  $N = 100$  раз. Определить коэффициент сопротивления, если масса маятника  $m = 0,1$  кг.

- а)  $r = 0,0066$  кг/с; б)  $r = 0,0248$  кг/с; в)  $r = 0,0038$  кг/с;  
г)  $r = 0,0126$  кг/с.

7. Плотность одного газа при давлении 400 кПа равна 1,6 кг/м<sup>3</sup>. Второй газ массой 2 кг занимает объем 10 м<sup>3</sup> при давлении 200 кПа. Во сколько раз средняя квадратичная скорость молекул второго газа больше, чем первого?

- а)  $\frac{v_{2к}}{v_{1к}} = 3$ ; б)  $\frac{v_{2к}}{v_{1к}} = 5$ ; в)  $\frac{v_{2к}}{v_{1к}} = 2$ ; г)  $\frac{v_{2к}}{v_{1к}} = 4$ ;

8. Найти работу, совершаемую при изотермическом расширении кислорода массой  $m = 20$  г, находящегося при температуре  $t = -20^\circ$  С, если его давление изменяется от  $P_1 = 500$  кПа до  $P_2 = 50$  кПа.

- а)  $A = 5 \text{ кДж}$ ; б)  $A = 8 \text{ кДж}$ ; в)  $A = 3 \text{ кДж}$ ; г)  $A = 2 \text{ кДж}$ ;  
 д)  $A = 2,6 \text{ кДж}$ .

9. Мальчик ростом 1,5 м бежит со скоростью 3 м/с под фонарем, который висит на высоте 3 м. С какой скоростью перемещается тень от головы мальчика?

Ответ: [6 м/с]

10. В баллоне объемом  $V = 7,5$  л при температуре  $T = 300$  К находится смесь идеальных газов:  $\nu_1 = 0,1$  моля кислорода,  $\nu_2 = 0,2$  моля азота и  $\nu_3 = 0,3$  моля углекислого газа. Найти давление и среднюю молярную массу смеси.

Ответ: [ $p = 2 \cdot 10^5$ ;  $M = 36,7$  г/моль]

### Тестовое задание 8.

1. Закон Гука выполняется для ...

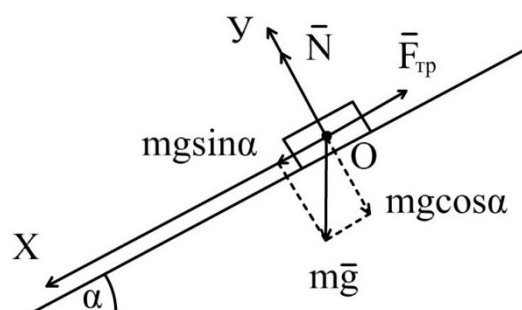
- а) абсолютно неупругих деформаций; б) пластичных деформаций;  
 в) абсолютно упругих деформаций; г) любых деформаций; д) нет правильного ответа.

2. Давление газа, масса которого 5 кг, молярная масса 40 г/моль при температуре 500 К, равно 150 кПа. Объем сосуда, в котором находится газ равен

- а)  $V = 3,46 \text{ м}^3$ ; б)  $V = 4,85 \text{ м}^3$ ; в)  $V = 48,5 \text{ м}^3$ ; г)  $V = 34,6 \text{ м}^3$ ;  
 д)  $V = 48,5 \text{ см}^3$ ;

3. Мяч брошен вертикально вверх. На высоте  $h = 6$  м он побывал дважды с интервалом  $\Delta t = 3$  с. Определить начальную величину скорости мяча.

- а)  $v_0 = 18$  м/с; б)  $v_0 = 16$  м/с; в)  $v_0 = 17$  м/с; г)  $v_0 = 19$  м/с.



4. Тело движется вниз равно ускоренно по наклонной плоскости, и зависимость пройденного пути от времени задается уравнением  $S = 2t + 1,6t^2$ . Найти коэффициент трения  $\mu$  тела о плоскость, если угол наклона плоскости к горизонту равен  $30^\circ$ .

а)  $\mu = 0,4$ ; б)  $\mu = 0,1$ ; в)  $\mu = 0,2$ ; г)  $\mu = 0,8$ .

5. Кинетическая энергия вращающегося с частотой  $n_1 = 3 \text{ с}^{-1}$  маховика равна  $8,4 \text{ кДж}$ . Во сколько раз увеличится частота вращения маховика за время  $t = 5 \text{ с}$ , если на маховик начнет действовать ускоряющий момент силы  $M = 100 \text{ Н} \cdot \text{м}$ ?

а)  $\frac{n_2}{n_1} = 3.25$ ; б)  $\frac{n_2}{n_1} = 7.84$ ; в)  $\frac{n_2}{n_1} = 6.61$ ; г)  $\frac{n_2}{n_1} = 5.68$ .

6. Найти период  $T$  затухающих колебаний математического маятника длиной  $l = 1 \text{ м}$ , если известен логарифмический декремент затухания  $\theta = 0,6$ .

а)  $T = 2 \text{ с}$ ; б)  $T = 3,2 \text{ с}$ ; в)  $T = 1 \text{ с}$ ; г)  $T = 1,4 \text{ с}$ .

7. При повышении температуры газа на  $100 \text{ К}$  средняя квадратичная скорость его молекул возросла от  $300$  до  $500 \text{ м/с}$ . На сколько еще градусов надо поднять температуру, чтобы средняя квадратичная скорость возросла до  $700 \text{ м/с}$ ?

а)  $\Delta T = 50 \text{ К}$ ; б)  $\Delta T = 100 \text{ К}$ ; в)  $\Delta T = 150 \text{ К}$ ; г)  $\Delta T = 250 \text{ К}$ ; д) нет правильного ответа

8. Баллон емкостью  $V = 20 \text{ л}$  с кислородом при давлении  $P_1 = 10 \text{ МПа}$  и температуре  $t_1 = 7^\circ \text{С}$  нагревается до  $t_2 = 27^\circ \text{С}$ . Какое количество теплоты при этом поглощает газ?

а)  $Q = 307 \text{ кДж}$ ; б)  $Q = 327 \text{ кДж}$ ; в)  $Q = 347 \text{ кДж}$ ;  
г)  $Q = 387 \text{ кДж}$ ; д)  $Q = 357 \text{ кДж}$ .

9. Из одной и той же точки, находясь над поверхностью земли, одновременно бросают два камня с одинаковыми начальными скоростями  $v_0 = 10$  м/с: один – вертикально вверх, другой – под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту. Определить расстояние между камнями через  $t = 2$  с после броска.

Ответ: [20 м]

10. В сосуде находится смесь:  $m_1 = 7$  г азота и  $m_2 = 11$  г углекислого газа при температуре  $T = 290$  К и давлении  $p = 1$  атм. Найти плотность этой смеси.

Ответ:  $\left[ \rho = \frac{p(m_1 + m_2)}{RT \left( \frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} \right)} = 1,5 \text{ кг/м}^3 \right]$

### Тестовое задание 9.

1. Единицей измерения работы в системе СИ является:

а) Дж/с; б) Дж; в) Вт; г) Вт/с; д) нет правильного ответа.

2. Найти число молекул газа, находящегося в сосуде объемом  $V = 0,5$  л при нормальных условиях.

а)  $N = 0,52 \cdot 10^{22}$ ; б)  $N = 1,31 \cdot 10^{22}$ ; в)  $N = 1,41 \cdot 10^{22}$ ;  
г)  $N = 2,21 \cdot 10^{22}$ ; д)  $N = 1,25 \cdot 10^{22}$ .

3. Кинематическое уравнение движения материальной точки по прямой (ось  $x$ ) имеет вид  $x(t) = A + Bt + Ct^2$ , где  $A = 5$  м,  $B = 4$  м/с,  $C = -1$  м/с<sup>2</sup>. Необходимо: Определить среднюю скорость  $\langle v_x \rangle$  за интервал времени от  $t_1 = 1$  с до  $t_2 = 6$  с и найти среднюю путевую скорость  $\langle v \rangle$  за тот же интервал времени.

а)  $\langle v_x \rangle = -4$  м/с,  $\langle v \rangle = 3,5$  м/с;  
б)  $\langle v_x \rangle = -3$  м/с,  $\langle v \rangle = 3,4$  м/с;  
в)  $\langle v_x \rangle = -5$  м/с,  $\langle v \rangle = 3,2$  м/с;  
г)  $\langle v_x \rangle = -2$  м/с,  $\langle v \rangle = 3,8$  м/с.

4. Движение материальной точки массой  $m = 0,25$  кг описывается уравнением  $\vec{r} = A \sin \omega t \vec{i} + A \cos \omega t \vec{j}$ , где  $A = 2$  м;  $\omega = 0,7 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$ ;  $\vec{i}$  и  $\vec{j}$  – орты координатных осей  $x$  и  $y$ . Определить путь  $S$ , пройденный точкой за время  $t_1 = 8$  с, и величину силы  $\vec{F}$ , действующей на точку в конце указанного промежутка времени.

- а)  $S = 11,2$  м ;  $F = 0,245$  Н; б)  $S = 13,4$  м ;  $F = 0,295$  Н;  
в)  $S = 12,5$  м ;  $F = 0,273$  Н; г)  $S = 10,8$  м ;  $F = 0,225$  Н.

5. Через блок массой  $m_0 = 300$  г, укрепленный на горизонтальной оси, проходящей через его центр, перекинута нить, к которой прикреплены грузы  $m_1 = 300$  г и  $m_2 = 200$  г. Блок считать однородным диском ( $R = 20$  см). Найти величину ускорения грузов.

- а)  $a = 2,36$  м/с<sup>2</sup>; б)  $a = 1,15$  м/с<sup>2</sup>; в)  $a = 1,63$  м/с<sup>2</sup>;  
г)  $a = 1,54$  м/с<sup>2</sup>.

6. Определить период колебаний  $T$  математического маятника с длиной нити  $l = 0,8$  м, поднимающегося вверх с ускорением  $a = 2$  м/с<sup>2</sup>.

- а)  $T = 2,2$  с; б)  $T = 3,8$  с; в)  $T = 1,6$  с; г)  $T = 0,9$  с.

7. Газ находится в цилиндре с подвижным поршнем и при температуре 300 К занимает объем 250 см<sup>3</sup>. Какой объем (в см<sup>3</sup>) займет газ, если температура понизится до 270 К? Давление постоянно.

- а)  $V = 420$  см<sup>3</sup>; б)  $V = 150$  см<sup>3</sup>; в)  $V = 225$  см<sup>3</sup>; г)  $V = 200$  см<sup>3</sup>;  
д) нет правильного ответа

8. Найти среднюю квадратичную скорость молекул идеального газа, если известна работа его изотермического расширения от объема  $V_1$  до  $V_2 = 4V_1$ , равная  $A = 600$  Дж. Масса газа  $m = 20$  г.

а)  $v_{кв} = 222 \frac{м}{с}$ ; б)  $v_{кв} = 188 \frac{м}{с}$ ; в)  $v_{кв} = 255 \frac{м}{с}$ ; г)  $v_{кв} = 264 \frac{м}{с}$ ;

д)  $v_{кв} = 301 \frac{м}{с}$ .

9. На нити, выдерживающей силу натяжения 10 Н, поднимают груз массой 500 г из состояния покоя вертикально вверх. Считая движение равноускоренным, а силу сопротивления движению постоянной и равной 1 Н, найти предельную высоту, на которую можно поднять груз за 1 с.

Ответ: [ $h = 3,92$  м]

10. Сосуд объемом  $V = 20$  л содержит смесь водорода и гелия при температуре  $t = 20$  °С и давлении  $p = 2$  атм. Масса смеси  $m = 5$  г. Найти отношение массы водорода к массе гелия в смеси.

Ответ: [0,5]

### Тестовое задание 10.

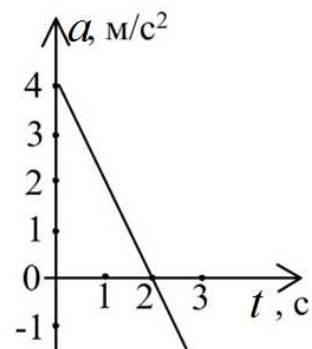
1. Укажите формулу потенциальной энергии упруго деформированного тела:

а)  $W = \frac{kx^2}{2}$ ; б)  $W = mgh$ ; в)  $W = -kx$ ; г)  $W = G \frac{Mm}{r}$ ;

2. В цилиндр длиной  $l_1 = 1,5$  м и площадью  $S = 100$  см<sup>2</sup>, заполненный идеальным газом при нормальном давлении, начали медленно вдвигать поршень. Определить величину силы, действующую на поршень, если его остановить на расстоянии  $l_2 = 15$  см от дна цилиндра.

а)  $F = 12$  кН; б)  $F = 1,6$  кН; в)  $F = 0,1$  кН;  
г)  $F = 8$  кН; д)  $F = 10$  кН.

3. На рисунке представлена зависимость ускорения  $a$  от времени  $t$  для материальной точки, движущейся прямолинейно. Определить величину скорости  $v$  и координату  $x$  точки через  $t = 3$  с после начала





движения. В какой момент времени  $t_1$  точка изменит направление движения?

- а)  $v = 4$  м/с,  $x = 10$  м,  $t_1 = 5$  с; б)  $v = 5$  м/с,  $x = 11$  м,  $t_1 = 6$  с;  
в)  $v = 6$  м/с,  $x = 12$  м,  $t_1 = 7$  с; г)  $v = 3$  м/с,  $x = 9$  м,  $t_1 = 4$  с.

