

**Уральский институт государственной противопожарной службы
МЧС России**

Физика. Механика

**Методические указания для выполнения контрольной работы № 1
по дисциплине “Физика” для слушателей 1-го курса
факультета заочного обучения
по специальности 330400 Пожарная безопасность**

Екатеринбург 2006

Физика. Механика: Методические указания для выполнения контрольной работы № 1 по дисциплине “Физика” для слушателей 1-го курса факультета заочного обучения по специальности 330400 Пожарная безопасность для / Екатеринбург: Уральский институт государственной противопожарной службы МЧС России. 2006. 45 с.

Составители: И.М. Морозова, Е.В. Тархова

Рецензент: Скрипов П.В. д. ф-м наук, профессор
Купряжкин А.Я. д. ф-м наук, профессор

Данные методические указания к контрольной работе № 1 разработаны в соответствии с рабочей программой по дисциплине "Физика" и предназначены для помощи слушателям в процессе их самостоятельной работы.

Пособие содержит краткие теоретические сведения по разделу "Механика", рассмотрены вопросы, вызывающие у слушателей наибольшее затруднения при самостоятельном изучении. Приведены варианты заданий и приведены примеры решения задач.

Рекомендовано к изданию методическим советом
УрИ ГПС МЧС России

Протокол № 5 от 22 декабря 200 5 г.

© Уральский институт ГПС МЧС России, 2006

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ИЗУЧЕНИЯ	
ДИСЦИПЛИНЫ	6
ЛИТЕРАТУРА	8
ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ	10
ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ	16
ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ	28
ЗАДАЧИ	30
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ	44
ПРИЛОЖЕНИЕ	45

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания составлены в соответствии с рабочей программой по дисциплине «Физика», предназначены для слушателей Уральского института государственной противопожарной службы МЧС России специальности 330400 (форма обучения — заочная), содержат рекомендуемую последовательность изучения дисциплины, варианты выполнения контрольной работы и рекомендации по ее выполнению.

Основной формой изучения дисциплины слушателями является самостоятельная работа. Примерный список литературы приведен в данном пособии. Учебная работа студента факультета заочного обучения по изучению физики состоит из следующих этапов: проработка установочных и обзорных лекций; самостоятельная работа над учебниками и учебными пособиями; прохождение лабораторного практикума, сдача зачетов и экзаменов во время экзаменационно-лабораторных сессий.

Контрольные работы позволяют закрепить теоретический материал курса. В процессе изучения физики студент должен выполнить пять контрольных работ по разделам:

1. Физические основы механики;
2. Молекулярная физика, основы термодинамики;
3. Электростатика, постоянный ток;
4. Электромагнетизм, колебания и волны;
5. Волновая оптика, квантовая природа излучения. Элементы квантовой механики, физики атома, твердого тела и атомного ядра.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Материал курса «Физика» для студентов-заочников в учебной программе изложен в традиционном порядке: механика, молекулярная физика и термодинамика, электричество и магнетизм, оптика, элементы физики атома,

твердого тела, атомного ядра, что обусловлено таким же порядком изложения разделов курса в большинстве учебников и справочников, которыми пользуются студенты-заочники при самостоятельном изучении физики. Лаборатории кафедры созданы с учетом традиционного порядка изучения разделов курса.

Государственный образовательный стандарт профессионального высшего образования предусматривает при подготовке инженеров по всем направлениям и специальностям одинаковый минимум содержания курса физики. Учебная программа позволяет в процессе чтения лекций и лабораторного практикума более углубленно изучать разделы, важные для конкретной специальности, за счет сокращения других.

Введение

Предмет физики. Методы физических исследований: опыт, гипотеза, эксперимент, теория. Взаимное влияние физики и техники в процессе развития. Связь физики с философией и другими науками.

Физические основы механики

Механическое движение как простейшая форма движения материи. Представления о свойствах пространства и времени, лежащие в основе классической механики. Система отсчета. Инерциальные системы отсчета. Материальная точка. Кинематика материальной точки.

Динамика материальной точки и поступательного движения твердого тела. Фундаментальные взаимодействия и фундаментальные силы, Поле - форма материи, осуществляющая взаимодействие между телами. Законы динамики.

Силы в механике (трения, упругости, тяготения). Импульс материальной точки и тела. Замкнутая система тел. Закон сохранения импульса. Закон тяготения Ньютона. Гравитационное поле.

Работа постоянной и переменной силы. Консервативные и неконсервативные силы. Механическая энергия. Кинетическая и потенциальная энергии. Связь между силой и потенциальной энергией. Потенциальные кривые. Закон сохранения механической энергии. Упругий и неупругий удар.

Вращательное движение твердого тела относительно неподвижной оси. Кинематические характеристики вращательного движения. Связь угловых и линейных величин. Момент силы относительно оси. Момент инерции относительно оси. Расчет момента инерции тел простой формы относительно оси вращения. Момент импульса материальной точки и тела относительно оси. Основное уравнение динамики вращательного движения. Кинетическая энергия вращающегося тела. Закон сохранения момента импульса. Связь законов сохранения со свойствами пространства и времени.

Элементы специальной теории относительности

Преобразования Галилея. Механический принцип относительности. Закон сложения скоростей в классической механике. Постулаты специальной теории относительности.

Преобразования Лоренца. Понятие события. Относительность понятий одновременности и одновременности событий. Пространственно-временной интервал. Релятивистское изменение длин и промежутков времени. Релятивистский закон сложения скоростей.

Релятивистский импульс. Основной закон релятивистской динамики материальной точки. Взаимосвязь массы и энергии.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Трофимова Т. И. Курс физики.- М.: Высшая школа, 1990,-478 с.
2. Детлаф А. А., Яворский Б. М. Курс физики.- М.: Высшая школа, 1989.-608с.
3. Савельев И. В. Курс общей физики. Т. 1 - 3. - М.: Наука, 1988.
4. Епифанов Г. И. Физика твердого тела. - М.: Высшая школа, 1977. - 288с.
5. Яворский Б. М., Детлаф А. А. Справочник по физике. - М.: Наука, 1980.-512 с.
6. Чертов А. Г., Воробьев А. А. Задачник по физике.- М.: Высшая школа, 1988.-527с.
7. Волькенштейн В. С. Сборник задач по общему курсу физики.- М.: Наука, 1990.-400с.

Дополнительная

1. Савельев И.В. Курс общей физики. - М.: Наука, 1989. -Т. I.
2. Сивухин Д.В. Курс общей Физики. - М.: Наука, 1986. Т.
3. Берклеевский Курс физики. - М.: Наука, 1975-77. Т. I
4. Фанман Р., Лейтон Р. Файнмановские лекции по физике. • М.: Мир, 1977. Вып. 1-10.
5. Трофимова Т.И. Краткий курс физики. - М.: Высшая школа, 2004.
6. Трофимова Т.И. Сборник задач по курсу физики для вузов . - М.: Оникс 21 век, 2003.
7. Хайкин С.Э. Физические основы механики. - М.: Наука, 1971.
8. Орир Д.К. Физика. - М.: Мир, 1981. Т. 1-2.

Сведения о приближенных вычислениях

В физических задачах числовые значения являются приближенными. Задачи с приближенными данными нужно решать, соблюдая правила подсчета значащих цифр. Значащими называются все цифры, кроме нуля, а также и нуль в двух случаях: когда он стоит между значащими цифрами и когда он стоит в конце числа.

При вычислениях нельзя получить результат более точный, чем исходные данные, поэтому следует вести приближенные вычисления.

При сложении или вычитании приближенных чисел, имеющих различную точность, более точное должно быть округлено до точности менее точного. Например: $9,6 + 0,176 = 9,6 + 0,2 = 9,8$.

При умножении и делении следует в полученном результате сохранять столько значащих цифр, сколько их имеет приближенное данное с наименьшим количеством значащих цифр. Например $0,637 \cdot 0,023 = 0,013$, но не $0,0132496$.

При возведении в квадрат или куб нужно сохранять столько значащих цифр, сколько их имеет возводимое в степень число. Например $1,25^2 = 1,56$, но не $1,5625$; $1,01^3 = 1,03$, но не $1,030301$.

При извлечении квадратного и кубического корней в результате нужно сохранять столько значащих цифр, сколько их имеет подкоренное число. Например $\sqrt{10} = 3,2$, но не 3,162; $\sqrt[3]{10} = 2,2$, но не 2,154.

Когда число мало отличается от единицы, можно пользоваться приближенными формулами. Если a , b , c меньше 0,05, то:

$$(1 \pm a)(1 \pm b)(1 \pm c) = 1 \pm a \pm b \pm c$$

$$\sqrt{1 \pm a} = 1 \pm \frac{a}{2}$$

$$(1 \pm a)^n = 1 \pm na$$

$$\frac{1}{(1 \pm a)^n} = 1 \mp na$$

$$\frac{1}{1 \pm a} = 1 \mp a$$

$$e^a = 1 + a$$

$$\ln(1 \pm a) = \pm a - \frac{a^2}{2}$$

Если угол $\alpha \ll 5^\circ$ и выражен в радианах, то в первом приближении можно принять $\sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha = \alpha$; $\cos \alpha = 1$

Соблюдая эти правила, студент сэкономит время на вычислении искомых величин при решении физических задач.

ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ

- Кинематическое уравнение движения материальной точки (центра масс твердого тела) вдоль оси X

$$x = f(t),$$

где $f(t)$ - некоторая функция времени.

- Средняя скорость $\bar{v}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t}$
- Средняя путевая скорость $\bar{v} = \frac{\Delta S}{\Delta t}$, где ΔS - путь, пройденный точкой за интервал времени Δt . Путь ΔS в отличие от разности координат $\Delta x = x_2 - x_1$ не может убывать и принимать отрицательные значения, т.е. $\Delta S > 0$.

- Мгновенная скорость $v_x = \frac{dx}{dt}$
- Среднее ускорение $\bar{a}_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t}$
- Мгновенное ускорение $a_x = \frac{dv_x}{dt}$
- Кинематическое уравнение движения материальной точки по окружности радиусом R :

$$\varphi = f(t), \quad R = r = \text{const}$$

- Угловая скорость $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$.
- Угловое ускорение $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}$.
- Связь между линейными и угловыми величинами, характеризующими движение точки по окружности:

$$v = \omega R, \quad a_\tau = \varepsilon R, \quad a_n = \omega^2 R$$

где v – линейная скорость; a_τ и a_n , - тангенциальное и нормальное ускорения.