4. На железнодорожной платформе, движущейся со скоростью  $v_0 = 3,6$  км/ч, укреплено орудие. Масса платформы с орудием  $M = 1$  т. Ствол орудия направлен в сторону движения платформы и приподнят над горизонтом на угол  $\alpha = 60^\circ$ . Найти модуль скорости снаряда  $v'$  ( $m = 10$  кг) относительно платформы, если после выстрела величина скорости платформы уменьшилась в  $n = 2$  раза.

- а)  $v' = 110 \frac{M}{c}$ ; б)  $v' = 114 \frac{M}{c}$ ; в)  $v' = 96 \frac{M}{c}$ ; г)  $v' = 101 \frac{M}{c}$ .

5. Найти момент инерции  $J$  прямоугольника, сделанного из проволоки, со сторонами  $a = 20$  см и  $b = 10$  см относительно оси, лежащей в плоскости прямоугольника и проходящей через середины больших сторон. Масса прямоугольника  $m_0 = 0,3$  кг.

- а)  $J = 4,7$  кг·м<sup>2</sup>; б)  $J = 3,7$  кг·м<sup>2</sup>; в)  $J = 2,7$  кг·м<sup>2</sup>;  
г)  $J = 1,667$  кг·м<sup>2</sup>;

6. Обруч диаметром  $D = 56,5$  см висит на гвозде, вбитом в стенку, и совершает малые колебания в плоскости, параллельной стене. Найти период колебаний  $T$  обруча.

- а)  $T = 0,5$  с; б)  $T = 1,5$  с; в)  $T = 1,5$  с; г)  $T = 10,5$  с.

7. Газ охладили при постоянном объеме от  $127^\circ\text{C}$  до  $27^\circ\text{C}$ . На сколько процентов надо после этого уменьшить объем газа в изотермическом процессе, чтобы давление стало равно первоначальному?

- а) 25%; б) 125%; в) 100%; г) 75%; д) 50%;  
е) нет правильного ответа.

8. Азот массой  $m = 20\text{ г}$  при температуре  $T_1 = 293\text{ К}$  был сжат адиабатически. Объем газа уменьшился в  $n = 5$  раз. Найти температуру газа  $T_2$  после сжатия.

а)  $T_2 = 228\text{ К}$ ; б)  $T_2 = 336\text{ К}$ ; в)  $T_2 = 558\text{ К}$ ; г)  $T_2 = 634\text{ К}$ ; д)  $T_2 = 524\text{ К}$ .

9. Тело массой  $m = 100\text{ г}$  падает с высоты  $h = 20\text{ м}$  за время  $t = 2,5\text{ с}$ . Определить среднюю за время падения силу сопротивления воздуха.

Ответ:  $[F = m(g - 2h/t^2) = 0,36\text{ Н}]$

10. Два одинаковых баллона соединены трубкой с клапаном, пропускающим газ из одного баллона в другой при разности давлений  $\Delta p > 1,1\text{ атм}$ . Сначала в одном баллоне был вакуум, а в другом – идеальный газ при температуре  $t_1 = 27\text{ }^\circ\text{С}$  и давлении  $p_1 = 1\text{ атм}$ . Затем оба баллона нагрели до температуры  $t_2 = 107\text{ }^\circ\text{С}$ . Найти давление в баллоне, где был вакуум.

Ответ:  $[p = \frac{1}{2} \left( \frac{p_1 T_2}{T_1} - \Delta p \right) = 10\text{ кПа}]$

### Тестовое задание 11.

1. Какая из приведенных формул определяет мгновенную мощность ( $P$ ) ( $A$  – работа,  $F$  – сила,  $t$  – время,  $S$  – путь)?

а)  $P = \frac{A}{t}$ ; б)  $P = \frac{dA}{dt}$ ; в)  $P = \frac{dS}{dt}$ ; г)  $P = \frac{A \cdot F}{t}$ ;

2. Идеальный газ находится в сосуде при температуре  $t_1 = 20\text{ }^\circ\text{С}$ . При нагревании газа до температуры  $t_2$  его давление возросло в 1,5 раза. Найти температуру газа  $t_2$ .

а)  $t_2 = 167,5\text{ }^\circ\text{С}$ ; б)  $t_2 = 156,7\text{ }^\circ\text{С}$ ; в)  $t_2 = 166,5\text{ }^\circ\text{С}$ ;  
г)  $t_2 = 135,8\text{ }^\circ\text{С}$ ; д)  $t_2 = 182,3\text{ }^\circ\text{С}$ .

3. С башни горизонтально брошено тело со скоростью  $v_0 = 25$  м/с. Найти скорость тела  $v$ , тангенциальное  $a_\tau$ , нормальное  $a_n$  и полное  $a$  ускорения тела в конце третьей секунды, а также радиус кривизны траектории  $R$  в точке, соответствующей этому времени. Сопротивлением воздуха пренебречь.

а)  $v = 39$  м/с,  $a_\tau = 7,7$  м/с<sup>2</sup>,  $a_n = 6,4$  м/с<sup>2</sup>,  $a = 10$  м/с,  $R = 238$  м;

б)  $v = 35$  м/с,  $a_\tau = 7,9$  м/с<sup>2</sup>,  $a_n = 6,6$  м/с<sup>2</sup>,  $a = 13$  м/с,  $R = 242$  м;

в)  $v = 33$  м/с,  $a_\tau = 7,6$  м/с<sup>2</sup>,  $a_n = 6,2$  м/с<sup>2</sup>,  $a = 8$  м/с,  $R = 232$  м;

г)  $v = 40$  м/с,  $a_\tau = 7,1$  м/с<sup>2</sup>,  $a_n = 6,7$  м/с<sup>2</sup>,  $a = 12$  м/с,  $R = 240$  м.

4. Снаряд, летящий на высоте  $H = 40$  м горизонтально со скоростью  $v = 100$  м/с, разрывается на две равные части. Одна часть снаряда спустя время  $t = 1$  с падает на землю точно под местом взрыва. Определить величину скорости другой части снаряда сразу после взрыва.

а)  $v_2 = 202 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ; б)  $v_2 = 214 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ; в)  $v_2 = 220 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ; г)  $v_2 = 230 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

5. Человек массой  $m_0 = 60$  кг находится на неподвижной платформе массой  $M = 100$  кг. С какой частотой  $n$  будет вращаться платформа, если человек будет двигаться по окружности радиусом  $r = 5$  м вокруг оси вращения? Скорость движения человека относительно платформы  $v_0 = 4$  км/ч. Радиус платформы  $R = 10$  м. Считать платформу однородным диском, а человека - точечной массой.

а)  $n = 0,2$  об/мин; б)  $n = 22$  об/мин; в)  $n = 0,8$  об/мин;

г)  $n = 0,49$  об/мин.

6. На концах невесомого вертикального стержня укреплены два груза. Центр масс грузов находится ниже середины стержня на расстоянии  $d = 5$  см. Найти длину стержня  $l$ , если известно, что период малых колебаний стержня с грузами вокруг горизонтальной оси, проходящей через его середину,  $T = 2$  с. Массой стержня пренебречь по сравнению с массой грузов.

а)  $l = 1,14\text{ м}$ ; б)  $l = 0,446\text{ м}$ ; в)  $l = 0,14\text{ м}$ ; г)  $l = 4,14\text{ м}$ .

7. Резиновую лодку надули утром, когда температура воздуха была  $7\text{ }^\circ\text{С}$ . На сколько процентов увеличилось давление воздуха в лодке, если днем он прогрелся под лучами солнца до  $21\text{ }^\circ\text{С}$ ? Объем лодки не изменился.

а) 25%; б) 10%; в) 5%; г) 20%; д) 15%;

8. Азот, занимавший объем  $V_1 = 6\text{ л}$ , адиабатически сжимался до объема  $V_2 = 3\text{ л}$ . При этом давление повысилось до  $P_2 = 1,5\text{ МПа}$ . Найти давление газа до сжатия.

а)  $P_1 = 0,34\text{ МПа}$ ; б)  $P_1 = 0,46\text{ МПа}$ ; в)  $P_1 = 0,73\text{ МПа}$ ;  
г)  $P_1 = 0,57\text{ МПа}$ ; д)  $P_1 = 1,27\text{ МПа}$ .

9. Веревка длиной  $L = 12\text{ м}$  и массой  $m = 6\text{ кг}$  перекинута через невесомый блок. Какова сила натяжения веревки в ее середине в тот момент, когда длина веревки по одну сторону от блока равна  $l = 8\text{ м}$ ?  
Ответ: [ $F = mg(1 - l/L) = 20\text{ Н}$ ]

10. В вертикальном цилиндрическом сосуде под подвижным поршнем находится 2 моля гелия и 1 моль молекулярного водорода. Температуру смеси увеличивают в два раза. При этом весь водород распадается на атомы. Во сколько раз увеличивается объем газа под поршнем?  
Ответ: [ $8/3$ ]

### Тестовое задание 12.

1. Момент инерции системы материальных точек определяется выражением ( $r$  – радиус,  $u$  – скорость,  $m$  – масса,  $p$  – импульс):

а)  $I = \sum_{i=1}^n m_i r_i^2$ ; б)  $I = \sum_{i=1}^n m_i u_i^2$ ; в)  $I = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n m_i u_i^2$ ; г)  $I = \sum_{i=1}^n p_i u_i^2$ ;

2. При нагревании газа на  $\Delta T = 10\text{К}$  его объем увеличился на  $1/250$  часть первоначального объёма. Найти начальную температуру газа, считая давление постоянным.

- а)  $T_1 = 2227\text{ К}$ ; б)  $T_1 = 2300\text{ К}$ ; в)  $T_1 = 2500\text{ К}$ ;  
г)  $T_1 = 2270\text{ К}$ ; д)  $T_1 = 2660\text{ К}$ .

3. Тело брошено вверх с высоты  $12\text{ м}$  под углом  $30^\circ$  к горизонту с начальной скоростью  $12\text{ м/с}$ . Определить продолжительность полета тела до точки  $A$  и до точки  $B$ , максимальную высоту, которой достигает тело, дальность полета тела. Сопротивление воздуха не учитывать.

- а)  $t_A = 1,5\text{ с}$ ,  $t_B = 2,4\text{ с}$ ,  $h_{\max} = 14,85\text{ м}$ ,  $x_{\max} = 24,8\text{ м}$ ;  
б)  $t_A = 1,22\text{ с}$ ,  $t_B = 2,29\text{ с}$ ,  $h_{\max} = 13,83\text{ м}$ ,  $x_{\max} = 23,8\text{ м}$ ;  
в)  $t_A = 1,7\text{ с}$ ,  $t_B = 2,5\text{ с}$ ,  $h_{\max} = 13,8\text{ м}$ ,  $x_{\max} = 24\text{ м}$ ;  
г)  $t_A = 1,42\text{ с}$ ,  $t_B = 2,32\text{ с}$ ,  $h_{\max} = 13,45\text{ м}$ ,  $x_{\max} = 23,1\text{ м}$ .

4. Тело скользит по наклонной плоскости, составляющей угол  $\alpha = 60^\circ$  с горизонтом. Зависимость пути  $S$  от времени  $t$  задается уравнением  $S = A + Bt + Ct^2$ , где  $A = 5\text{ м}$ ;  $B = -1\text{ м/с}$ ;  $C = 1,5\text{ м/с}^2$ . Найти коэффициент трения  $\mu$  тела о плоскость.

- а)  $\mu = 1,5$ ; б)  $\mu = 1,9$ ; в)  $\mu = 1,1$ ; г)  $\mu = 0,8$ .

5. Горизонтальная платформа массой  $m = 80\text{ кг}$  и радиусом  $R = 1\text{ м}$  вращается с частотой  $n_1 = 20\text{ об/мин}$ . В центре платформы стоит человек и держит в расставленных руках гири. Во сколько раз увеличилась кинетическая энергия  $W_K$  платформы с человеком если человек, опустив руки, уменьшит свой момент инерции от  $J_1 = 2,94$  до  $J_2 = 0,98\text{ кг}\cdot\text{м}^2$ ? Считать платформу однородным диском.

- а)  $\frac{W_{k2}}{W_{k1}} = 1,05$ ; б)  $\frac{W_{k2}}{W_{k1}} = 1,05$ ; в)  $\frac{W_{k2}}{W_{k1}} = 1,05$ ; г)  $\frac{W_{k2}}{W_{k1}} = 1,05$ .

6. Тонкий невесомый стержень длиной  $l = 0,5\text{ м}$  с грузиками на концах массами  $m_1 = m_2 = m$  колеблется около точки  $O$  на горизон-

тальной оси. Определить период колебаний такого маятника, если расстояние от точки  $O$  до центра инерции  $d = 0,1$  м.

- а)  $T = 3,2$  с;  $l_{np} = 1,14$  м;      б)  $T = 2,4$  с;  $l_{np} = 1,23$  м;  
 в)  $T = 0,7$  с;  $l_{np} = 0,26$  м;      г)  $T = 1,5$  с;  $l_{np} = 0,57$  м.

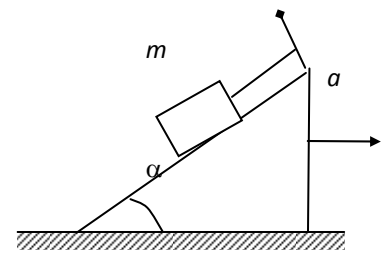
7. Сначала газ нагревают изохорно от 400 К до 600 К, а затем нагревают изобарно до температуры  $T$ . После этого газ приводят в исходное состояние в процессе, при котором давление уменьшается прямо пропорционально объему газа. Найдите температуру  $T$ .