- Полное ускорение $a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$; $a = R\sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4}$
- Угол между полным a и нормальным a_n ускорениями $\alpha = \arccos\left(\frac{a_n}{a}\right)$
- Импульс материальной точки массой m , движущейся поступательно со скоростью v : $p = mv$.
- Второй закон Ньютона для поступательного движения

$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

Сила, действующая на тело массы m ($m = \text{const}$)

$$\vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}.$$

- Силы, рассматриваемые в механике:

a) сила упругости $F = kx$

где k - коэффициент упругости (в случае пружины – жесткость); x - абсолютная деформация;

b) сила тяжести $\vec{P} = m\vec{g}$;

c) сила гравитационного взаимодействия

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

где G - гравитационная постоянная; m_1 и m_2 - массы взаимодействующих тел; r - расстояние между телами (тела рассматриваются как материальные точки).

В случае гравитационного взаимодействия сила $F = \gamma m$, где γ – напряженность гравитационного поля;

d) сила трения (скольжения) $F = fN$, где f - коэффициент трения; N -сила нормального давления.

- Закон сохранения импульса $\sum_{i=1}^n p_i = const$, или для двух тел ($i=2$)

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

где \vec{v}_1 и \vec{v}_2 - скорости тел в момент времени, принятый за начальный;

\vec{u}_1 и \vec{u}_2 - скорости тех же тел в конечный момент времени.

- Скорости шаров массами m_1 и m_2 после абсолютно упругого центрального удара

$$u_1 = \frac{v_1(m_1 - m_2) + 2m_2 v_2}{m_1 + m_2}; \quad u_2 = \frac{v_2(m_2 - m_1) + 2m_1 v_1}{m_1 + m_2}$$

- Скорость шаров массами m_1 и m_2 после абсолютно неупругого удара

$$u = \frac{v_1 m_1 + v_2 m_2}{m_1 + m_2}$$

- Работа переменной силы на пути S

$$A = \int_s F_s dS = \int_s F_s \cos \alpha dS.$$

- Мощность $N = \frac{dA}{dt}$; $N = Fv \cos \alpha$

- Кинетическая энергия тела, движущегося поступательно,

$$E_k = T = \frac{mv^2}{2}; \quad E_k = T = \frac{p^2}{2m}$$

- Потенциальная энергия:

a) упругодеформированной пружины $\Pi = \frac{kx^2}{2}$

b) гравитационного взаимодействия $\Pi = -\gamma \frac{m_1 m_2}{r}$

c) тела, находящегося в однородном поле силы тяжести $\Pi = mgh$

где h - высота тела над уровнем, принятым за нулевой (h мала по сравнению с радиусом Земли).

- Закон сохранения механической энергии: $E = T + \Pi = \text{const.}$

- Работа, совершаемая внешними силами, определяется как мера изменения энергии системы $A = \Delta E = E_2 - E_1$

- Напряженность и потенциал гравитационного поля Земли:

$$E = \gamma \frac{M}{(R_3 + h)^2} \quad \varphi = \gamma \frac{M}{(R_3 + h)}$$

- Момент инерции материальной точки $J = m r^2$,

где m - масса точки, r - расстояние до оси вращения.

- Момент инерции некоторых тел массой m :

a) полного и сплошного цилиндров (или диска) радиуса R относительно оси вращения, совпадающей с осью цилиндра

$$J_{\text{пол}} = mR^2, \quad J_{\text{спл}} = \frac{1}{2} mR^2$$

b) шара радиуса R относительно оси вращения, проходящей через центр масс

шара
$$J = \frac{2}{5}mR^2$$

- с) тонкого стержня длиной l , если ось вращения перпендикулярна стержню и проходит через центр масс стержня

$$J = \frac{1}{12}ml^2$$

- д) то же, но ось вращения проходит через один из концов стержня $J = \frac{1}{3}ml^2$

- е) тела относительно произвольной оси, отстоящей на расстояние d от оси, проходящей через центр масс. Теорема Штейнера

$$J = J_0 + md^2$$

- Момент силы относительно оси вращения $\vec{M} = \left[\vec{r} \times \vec{F} \right]$,

где \vec{r} - радиус-вектор, проведенный в точку приложения силы P . Модуль момента силы $M = F \cdot l$, где l - плечо силы.

- Момент импульса тела, вращающегося относительно неподвижной оси Z :

$$L_Z = J_Z \omega$$

- Основное уравнение динамики вращательного движения

$$\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt} = \frac{d(J\vec{\omega})}{dt}$$

При $J = \text{const}$

$$\vec{M} = J \frac{d\vec{\omega}}{dt} = J \vec{\varepsilon}$$

- Закон сохранения момента импульса (количества движения) для изолированной

системы
$$\sum_{i=1}^n J_i \omega_i = \text{const}$$

- Кинетическая энергия вращающегося тела $E = \frac{J\omega^2}{2}$

- Работа при вращательном движении $dA = M \cdot d\varphi$, где $d\varphi$ – угол поворота тела,

M – момент силы относительно оси вращения.

- Зависимость длины тела и времени от скорости в релятивистской механике

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \qquad t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

где l_0 - длина стержня, измеренная в системе отчета, относительно которой стержень покоится (собственная длина); l - длина стержня, измеренная в системе отчета, относительно которой он движется со скоростью v ; t_0 - промежуток времени между двумя событиями, отсчитанный часами, движущимися вместе с телом; t - промежуток времени между теми же событиями, отсчитанный покоящимися часами; c - скорость распространения света в вакууме.

- Теорема сложения скоростей в теории относительности

$$u = \frac{u' + v}{1 + \frac{u' \cdot v}{c^2}}$$

где u' – скорость тела относительно подвижной системы координат K' ; v – скорость системы K' , движущейся в положительном направлении оси X системы отсчета K ; u – скорость тела относительно неподвижной системы K (оси Y и Y' , Z и Z' , параллельны).

- Энергия покоя частицы $E = mc^2$, где m_0 - масса покоя частицы.
- Зависимость массы частицы от скорости v , сравнимой со скоростью света:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

- Полная энергия частицы, движущейся со скоростью v , сравнимой со скоростью света,

$$E = mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

- Кинетическая энергия релятивистской частицы

$$T = E_2 - E_1 = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)$$

- Релятивистский импульс частицы

$$\vec{p} = \frac{m_0 \vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

- Связь между энергией и импульсом релятивистской частицы

$$E^2 = m_0^2 c^4 + p^2 c^2, \quad p = \frac{1}{c} \sqrt{T(T + 2m_0 c^2)}$$

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Пример 1. Тело вращается вокруг неподвижной оси по закону, выражаемому формулой $\varphi = 10 + 20t - 2t^2$. Найти полное ускорение точки, находящейся на расстоянии 0,1 м от оси вращения, для момента времени 4 с. (рис. 1.)

Дано:
$\varphi = 10 + 20t - 2t^2$
$r = 0,1$ м;
$t = 4$ с.
Найти: a

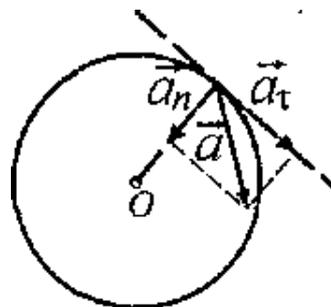


Рис.1.

Решение:

Точка вращающегося тела описывает окружность. Полное ускорение точ-

ки, движущейся по кривой линии, может быть найдено как геометрическая сумма тангенсального ускорения \mathbf{a}_τ , направленного по касательной к траектории, и нормального ускорения \mathbf{a}_n направленного к центру кривизны траектории:

$$\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n \quad a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2} \quad (1)$$

Тангенсальное и нормальное ускорения точки вращающегося тела выражаются формулами:

$$a_n = \omega^2 r \quad a_\tau = \varepsilon \cdot r \quad (2)$$

где ω - угловая скорость тела; ε - его угловое ускорение; r -расстояние точки до оси вращения.

Подставляя выражения a_τ и a_n в формулу (1), находим:

$$a = \sqrt{\varepsilon^2 r^2 + \omega^4 r^2} = r\sqrt{\omega^4 + \varepsilon^2} \quad (3)$$

Угловая скорость равна первой производной от угла поворота по времени:

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = 20 - 4t$$

В момент времени $t = 4$ с угловая скорость $\omega = (20 - 4 \cdot 4)c^{-1} = 4c^{-1}$

Угловое ускорение вращающегося тела равно $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = -4c^{-1}$ первой производной от угловой скорости по времени

Это выражение углового ускорение не содержит времени, следовательно, угловое ускорение имеет постоянное значение, не зависящее от времени. Подставляя значения ε, ω, r в формулу (3), получим:

$$a = 0,1\sqrt{(-4)^2 + 4^4} = 1,65 \text{ м/с}^2$$

Пример 2. Тело массой 1 кг под действием постоянной силы движется прямолинейно. Зависимость пути, пройденного телом, от времени задана уравнением $S = 2t^2 + 4t + 1$. Определить работы силы за 10 с с начала ее действия и зависи-

мость кинетической энергии от времени.

Дано:

$$S = 2t^2 + 4t + 1;$$

$$m = 1 \text{ кг};$$

$$t = 10 \text{ с}$$

Найти: A , $T = f(t)$

Решение:

Работа, совершаемая силой, выражается через криволинейный интеграл $A = \int F dS$ (1)

Сила, действующая на тело, по II закону Ньютона

$$F = ma, \text{ или } F = m \frac{d^2 S}{dt^2} \quad (2)$$

Мгновенное значение ускорения определяется первой производной от скорости по времени или второй производной от пути по времени. В соответствии с этим находим:

$$v = \frac{dS}{dt} = 4 + 4t \quad (3)$$

$$a = \frac{d^2 S}{dt^2} = 4 \quad (4)$$

Тогда $F = m \frac{d^2 S}{dt^2} = 4m$ (5)

Из выражения (3) определим $dS = (4t + 4)dt$ (6)

Подставив (5) и (6) в уравнение (1), получим $A = \int 4m(4t + 4)dt$

По этой формуле определим работу, совершаемую силой за 10 с с начала ее действия:

$$A = \int_0^{10} (16mt + 16m)dt = m \left[-\frac{16t^2}{2} \right]_0^{10} + 16t \Big|_0^{10} = 1 \cdot (8 \cdot 100 + 16 \cdot 10) = 960 \text{ Дж}$$

Кинетическая энергия определяется по формуле $T = m \frac{v^2}{2}$.