- а)  $T = 200$  К;   б)  $T = 400$  К;   в)  $T = 600$  К;   г)  $T = 900$  К;  
 д)  $T = 1000$  К;   е) .

8. Объем газа при адиабатическом расширении увеличился в два раза, а температура уменьшилась в 1,32 раза. Найти число степеней свободы молекул этого газа.

- а)  $i = 2$  ;   б)  $i = 3$  ;   в)  $i = 4$  ;   г)  $i = 5$  ;   д)  $i = 6$  .

9. На плоскости с углом наклона  $\alpha$  лежит брусок массой  $m$  (рис. 7.9), привязанный нитью к плоскости. Наклонная плоскость движется вправо с ускорением  $a$ . Найти силу натяжения нити и силу давления бруска на плоскость (см. рисунок).



Ответ:  $[T = m(g \sin \alpha + a \cos \alpha); N = m(g \cos \alpha - a \sin \alpha); a_1 = g \cdot \operatorname{ctg} \alpha]$

10. Некоторое количество водорода находится в закрытом сосуде при температуре 200 К и давлении 400 Па. Газ нагрели до такой температуры, что его молекулы практически полностью распались на атомы. При этом давление газа стало равно 40 кПа. Во сколько раз при этом возросла средняя квадратичная скорость движения частиц газа?

Ответ: [10]

### Тестовое задание 13.

1. Газ называется идеальным, если:

а) массой и формой молекул можно пренебречь; б) размерами и формой молекул можно пренебречь; в) молекулы можно считать материальными точками, взаимодействием которых на расстоянии можно пренебречь; г) массой и взаимодействием молекул можно пренебречь;

2. Сосуд ёмкостью  $V = 10$  л, заполненный воздухом при температуре  $500$  К, соединяется трубкой с чашкой, в которой находится ртуть. Найти количество ртути  $\Delta m$ , перешедшей в сосуд при остывании воздуха в нем до  $300$  К.

а)  $\Delta m = 53,4$  кг; б)  $\Delta m = 54,6$  кг; в)  $\Delta m = 52,5$  кг; г)  $\Delta m = 54,4$  кг;  
д)  $\Delta m = 54$  кг.

3. Тело брошено вверх с высоты  $12$  м под углом  $30^\circ$  к горизонту с начальной скоростью  $12$  м/с. Найти в момент приземления тела следующие величины: скорость и угол падения тела, тангенциальное и нормальное ускорение тела и радиус кривизны траектории.

а)  $v_B = 19,6$  м/с,  $\beta = 58^\circ 56'$ ,  $a_\tau = 8,5$  м/с<sup>2</sup>,  $a_n = 5,45$  м/с<sup>2</sup>,  $R = 73,47$  м;  
б)  $v_B = 19,8$  м/с,  $\beta = 57^\circ 4'$ ,  $a_\tau = 8,7$  м/с<sup>2</sup>,  $a_n = 5,65$  м/с<sup>2</sup>,  $R = 74,87$  м;  
в)  $v_B = 19,1$  м/с,  $\beta = 58^\circ 49'$ ,  $a_\tau = 8,2$  м/с<sup>2</sup>,  $a_n = 5,72$  м/с<sup>2</sup>,  $R = 73,74$  м;  
г)  $v_B = 19,48$  м/с,  $\beta = 57^\circ 46'$ ,  $a_\tau = 8,3$  м/с<sup>2</sup>,  $a_n = 5,23$  м/с<sup>2</sup>,  $R = 72,56$  м.

4. Шарик массой  $m = 0,2$  кг, подвешенный на нити длиной  $l = 1$  м, совершает колебания в вертикальной плоскости. Найти угол  $\alpha$  отклонения нити от вертикали, при котором кинетическая энергия шарика в его нижнем положении  $E_k = 1,6$  Дж. Чему равно отношение модулей сил натяжения нити в нижнем и верхнем положениях?

а)  $\alpha = \arccos(0,8) \approx 36,9^\circ$ ;  $\frac{T_1}{T_2} = 14,2$ ;

б)  $\alpha = \arccos(0,6) \approx 53,1^\circ; \frac{T_1}{T_2} = 13,8;$

в)  $\alpha = \arccos(0,4) \approx 66,5^\circ; \frac{T_1}{T_2} = 13,5;$

г)  $\alpha = \arccos(0,2) \approx 78,5^\circ; \frac{T_1}{T_2} = 13,1.$

5. Горизонтальная платформа массой  $m = 80$  кг и радиусом  $R = 1$  м вращается с частотой  $n_1 = 20$  об/мин. В центре платформы стоит человек и держит в расставленных руках гири. С какой частотой  $n_2$ , будет вращаться платформа, если человек, опустив руки, уменьшит свой момент инерции от  $J_1 = 2,94$  до  $J_2 = 0,98$  кг·м<sup>2</sup>? Считать платформу однородным диском.

а)  $n_2 = 22$  об/мин; б)  $n_2 = 22$  об/мин; в)  $n_2 = 22$  об/мин;

г)  $n_2 = 22$  об/мин.

6. Шарик массой  $m = 20$  г колеблется с периодом  $T = 2$  с. В начальный момент времени шарик обладал энергией  $E = 0,01$  Дж и находился от положения равновесия на расстоянии  $x_1 = 0,25$  м. Написать уравнение гармонических колебаний шарика.

а)  $x = 0,63 \cos \pi(t + 0,8)$  м; б)  $x = 0,41 \cos \pi(t + 0,5)$  м;

в)  $x = 0,32 \cos \pi(t + 0,3)$  м; г)  $x = 0,27 \cos \pi(t + 0,2)$  м.

7. Два сосуда соединены тонкой трубкой с краном. В первом сосуде объемом  $15$  дм<sup>3</sup> находится газ под давлением  $2$  атм., во втором - такой же газ под давлением  $10$  атм. Если открыть кран, то в обоих сосудах устанавливается давление  $4$  атм. Найдите объем (в дм<sup>3</sup>) второго сосуда. Температура постоянна.

а)  $V = 6$  дм<sup>3</sup>; б)  $V = 5,2$  дм<sup>3</sup>; в)  $V = 3,7$  дм<sup>3</sup>; г)  $V = 4,8$  дм<sup>3</sup>;

д) нет правильного ответа.

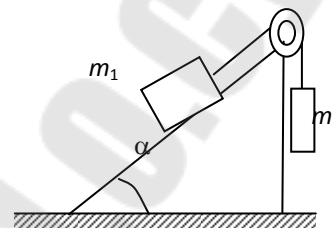
8. Температура пара, поступающего в паровую машину,  $t_1 = 127^\circ\text{C}$ ; температура в холодильнике  $t_2 = 27^\circ\text{C}$ . Определить теор-



ретически максимальную работу при затрате количества теплоты  $Q_1 = 4,2 \text{ кДж}$

- а)  $A = 0,95 \text{ кДж}$ ; б)  $A = 2,25 \text{ кДж}$ ; в)  $A = 1,65 \text{ кДж}$ ; г)  $A = 1,45 \text{ кДж}$ ;  
д)  $A = 1,05 \text{ кДж}$ .

9. Два тела с массами  $m_1 = 2 \text{ кг}$  и  $m_2 = 1 \text{ кг}$  связаны нитью, перекинутой через блок. Тело  $m_1$  лежит на наклонной плоскости с углом наклона  $\alpha = 20^\circ$ , а тело  $m_2$  висит на нити (см. рисунок). Коэффициент трения  $\mu = 0,1$ . Найти ускорение тел.



Ответ:  $[a = g(m_2 - m_1 \sin \alpha - \mu m_1 \cos \alpha) / (m_1 + m_2) \approx 0,43 \text{ м/с}^2]$

10. В вертикальном цилиндрическом сосуде под тяжелым поршнем находится идеальный газ массой  $m$  и молярной массой  $M$ . Поршень связан с дном сосуда пружиной жесткости  $k$ . При температуре  $T_1$  поршень находится на высоте  $h_1$  от дна. При какой температуре поршень будет на высоте  $h_2$ ?

Ответ:  $[T_2 = T_1 \frac{h_2}{h_1} + \frac{kMh_2(h_2 - h_1)}{mR}]$

#### Тестовое задание 14.

1. Из барометрической формулы следует, что давление газа в поле тяготения Земли

- а) Растет с высотой по экспоненциальному закону; б) Убывает с высотой по экспоненциальному закону; в) Растет пропорционально высоте; г) Убывает пропорционально высоте;

2. В оболочке сферического аэростата находится газ объемом  $V_1 = 1000 \text{ м}^3$ , заполняющий оболочку лишь частично. На сколько увеличится подъемная сила аэростата, если газ в нем нагреть от  $T_1 = 273 \text{ К}$  до  $T_2 = 300 \text{ К}$ ? Давление газа в оболочке и в окружающей среде постоянно и равно нормальному атмосферному давлению.

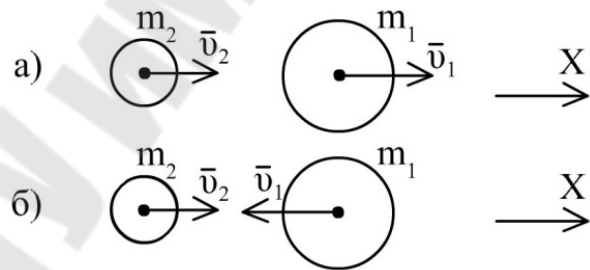
- а)  $\Delta F = 2,28 \text{ кН}$ ; б)  $\Delta F = 1,28 \text{ кН}$ ; в)  $\Delta F = 1,34 \text{ кН}$ ;  
 г)  $\Delta F = 1,08 \text{ кН}$ ; д)  $\Delta F = 1,24 \text{ кН}$ .

3. Найти модули скорости и ускорения точки в момент времени  $t = 2 \text{ с}$ , если точка движется по закону  $\vec{r}(t) = (A + Bt)\vec{i} + (Ct + Dt^2)\vec{j}$ , где  $A = -9 \text{ м}$ ,  $B = 3 \text{ м/с}$ ,  $C = 4 \text{ м/с}$ ,  $D = -1 \text{ м/с}^2$ .

- а)  $v = 9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ,  $a = -2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ ; б)  $\vec{v} = 7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ,  $a = -1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ ;  
 в)  $\vec{v} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ,  $a = -4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ ; г)  $\vec{v} = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ,  $a = -3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ .

4.

2.24. Два шара массами  $m_1 = 6 \text{ кг}$  и  $m_2 = 4 \text{ кг}$  движутся со скоростями  $v_1 = 5 \text{ м/с}$  и  $v_2 = 12 \text{ м/с}$  и сталкиваются друг с другом. Найти величину скорости шаров после удара, считая удар прямым и неупругим, в случаях, когда: 1) второй шар догоняет первый; 2) шары движутся навстречу друг другу.



- а) 1)  $u = 7,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ; 2)  $u = 1,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ; б) 1)  $u = 7,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ; 2)  $u = 1,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ;  
 в) 1)  $u = 8,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ; 2)  $u = 2,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ; г) 1)  $u = 8,7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ; 2)  $u = 2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

5. Горизонтальная платформа массой  $m = 100 \text{ кг}$  вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через центр платформы, с частотой  $n_1 = 10 \text{ об/мин}$ . Человек массой  $m_0 = 60 \text{ кг}$  стоит при этом на краю платформы. С какой частотой  $n_2$  начнет вращаться платформа, если человек перейдет от края платформы к ее центру? Считать платформу однородным диском, а человека - точечной массой.

- а)  $n_2 = 22$  об/мин; б)  $n_2 = 16$  об/мин; в)  $n_2 = 28$  об/мин;  
г)  $n_2 = 32$  об/мин.

6. Физический маятник в виде тонкого однородного стержня совершает гармонические колебания вокруг неподвижной оси, проходящей через точку подвеса  $O$ , находящуюся от центра масс  $C$  на расстоянии  $x = 28,9$  см. Определить длину стержня, если циклическая частота колебаний максимальна.

- а)  $l = 1$  м; б)  $l = 2$  м; в)  $l = 4$  м; г)  $l = 8$  м.

7. На какой глубине объем пузырька воздуха, поднимающегося со дна водоема, в 2 раза меньше, чем на поверхности? Атмосферное давление 100 кПа. Температура в толще воды и у ее поверхности одинакова.

- а)  $h = 20$  м; б)  $h = 15$  м; в)  $h = 5$  м; г)  $h = 10$  м; д)  $h = 8$  м;  
е) нет правильного ответа.

8. Температура нагревателя тепловой машины 500 К. Температура холодильника 400 К. Определить КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно, и полезную мощность машины, если нагреватель каждую секунду передает ей 1675 Дж теплоты.

- а)  $N = 215$  Вт,  $\eta = 34\%$ ; б)  $N = 335$  Вт,  $\eta = 20\%$ ;  
в)  $N = 354$  Вт,  $\eta = 28\%$ ; г)  $N = 215$  Вт,  $\eta = 20\%$ ;  
д)  $N = 278$  Вт,  $\eta = 17\%$ .

9. Брусok толкнули со скоростью 10 м/с вверх вдоль доски, наклоненной под углом  $30^\circ$  к горизонту. Обрато он вернулся со скоростью 5 м/с. С какой скоростью вернется брусok, если его толкнуть с той же скоростью вдоль той же доски, наклоненной под углом  $45^\circ$  к горизонту?

Ответ: [ $v = 6,97$  м/с]

10. Два сосуда с одинаковым газом соединены трубкой с краном. В первом сосуде плотность газа равна  $\rho_1$ , во втором –  $\rho_2$ . Объем первого

сосуда в  $n$  раз больше объема второго. Какой станет плотность газа, если кран открыть?

Ответ:  $[\rho = \frac{n\rho_1 + \rho_2}{n+1}]$

### Тестовое задание 15.

1. При изотермическом изменении объема некоторой массы идеального газа его давление увеличилось вдвое. Как при этом изменится средняя квадратичная скорость молекул?

а) Не изменится; б) Возрастет в 2 раза; в) Возрастет в  $\sqrt{2}$ ; г) Уменьшится в 2 раза; д) Уменьшится в  $\sqrt{2}$  раза;

2. Два баллона ёмкостью  $V_1 = 2$  л и  $V_2 = 6$  л, в которых находятся различные газы, соединены трубкой с краном. Давление газа в первом баллоне  $P_1 = 0,2$  МПа, а во втором  $P_2 = 0,12$  МПа. Температура газов одинакова. Найти общее давление  $P$  в баллонах и парциальные давления  $P'_1$  и  $P'_2$  газов после открытия крана.

- а)  $P'_1 = 5 \cdot 10^4$  Па,  $P'_2 = 8 \cdot 10^4$  Па,  $P = 1,3 \cdot 10^5$  Па ;  
б)  $P'_1 = 5 \cdot 10^4$  Па,  $P'_2 = 8 \cdot 10^4$  Па,  $P = 1,3 \cdot 10^5$  Па ;  
в)  $P'_1 = 5 \cdot 10^4$  Па,  $P'_2 = 8 \cdot 10^4$  Па,  $P = 1,3 \cdot 10^5$  Па ;  
г)  $P'_1 = 5 \cdot 10^4$  Па,  $P'_2 = 8 \cdot 10^4$  Па,  $P = 1,3 \cdot 10^5$  Па ;  
д)  $P'_1 = 5 \cdot 10^4$  Па,  $P'_2 = 8 \cdot 10^4$  Па,  $P = 1,3 \cdot 10^5$  Па .

3. Радиус-вектор материальной точки, движущейся в поле тяготения Земли, описывается уравнением  $\vec{r} = v_0 t \vec{i} - \frac{gt^2}{2} \vec{j}$ , где  $v_0 = 76 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ;  $g$  – ускорение свободного падения;  $\vec{i}, \vec{j}$  – орты координатных осей  $X$  и  $Y$ . Определить момент времени  $t_1$  после начала движения, когда вектор скорости  $\vec{v}$  точки направлен под углом  $\alpha = 35^\circ$  к горизонту. Чему равна величина скорости  $v$  в этот момент времени?

- а)  $t_1 = 5,6 \text{ с}$ ,  $v = 93 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ ; б)  $t_1 = 5,8 \text{ с}$ ,  $v = 95 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ ;  
в)  $t_1 = 5,42 \text{ с}$ ,  $v = 92,8 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ ; г)  $t_1 = 5,2 \text{ с}$ ,  $v = 90 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ .

4. Принимая, что масса Земли неизвестна, определить высоту  $h$ , на которой ускорение свободного падения  $g_1$  будет в  $n = 3$  раза меньше, чем ускорение свободного падения у поверхности Земли  $g$ . Радиус Земли  $R_0 = 6,37 \cdot 10^6 \text{ м}$ .

- а)  $h = 4,4 \cdot 10^6 \text{ м}$ ; б)  $h = 4,1 \cdot 10^6 \text{ м}$ ; в)  $h = 4,8 \cdot 10^6 \text{ м}$ ; г)  $h = 4,65 \cdot 10^6 \text{ м}$ .

5. Горизонтальная платформа массой  $m = 100 \text{ кг}$  вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через центр платформы, с частотой  $n_1 = 10 \text{ об/мин}$ . Человек массой  $m_0 = 60 \text{ кг}$  стоит при этом на краю платформы. Какую работу  $A$  совершает человек при переходе от края платформы к ее центру? Радиус платформы  $R = 1,5 \text{ м}$ .

- а)  $n_2 = 22 \text{ об/мин}$ ; б)  $n_2 = 16 \text{ об/мин}$   
в)  $n_2 = 28 \text{ об/мин}$ ; г)  $n_2 = 32 \text{ об/мин}$ .

6. Складываются два гармонических колебания одного направления с периодами  $T_1 = T_2 = 2 \text{ с}$ , амплитудами  $A_1 = A_2 = 3 \text{ см}$  и начальными фазами  $\varphi_1 = \pi/2$  и  $\varphi_2 = \pi/3$ . Записать уравнение результирующих колебаний, найти амплитуду  $A$  и начальную фазу.

- а)  $A = 5,8 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ ;  $\varphi = 0,417\pi \text{ рад}$ ;  $x = 5,8 \cdot 10^{-2} \cos(\pi t + 0,417\pi) \text{ м}$ ;  
б)  $A = 6,6 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ ;  $\varphi = 0,203\pi \text{ рад}$ ;  $x = 6,6 \cdot 10^{-2} \cos(\pi t + 0,203\pi) \text{ м}$ ;  
в)  $A = 1,4 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ ;  $\varphi = 0,824\pi \text{ рад}$ ;  $x = 1,4 \cdot 10^{-2} \cos(\pi t + 0,824\pi) \text{ м}$ ;  
г)  $A = 3,2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ ;  $\varphi = 0,485\pi \text{ рад}$ ;  $x = 3,2 \cdot 10^{-2} \cos(\pi t + 0,485\pi) \text{ м}$ .

7. Чтобы охладить 2 л воды, взятой при  $80 \text{ }^\circ\text{С}$ , до  $60 \text{ }^\circ\text{С}$ , в нее добавляют холодную воду при  $10 \text{ }^\circ\text{С}$ . Какое количество холодной воды требуется добавить?

а)  $V = 0,8\text{ л}$ ; б)  $V = 1\text{ л}$ ; в)  $V = 1,2\text{ л}$ ; г)  $V = 0,6\text{ л}$ ; е) нет правильного ответа.

8. Кислород массой  $1\text{ кг}$  совершает цикл Карно. При изотермическом расширении газа его объем увеличивается в  $2$  раза, а при последующем адиабатическом расширении совершается работа  $3000\text{ Дж}$ . Определить работу, совершенную за цикл.

а)  $A = 983,2\text{ Дж}$ ; б)  $A = 800,4\text{ Дж}$ ; в)  $A = 741,5\text{ Дж}$ ; г)  $A = 878,8\text{ Дж}$ ; д)  $A = 831,6\text{ Дж}$ .

9. Наклонная плоскость разделена по длине на две равные части. Если тело отпустить без начальной скорости с самого верха, то оно доедет до низа с нулевой скоростью. Каков коэффициент трения между телом и плоскостью на нижней половине плоскости, если на верхней половине он равен  $\mu_1$ ? Угол наклона плоскости –  $\alpha$ .

Ответ:  $[\mu_2 = 2\text{tg}\alpha - \mu_1]$

10. В вертикальном цилиндре под поршнем площадью  $S$  находится  $\nu$  молей газа. При повышении температуры газа на  $\Delta T$  его объем увеличился на  $\Delta V$ . Найти массу поршня. Атмосферное давление  $p_A$ , трения нет.

Ответ:  $\left[ m = \frac{S}{g} \left( \frac{\nu R \Delta T}{\Delta V} - p_A \right) \right]$

### Тестовое задание 16.

1. Как измениться средняя квадратичная скорость теплового движения молекул идеального газа при увеличении абсолютной температуры газа в  $4$  раза

а) Увеличится в  $2$  раза; б) Увеличится в  $16$  раз; в) Увеличится в  $8$  раз; г) Увеличится в  $4$  раза;

2. В сосуде находится смесь водорода и кислорода, причем их массовые доли равны соответственно:  $w_1 = 2/7$  и  $w_2 = 5/7$ . Найти плот-

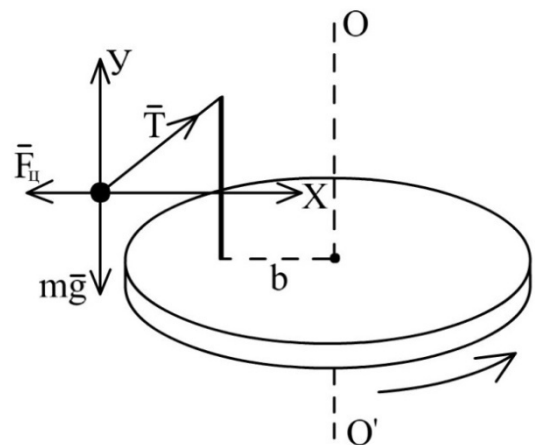
ность  $\rho$  смеси газов, если давление смеси  $P = 50$  кПа, а температура  $T = 273$  К.

- а)  $\rho = 0,16 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ;    б)  $\rho = 0,13 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ;    в)  $\rho = 0,23 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ;    г)  $\rho = 1,13 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ;  
 д)  $\rho = 1,3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ .

3. Точка начала двигаться по окружности радиусом  $0,6$  м с тангенциальным ускорением  $0,1$  м/с<sup>2</sup>. Чему равна величина нормального и полного ускорения в конце третьей секунды после начала движения? Чему равен угол между векторами полного и нормального ускорения в этот момент?

- а)  $a_n = 0,2$  м/с<sup>2</sup>,  $a = 0,25$  м/с<sup>2</sup>,  $\alpha = 34^\circ 25'$ ;  
 б)  $a_n = 0,15$  м/с<sup>2</sup>,  $a = 0,18$  м/с<sup>2</sup>,  $\alpha = 33^\circ 25'$ ;  
 в)  $a_n = 0,3$  м/с<sup>2</sup>,  $a = 0,27$  м/с<sup>2</sup>,  $\alpha = 35^\circ 45'$ ;  
 г)  $a_n = 0,19$  м/с<sup>2</sup>,  $a = 0,23$  м/с<sup>2</sup>,  $\alpha = 33^\circ 79'$ .

4. Вертикальный стержень укреплен на горизонтальном диске, вращающемся с частотой  $n = 0,8$  с<sup>-1</sup>. К вершине стержня привязан шарик на нити длиной  $l = 0,12$  м (см. рисунок). Определить расстояние  $b$  от стержня до оси вращения, если угол  $\alpha$  нити с вертикалью равен  $37^\circ$ .



- а)  $b = 0,29$  м;    б)  $b = 0,36$  м;  
 в)  $b = 0,14$  м;    г)  $b = 0,22$  м.

5. Горизонтальная поверхность массой  $m_1 = 250$  кг имеет форму диска радиусом  $R = 2,5$  м. Платформа может вращаться относительно оси, проходящей через ее центр. С какой по величине угловой скоростью  $\omega$  будет вращаться платформа, если вдоль ее края будет двигаться человек массой  $m_2 = 75$  кг со скоростью  $v = 2,5$  м/с относительно платформы? Найти угол поворота платформы, если человек сделает по платформе 1 оборот.

- а)  $\omega = 3,75 \cdot 10^{-2}$  рад/с;  $\varphi = 23,6$  рад;  
б)  $\omega = 23,8 \cdot 10^{-2}$  рад/с;  $\varphi = 1,84$  рад;  
в)  $\omega = 16,4 \cdot 10^{-2}$  рад/с;  $\varphi = 1,65$  рад; г)  $\omega = 37,5 \cdot 10^{-2}$  рад/с;  $\varphi = 2,36$  рад.

6. Через какую долю периода в первый раз от точки равновесия кинетическая энергия будет равна потенциальной?

- а)  $t = T/6$ ; б)  $t = T/8$ ; в)  $t = T/2$ ; г)  $t = T/4$ .

7. Для приготовления ванны, необходимо смешать холодную воду при  $11^\circ\text{C}$  с горячей водой при  $66^\circ\text{C}$ . Какое количество и той и другой воды необходимо взять для получения 110 л при  $36^\circ\text{C}$ ?

- а) 50 л и 60 л; б) 40 л и 70 л; в) 70 л и 40 л; г) 60 л и 50 л;  
д) 80 л и 30 л; е) нет правильного ответа.

8. Холодильная машина работает по обратимому циклу Карно в интервале температур  $t_1 = 27^\circ\text{C}$  и  $t_2 = -3^\circ\text{C}$ . Рабочее тело – азот, масса которого  $m = 0,2$  кг. Найти количество теплоты, отбираемое от охлажденного тела, и работу внешних сил за цикл, если максимальный объем больше минимального в 5 раз.

- а)  $Q_2 = 21,1$  кДж,  $A^* = 2,1$  кДж;  
б)  $Q_2 = 23,2$  кДж,  $A^* = 1,9$  кДж;  
в)  $Q_2 = 24,4$  кДж,  $A^* = 2,4$  кДж;  
г)  $Q_2 = 21,6$  кДж,  $A^* = 2,4$  кДж;  
д)  $Q_2 = 24,4$  кДж,  $A^* = 2,8$  кДж.

9. На наклонной плоскости лежит шайба. Угол наклона плоскости  $\alpha$ , коэффициент трения  $\mu$ , масса шайбы  $m$ . Известно, что  $\mu > \text{tg}\alpha$ . Какую горизонтальную силу  $F$ , направленную вдоль плоскости, параллельно нижнему ребру, надо приложить к шайбе, чтобы сдвинуть ее с места?