Подставляя (3) в (7) имеем:

$$T = \frac{m(4t + 4)^2}{2} = \frac{m(16t^2 + 32t + 16)}{2} = m(8t^2 + 16t + 8)$$

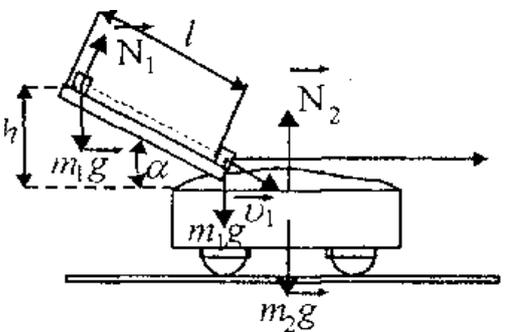
Пример 3. Ящик массой 20 кг соскальзывает по идеально гладкому лотку длиной 2 м на неподвижную тележку с песком и застревает в нем. Тележка с песком массой 80 кг может свободно (без трения) перемещаться по рельсам в горизонтальном направлении. Определить скорость тележки с ящиком, если лоток наклонен под углом 30° к горизонту.

Дано:
$m_1=20$ кг;
$m_2=80$ кг;
$l=2$ м;
$\alpha=30^\circ$
Найти: u .

Решение:

Тележку и ящик можно рассматривать как систему двух неупруго взаимодействующих тел. Но система эта не замкнута, так как сумма

внешних сил, действующих на систему:



двух сил тяжести $m_1\vec{g}$, $m_2\vec{g}$ и сил реакции N_1, N_2 (рис. 2.) – не равна нулю. Поэтому применить закон сохранения импульса к системе ящик-тележка нельзя. Но так как проекция суммы

Рис.2

указанных сил на направление x равна нулю, то составляющую импульса системы в этом направлении можно считать постоянной, то есть

$$p_{1x} + p_{2x} = p'_{1x} + p'_{2x} \quad (1)$$

где p_{1x}, p_{2x} – проекции импульса ящика и тележки с песком в момент падения ящика на тележку; p'_{1x}, p'_{2x} – те же величины после падения ящика.

Выразим в равенстве (1) импульсы тел через их массы и скорости, учтя при этом, что $p_{2x} = 0$ (тележка до взаимодействия с ящиком покоилась), а также то, что после взаимодействия оба тела системы движутся с одной и той же скоростью u :

$$m_1 v_{1x} = (m_1 + m_2) u \quad (1)$$

или

$$m_1 v_1 \cos \alpha = (m_1 + m_2) u \quad (2)$$

где u - скорость ящика перед падением на тележку; v_{1x} - проекция этой скорости на ось x .

Отсюда выразим искомую скорость:

$$u = \frac{m_1 v_1 \cos \alpha}{(m_1 + m_2)} \quad (3)$$

Скорость v_1 , ящика перед падением определим из закона сохранения энергии:

$$m_1 gh = \frac{m_1 v_1^2}{2}$$

где $h = l \sin \alpha$

После сокращения на m_1 , найдем:

$$v_1 = \sqrt{2gl \sin \alpha}.$$

Подставив найденное выражение v_1 в формулу (2), получим:

$$u = \frac{m_1 \sqrt{2gl \sin \alpha} \cos \alpha}{m_1 + m_2}$$

Подставим числовые значения величин v_1 произведем вычисления:

$$u = \frac{20 \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot \sin 30^\circ}}{20 + 80} \cos 30^\circ = 0,767 \text{ м/с}$$

Пример 4. С какой скоростью должна быть выброшена с поверхности Солнца частица, чтобы она могла удалиться в бесконечность?

<p>Дано:</p> <p>$\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 / (\text{кг} \cdot \text{с}^2)$</p> <p>$M = 1,98 \cdot 10^{30} \text{ кг};$</p> <p>$R = 6,95 \cdot 10^8 \text{ м}$</p> <p>Найти: v</p>
--

Решение:

Частица должна быть выброшена с такой скоростью, чтобы соответствующая этой скорости кинетическая энергия была равна работе, совершаемой против сил притяжения частицы к Солнцу при удалении в бес-

конечность $A = \frac{mv^2}{2}$, откуда $v = \sqrt{\frac{2A}{m}}$ (1)

Для того, чтобы вычислить работу, совершаемую против силы притяжения при удалении тела от Солнца, используем правило нахождения работы переменной силы. Элементарную работу против силы F при удалении на dr выразим так:

$$dA = Fdr = G \frac{mM}{r^2} dr \quad (2)$$

где m - масса тела; M - масса Солнца; r - расстояние тела от Солнца; G - гравитационная постоянная.

Работа, которую нужно совершить, чтобы удалить тело с поверхности Солнца в бесконечность:

$$A = \int_R^{\infty} GmM \frac{dr}{r^2} = G \frac{mM}{R}$$

где R - радиус Солнца.

Подставим полученное выражение работы в формулу (1) и вычислим значение скорости:

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-10} \cdot 1,98 \cdot 10^{30}}{6,95 \cdot 10^8}} = 6,15 \frac{m}{c}$$

Пример 5. Через блок, выполненный в виде диска и имеющий массу 80 г (рис. 3.), перекинута тонкая, гибкая нить, к концам которой подвешены грузы с массами 100 и 200 г. С каким ускорением будут двигаться грузы, если их предос-

тавить самим себе. Трением пренебречь.

Дано: $m = 80 \text{ г};$ $m_1 = 100 \text{ г};$ $m_2 = 200 \text{ г};$ $g = 9,8 \text{ м/с}^2.$ Найти: $a.$

Решение:

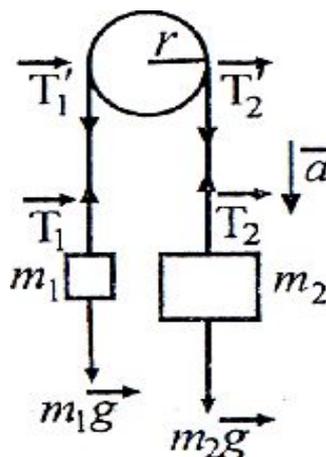


Рис. 3.

Применим к решению задачи основные законы поступательного движения. На каждый из движущихся грузов действуют две силы: сила тяжести $P = mg$, направленная вниз, и сила натяжения нити T , направленная вверх. Груз m_1 , поднимается ускоренно вверх, следовательно, $T_1 > m_1g$. По второму закону Ньютона равнодействующая этих сил, равная их разности, пропорциональна ускорению, с которым движется груз

$$T_1 - m_1g = m_1a$$

откуда

$$T_1 = m_1g + m_1a \quad (1)$$

Груз m_2 ускоренно опускается вниз, следовательно, $T_2 < m_2g$. Запишем формулу второго закона для этого груза:

$$-T_2 + m_2g = m_2a$$

откуда

$$T_2 = m_2g - m_2a \quad (2)$$

Согласно основному закону динамики вращательного движения вращающий момент M , приложенный к диску, равен произведению момента инерции диска на его угловое ускорение:

$$M = J\varepsilon. \quad (3)$$

Определим вращающий момент. Силы натяжения нитей действуют не только на грузы, но и на диск. По III закону Ньютона силы T'_1 и T'_2 , приложенные к ободу диска, по величине равны соответственно силам T_1 и T_2 , но по направлению им противоположны. При движении грузов диск ускоренно

вращается по часовой стрелке, следовательно, $T'_1 < T'_2$. Вращающий момент, приложенный к диску, равен произведению разности этих сил на плечо, равное радиусу диска:

$$M = (T'_2 - T'_1)r$$

Момент инерции диска $J = \frac{mr^2}{2}$; угловое ускорение связано с линейным ускорением грузов соотношением $\varepsilon = \frac{a}{r}$. Подставив в формулу (3) выражения M, ε и J , получим:

$$(T'_2 - T'_1)r = \frac{1}{2}mr^2 \frac{a}{r}$$

откуда,

$$T'_2 - T'_1 = \frac{m}{2}a \quad (4)$$

Так как, $T'_1 = T_1$, $T'_2 = T_2$, то можно заменить силы T'_1 и T'_2 выражениями по формулам (1) и (2), тогда

$$m_2g - m_2a - m_1a - m_1g = \frac{ma}{2}$$

или

$$(m_2 - m_1)g = \left(m_2 + m_1 + \frac{m}{2}\right) \cdot a$$

откуда

$$a = \frac{m_1 - m_2}{m_2 + m_1 + \frac{m}{2}} \cdot g \quad (5)$$

Отношение масс в правой части (5) есть величина безразмерная. Поэтому числовые значения масс m_1, m_2 и m можно взять в граммах, как они даны в условии задачи. После подстановки получим;

$$a = \frac{200 - 100}{200 + 100 + 80/2} \cdot 9,8 = 2,88 \text{ м/с}^2$$

Пример 6. Платформа в виде сплошного диска радиусом 1,5 м и массой 180 кг вращается по инерции около вертикальной оси с частотой 10 мин⁻¹. В центре платформы стоит человек массой 60 кг. Какую линейную скорость относительно пола помещения будет иметь человек, если он перейдет на край платформы?

<p>Дано: $R = 1,5 \text{ м};$ $m_1 = 180 \text{ кг};$ $n = 10 \text{ мин}^{-1};$ $m_2 = 60 \text{ кг}.$</p>
<p>Найти: $\omega.$</p>

Решение:

Платформа вращается по инерции. Следовательно, момент внешних сил относительно оси вращения, совпадающей с геометрической осью платформы, равен нулю. При этом в условии момент импульса системы платформа – человек остается постоянным:

$$L = J\omega = \text{const} \quad (1)$$

где J – момент инерции платформы с человеком относительно оси; ω – угловая скорость платформы.