Ответ:  $[ F = mg \cos \alpha \sqrt{\mu^2 - \text{tg}^2 \alpha} ]$



10. В сосуде находится идеальный газ. Давление газа –  $p_0$ . Каким стало бы давление газа на стенки сосуда, если бы у половина падающих молекул, после соударений со стенками сосуда, их скорость становилась равной нулю?

Ответ:  $[3p_0/4]$

### Тестовое задание 17.

1. Какими эффектами в газе можно пренебречь для того, чтобы газ считался идеальным?

а) Взаимодействием на расстоянии; б) Внутренней энергией газа; в) Взаимодействием молекул при столкновении; г) Массами молекул; д) Столкновениями молекул;

2. Тепловая машина имеет КПД 40%. Каким станет КПД машины, если количество теплоты, потребляемое за цикл, увеличится на 20%, а количество теплоты, отдаваемое холодильнику, уменьшится на 10%?

а) 75% ; б) 55% в) 45%; г) 35%; д) нет правильного ответа.

3. Диск радиусом 10 см вращается вокруг неподвижной оси так, что зависимость угла поворота диска от времени задается уравнением  $\varphi = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$ , где  $B = 1$  рад/с,  $C = 1$  рад/с<sup>2</sup>,  $D = 0,5$  рад/с<sup>3</sup>. Определить для точек на ободу диска к концу второй секунды после начала движения величины: 1) угловой скорости; 2) углового ускорения ; 3) тангенциального ускорения  $a_\tau$ ; 4) нормальное ускорение  $a_n$ .

а)  $\omega = 11$  рад/с,  $\varepsilon = 8$  рад/с<sup>2</sup>,  $a_\tau = 0,8$  м/с<sup>2</sup>,  $a_n = 12,1$  м/с<sup>2</sup>;

б)  $\omega = 13$  рад/с,  $\varepsilon = 11$  рад/с<sup>2</sup>,  $a_\tau = 1,1$  м/с<sup>2</sup>,  $a_n = 12,3$  м/с<sup>2</sup>;

в)  $\omega = 9$  рад/с,  $\varepsilon = 5$  рад/с<sup>2</sup>,  $a_\tau = 0,6$  м/с<sup>2</sup>,  $a_n = 11,8$  м/с<sup>2</sup>;

г)  $\omega = 15$  рад/с,  $\varepsilon = 13$  рад/с<sup>2</sup>,  $a_\tau = 1,5$  м/с<sup>2</sup>,  $a_n = 12,6$  м/с<sup>2</sup>;

4. Определить работу сил поля тяготения при перемещении тела массой  $m = 12$  кг из точки 1, находящейся от центра Земли на расстоянии  $r_1 = 4R_0$ , в точку 2, находящуюся от ее центра на расстоянии  $r_2 = 2R_0$ , где  $R_0$  – радиус Земли.

- а)  $A_{12} = 180 \cdot 10^6$  Дж; б)  $A_{12} = 187 \cdot 10^6$  Дж;  
 в)  $A_{12} = 196 \cdot 10^6$  Дж; г)  $A_{12} = 204 \cdot 10^6$  Дж.

5. С наклонной плоскости высотой  $h = 7$  м, составляющей угол  $\alpha = 30^\circ$  с горизонтом, скатывается без скольжения шарик. Пренебрегая трением качения, определить время движения шарика по наклонной плоскости.

- а)  $t = 2,8$  с; б)  $t = 3,6$  с; в)  $t = 2,0$  с; г)  $t = 7,4$  с.

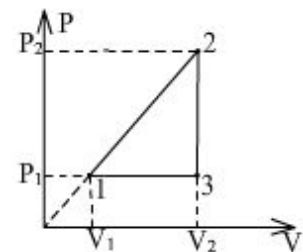
6. Материальная точка массой  $m = 50$  г совершает гармонические колебания согласно уравнению  $x = 0,1 \cos \frac{3\pi}{6} t$  м. Определить величину возвращающей силы  $F$  для момента времени  $t = 0,5$  с и полную энергию.

- а)  $F = 89,2$  мН;  $E = 3,46$  мДж; б)  $F = 54,2$  мН;  $E = 7,83$  мДж;  
 в)  $F = 63,4$  мН;  $E = 13,68$  мДж; г)  $F = 78,7$  мН;  $E = 5,55$  мДж.

7. В  $p, V$  координатах, где  $p$  - давление в килопаскалях, а  $V$  - объем в литрах, график циклического процесса в идеальном газе имеет вид прямых, соединяющих точки  $(100; 3)$ ,  $(200; 3)$  и  $(200; 5)$ . Определить работу газа за цикл.

- а)  $A = 400$  Дж; б)  $A = 80$  Дж; в)  $A = 100$  Дж; г)  $A = 200$  Дж;  
 д)  $A = 220$  Дж; е) нет правильного ответа.

8. Гелий массой  $m = 4$  г совершает цикл, изображенный на рисунке. Найти работу  $A$ , совершенную газом за один цикл, а также количество теплоты, принятое от нагревателя  $Q_1$  и переданное холодильнику  $Q_2$  за цикл, если  $P_1 = 200$  кПа,  $P_2 = 600$  кПа;  $V_1 = 1$  л,  $V_2 = 3$  л.



- а)  $A = 600$  Дж,  $Q_1 = 3200$  Дж,  $Q_2 = 2500$  Дж;  
 б)  $A = 820$  Дж,  $Q_1 = 3120$  Дж,  $Q_2 = 2300$  Дж;

- в)  $A = 910$  Дж,  $Q_1 = 3340$  Дж,  $Q_2 = 2330$  Дж;  
г)  $A = 400$  Дж,  $Q_1 = 3200$  Дж,  $Q_2 = 2800$  Дж;  
д)  $A = 400$  Дж,  $Q_1 = 3200$  Дж,  $Q_2 = 2300$  Дж.

9. Два тела, связанные нитью, движутся вниз с ускорением вдвое большим ускорения свободного падения. Во сколько раз сила натяжения нити, за которую тянут тела больше силы натяжения нити, связывающей тела? Масса нижнего тела в три раза больше массы верхнего.

Ответ:  $[T_1/T_2 = 4]$

10. Два сосуда, содержащие некоторые газы, соединены трубкой с краном. Давление в сосудах  $p_1$  и  $p_2$ , а число молекул  $N_1$  и  $N_2$  соответственно. Каким будет давление, если кран открыть. Температура неизменна.

Ответ:  $[p = \frac{p_1 p_2 (N_1 + N_2)}{N_1 p_2 + N_2 p_1}]$

### Тестовое задание 18.

1. Если в изолированном от тепла сосуде газ сжимается, то температура газа:

- а) Увеличилась; б) Уменьшилась; в) Не изменилась; г) Вначале увеличилась, затем уменьшилась; д) Вначале уменьшилась, затем увеличилась;

2. В идеальной тепловой машине за счет каждого килоджоуля теплоты, получаемой от нагревателя, совершается 300 Дж работы. Если температура холодильника машины равна  $17^\circ\text{C}$ , то температура нагревателя составляет

- а)  $24^\circ\text{C}$ ; б)  $414^\circ\text{C}$ ; в)  $297^\circ\text{C}$ ; г)  $687^\circ\text{C}$ ; д)  $141^\circ\text{C}$ .

3. Маховик, вращавшийся с постоянной частотой  $n_0 = 10$  об/с, при торможении начал вращаться равно замедленно. Когда торможение прекратилось, вращение маховика снова сделалось равномерным, но

уже с частотой  $n = 6$  об/с. Определить величину углового ускорения  $\varepsilon$  маховика и время торможения  $t$ , если за время торможения маховик сделал  $N = 50$  оборотов.

- а)  $\varepsilon = -4,02 \text{ рад/с}^2$ ,  $t = 6,25 \text{ с}$ ; б)  $\varepsilon = -4,25 \text{ рад/с}^2$ ,  $t = 6,40 \text{ с}$ ;  
в)  $\varepsilon = -5,20 \text{ рад/с}^2$ ,  $t = 7,3 \text{ с}$ ; г)  $\varepsilon = -5,4 \text{ рад/с}^2$ ,  $t = 7,8 \text{ с}$ .

4. Определить числовое значение первой космической скорости  $v_1$  для Луны, если ускорение свободного падения у поверхности Луны  $g = 1,7 \text{ м/с}^2$ , а радиус Луны  $R = 1,74 \cdot 10^6 \text{ м}$ .

- а)  $v_1 = 1,72 \cdot 10^3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ; б)  $v_1 = 1,8 \cdot 10^3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ; в)  $v_1 = 1,85 \cdot 10^3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ;  
г)  $v_1 = 1,93 \cdot 10^3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

5. Маховик, массу которого  $m = 5 \text{ кг}$  можно считать распределенной по ободу радиусом  $R = 20 \text{ см}$ , свободно вращается вокруг горизонтальной оси, проходящей через его центр, с частотой  $n = 720 \text{ мин}^{-1}$ . При торможении маховик останавливается через  $\Delta t = 20 \text{ с}$ . Найти величину тормозящего момента и число оборотов, которое сделает маховик до полной остановки.

- а)  $M = 1,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$ ;  $N = 240 \text{ об}$ ; б)  $M = 0,75 \text{ Н} \cdot \text{м}$ ;  $N = 120 \text{ об}$ ;  
в)  $M = 0,83 \text{ Н} \cdot \text{м}$ ;  $N = 60 \text{ об}$ ; г)  $M = 0,28 \text{ Н} \cdot \text{м}$ ;  $N = 30 \text{ об}$ ;

6. Пружинный маятник совершает гармонические колебания, описываемые уравнением  $x = 0,3 \cos\left(\frac{\pi}{6}\right)t \text{ м}$ . В тот момент, когда возвращающая сила  $F$  в первый раз достигла значения  $-10 \text{ мН}$ , потенциальная энергия  $E_n$  маятника оказалась равной  $7,5 \text{ мДж}$ . Определить этот момент времени  $t$ .

- а)  $t = 1 \text{ с}$ ; б)  $t = 2 \text{ с}$ ; в)  $t = 4 \text{ с}$ ; г)  $t = 8 \text{ с}$ .

7. В цилиндре под поршнем находится некоторое количество газа, занимающего при температуре  $t_1 = 27^\circ\text{C}$  и давлении  $p = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$   $p = 2 \times 10^5 \text{ Н/м}^2$  объем  $V = 9 \times 10^{-3} \text{ м}^3$ . Какую работу  $A$  пришлось совершить, сжимая газ при постоянном давлении, если его температура при этом повысилась до  $t_2 = 77^\circ\text{C}$ ? Трение между стенками цилиндра и поршнем отсутствует

- а)  $A = 300 \text{ Дж}$ ; б)  $A = 200 \text{ Дж}$ ; в)  $A = 400 \text{ Дж}$ ; г)  $A = 150 \text{ Дж}$ ;  
д) нет правильного ответа

8. Определить изменение энтропии  $\Delta S$  при изотермическом расширении азота массой  $m = 10 \text{ г}$ , если давление газа уменьшилось от  $P_1 = 0,1 \text{ МПа}$  до  $P_2 = 50 \text{ кПа}$ .

- а)  $\Delta S = 2,5 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ ; б)  $\Delta S = 2,14 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ ; в)  $\Delta S = 2,06 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ ;  
г)  $\Delta S = 3,02 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ ; д)  $\Delta S = 2,67 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ .

9. Шайбу толкают по горизонтальному столу. Если толкнуть ее со скоростью  $v_1$ , то она проедет до остановки расстояние  $16 \text{ см}$ . Если толкнуть ее со скоростью  $v_2$ , то она проедет расстояние  $36 \text{ см}$ . Какое расстояние проедет шайба, если толкнуть ее со скоростью  $v_1 + v_2$ ?

Ответ: [100 см]

10. В пустой сосуд впустили  $N_1$  молекул газа с молярной массой  $M_1$  и  $N_2$  молекул газа с молярной массой  $M_2$ . Найти молярную массу смеси.

Ответ:  $[M = \frac{N_1 M_1 + N_2 M_2}{N_1 + N_2}]$

### Тестовое задание 19.

1. Идеальному газу передано количество теплоты  $5 \text{ Дж}$ , и внешние силы совершили над ним работу  $8 \text{ Дж}$ . Как изменилась внутренняя энергия газа?

а) Увеличилась на 13 Дж; б) Увеличилась на 3 Дж; в) Не изменилась; г) Уменьшилась на 13 Дж; д) Уменьшилась на 3 Дж;

2. Плотность смеси азота и водорода при температуре  $t = 47\text{ }^\circ\text{C}$  и давлении  $P = 2 \cdot 10^5\text{ Па}$  равна  $\rho = 0,3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ . Найти концентрации молекул азота ( $n_1$ ) и водорода ( $n_2$ ).

а)  $n_1 = 32,1 \cdot 10^{24}\text{ м}^{-3}$ ,  $n_2 = 42 \cdot 10^{25}\text{ м}^{-3}$ ;

б)  $n_1 = 3,21 \cdot 10^{24}\text{ м}^{-3}$ ,  $n_2 = 4,2 \cdot 10^{25}\text{ м}^{-3}$ ;

в)  $n_1 = 3,46 \cdot 10^{24}\text{ м}^{-3}$ ,  $n_2 = 4,02 \cdot 10^{25}\text{ м}^{-3}$ ;

г)  $n_1 = 3,13 \cdot 10^{24}\text{ м}^{-3}$ ,  $n_2 = 4,12 \cdot 10^{25}\text{ м}^{-3}$ ;

д)  $n_1 = 3,46 \cdot 10^{24}\text{ м}^{-3}$ ,  $n_2 = 4,2 \cdot 10^{25}\text{ м}^{-3}$ ;

3. Тело брошено с поверхности земли вертикально вверх с начальной скоростью  $10\text{ м/с}$ . Найти время полета тела и его высоту подъема ( $g = 10\text{ м/с}^2$ ).

а)  $t = 1\text{ с}$ ,  $h = 10\text{ м}$ ; б)  $t = 2\text{ с}$ ,  $h = 5\text{ м}$ ; в)  $t = 2\text{ с}$ ,  $h = 10\text{ м}$ ; г)  $t = 3\text{ с}$ ,  $h = 7,5\text{ м}$ ;

4. На краю тележки длиной  $l = 1,8\text{ м}$ , движущейся горизонтально с ускорением  $a = 2,1\text{ м/с}^2$ , положили брусок. Определить, за какое время  $t$  брусок соскользнет с доски, если коэффициент трения между бруском и тележкой  $\mu = 0,4$ .

а)  $t = 0,5\text{ с}$ ; б)  $t = 0,9\text{ с}$ ; в)  $t = 1,4\text{ с}$ ; г)  $t = 1,7\text{ с}$ .

5. Тело массой  $m_1 = 1\text{ кг}$  находящееся на горизонтальном столе соединено невесомой нитью, переброшенной через блок массой  $m = 1\text{ кг}$  укрепленном на конце стола, соединено с телом массой  $m_2 = 1\text{ кг}$ . Коэффициент трения первого тела о стол  $\kappa = 0,1$ . Найти величину ускорения  $a$ , с которым движутся гири. Блок считать однородным диском. Трением в блоке пренебречь.

а)  $a = 2,3\text{ м/с}^2$ ; б)  $a = 3,5\text{ м/с}^2$ ; в)  $a = 21,7\text{ м/с}^2$ ; г)  $a = 0,8\text{ м/с}^2$ .

6. Материальная точка массой  $m = 10$  г совершает гармонические колебания с амплитудой  $A = 10$  см. Определить частоту  $n$  колебаний, если максимальная сила  $F_{max}$ , действующая на точку, равна 10 мН.

а)  $\nu = 0,148$  Гц; б)  $\nu = 0,503$  Гц; в)  $\nu = 0,874$  Гц; г)  $\nu = 0,692$  Гц.

7. Одноатомный газ, находящийся при нормальных условиях в закрытом сосуде объемом 20 л, охладили на 91 К. Найти изменение внутренней энергии газа

а)  $\Delta U = 4100$  Дж; б)  $\Delta U = 2200$  Дж; в)  $\Delta U = 3000$  Дж; г)  $\Delta U = 4600$  Дж; д)  $\Delta U = 2800$  Дж; е) нет правильного ответа.

8. Азот массой  $m = 100$  г был изобарно нагрет так, что его объем увеличился в 2 раза, а затем был изохорно охлажден так, что его давление уменьшилось в 2 раза. Определить изменение энтропии  $\Delta S$  в ходе указанных процессов.

а)  $\Delta S = 15,8 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ ; б)  $\Delta S = 20,6 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ ; в)  $\Delta S = 24,3 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ ;  
г)  $\Delta S = 25 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ ; д)  $\Delta S = 26,2 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ .

9. На какой высоте ускорение свободного падения уменьшается в 2 раза? Радиус Земли равен  $R_3 = 6400$  км.

Ответ: [ $H \approx 2656$  км]

10. Средняя скорость молекул газа равна 400 м/с. Какой объем занимает 1 кг газа при давлении 1 атм?

Ответ: [ $0,54 \text{ м}^3$ ]

### Тестовое задание 20.

1. Внутренняя энергия идеального газа не изменяется в ходе ..... процесса

а) Политропного; б) Изотермического; в) Адиабатного; г) Изохорного; д) Изобарного;

2. В баллоне объёмом  $V = 0,4 \text{ м}^3$  находится кислород массой  $m_1 = 1,2 \text{ кг}$  и  $m_2 = 0,5 \text{ кг}$  воды. Баллон нагревается до температуры  $t = 300 \text{ }^\circ\text{C}$ , при этом вся вода превращается в пар. Определить давление в баллоне после нагревания.

а)  $P = 666 \text{ кПа}$ ; б)  $P = 888 \text{ кПа}$ ; в)  $P = 777 \text{ кПа}$ ; г)  $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ; д)  $P = 645 \text{ кПа}$ .

3. Точка вращающегося тела, двигаясь по окружности радиусом  $R = 20 \text{ см}$  с постоянным тангенциальным ускорением, к концу третьего оборота после начала движения приобрела линейную скорость  $v = 20 \text{ см/с}$ . Найти величину нормального ускорения точки за  $t = 10 \text{ с}$  вращения.

а)  $a_n = 0,06 \text{ м/с}^2$ ; б)  $a_n = 0,03 \text{ м/с}^2$ ; в)  $a_n = 0,08 \text{ м/с}^2$ ; г)  $a_n = 0,01 \text{ м/с}^2$ .

4. К телу, лежащему на гладкой горизонтальной поверхности, приложена некоторая сила, под действием которой тело, двигаясь из состояния покоя, на пути  $1 \text{ м}$  приобрело скорость  $10 \text{ м/с}$ . Какую силу приложили к телу, если его масса  $1 \text{ кг}$ ?

а)  $F = 10 \text{ Н}$ ; б)  $F = 20 \text{ Н}$ ; в)  $F = 50 \text{ Н}$ ; г)  $F = 5 \text{ Н}$ .

5. Две гири с разными массами соединены нитью, перекинутой через блок, момент инерции которого  $J = 50 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$  и радиус  $R = 20 \text{ см}$ . Величина момента силы трения вращающегося блока  $M_{тр} = 98,1 \text{ Н}\cdot\text{м}$ . Найти разность сил натяжения нити  $T_1 - T_2$  по обе стороны блока, если известно, что блок вращается с угловым ускорением  $\square = 2,36 \text{ рад/с}^2$ . Блок считать однородным диском.

а)  $T_1 - T_2 = 2,03 \text{ кН}$ ; б)  $T_1 - T_2 = 10,22 \text{ кН}$ ; в)  $T_1 - T_2 = 1,08 \text{ кН}$ ; г)  $T_1 - T_2 = 31 \text{ кН}$ .

6. Тело массой  $m = 10 \text{ г}$  совершает гармонические колебания по закону  $x = 0,1 \cos(4\pi t + \pi/4) \text{ м}$ . Определить максимальные значения кинетической энергии и возвращающей силы.



- а)  $E_k = 8,96 \text{ мДж}; F_{\text{max}} = 0,316 \text{ Н};$  б)  $E_k = 7,89 \text{ мДж}; F_{\text{max}} = 0,158 \text{ Н};$   
в)  $E_k = 4,48 \text{ мДж}; F_{\text{max}} = 0,086 \text{ Н};$  г)  $E_k = 6,64 \text{ мДж}; F_{\text{max}} = 0,637 \text{ Н}.$

7. До какой температуры необходимо изобарно нагреть 700 г азота, находящегося при температуре 291 К, чтобы работа расширения газа оказалась равной 41,5 кДж?

- а)  $T_2 = 425 \text{ К};$  б)  $T_2 = 373 \text{ К};$  в)  $T_2 = 491 \text{ К};$  г)  $T_2 = 360 \text{ К};$   
д)  $T_2 = 526 \text{ К};$  е) .

8. Температура пара, поступающего в паровую машину,  $t_1 = 127^\circ \text{С};$  температура в холодильнике  $t_2 = 27^\circ \text{С}.$  Определить теоретически максимальную работу при затрате количества теплоты  $Q_1 = 4,2 \text{ кДж}.$

- а)  $A = 0,95 \text{ кДж};$  б)  $A = 2,25 \text{ кДж};$  в)  $A = 1,65 \text{ кДж};$  г)  $A = 1,45 \text{ кДж};$   
д)  $A = 1,05 \text{ кДж}.$

9. Шарик, подвешенный на нити длиной  $l,$  вращается в горизонтальной плоскости так, что нить составляет угол  $\alpha$  с вертикалью (конический маятник). Определить скорость вращения шарика.

Ответ:  $[v = \sqrt{gl \sin \alpha \cdot \operatorname{tg} \alpha}]$

10. Два одинаковых сосуда, содержащие одинаковое число молекул азота, соединены трубкой с краном. В первом сосуде средняя скорость движения молекул равна  $v_1 = 400 \text{ м/с},$  а во втором –  $v_2 = 500 \text{ м/с}.$  Какова будет средняя скорость молекул, если кран открыть? Система

изолирована.  $[v = \sqrt{\frac{1}{2}(v_1^2 + v_2^2)} \approx 453 \text{ м/с}]$

### Тестовое задание 21.

1. Какое условие обязательно выполняется при адиабатном процессе изменения состояния газа?

а) Работа не совершается; б) Объем не изменяется; в) Давление не изменяется; г) Нет теплообмена с окружающей средой; д) Внутренняя энергия газа не изменяется;

2. Смесь азота и гелия при температуре  $t = 27^\circ\text{C}$  находится под давлением  $P = 1,3 \cdot 10^2$  Па. Масса азота составляет 70 % от общей массы смеси. Найти концентрацию молекул каждого из газов.

а)  $n_1 = 0,9 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ ,  $n_2 = 2,4 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ ;

б)  $n_1 = 0,8 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ ,  $n_2 = 26 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ ;

в)  $n_1 = 0,8 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ ,  $n_2 = 2,4 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ ;

г)  $n_1 = 1,1 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ ,  $n_2 = 2,6 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ ;

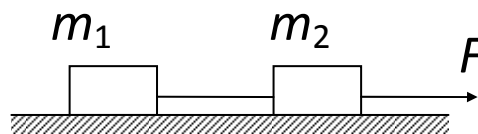
д)  $n_1 = 0,98 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ ,  $n_2 = 24 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ .

3. Раскручиваясь в течение  $t = 2$  мин, маховик набирает частоту  $n = 900$  об/мин. Найти величину углового ускорения  $\varepsilon$  маховика и число оборотов  $N$ , которое он совершил за это время.

а)  $\varepsilon = 0,8 \text{ рад/с}^2$ ,  $N = 920$ ; б)  $\varepsilon = 0,7 \text{ рад/с}^2$ ,  $N = 880$ ;

в)  $\varepsilon = 0,78 \text{ рад/с}^2$ ,  $N = 900$ ; г)  $\varepsilon = 0,82 \text{ рад/с}^2$ ,  $N = 930$ .

4. На гладкой горизонтальной поверхности (см. рисунок) лежат два тела массами  $m_1$  и  $m_2$ , связанные нитью. Силу  $F$ , направленную горизонтально, прикладывают сначала к телу  $m_1$ , а затем к телу  $m_2$  в противоположном направлении.



Найти силу натяжения нити в том и другом случаях.

а)  $T_1 = Fm_2/m_1$ ,  $T_2 = Fm_1/m_2$ , б)  $T_1 = Fm_2/(m_1 + m_2)$ ,  $T_2 = Fm_1/(m_1 + m_2)$ ;

в)  $T_1 = Fm_1/(m_1 + m_2)$ ,  $T_2 = Fm_2/(m_1 + m_2)$ ; г)  $T_1 = Fm_1/m_2$ ,  $T_2 = Fm_2/m_1$

5. Две гири с массами  $m_1 = 2$  кг и  $m_2 = 1$  кг соединены нитью, перекинутой через блок массой  $m = 1$  кг. Найти величину ускорения  $a$ , с которым движутся гири, и сил натяжения  $T_1$  и  $T_2$  нитей, к которым подвешены гири. Блок считать однородным диском. Трением пренебречь.

- а)  $a = 1,3 \text{ м/с}^2; T_1 = 28 \text{ Н}; T_2 = 10 \text{ Н}$ ; б)  $a = 7,8 \text{ м/с}^2; T_1 = 15 \text{ Н}; T_2 = 11 \text{ Н}$ ;  
в)  $a = 9,7 \text{ м/с}^2; T_1 = 14 \text{ Н}; T_2 = 9,4 \text{ Н}$ ; г)  $a = 2,8 \text{ м/с}^2; T_1 = 14 \text{ Н}; T_2 = 12,6 \text{ Н}$ .

6. За какую часть периода точка, совершающая гармонические колебания, пройдет путь, равный: 1) половине амплитуды, если в начальный момент она находилась в положении равновесия; 2) одной трети амплитуды, если в начальный момент она находилась в крайнем положении.

- а)  $t_1 = \frac{T}{16}; t_2 = \frac{T}{15}$ ; б)  $t_1 = \frac{T}{24}; t_2 = \frac{T}{22,5}$ ; в)  $t_1 = \frac{T}{6}; t_2 = \frac{T}{7,5}$ ;  
г)  $t_1 = \frac{T}{12}; t_2 = \frac{T}{7,5}$ ;

7. В вертикально расположенном цилиндре под поршнем находится газ объемом 2 л при температуре 299 К. Найти работу расширения газа при нагревании его на 100 К. Масса поршня 10 кг, его площадь  $50 \text{ см}^2$ , атмосферное давление нормальное.

- а)  $A = 40 \text{ Дж}$ ; б)  $A = 140 \text{ Дж}$ ; в)  $A = 60 \text{ Дж}$ ; г)  $A = 120 \text{ Дж}$ ;  
д)  $A = 80 \text{ Дж}$ ; е) .

8. Температура нагревателя тепловой машины 500 К. Температура холодильника 400 К. Определить КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно, и полезную мощность машины, если нагреватель каждую секунду передает ей 1675 Дж теплоты.