Момент инерции системы равен сумме моментов инерции тел, входящих в состав системы, поэтому $J = J_1 + J_2$, где J_1 и J_2 – момент инерции платформы и человека.

С учетом этого равенство (1) примет вид:

$$(J_1 + J_2) \cdot \omega = \text{const}, \text{ или } (J_1 + J_2) \cdot \omega = (J'_1 + J'_2) \cdot \omega'$$

где значения моментов инерции J_1 и J_2 относятся к начальному состоянию системы; J'_1 и J'_2 к конечному.

Момент инерции платформы относительно оси при переходе человека не изменяется: $J_1 = J'_1 = \frac{1}{2} m_1 R^2$. Момент инерции человека будет меняться.

Если рассматривать человека как материальную точку, то его момент инерции J_2 в начальном положении (в центре платформы) равен нулю. В конечном положении (на краю платформы) $J'_2 = m_2 R^2$

Подставив в формулу (2) выражения моментов инерции, начальной угло-

вой скорости вращения платформы с человеком ($\omega = 2\pi n$) и конечной угловой скорости ($\omega^l = v/R$)

$$\left(\frac{1}{2}m_1R^2 + 0\right)2\pi n = \left(\frac{1}{2}m_1R^2 + m_2R^2\right)\frac{v}{R}$$

После сокращения на R^2 и простых преобразований находим скорость:

$$v = \frac{2\pi nR m_1}{m_1 + 2m_2}$$

Произведем вычисления:

$$v = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot \frac{1}{6} \cdot 1,5 \cdot 180}{180 + 2 \cdot 60} = 1 \text{ м / с}$$

Пример 7. Ионизированный атом, вылетев из ускорителя со скоростью $0,85c$, испустил фотон в направлении своего движения. Определить скорость фотона относительно ускорителя.

Дано:
$v = 0,85c$;
$u^l = c$
Найти: u

Решение:

Согласно релятивистскому закону сложения скоростей

$$u = \frac{u' + v}{1 + u'v/c^2}$$

где u - скорость ионизированного атома (система K') относительно ускорителя (система K); u' - скорость фотона относительно атома. Подставив u' и v , получим

$$u = \frac{c + 0,85c}{1 + \frac{c \cdot 0,85 \cdot c}{c^2}} = c$$

то есть скорость фотона в собственной системе отчета (K^l) и относительно ускорителя (K) одинакова и равна c .

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО ВЫПОЛНЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ СЛУШАТЕЛЯМИ ФАКУЛЬТЕТА ЗАОЧНОГО ОБУЧЕНИЯ

Слушатели выполняют контрольную работу в соответствии с учебным планом в сроки установленные факультетом заочного обучения УрИ ГПС МЧС России. Контрольная работа выполняется слушателями самостоятельно после изучения программного материала и рекомендуемой литературы.

Цель контрольной работы - формирование умения работать с учебной и справочной литературой по изучаемой дисциплине.

Номер варианта контрольной работы определяется двумя последними номерами зачетной книжки слушателя. В контрольной работе студент должен решить шесть задач и дать ответ на два теоретических вопроса. Вариант определяется по последним двум цифрам зачетной книжки.

Перед оформлением работы необходимо ознакомиться с материалами аудиторных занятий, подобрать рекомендованную литературу.

Контрольная работа выполняется слушателями в обычной ученической тетради объемом 12 листов. Работа должна быть написана разборчивым почерком и оценивается с учетом глубины проработки вопросов, грамотности и аккуратности. Допускается оформление работы с использованием компьютерной техники. В этом случае основной текст работы должен быть набран в текстовом редакторе Word гарнитурой Times New Roman или Arial с межстрочечным интервалом 1-1,5 на одной стороне белой бумаги формата А4. Размеры полей на листе: левого и нижнего - по 2,5 см, правого и верхнего - по 2 см. Абзацный отступ - не менее 1,2 см. Размер шрифта для текста - 14, для формул - 16, для таблиц - 10, 12 или 14.

Структура контрольной работы включает в себя:

- титульный лист (образец приведен в Приложении);
- ответы на теоретические вопросы;

- решение задач с комментариями;
- список используемой литературы.

Перед ответом на каждый вопрос необходимо проставить его номер и написать его полное название в соответствии с заданием. В список литературы включаются источники, изученные слушателем при выполнении контрольной работы.

Работа, выполненная не по своему варианту, не в полном объеме или являющаяся результатом механического переписывания текста с учебного пособия получает оценку «не зачет», с учетом замечаний преподавателя дорабатывается. Переделанная работа предоставляется на проверку вместе с незачтенной работой. Слушатели, не предоставившие контрольную работу до установленного срока, или имеющие незачтенную контрольную работу, до экзамена не допускаются.

ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

		<i>Последняя цифра зачетной книжки</i>									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предпоследняя цифра зачетной книжки	1	1 (а)	2 (б)	3 (в)	4 (г)	5 (д)	6 (е)	7 (ж)	8 (з)	9 (и)	10 (к)
		20 (б)	19 (в)	18 (к)	17 (к)	16 (е)	15 (а)	14 (е)	13 (и)	12 (а)	11 (и)
		25 (в)	24 (г)	23 (д)	22 (а)	21 (а)	26 (к)	27 (в)	28 (а)	29 (к)	30 (а)
		31 (г)	32 (д)	33 (е)	34 (а)	35 (к)	36 (б)	37 (а)	38 (б)	39 (г)	40 (в)
		50 (к)	49 (е)	48 (ж)	47 (б)	46 (б)	45 (в)	44 (б)	43 (в)	42 (б)	41 (б)
		51 (е)	52 (а)	53 (з)	54 (к)	55 (в)	56 (г)	57 (к)	58 (г)	59 (е)	60 (г)
		61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
		71	85	84	83	82	81	80	79	78	77
	2	10 (з)	1 (б)	2 (а)	3 (б)	4 (д)	5 (в)	6 (к)	7 (е)	8 (г)	9 (з)
		19 (д)	18 (а)	17 (и)	16 (ж)	15 (б)	14 (ж)	13 (з)	12 (б)	11 (к)	20 (а)
		29 (а)	28 (б)	27 (г)	26 (и)	25 (а)	24 (д)	23 (б)	30 (в)	21 (б)	22 (б)
		32 (а)	33 (г)	34 (в)	35 (и)	36 (в)	37 (б)	38 (г)	39 (а)	40 (а)	31 (к)
		42 (в)	41 (д)	50 (и)	49 (а)	48 (г)	47 (а)	46 (в)	45 (г)	44 (д)	43 (д)
		52 (б)	53 (е)	54 (д)	55 (б)	56 (к)	57 (и)	58 (а)	59 (ж)	60 (в)	51 (в)
		71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
		61	62	63	64	65	61	62	63	64	65
	3	9 (к)	10 (в)	1 (в)	2 (в)	3 (а)	4 (е)	5 (г)	6 (и)	7 (в)	8 (к)
		18 (б)	17 (з)	16 (з)	15 (в)	14 (з)	13 (к)	12 (в)	11 (з)	19 (б)	20 (в)
		24 (е)	23 (г)	22 (в)	21 (и)	30 (б)	29 (б)	28 (в)	27 (д)	26 (з)	25 (б)
		33 (а)	34 (б)	35 (з)	36 (а)	37 (в)	38 (а)	39 (б)	40 (б)	31 (а)	32 (б)
44 (в)		43 (а)	42 (а)	41 (и)	50 (з)	49 (г)	48 (а)	47 (г)	46 (д)	45 (а)	
53 (д)		54 (и)	55 (г)	56 (ж)	57 (д)	58 (в)	59 (д)	60 (а)	51 (ж)	52 (в)	
81		82	83	84	85	61	62	63	64	65	
66		67	68	69	71	72	73	74	75	76	
4	8 (и)	9 (в)	10 (б)	1 (г)	2 (г)	3 (е)	4 (а)	5 (а)	6 (ж)	7 (д)	
	17 (ж)	16 (и)	15 (г)	14 (а)	13 (а)	12 (г)	11 (ж)	20 (г)	19 (г)	18 (в)	
	28 (д)	27 (е)	26 (ж)	25 (г)	24 (ж)	23 (ж)	22 (г)	21 (е)	30 (д)	29 (в)	
	34 (д)	35 (ж)	36 (д)	37 (к)	38 (в)	39 (в)	40 (з)	31 (в)	32 (е)	33 (б)	
	46 (а)	45 (б)	44 (з)	43 (и)	42 (д)	41 (а)	50 (ж)	49 (ж)	48 (б)	47 (и)	
	54 (б)	55 (а)	56 (а)	57 (б)	58 (б)	59 (к)	60 (б)	51 (б)	52 (г)	53 (а)	
	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	
	85	84	83	82	81	85	69	68	67	66	
5	7 (б)	8 (ж)	9 (б)	10 (и)	1 (д)	2 (д)	3 (г)	4 (ж)	5 (з)	6 (в)	
	16 (к)	15 (д)	14 (и)	13 (б)	12 (д)	11 (е)	20 (д)	19 (к)	18 (г)	17 (е)	
	23 (а)	22 (д)	21 (д)	30 (г)	29 (г)	28 (г)	27 (ж)	26 (е)	25 (к)	24 (з)	
	35 (е)	36 (к)	37 (г)	38 (д)	39 (и)	40 (ж)	31 (и)	32 (з)	33 (в)	34 (г)	
	48 (д)	47 (з)	46 (ж)	45 (к)	44 (ж)	43 (б)	42 (з)	41 (в)	50 (е)	49 (б)	
	55 (е)	56 (б)	57 (а)	58 (з)	59 (а)	60 (к)	51 (а)	52 (д)	53 (б)	54 (а)	
	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	
	80	61	62	63	75	74	73	72	71	70	