- а)  $N = 215 \text{ Вт}, \eta = 34\%$ ; б)  $N = 335 \text{ Вт}, \eta = 20\%$ ;  
в)  $N = 354 \text{ Вт}, \eta = 28\%$ ; г)  $N = 215 \text{ Вт}, \eta = 20\%$ ;  
д)  $N = 278 \text{ Вт}, \eta = 17\%$ .

9. На горизонтальном диске лежит небольшой брусок, привязанный нитью длиной  $l$  к оси диска. Нить натянута и составляет с вертикалью угол  $\alpha$ . Диск начинают медленно раскручивать. При какой угловой скорости вращения диска брусок оторвется от него? Какова при этом будет сила натяжения нити? Масса бруска равна

Ответ:  $m$ . [ $\omega = \sqrt{g/l \cos \alpha}; T = mg / \cos \alpha$ ]

10. При повышении температуры идеального газа на  $\Delta T_1 = 150$  К средняя скорость движения его молекул увеличилась с  $v_1 = 400$  м/с до  $v_2 = 500$  м/с. На сколько еще нужно нагреть этот газ, чтобы увеличить среднюю скорость его молекул до  $v_3 = 600$  м/с?

Ответ:  $[\Delta T_2 = \Delta T_1 \frac{v_3^2 - v_2^2}{v_2^2 - v_1^2} \approx 183 \text{ К}]$

### Тестовое задание 22.

1. Как изменится внутренняя энергия идеального газа, если его давление увеличится в 2 раза, а объем уменьшится в 2 раза

а) Останется неизменной; б) Увеличится в 2 раз; в) Увеличится в 4 раз; г) Уменьшится в 2 раз; д) Уменьшится в 4 раз;

2. Смесь азота и гелия при температуре  $t = 27$  °С находится под давлением  $P = 1,3 \cdot 10^2$  Па. Масса азота составляет 70 % от общей массы смеси. Найти концентрацию молекул каждого из газов.

а)  $n_1 = 0,9 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ ,  $n_2 = 2,4 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ ;

б)  $n_1 = 0,8 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ ,  $n_2 = 26 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ ;

в)  $n_1 = 0,8 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ ,  $n_2 = 2,4 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ ;

г)  $n_1 = 1,1 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ ,  $n_2 = 2,6 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ ;

д)  $n_1 = 0,98 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ ,  $n_2 = 24 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ .

3. Зависимость пути  $S$  от времени  $t$  для вращающейся по окружности радиусом  $R = 6$  м точки  $M$  дается в виде уравнения  $S = At^3$ , где  $A = 0,2$  м/с<sup>3</sup>. Определить модуль тангенциального  $a_\tau$ , модуль нормального  $a_n$  и модуль полного ускорения для момента времени, когда величина линейной скорости точки  $v = 0,6$  м/с, а также угол  $\varphi$  между векторами  $\vec{a}_\tau$  и  $\vec{a}$ .

а)  $a_\tau = 1,4 \text{ м/с}^2$ ,  $a_n = 0,08 \text{ м/с}^2$ ,  $a = 1,4 \text{ м/с}^2$ ,  $\varphi = 4^\circ$ ;

б)  $a_\tau = 1 \text{ м/с}^2$ ,  $a_n = 0,04 \text{ м/с}^2$ ,  $a = 1 \text{ м/с}^2$ ,  $\varphi = 2^\circ$ ;

в)  $a_\tau = 1,7 \text{ м/с}^2$ ,  $a_n = 0,09 \text{ м/с}^2$ ,  $a = 1,8 \text{ м/с}^2$ ,  $\varphi = 6^\circ$ ;

г)  $a_\tau = 1,2 \text{ м/с}^2$ ,  $a_n = 0,06 \text{ м/с}^2$ ,  $a = 1,2 \text{ м/с}^2$ ;  $\varphi = 3^\circ$ .

4. Шайба остановилась через 5 с после удара клюшкой на расстоянии 20 м от места удара. Масса шайбы 100 г. Определить силу трения между шайбой и льдом.

а)  $F_{\text{тр}} = 0,2 \text{ Н}$ ; б)  $F_{\text{тр}} = 0,8 \text{ Н}$ ; в)  $F_{\text{тр}} = 1,2$ ; г)  $F_{\text{тр}} = 0,16 \text{ Н}$ ;

5. Маховое колесо, момент инерции которого  $J = 245 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ , вращается с частотой  $n = 20 \text{ об/с}$ . Через время  $t = 1 \text{ мин}$  после того, как на колесо перестал действовать момент сил  $\vec{M}$ , оно остановилось. Найти величину момента сил трения  $M_{\text{тр}}$  и число оборотов  $N$ , которое сделало колесо до полной остановки после прекращения действия сил. Колесо считать однородным диском.

а)  $M_{\text{тр}} = 513 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ;  $N = 600 \text{ об}$ ; б)  $M_{\text{тр}} = 48 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ;  $N = 100 \text{ об}$ ;

в)  $M_{\text{тр}} = 827 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ;  $N = 300 \text{ об}$ ; г)  $M_{\text{тр}} = 450 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ;  $N = 50 \text{ об}$ .

6. Материальная точка массой  $m = 1 \text{ г}$  колеблется гармонически. Амплитуда колебаний равна 5 см, циклическая частота  $2 \text{ с}^{-1}$ , начальная фаза равна 0. Определить величину силы, действующую на точку в тот момент, когда ее скорость равна 6 м/с.

а)  $F = 16 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$ ; б)  $F = 32 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$ ; в)  $F = 8 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$ ; г)  $F = 4 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$ .

7. В вертикальном цилиндре под поршнем находится газ объемом  $200 \text{ см}^3$  при температуре 350 К. Масса поршня 30 кг, площадь основания  $100 \text{ см}^2$ . Газ нагрели на 100 К, сообщив ему 50 кДж теплоты. Найти изменение внутренней энергии газа. Трением поршня о стенки сосуда пренебречь. Атмосферное давление нормальное.

а)  $\Delta U = 50 \text{ кДж}$ ; б)  $\Delta U = 5 \text{ кДж}$ ; в)  $\Delta U = 0,5 \text{ МДж}$ ;

г)  $\Delta U = 500 \text{ Дж}$ ; д) нет правильного ответа;

8. Найти число молекул газа, находящегося в сосуде объемом  $V = 0,5 \text{ л}$  при нормальных условиях.

- а)  $N = 0,52 \cdot 10^{22}$ ; б)  $N = 1,31 \cdot 10^{22}$ ; в)  $N = 1,41 \cdot 10^{22}$ ;  
г)  $N = 2,21 \cdot 10^{22}$ ; д)  $N = 1,25 \cdot 10^{22}$ .

9. Автомобиль массой  $m = 1000$  кг въехал на выпуклый мост длиной  $l = 156$  м со скоростью  $v_0 = 36$  км/ч. По мосту он движется с ускорением  $a = 1$  м/с<sup>2</sup>. Определить силу давления автомобиля на мост в середине моста, где радиус кривизны

Ответ:  $R = 200$  м. [ $N = m(g - (v_0^2 + al)/R) \approx 8500$  Н]

10. Как изменяется давление идеального газа при увеличении средней скорости его молекул на 20 %?

Ответ: [увеличивается на 44 %]

### Тестовое задание 23.

1. В каком процессе изменение внутренней энергии системы равно количеству переданной теплоты?

- а) В изобарическом; б) В изотермическом; в) В адиабатическом; г) В изохорическом; д) В изотермическом и изобарическом;

2. Какой объем занимает смесь 1 кг кислорода и 2 кг гелия при нормальных условиях? Какова молярная масса смеси?

а)  $V=12\text{м}^3$ ;  $M_{\text{см}} = 5,65 \cdot 10^{-3} \frac{\text{КГ}}{\text{МОЛЬ}}$ ; б)  $V=10\text{м}^3$ ;  $M_{\text{см}} = 4,64 \cdot 10^{-3} \frac{\text{КГ}}{\text{МОЛЬ}}$ ;

в)  $V=1\text{м}^3$ ;  $M_{\text{см}} = 5,25 \cdot 10^{-3} \frac{\text{КГ}}{\text{МОЛЬ}}$ ; г)  $V=16\text{м}^3$ ;  $M_{\text{см}} = 56,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{КГ}}{\text{МОЛЬ}}$ ;

д)  $V=1,54\text{м}^3$ ;  $M_{\text{см}} = 5,65 \cdot 10^{-3} \frac{\text{КГ}}{\text{МОЛЬ}}$ .

3. Тело вращается вокруг неподвижной оси так, что его величина угловой скорости зависит от угла поворота  $\varphi$  по закону  $\omega = \omega_0 - \alpha\varphi$ , где  $\omega_0 = 3$  рад/с,  $\alpha = 0,1$  с<sup>-1</sup>. В момент времени  $t_0 = 0$  угол  $\varphi_0 = 0$ . Найти величину угловой скорости вращения тела для момента времени  $t = 2$  с.

- а)  $\omega = 2,8$  рад/с; б)  $\omega = 3,2$  рад/с; в)  $\omega = 2,2$  рад/с; г)  $\omega = 2,46$  рад/с.

4. В первом случае тело лежит на гладком горизонтальном столе. К нему привязана невесомая нить, перекинутая через блок на краю стола, к другому концу которой подвешено такое же тело. Во втором случае это же тело тянут с горизонтальной силой равной силе тяжести. Во сколько раз отличаются ускорения тела в этих случаях?

а)  $a_2/a_1 = 2$ ; б)  $a_2/a_1 = 1$ ; в)  $a_2/a_1 = 0,5$ ; г)  $a_2/a_1 = 0,25$

5. Сплошной цилиндр массы  $m$  катится без скольжения со скоростью  $v$ . Какова его кинетическая энергия?

а)  $E_k = \frac{5mv^2}{4}$ ; б)  $E_k = \frac{4mv^2}{5}$ ; в)  $E_k = \frac{3mv^2}{4}$ ; г)  $E_k = \frac{7mv^2}{10}$ ;

6. Материальная точка массой 20 г совершает гармонические колебания с периодом 9 с. Начальная фаза колебаний  $10^\circ$ . Через какое время от начала движения смещение точки достигнет половины амплитуды? Найти амплитуду, максимальные скорость и ускорение точки, если полная ее энергия равна  $10^{-2}$  Дж.

а)  $t = 1,2$  с;  $A = 2,47$  м;  $v_{\max} = 1,5$  м/с;  $a_{\max} = 0,9$  м/с<sup>2</sup>;

б)  $t = 0,7$  с;  $A = 1,97$  м;  $v_{\max} = 0,85$  м/с;  $a_{\max} = 0,5$  м/с<sup>2</sup>;

в)  $t = 0,5$  с;  $A = 1,43$  м;  $v_{\max} = 1$  м/с;  $a_{\max} = 0,7$  м/с<sup>2</sup>;

г)  $t = 1,5$  с;  $A = 3,29$  м;  $v_{\max} = 1,74$  м/с;  $a_{\max} = 1,3$  м/с<sup>2</sup>.

7. 5 моль идеального газа нагревают на 10 К так, что температура газа меняется пропорционально квадрату объема газа. Какую работу совершает газ при нагревании?

а)  $A = 75$  Дж; б)  $A = 75$  Дж; в)  $A = 75$  Дж; г)  $A = 75$  Дж;

д)  $A = 75$  Дж; е) нет правильного ответа.

а)  $A = 75$  Дж; б)  $A = 104$  Дж; в)  $A = 135$  Дж; г)  $A = 207$  Дж;

д)  $A = 415$  Дж; е) .

8. Каков должен быть вес  $p$  оболочки детского воздушного шарика, наполненного водородом, чтобы результирующая подъемная сила шарика  $F = 0$ , т.е. чтобы шарик находился во взвешенном состоянии? Воздух и водород находится при нормальных условиях. Давление внутри шарика равно внешнему давлению. Радиус шарика  $r = 12,5$  см.

- а)  $P = 96$  мН; б)  $P = 57$  мН; в)  $P = 32$  мН;  
г)  $P = 18$  мН; д)  $P = 26$  мН.

9. Автомобиль, движущийся по горизонтальной дороге со скоростью  $v$ , въезжает в горизонтальный поворот с радиусом закругления  $R$ . Какое максимальное тангенциальное ускорение может развить автомобиль на повороте, если коэффициент трения между колесами и дорогой равен  $\mu$ . Обе оси автомобиля ведущие.

Ответ:  $[a_{\max} = \sqrt{\mu^2 g^2 - v^4 / R^2}]$

10. При  $0$  °С средняя скорость молекул кислорода  $460$  м/с. Какова средняя скорость молекул водорода при  $100$  °С?

Ответ:  $[2190$  м/с]

#### Тестовое задание 24.

1. Какие из перечисленных характеристик являются функциями состояния вещества

а) Количество теплоты; б) Внутренняя энергия; в) Работа; г) Энтропия;

2. Двухатомный газ занимает объем  $V = 100$  см<sup>3</sup> при давлении  $P = 6$  кПа и температуре  $t = 20$  °С. Какое число молекул  $N$  содержится в газе и какой энергией теплового движения обладают эти молекулы?

- а)  $N = 1,2 \cdot 10^{20}$ ,  $U = 1,2$  Дж; б)  $N = 1,5 \cdot 10^{20}$ ,  $U = 1,5$  Дж;  
в)  $N = 12 \cdot 10^{20}$ ,  $U = 12$  Дж; г)  $N = 15 \cdot 10^{20}$ ,  $U = 1,5$  Дж;  
д)  $N = 1,5 \cdot 10^{20}$ ,  $U = 15$  Дж.