		<i>Последняя цифра зачетной книжки</i>									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предпоследняя цифра зачетной книжки	6	6 (а) 15 (е) 27 (з) 36 (ж) 43 (к) 56 (в) 61 76	7 (а) 14 (к) 26 (д) 37 (е) 44 (г) 57 (в) 62 81	8 (а) 13 (в) 25 (и) 38 (к) 45 (д) 58 (е) 63 82	9 (а) 12 (е) 24 (и) 39 (ж) 46 (г) 59 (з) 64 83	10 (ж) 11 (д) 23 (в) 40 (е) 47 (д) 60 (и) 65 84	1 (е) 20 (е) 22 (е) 31 (б) 48 (к) 51 (г) 66 85	2 (ж) 19 (и) 21 (в) 32 (г) 49 (к) 52 (е) 67 80	3 (з) 18 (д) 30 (е) 33 (и) 50 (д) 53 (в) 68 79	4 (з) 17 (д) 29 (д) 34 (к) 41 (г) 54 (е) 69 78	5 (б) 16 (а) 28 (е) 35 (г) 42 (к) 55 (ж) 70 77
	7	5 (и) 14 (б) 22 (ж) 37 (д) 45 (е) 57 (з) 71 61	6 (б) 13 (г) 21 (к) 38 (з) 46 (е) 58 (ж) 72 62	7 (г) 12 (ж) 30 (ж) 39 (е) 47 (в) 59 (и) 73 63	8 (б) 11 (г) 29 (е) 40 (д) 48 (в) 60 (д) 74 64	9 (д) 20 (ж) 28 (ж) 31 (д) 49 (и) 51 (з) 75 65	10 (г) 19 (з) 27 (и) 32 (в) 50 (г) 52 (ж) 76 66	1 (ж) 18 (е) 26 (г) 33 (к) 41 (к) 53 (ж) 77 67	2 (е) 17 (г) 25 (з) 34 (ж) 42 (и) 54 (г) 78 68	3 (ж) 16 (б) 24 (к) 35 (д) 43 (е) 55 (з) 79 70	4 (и) 15 (ж) 23 (е) 36 (г) 44 (а) 56 (д) 80 69
	8	4 (к) 13 (д) 26 (в) 38 (и) 47 (к) 58 (д) 81 68	5 (е) 12 (з) 25 (ж) 39 (з) 48 (е) 59 (г) 82 67	6 (г) 11 (в) 24 (а) 40 (г) 49 (з) 60 (ж) 83 66	7 (з) 20 (з) 23 (з) 31 (е) 50 (в) 51 (д) 84 65	8 (в) 19 (ж) 22 (з) 32 (к) 41 (е) 52 (к) 85 64	9 (г) 18 (ж) 21 (г) 33 (д) 42 (е) 53 (и) 61 70	10 (е) 17 (в) 30 (з) 34 (е) 43 (г) 54 (ж) 62 71	1 (з) 16 (в) 29 (ж) 35 (в) 44 (е) 55 (и) 63 72	2 (з) 15 (к) 28 (з) 36 (з) 45 (и) 56 (е) 64 73	3 (к) 14 (в) 27 (к) 37 (ж) 46 (з) 57 (е) 65 74
	9	3 (д) 12 (и) 21 (ж) 39 (д) 49 (в) 59 (б) 66 75	4 (б) 11 (б) 30 (и) 40 (к) 50 (б) 60 (е) 67 76	5 (ж) 20 (и) 29 (з) 31 (ж) 41 (ж) 51 (и) 68 77	6 (з) 19 (е) 28 (и) 32 (ж) 42 (ж) 52 (з) 69 78	7 (и) 18 (з) 27 (а) 33 (ж) 43 (з) 53 (г) 70 80	8 (е) 17 (б) 26 (б) 34 (и) 44 (к) 54 (з) 71 85	9 (е) 16 (г) 25 (е) 35 (б) 45 (з) 55 (д) 72 84	10 (д) 15 (и) 24 (б) 36 (е) 46 (к) 56 (и) 73 82	1 (и) 14 (г) 23 (к) 37 (и) 47 (ж) 57 (г) 74 83	2 (и) 13 (е) 22 (и) 38 (ж) 48 (з) 58 (к) 75 61
	0	2 (к) 11 (а) 30 (к) 40 (и) 50 (а) 60 (з) 76 62	3 (и) 20 (к) 29 (и) 31 (з) 41 (з) 51 (к) 77 63	4 (в) 19 (а) 28 (к) 32 (и) 42 (г) 52 (и) 78 64	5 (к) 18 (и) 27 (б) 33 (з) 43 (ж) 53 (к) 79 65	6 (д) 17 (а) 26 (а) 34 (з) 44 (и) 54 (в) 80 66	7 (к) 16 (д) 25 (д) 35 (а) 45 (ж) 55 (к) 81 67	8 (д) 15 (з) 24 (в) 36 (и) 46 (и) 56 (з) 81 68	9 (ж) 14 (д) 23 (и) 37 (з) 47 (е) 57 (ж) 83 69	10 (а) 13 (ж) 22 (к) 38 (е) 48 (и) 58 (и) 84 70	1 (к) 12 (к) 21 (з) 39 (к) 49 (д) 59 (в) 85 71

1. Точка движется по окружности радиусом R . Уравнение движения точки $\varphi = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$, где A, B, C, D – постоянные. Определить тангенциальное, нормальное и полное ускорение точки в момент времени t .

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
A , рад	2	9	10	12	13	14	7	8	9	10
B , рад/с	0	0	-6	-10	-2,5	2,5	0	-8	-5	-4
C , рад/с ²	0	0,5	5	6	0,2	0	0,1	0,4	0,6	1,2
D , рад/с ³	4	0,2	3	5	0,5	0,4	0,2	0,5	0,3	-0,1
t , с	2	4	2	2	2	5	2	3	4	5
R , м	0,1	1,2	0,2	4	0,5	0,25	0,15	0,25	0,3	1

2. Определить скорость и полное ускорение точки в момент времени t , если она движется по окружности радиусом R согласно уравнению $\xi = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$, где A, B, C, D – постоянные; ξ – криволинейная координата, отсчитанная от некоторой точки, принятой за начальную, вдоль окружности.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
A , рад	2	9	10	12	13	14	7	8	9	10
B , рад/с	0	-10	2	-1	-2,5	-20	0	-8	-15	-4
C , рад/с ²	0	0,5	0,5	0,6	0,2	0	0,1	0,4	0,6	1,2
D , рад/с ³	4	0,2	0,3	0,2	0,5	0,4	0,2	0,5	0,3	-0,1
t , с	2	4	2	2	2	5	2	3	4	5
R , м	1	12	2	4	5	2,5	1,5	2,5	3	1

3. По прямой линии движутся две материальные точки согласно уравнениям $x_1 = A + Bt + Ct^2$ и $x_2 = D + Et + Ft^2$, где A, B, C, D, E, F – постоянные. В какой момент времени скорости этих точек будут одинаковы? Найти скорость и ускорение этих точек в этот момент времени t .

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
A , м	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B , м/с	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5
C , м/с ²	-6	5	-4	3	-2	6	3	1	2	3
D , м	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
E , м/с	-5	-4	-3	-2	-1	2	1,5	4	5	6
F , м/с ²	3	6	1	8	2	3	-4	0	-2,5	-2

4. Точка движется по окружности радиусом R . В некоторый момент времени нормальное ускорение точки a_n , вектор полного ускорения образует в этот момент с вектором нормального ускорения угол α . Найти скорость и тангенциальное ускорение точки.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
$R, \text{ м}$	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25
$a_n, \text{ м/с}^2$	5	20	4	5	15	20	25	30	40	1,5
$\alpha, ^\circ$	30	45	60	30	45	60	30	45	60	30

5. Точка движется по прямой согласно уравнению $x = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$, где A, B, C, D – постоянные. Определить среднюю скорость и среднее ускорение точки в интервале времени от t_1 до t_2 .

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
$A, \text{ м}$	6	10	5	0	8	8	7	8	9	6
$B, \text{ м/с}$	-3	6	0	10	-4	4	-4	-2	5	-7
$C, \text{ м/с}^2$	2	2	-1	-5	4	0	4	0	2	0
$D, \text{ м/с}^3$	1	1	2	2	2	3	0	1	1	2
$t_1, \text{ с}$	1	2	3	3	2	1	1	2	3	4
$t_2, \text{ с}$	4	5	4	4	3	5	3	4	5	6

6. Тело брошено горизонтально со скоростью v_0 . Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите радиус кривизны траектории тела через время t после начала движения.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
$v_0, \text{ м/с}$	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
$t, \text{ с}$	2	1	2	3	4	3	2	3	2	1

7. Тело брошено со скоростью v_0 под углом к горизонту α . Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите: 1) высоту h подъема тела; 2) дальность полета (по горизонтали) S тела; 3) время его движения t .

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
$v_0, \text{ м/с}$	15	10	10	20	20	15	10	5	15	5
$\alpha, ^\circ$	30	45	60	30	45	60	30	45	60	30

8. Движение материальной точки в плоскости $xу$ описывается законом $x = At$, $y = At + ABt^2 + Ct^3$, где A , B и C – положительные постоянные. Определите: 1) уравнение траектории материальной точки; 2) радиус-вектор \vec{r} точки в зависимости от времени; 3) скорость точки в зависимости от времени; 4) ускорение точки в зависимости от времени; 5) скорость точки в момент времени t

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
A , см/с	16	4	10	6	8	2	12	16	2	3
B , 1/с	4	2	5	8	4	4	6	2	8	10
C , см/с ³	0	2	4	0	3	2	1	3	2	0
t , с	1	2	3	1	2	3	4	1	3	2

9. Колесо автомашины вращается равнозамедленно. За время t оно изменило частоту вращения от n_1 до n_2 . Определите угловое ускорение колеса и число полных оборотов, сделанных колесом за это время.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
t , с	120	180	240	120	180	240	300	360	120	180
n_1 , мин ⁻¹	240	300	300	360	360	300	240	420	300	240
n_2 , мин ⁻¹	60	120	60	120	60	30	120	60	180	120

10. Точка движется по окружности радиусом R с постоянным тангенциальным ускорением a_τ . К концу N - оборота после начала движения линейная скорость точки равна v . Определите нормальное ускорение точки через t_2 после начала движения.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
R , см	15	4	10	5	8	6	12	16	2	7
N	4	2	5	6	3	4	5	2	3	7
v , см/с	15	10	15	10	20	8	10	28	2,5	30
t_2 , с	16	5	15	5	4	16	25	3	17	2

11. Простейшая машина Атвуда (рис.1), применяемая для изучения равноускоренного движения, представляет собой два груза массами m_1 и m_2 , которые подвешены на легкой нити, перекинутой через неподвижный блок. Считая нить и блок невесомыми и пренебрегая трением в оси блока, определите: 1) ускорение грузов; 2) силу натяжения нити.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
m_1 , кг	0,3	0,5	0,4	0,6	0,7	0,8	0,25	0,35	0,45	0,8
m_2 , кг	0,2	0,2	0,6	0,2	0,25	0,15	0,5	0,55	0,15	0,2

12. На рис. 2 изображена система блоков, к которым подвешены грузы массами m_1 и m_2 . Считая, что нить и блоки невесомы, силы трения отсутствуют, определите силу натяжения нити.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
m_1 , кг	0,2	0,3	0,4	0,25	0,15	0,1	0,35	0,2	0,15	0,45
m_2 , кг	0,5	0,8	0,9	0,7	0,9	0,3	0,8	0,9	0,5	1

13. В установке (рис.3) угол α наклонной плоскости с горизонтом массы тел m_1 и m_2 . Считая нить и блок невесомыми, и пренебрегая силами трения, определите ускорение, с которыми будут двигаться тела, если тело массой m_2 опускается.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
m_1 , г	200	300	400	500	250	350	450	550	150	100
m_2 , кг	0,15	0,8	0,3	0,6	0,5	0,2	0,6	0,95	0,5	0,2
α , °	20	30	45	60	10	20	30	45	50	60

14. На рис. 2 изображена система блоков, к которым подвешены грузы массами m_1 и m_2 . Считая, что нить и блоки невесомы, силы трения отсутствуют, определите ускорения, с которыми движутся грузы.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
m_1 , кг	0,2	0,3	0,4	0,25	0,15	0,1	0,35	0,2	0,15	0,45
m_2 , кг	0,5	0,8	0,9	0,7	0,9	0,3	0,8	0,9	0,5	1

15. Тело A массой M находится на горизонтальном столе и соединено нитями посредством блоков с телами B m_1 и C m_2 (рис. 5). Считая нити и блоки невесомыми и пренебрегая силами трения, определить: 1) ускорение, с которыми будут двигаться эти тела; 2) разность сил натяжения нитей.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
m_1 , кг	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,35	0,9	0,4	0,9	0,2
m_2 , кг	0,3	0,2	0,1	0,6	0,5	0,2	0,6	0,9	0,45	0,4
M , кг	2	3	2	3	0,5	0,25	0,25	2	0,5	0,6

16. В установке (рис. 4), считая нить и блок невесомыми и пренебрегая силами трения, определите ускорение, с которым движутся тела.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
m_1 , кг	0,45	0,2	0,1	0,2	0,5	0,9	0,9	0,4	0,9	0,2
m_2 , кг	0,5	0,4	0,5	0,6	0,45	0,6	0,6	0,9	0,45	0,4
α , °	30	45	50	30	45	30	25	20	60	0,2
β , °	45	30	20	45	30	20	55	45	20	45

17. Грузы массой m_1 и m_2 соединены нитью и перекинуты через невесомый блок, укрепленный на конце стола (рис. 6). Коэффициент трения груза m_2 о стол μ . Пренебрегая трением в блоке, определите: 1) ускорение, с которым движутся грузы; 2) силу натяжения нити.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
m_1 , кг	0,5	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,15	0,3	0,7	0,2
m_2 , кг	0,5	0,3	0,4	0,55	0,65	0,2	0,1	0,2	0,6	0,1
μ	0,15	0,2	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,1	0,2

18. Система грузов (рис.6) массами m_1 и m_2 находится в лифте, движущемся вверх с ускорением a . Определите силу натяжения нити, если коэффициент трения груза m_2 о стол μ .

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
m_1 , кг	0,5	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,15	0,3	0,7	0,2
m_2 , кг	0,6	0,3	0,4	0,55	0,65	0,2	0,1	0,2	0,6	0,1
μ	0,1	0,2	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,1	0,2
a , м/с ²	4,9	2,5	6,2	1,5	5	3	4	2,2	4	2,8

19. На гладкой горизонтальной поверхности находится доска массой m_2 , на которой лежит брусок массой m_1 . Коэффициент трения бруска о поверхность μ . К доске приложена горизонтальная сила, зависящая от времени по закону $F = At$, где A – некоторая постоянная. Определите: 1) момент времени t_0 , когда доска начнет выскальзывать из-под бруска; 2) ускорение бруска и доски в процессе движения.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
m_1 , кг	1	0,5	1	2	3	1,5	2,5	3,5	0,25	0,5
m_2 , кг	2	4	3	4	3,5	4	5	6	2	2
f	0,15	0,1	0,15	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,1
A	3	1,5	1,5	3	2	2,5	4,5	5	6	7

20. В схеме (рис. 3) считая нить и блок невесомыми и пренебрегая трением в оси блока, определите силу давления на ось, если коэффициент трения между наклонной плоскостью и лежащим на ней телом равен μ . Массы тел одинаковы.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
m_1 , кг	1	2	1,5	2	1,5	1,5	2,5	3,5	1,8	0,5
α , °	30	45	60	30	45	60	30	45	60	30
f	0,1	1,5	0,2	0,1	0,15	0,2	0,1	0,15	0,2	0,25

21. В подвешенный на нити длиной l деревянный шар массой m_2 попадает горизонтально летящая пуля массой m_1 . С какой скоростью летела пуля, если нить с шаром и застрявшей в нем пулей отклонилась от вертикали на угол α °? Размером шара пренебречь. Удар шара считать прямым и центральным.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
m_1 , г	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20
m_2 , кг	1,5	2	3	1,5	2	1	2	3	1	2
l , м	1	1,8	1	2	1,2	1,5	2	1,2	1,8	1,1
α , °	30	10	20	30	40	45	10	20	30	40

22. Гиря массой m падает с высоты h на подставку, закрепленную на пружину жесткостью k . Определите при этом смещение пружины.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
m , кг	10	5	15	6	7	8	9	10	11	12
h , м	0,5	1,5	0,8	0,4	0,5	1	1,1	1,2	0,3	0,4
K , Н/см	30	30	50	20	25	30	35	40	45	10

23. Шар массой m_1 , движущийся с некоторой скоростью V_1 , столкнулся с неподвижным шаром массы m_2 . Шары абсолютно упругие, удар прямой, центральный. Какую долю своей кинетической энергии первый шар передал второму?

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
m_1 , г	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
m_2 , г	40	100	90	80	20	30	20	10	20	30

24. Атом распадается на две части массами m_1 и m_2 . Определить кинетические энергии частей атома, если их общая кинетическая энергия E . Кинетической энергией и импульсом атома до распада пренебречь.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
$m_1 \cdot 10^{25}$, кг	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1	1,7	1,8	1,9
$m_2 \cdot 10^{25}$, кг	2,3	2,9	2,8	2,7	2,6	2,3	2,2	1,1	1,2	1,3
$E \cdot 10^{11}$, Дж	3,9	2,2	2,4	2,6	3,8	3,4	2,8	2,1	0,96	1,6

25. Два груза массами m_1 и m_2 подвешены на нитях длиной l так, что грузы соприкасаются между собой. Меньший груз был отклонен на угол α° и выпущен. На какую высоту поднимутся оба груза после удара? Удар грузов считать неупругим.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
m_1 , кг	9	10	10	12	8	7	6	5	4	3
m_2 , кг	12	14	15	3	3	11	4	9	2	7
l , м	1,5	2	2	2	1,2	1,5	2	2	3	1
α°	30	60	30	45	60	30	45	60	30	60

26. Шар массой m_1 сталкивается с покоящимся шаром большей массы и при этом теряет η % кинетической энергии. Найти массу большего шара. Удар считать абсолютно упругим, прямым, центральным.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
m_1 , кг	2	3	4	5	6	7	7	2	3	4
η , %	40	25	36	16	90	25	36	81	49	25

27. Шарик из некоторого металла, падая вертикально с высоты h , несколько раз отскакивает от пола. Определите коэффициент восстановления материала шарика при ударе о пол, если с момента падения до второго удара прошло время t

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
h , м	0,9	1	1,2	1,1	0,8	0,7	0,6	0,5	1,3	1,4
t , с.	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6

28. При центральном упругом ударе движущееся тело массой m_1 ударяется о покоящееся тело массой m_2 , в результате чего скорость первого тела уменьшается

в n раз. Определите: 1) во сколько раз масса первого тела больше массы второго тела; 2) кинетическую энергию второго тела непосредственно после удара, если первоначальная кинетическая энергия первого тела равна E .

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
n	2	3	5	6	9	10	3,5	1,5	6	2
E , Дж	800	600	500	400	1000	1200	1300	750	550	650

29. Определите, во сколько раз уменьшится скорость шара, движущегося со скоростью v_1 , при его соударении с покоящимся шаром, масса которого в n раз больше массы налетающего шара. Удар считать центральным, абсолютно упругим.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
n	0,9	0,8	0,6	0,5	0,2	0,75	0,6	0,5	0,1	0,4

30. Два шара массами m_1 и m_2 подвешены на нитях длиной l так, что грузы соприкасаются между собой. Большой шар был отклонен на угол α° и выпущен. Считая удар упругим, определите скорость второго шара после удара.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
m_1 , кг	3	4	5	6	7	2	3	4	5	2
m_2 , кг	2	3,5	2	1	4,5	0,5	1,5	3	3,5	0,8
l , м	1	1,5	1,2	1,3	1,4	1	0,9	0,8	0,7	0,6
α°	60	30	45	30	60	30	45	60	35	30

31. К катящемуся по горизонтальной поверхности шару массой m приложили силу F и остановили его. Путь торможения составил S . Определите скорость шара до начала торможения.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
m , кг	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
F , Н	1	4	6	3	2	5	7	9	2,5	8
S , м	1	2,36	2,1	3,65	0,5	2,8	1,6	2	0,4	3

32. Если на верхний конец вертикально расположенной спиральной пружины положить груз, то пружина сожмется на x_0 . На сколько сожмет пружину тот же груз, упавший на конец пружины с высоты h ?