3. Твердое тело начинает вращаться вокруг неподвижной оси с угловым ускорением  $\varepsilon = \alpha t$ , где  $\alpha = 0,02 \text{ рад/с}^3$ . Через какое время после начала вращения вектор полного ускорения произвольной точки тела будет составлять угол  $\varphi = 60^\circ$  с ее вектором скорости?

а)  $t = 9 \text{ с}$ ; б)  $t = 12 \text{ с}$ ; в)  $t = 7 \text{ с}$ ; г)  $t = 5 \text{ с}$ .

4. Тело массой  $m = 100 \text{ г}$  падает с высоты  $h = 20 \text{ м}$  за время  $t = 2,5 \text{ с}$ . Определить среднюю за время падения силу сопротивления воздуха.

а)  $F_c = 3,6 \text{ Н}$ ; б)  $F_c = 2,6 \text{ Н}$ ; в)  $F_c = 1,6 \text{ Н}$ ; г)  $F_c = 0,36 \text{ Н}$

5. Человек массой  $m = 70 \text{ кг}$  качается на качелях. Длина веревок  $l = 8 \text{ м}$ . Человек проходит положение равновесия со скоростью  $v = 6 \text{ м/с}$ . Какова сила натяжения веревок в этот момент?

а)  $T \approx 260 \text{ Н}$ ; б)  $T \approx 360 \text{ Н}$ ; в)  $T \approx 460 \text{ Н}$ ; г)  $T \approx 500 \text{ Н}$ ;

6. Материальная точка совершает гармонические колебания с частотой  $n = 500 \text{ Гц}$  и амплитудой  $A = 0,02 \text{ см}$ . Определить среднее значение скорости  $\langle v \rangle$  и ускорения  $\langle a \rangle$  точки на пути от ее крайнего положения до положения равновесия, а также найти амплитудные значения этих величин  $v_{\max}$ ,  $a_{\max}$ .

а)  $\langle v \rangle = 0,4 \text{ м/с}$ ;  $\langle a \rangle = 1,26 \cdot 10^3 \text{ м/с}^2$ ;  $v_{\max} = 0,63 \text{ м/с}$ ;  $a_{\max} = 2 \cdot 10^3 \text{ м/с}^2$ ;

б)  $\langle v \rangle = 0,8 \text{ м/с}$ ;  $\langle a \rangle = 2,52 \cdot 10^3 \text{ м/с}^2$ ;  $v_{\max} = 0,36 \text{ м/с}$ ;  $a_{\max} = 3 \cdot 10^3 \text{ м/с}^2$ ;

в)  $\langle v \rangle = 0,2 \text{ м/с}$ ;  $\langle a \rangle = 0,63 \cdot 10^3 \text{ м/с}^2$ ;  $v_{\max} = 0,84 \text{ м/с}$ ;  $a_{\max} = 4 \cdot 10^3 \text{ м/с}^2$ ;

г)  $\langle v \rangle = 1,6 \text{ м/с}$ ;  $\langle a \rangle = 5,04 \cdot 10^3 \text{ м/с}^2$ ;  $v_{\max} = 0,92 \text{ м/с}$ ;  $a_{\max} = 6 \cdot 10^3 \text{ м/с}^2$ .

7. В осях  $V$  (объем),  $p$  (давление) график процесса в идеальном одноатомном газе имеет вид прямой, соединяющей точки  $(0,8 \text{ л}; 100 \text{ кПа})$  и  $(1 \text{ л}; 80 \text{ кПа})$ . Определите максимальное значение внутренней энергии газа в ходе процесса. Масса газа постоянна.

а)  $U_{\max} = 202,5 \text{ Дж}$ ; б)  $U_{\max} = 121,5 \text{ Дж}$ ; в)  $U_{\max} = 75,5 \text{ Дж}$ ;

г)  $U_{\max} = 145,5 \text{ Дж}$ ; д) нет правильного ответа.

8. Пылинка массой  $m = 10^{-11}$  кг находится среди молекул азота. Во сколько раз скорость пылинки  $v$  меньше средней квадратичной скорости  $v_{кв}$  молекул азота?

- а)  $n = 1,47 \cdot 10^7$  раз; б)  $n = 1,37 \cdot 10^6$  раз; в)  $n = 13,7 \cdot 10^7$  раз;  
г)  $n = 1,14 \cdot 10^7$  раз; д)  $n = 0,47 \cdot 10^8$  раз.

9. Маленький шарик массы  $m = 100$  г подвешен на длинной нити к потолку вагона, который равномерно движется по криволинейному участку пути со скоростью 72 км/ч. С какой силой  $T$  натянута нить, если радиус закругления участка пути

Ответ:  $R = 200$  м? [ $T = 1$  Н]

10. Сколько молекул содержится в  $1 \text{ мм}^3$  воздуха при давлении  $10^{-10}$  Па при температуре  $27^\circ\text{C}$ ?

Ответ: [24]

### Тестовое задание 25.

1. Тепловая машина за один цикл работы выделила 400 Дж теплоты и произвела 600 Дж работы. Какова КПД тепловой машины?

- а) 60%; б) 50%; в) 20%; г) 100%; д) 40%;

2. Найти энергию теплового движения молекул, содержащихся в двухатомном газе массой  $m = 2$  кг, имеющем плотность  $\rho = 5 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$  и находящемся под давлением  $P = 100$  кПа.

- а)  $U = 10^5$  Дж; б)  $U = 2 \cdot 10^5$  Дж; в)  $U = 1,1 \cdot 10^5$  Дж;  
г)  $U = 22 \cdot 10^4$  Дж; д)  $U = 5 \cdot 10^5$  Дж.

3. Маховик вращается равно ускоренно. Найти угол  $\alpha$ , который составляет вектор полного ускорения  $\vec{a}$  любой точки маховика с радиусом в момент, когда маховик совершит первые два оборота.

- а)  $\alpha = 2^\circ 17'$ ; б)  $\alpha = 2^\circ 45'$ ; в)  $\alpha = 2^\circ 04'$ ; г)  $\alpha = 2^\circ 35'$ .

4. Для равномерного поднятия груза массой  $m = 100\text{ кг}$  вверх по наклонной плоскости с углом  $\alpha = 30^\circ$  необходимо приложить силу  $F = 600\text{ Н}$ , направленную вдоль плоскости. С каким ускорением будет скатываться груз, если его отпустить?

а)  $a = 1\text{ м/с}$ ; б)  $a = 2\text{ м/с}$ ; в)  $a = 3\text{ м/с}$ ; г)  $a = 4\text{ м/с}$ ;

5. Автомобиль массой  $m = 1000\text{ кг}$  въехал на выпуклый мост длиной  $l = 156\text{ м}$  с постоянной путевой скоростью  $v_0 = 36\text{ км/ч}$ . По мосту он движется с ускорением  $a = 1\text{ м/с}^2$ . Определить силу давления автомобиля на мост в середине моста, где радиус кривизны  $R = 200\text{ м}$ .

а)  $N \approx 7500\text{ Н}$ ; б)  $N \approx 8500\text{ Н}$ ; в)  $N \approx 9500\text{ Н}$ ; г)  $N \approx 10500\text{ Н}$ ;

6. Написать уравнение гармонического колебания, если амплитуда его  $10\text{ см}$ , максимальная скорость  $50\text{ см/с}$ , начальная фаза  $15^\circ$ . Определить период колебаний и смещение колеблющейся точки через  $0,2\text{ с}$  от начала колебания.

а)  $x(t) = 0,2(5t + \pi/12)$ ;  $T = 1,98\text{ с}$ ;  $x(1,3) = 0,143\text{ м}$ ;

б)  $x(t) = 0,1(5t + \pi/12)$ ;  $T = 1,26\text{ с}$ ;  $x(0,2) = 0,095\text{ м}$ ;

в)  $x(t) = 1,4(5t + \pi/12)$ ;  $T = 2,37\text{ с}$ ;  $x(1,4) = 1,358\text{ м}$ ;

г)  $x(t) = 0,4(5t + \pi/12)$ ;  $T = 0,84\text{ с}$ ;  $x(0,6) = 0,053\text{ м}$ .

7. При изобарическом нагревании аргон совершил работу  $A = 8\text{ Дж}$ . Какое количество теплоты было сообщено газу?

а)  $Q = 24\text{ Дж}$ ; б)  $Q = 12\text{ Дж}$ ; в)  $Q = 40\text{ Дж}$ ;

г)  $Q = 16\text{ Дж}$ ; д)  $Q = 20\text{ Дж}$ ; е) нет правильного ответа.

8. Средняя квадратичная скорость молекул газа  $v_{\text{кв}} = 800\text{ м/с}$ . Чему равна их средняя арифметическая скорость  $\langle v \rangle$ ?

а)  $\langle v \rangle = 700\text{ м/с}$ ; б)  $\langle v \rangle = 600\text{ м/с}$ ; в)  $\langle v \rangle = 667\text{ м/с}$ ;

г)  $\langle v \rangle = 737\text{ м/с}$ ; д)  $\langle v \rangle = 707\text{ м/с}$ .

9. Груз массой  $m$ , привязанный к нерастяжимой нити, вращается в вертикальной плоскости. Найти разность сил натяжения нити в нижней и верхней точках траектории.

Ответ: [ $\Delta T = 6mg$ ]

10. Средняя плотность межзвездного газа – одна частица на  $1 \text{ см}^3$ . Какую массу воды необходимо испарить, чтобы заменить частицы межзвездного газа молекулами воды в сфере радиусом равным радиусу орбиты Луны  $R = 380000 \text{ км}$ ?

Ответ: [7000 т]

### **3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

#### **3.1 Основная литература**

1. Савельев И.В. Курс физики. Т. 1-3. - М.: Наука, 1989.
2. Детлаф А. А., Яворский М. Б. Курс физики.- М.: Высш. шк., 1989. - 608с.
3. Трофимова Т. И. Курс физики. - М.: Высш. шк., 1990. - 478 с.
4. Трофимова Т. И. Сборник задач по курсу физики для вузов. - М., 2003. - 303 с.
5. Чертов А. Г., Воробьев А. А. Задачник по физике. - М.: Высш. шк., 1988. - 526 с.
6. Волькенштейн В. С. Сборник задач по общему курсу физики. - Наука, 1988. - 381 с.
7. Чертов А. Г. Физические величины. - М.: Высш. шк., 1990. - 315 с.

#### **3.2 Дополнительная литература**

8. Иродов И.Е. Основные законы механики - М.: Высш. шк., 1985 - 248с.
9. Калашников С. Г. Электричество. - М: Наука, 1977. - 668 с.
10. Матвеев А. Н. Электричество и магнетизм. - М.: Высшая школа, 1983. - 463 с.
11. Ландсбер Г.С. Оптика. - М.: Наука, 1976. - 936 .
12. Калитиевский Н. И. Волновая оптика. - М.: Высш. шк., 1978. - 384 с.
13. Шпольский Э. В. Атомная физика. Т. 1, 2. - М.: Наука, 1974.

14. Епифанов Г. И. Физика твёрдого тела. - М.: Высшая школа, 1977. - 288с.
15. Широков Ю. М., Юдин Н. П. Ядерная физика. - М.: Наука, 1980. - 312с.
16. Иродов И. Е. Задачи по общей физике.- М.: Наука, 1988. - 416 с.
17. Фирганг Е.В. Руководство к решению задач по курсу общей физики. - М.: Высш. шк. 1977.-351 с.
18. Савельев И.В. Сборник задач и вопросов по общей физике.- М.: Наука, 1988.-288 с.
19. Яворский Б. М., Детлаф А. А. Справочник по физике.- М.: Наука, 1990. - 624 с.
20. Кузглин Х. Справочник по физике. - М.: Мир, 1985. - 520 с.

### **3.3 Методические указания и пособия**

#### **«Механика и молекулярная физика»**

21. 3419 Пособие «Теория погрешностей» по курсу «Физика» для студентов всех специальностей/ О.П. Соловцова; Каф. «Физика». – Гомель: ГГТУ, 2007. – 38с.
22. 154эл Механика и молекулярная физика: практикум по курсу «Физика» для студентов всех специальностей дневной формы обучения: в3ч. Ч. 1/ О.И. Проневич, С.В. Пискунов. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2010. – 69с.
23. 4176 Механика: лаборатор. практикум по курсу «Физика» для студентов техн. специальностей днев. формы обучения / С. В. Пискунов, О. И. Проневич, П. С. Шаповалов. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2013. – 48 с.
24. 125эл Гармонические колебания и волны: лаборатор. практикум по курсу «Физика» для студентов инженер.-техн. специальностей днев. формы обучения / П. С. Шаповалов. - Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого. 2010. - 46 с.
25. 4055 Молекулярная физика и термодинамика: лабораторный практикум по курсу «Физика» для студентов технических специальностей дневной и заочной форм обучения/ О.И. Проневич, С.В. Пискунов. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2011. – 50с.
26. 312эл Механика и молекулярная физика: курс лекций по курсу «Физика» для студентов всех специальностей днев. и заоч. форм обучения / А. А. Панков. - Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2012. - 145 с.

**ФИЗИКА**  
**МЕХАНИКА И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА**

**Практикум**  
**по выполнению тестовых заданий**  
**для студентов технических специальностей**  
**заочной формы обучения**

Составители: **Хило Петр Анатольевич**  
**Шаповалов Петр Степанович**

Подписано к размещению в электронную библиотеку  
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного  
учебно-методического документа 09.03.20.

Рег. № 33Е.  
<http://www.gstu.by>