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
x_0 , мм	3	8	6	7,5	11	9	7	20	40	8,5
h , см	8	14	16	7	10,35	20,2	8,40	15	8,1	9

33. С вершины идеально гладкой сферы радиусом R соскальзывает небольшое тело. Определите высоту h (от вершины сферы), с которой тело со сферы сорвется.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
R	1,20	1,50	1,80	2,00	2,10	0,90	0,60	1,65	0,80	1,00

34. Зависимость потенциальной энергии тела в центральном поле от расстояния

r до центра задается функцией $E(r) = \frac{A}{r^3} + \frac{B}{r^2} + \frac{C}{r}$. Определите, при каких

значениях r максимальное значение принимают: 1) потенциальная энергия тела; 2) сила, действующая на тело.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
A , мкДж·м ³	4	0	6	0	3	0	6	0	7	0
B , мДж·м ²	3	6	1	4	0,3	4	3	6	5	7
C , Дж·м	0	0,2	0	0,4	0	0,2	0	0,3	0	0,35

35. Груз массой m падает с высоты h для забивки сваи массой M . Найти среднюю силу сопротивления грунта, если в результате одного удара свая входит в грунт на глубину l . Удар между грузом и сваем считать абсолютно неупругим.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
m , кг	700	800	750	600	700	500	650	850	550	450
M , кг	300	350	250	150	400	90	100	120	140	190
l , см	4	5	7	3	2,5	7	6	2,5	4	3
h , м	5	6	7	4	3	5	4,5	5,5	6,5	7,5

36. Цепь, массой m и длиной l , лежит на столе, одним концом свисая со стола. Если длина свешивающейся части превышает η , то цепь соскальзывает со

стола. Какую работу совершают силы трения, действующие на цепочку, при ее полном соскальзывании со стола?

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
$m, кг$	0,9	0,8	0,6	0,75	1,1	0,9	0,7	2	4	0,85
$l, м$	1,5	1,3	1	2	1,7	1,8	1,6	14	8	1,2
η	1/3	1/4	1/5	1/6	1/8	1/5	1/4	1/2	1/4	1/7

37. Два цилиндра массами m_1 и m_2 , соединенные сжатой пружиной, разошлись при внезапном освобождении пружины в разные стороны. Пренебрегая силами сопротивления, и учитывая, что кинетическая энергия T упруго деформированной пружины известна, определите: 1) скорость движения первого цилиндра; 2) скорость второго цилиндра.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
$m_1, г$	150	100	200	300	400	350	250	400	200	300
$m_2, кг$	0,3	0,25	0,5	0,45	0,15	0,25	0,65	0,6	0,7	0,8
$T, Дж$	1,8	1,75	2,25	2,3	1,5	2,8	1,7	2	0,4	3,3

38. При выстреле из пружинного пистолета вертикально вверх пуля массой m поднялась на высоту h . Определите жесткость пружины пистолета, если она была сжата на l . Массой пружины пренебречь.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
$m, кг$	0,02	0,03	0,025	0,035	0,015	0,01	0,02	0,03	0,015	0,03
$h, м$	5	4	6	3,5	8	9	10	9,5	7,5	8,5
$l, см$	10	15	9	8,5	8,7	7	12	15	10	16

39. Спортсмен с высоты h падает на упругую сетку. Пренебрегая массой метки, определите, во сколько раз наибольшая сила давления спортсмена на сетку больше его силы тяжести, если прогиб сетки под действием только силы тяжести спортсмена x_0 .

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
$h, м$	12	15	18	20	19	22	22,5	10	14,5	12
$x_0, см$	15	20	25	30	50	40	60	55	20	30

40. Определить работу A , которую совершат силы гравитационного поля Земли, если тело массой m упадет на поверхность Земли: 1) с высоты h , равной ра-

диусу Земли; 2) из бесконечности? Радиус R Земли и ускорение g свободного падения на ее поверхности считать известными.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
$m, кг$	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6

41. Некоторое тело массой m вращается согласно уравнению $\varphi = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$, где A, B, C, D – постоянные. Определить действующий на тело момент сил в момент времени t .

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
<i>тело</i>	шар	диск	*	шар	диск	*	шар	диск	*	шар
$A, \text{рад}$	2	9	10	12	13	14	7	8	9	10
$B, \text{рад/с}$	0	0	-6	-10	-3	2,5	0	-8	-5	-4
$C, \text{рад/с}^2$	0	0,5	5	6	0,2	0	0,1	0,4	0,6	1,2
$D, \text{рад/с}^3$	4	0,2	3	5	0,5	0,4	0,2	0,5	0,3	-0
$t, \text{с}$	2	3	2	2	2	5	2	3	4	5
$m, кг$	5	4	3	2	6	7	8	5	2	3
$R, \text{см}$	0,10	0,20	0,15	0,20	0,35	0,35	0,30	0,40	0,15	0,40

* – полый цилиндр

42. Вентилятор вращается с частотой n_1 . После выключения он начал вращаться равнозамедленно и, сделав N оборотов, остановился. Работа сил торможения A известна. Определите: 1) момент сил M торможения; 2) момент инерции J вентилятора.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
$n, \text{мин}^{-1}$	600	500	400	300	200	100	800	900	1000	600
N	50	40	60	10	20	5	40	30	70	40
$A, \text{Дж}$	31,4	49	75	25	38	15,6	37	29	46	50

43. Однородный шар радиусом r скатывается без скольжения с вершины сферы радиусом R . Определите угловую скорость шара после отрыва от поверхности сферы.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
$r, м$	0,2	0,15	0,4	0,3	0,55	0,25	0,5	0,1	0,35	0,45
$R, м$	0,5	0,5	0,85	0,4	1,3	0,75	0,6	0,9	1,4	0,8

44. Блок, имеющий форму диска массой m , вращается под действием силы натяжения нити, к концам которой подвешены грузы массами m_1 и m_2 . Найти отношение сил натяжения нити T_2/T_1 .

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
m , кг	0,2	0,15	0,25	0,1	0,15	0,25	0,3	0,25	0,05	0,45
m_1 , г	350	100	200	250	300	400	450	500	150	550
m_2 , кг	0,55	0,40	0,25	0,40	0,70	0,50	1,20	0,85	0,30	1,60

45. С наклонной плоскости, составляющей α° с горизонтом, скатывается без скольжения шарик. Пренебрегая трением, определите время движения шарика по наклонной плоскости, если известно, что его центр масс при скатывании понизился на h .

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
α°	30	19	26	60	45	30	60	30	30	25
h , м	0,3	0,4	0,25	0,35	0,5	0,55	0,6	0,2	0,15	0,4

46. На однородный сплошной цилиндрический вал радиусом R намотана легкая нить, к концу которой прикреплен груз массой m . Груз, разматывая нить, опускается с ускорением a . Определите: 1) момент инерции; 2) массу вала.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
m , кг	6,4	5	6	4,7	4,5	5,5	6,5	6,3	6,2	7
R , см	50	50	36	30	50	55	60	20	15	40
a , м/с	2	1	2	4	1	2	2,5	2	4	5

47. На однородный сплошной цилиндрический вал радиусом R момент инерции которого J , намотана легкая нить, к концу которой прикреплен груз массой m . До начала вращения барабана высота груза над полом составляла l . Определите: 1) время опускания груза до пола; 2) силу натяжения нити; 3) кинетическую энергию груза в момент удара о пол.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
m , кг	0,5	0,6	0,4	0,3	0,55	0,65	0,7	0,75	0,8	1
R , см	0,2	0,25	0,35	0,3	0,45	0,2	0,15	0,5	0,65	0,6
h , м	2,3	2	1,8	2,4	2	1,5	3	1,6	1,3	1,8
J , кг·м ²	0,15	0,12	0,2	0,45	0,38	0,4	0,12	0,14	0,18	0,2

48. Полый тонкостенный цилиндр массой m , катящийся без скольжения, ударяется о стену и откатывается от нее. Скорость цилиндра до удара о стену v и v' . Определите выделившееся при ударе количество теплоты.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
$m, кг$	0,5	0,6	0,4	0,3	0,55	0,65	0,7	0,75	0,8	1
$V, м/с$	1,4	2,5	3,5	3,3	4,5	2	4	3	3,6	2,6
$V', м/с$	1	1,5	1,5	2,3	3,2	1	3	1,6	1,4	1,8

49. Однородный шар радиусом r скатывается без скольжения с вершины сферы радиусом R . Определите угловую скорость шара после отрыва от поверхности сферы.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
$r, см$	20	30	40	25	30	40	15	10	20	25
$R, м$	0,5	0,7	0,6	0,85	0,4	1,2	0,51	0,8	0,35	0,85

50. Для демонстрации законов сохранения применяется маятник Максвелла (рис. 7), представляющий собой массивный диск радиусом R и массой m , туго насаженный на ось радиусом r , которая подвешивается на двух предварительно намотанных на нее нитях. Когда маятник отпускают, то он совершает возвратно-поступательное движение в вертикальной плоскости при одновременном движении диска вокруг оси. Не учитывая силы сопротивления и момент инерции оси, определите ускорение поступательного движения маятника и силу натяжения нити.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
$R, м$	1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,2	0,1
$m, кг$	5	3	4	2	3	4	5	6	2	3
$r, см$	20	5	3	5	4	5	4,5	5	1	1

51. На краю платформы в виде диска, вращающегося по инерции вокруг вертикальной оси с частотой n_1 , стоит человек массой m . Когда человек перешел в центр платформы, она стала вращаться с частотой n_2 . Найти массу платформы. Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
$m, \text{кг}$	70	80	75	60	70	80	75	60	70	80
$n_1, \text{мин}^{-1}$	8	9	7	5	6	4,5	10	9	8,5	7,5
$n_2, \text{мин}^{-1}$	10	20	15	8	13	12	20	14	17	15

52. На краю неподвижной скамьи Жуковского диаметром D и массой M стоит человек массой m . С какой угловой скоростью начнет вращаться скамья, если человек поймает летящий на него мяч массой m_0 ? Траектория мяча горизонтальна и проходит на расстоянии l от оси скамьи. Скорость мяча V .

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
$M, \text{кг}$	6	7	8	9	10	11	5	4	3	12
$m_0, \text{кг}$	0,5	0,2	0,3	0,4	0,45	0,25	0,35	0,6	0,25	0,1
$m, \text{кг}$	60	70	80	65	75	85	60	70	80	75
$V, \text{м/с}$	5	4	3	2	1	2,6	5,4	2,5	4,4	7
$D, \text{м}$	0,8	0,6	0,9	1	1,2	1,4	1,6	1,8	1,6	1,4
$l, \text{см}$	40	20	35	50	30	35	60	50	70	50

53. Человек стоит на скамье Жуковского и держит в вытянутых руках гири по m кг каждая. Расстояние от каждой гири до оси вращения скамьи l_1 . Скамья вращается с частотой n . Какую работу произведет человек, если он сожмет руки так, что расстояние от каждой гири до оси уменьшится до l_2 ? Суммарный момент инерции человека и скамьи относительно оси вращения J_0 . Ось вращения проходит через центр масс человека и скамьи.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
$m, \text{кг}$	10	6	7	8	9	1	11	5	4	3
$l_1, \text{м}$	0,5	0,8	0,6	0,4	0,45	0,8	0,4	0,7	0,6	0,55
$n, \text{с}^{-1}$	1	0,5	0,7	0,8	0,5	0,8	1	2	3	1,3
$l_2, \text{м}$	0,20	0,3	0,2	0,1	0,15	0,3	0,1	0,25	0,35	0,15
$J_0, \text{кг}\cdot\text{м}^2$	2,50	3,50	3,50	4,60	1,00	1,80	2,40	2,70	2,60	2,50

54. На скамье Жуковского стоит человек и держит в руках стержень вертикально по оси вращения скамьи. Скамья с человеком вращается с угловой скоростью ω . С какой угловой скоростью будет вращаться скамья с человеком, если по-

вернуть стержень так, чтобы он занял горизонтальное положение? Суммарный момент инерции человека и скамьи J . Длина стержня l , масса m . Считать, что центр масс стержня с человеком находится на оси платформы.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
$J, \text{кг}\cdot\text{м}^2$	5	6	7	8	9	10	11	12	4	3
$\omega, \text{рад/с}$	4	3	2	9	6	7	5	10	12	14
$m, \text{кг}$	6	5	4	3	2	5	7	8	4,5	6,5
$l, \text{м}$	1,20	1	1,4	0,8	1,5	1,6	1,7	1,6	1,5	1,4

55. Платформа в виде сплошного диска радиусом R и массой M вращается по инерции около вертикальной оси с частотой n . На краю платформы стоит человек массой m . Какую линейную скорость относительно пола будет иметь человек, если он перейдет в центр платформы? Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
$R, \text{м}$	1,5	2	2,5	3	1	1,25	2,25	3,25	3,5	4
$m, \text{кг}$	60	70	80	60	70	80	60	70	80	60
$M, \text{кг}$	180	206	235	240	116	145	240	275	305	400
$n, \text{мин}^{-1}$	10	12	18	24	21	16	14	12	10	18

56. Платформа, имеющая форму сплошного однородного диска массой M , может вращаться по инерции вокруг неподвижной вертикальной оси. На краю платформы стоит человек массой m . Определите, как и во сколько раз изменится угловая скорость сращения платформы, если человек перейдет ближе к центру на расстояние, равное l/n радиуса платформы.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
$m, \text{кг}$	60	65	70	75	80	85	60	65	70	75
$M, \text{кг}$	180	160	170	200	175	220	230	240	230	150
n	2	3	4	1	5	8	2	4	5	8

57. Горизонтальная платформа массой m и радиусом R вращается с частотой n_1 . В центре стоит человек и держит в расставленных руках гири. Считая плат-

форму диском, определите частоту вращения платформы, если человек, опустив руки, уменьшит свой момент инерции от J_1 до J_2 .

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
R , м	0,8	0,9	1	0,7	0,6	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
m , кг	25	30	35	40	50	60	70	80	90	100
n_1 , мин ⁻¹	18	12	6	12	18	10	14	16	24	30
J_1 , кг·м ²	3,5	4	5	6	7	8	9	10	11	12
J_2 , кг·м ²	1	1,2	1,3	4	1,5	4	4,5	2	3	10

58. Человек массой m , стоящий на краю горизонтальной платформы радиусом R и массой M , вращающейся по инерции вокруг неподвижной вертикальной оси с частотой n , переходит к ее центру. Считая платформу круглым однородным диском, а человека – точечной массой, определите работу, совершаемую человеком при переходе от края платформы к ее центру.

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
R , м	1	1,5	1,2	1,4	1,3	1	1,5	1,1	1,25	2
m , кг	60	60	70	80	60	60	80	70	60	70
M , кг	120	140	130	0,05	160	170	150	180	130	125
n , мин ⁻¹	10	15	10	0,5	8	12	10	8	9	7

59. Однородный шар скатывается без скольжения с плоскости, наклоненной под углом α° к горизонту. За какое время он пройдет путь S и какой будет его скорость в конце пути?

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
α°	19	29	30	45	18	30	60	17	14	35
S , м	2	4	6	3	2	5	7	9	2,5	8

60. Сплошной цилиндр скатывается с наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол α° . Найти длину наклонной плоскости S , если его скорость в конце плоскости равна V , а коэффициент трения равен μ .

Вариант	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
α°	22	29	30	45	18	30	60	17	14	35
V , м/с	7	4	6	3	2	5	7	9	2,5	8
μ	0,2	0,15	0,3	0,25	0,2	0,35	0,4	0,1	0,2	0,25

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

- 61.Равномерное прямолинейное движение.
- 62.Равноускоренное движение.
- 63.Движение по окружности.
- 64.Движение по криволинейной траектории.
- 65.Определение оптимального маршрута следования к месту происшествия.
- 66.Кинематика прыжка человека в экстремальных ситуациях.
- 67.Границы применимости классической механики. Специальная теория относительности.
- 68.Инерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона.
- 69.Масса и импульс материальной точки. Второй и третий закон Ньютона.
- 70.Принцип относительности Галилея.
- 71.Силы трения, упругие силы.
- 72.Сила тяжести. Вес.
- 73.Импульс материальной точки. Закон сохранения и изменения импульса материальной точки.
- 74.Закон сохранения и изменения импульса системы материальных точек.
- 75.Движение тела переменной массы. Принцип реактивного движения.
- 76.Кинетическая энергия материальной точки.
- 77.Консервативные и неконсервативные силы. Работа силы.
- 78.Потенциальная энергия во внешнем поле сил.
- 79.Потенциальная энергия взаимодействия.
- 80.Закон сохранения механической энергии.
- 81.Кинетическая энергия вращающегося тела.
- 82.Момент инерции вращающегося тела.
- 83.Основное уравнение вращательного движения твердого тела.
- 84.Момент импульса. Закон сохранения момента импульса.
- 85.Вращение платформы. Выделение теплоты при остановке вращения вала.

ПРИЛОЖЕНИЕ
(примерное оформле-
ние титульного листа)

**Уральский институт государственной противопожарной службы
МЧС России**

200_ - 200_ учебный год

Контрольная работа №

по «ФИЗИКЕ »

Вариант № _____

зачетная книжка № _____

Слушателя _____ курса

Уральского института Государственной
противопожарной службы МЧС России

(должность, звание)

(фамилия, имя, отчество)

Обратный адрес _____

Дата выполнения работы _____

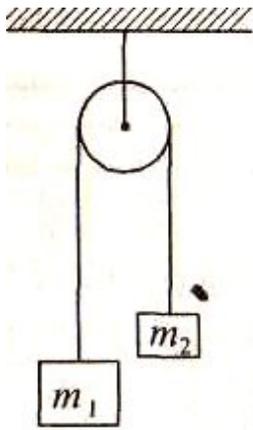


Рис.1

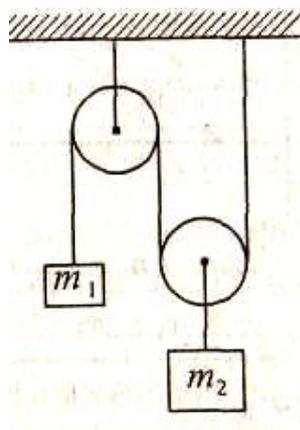


Рис.2

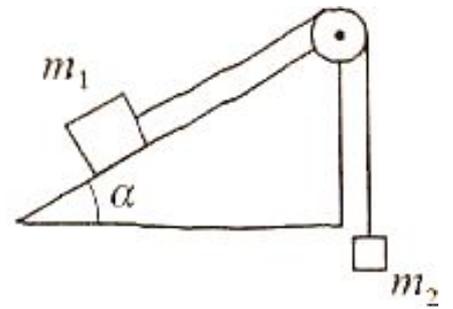


Рис. 3

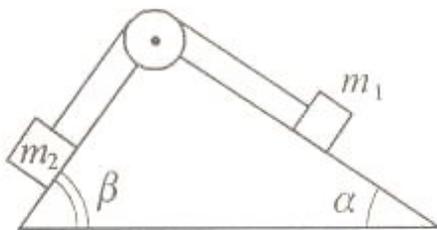


Рис.4

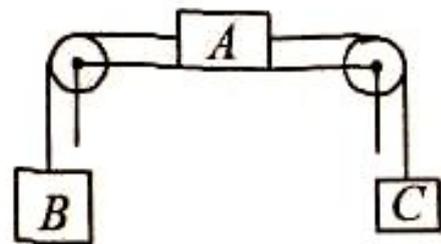


Рис. 5

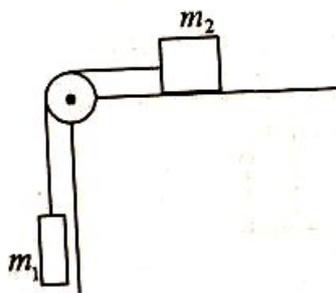


Рис.6

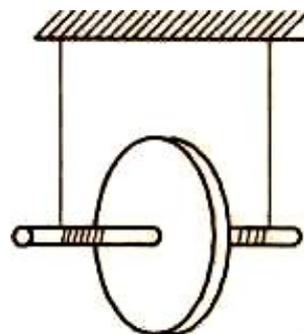


Рис. 7