

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФИЗИКА

Раздел «Механика»

Контрольная работа

Направления:

510900 – Гидрометеорология

510100 – Экология и природопользование



Санкт-Петербург
2013

*Одобрено методической комиссией факультета
Экологии и физики природной среды РГГМУ*

Физика. Раздел «Механика». Контрольная работа. – СПб.: РГГМУ, 2013. – 24 с.

Контрольная работа содержит 30 вариантов по разделу курса общей физики «Механика». Варианты могут быть использованы как для аудиторных занятий, так и для самостоятельной работы студентов факультетов: метеорологического, гидрологического, океанологического, экологии и физики природной среды.

Составитель: Н.Н. Троицкая, ст. преп. каф. физики РГГМУ

Ответственный редактор: А.В. Логинов, д-р физ.-мат. наук, проф. каф. физики РГГМУ

© Троицкая Н.Н., 2013

© Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), 2013

МЕХАНИКА

КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО И ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

Мгновенная скорость тела при прямолинейном движении

$$v = \frac{dS}{dt}.$$

Мгновенное ускорение тела при прямолинейном движении

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2}.$$

Средняя скорость

$$\bar{v} = \frac{\Delta S}{\Delta t}.$$

Среднее ускорение

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}.$$

В случае равноускоренного движения путь, пройденный телом

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2},$$

где скорость тела $v = v_0 + at$.

При равноускоренном движении $a = const$.

При движении по криволинейной траектории полное ускорение

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

где a_τ – тангенциальное ускорение, направленное по касательной к траектории

$$a_\tau = \frac{dv}{dt};$$

a_n – нормальное или центростремительное ускорение, направлено к центру кривизны траектории

$$a_n = \frac{v^2}{R}.$$

При вращательном движении мгновенная угловая скорость

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt}.$$

Мгновенное угловое ускорение

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2}.$$

Средняя угловая скорость

$$\bar{\omega} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t},$$

где $\Delta\varphi$ – изменение угла поворота за время Δt .

Среднее угловое ускорение

$$\bar{\varepsilon} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t},$$

где $\Delta\omega$ – изменение угловой скорости за время Δt .

Уравнение равноускоренного вращения

$$\varphi = \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2}.$$

Угловая скорость равноускоренного вращения

$$\omega = \omega_0 + \varepsilon t.$$

При равномерном вращательном движении угловая скорость

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu,$$

где T – период обращения, ν – частота обращения или число оборотов в единицу времени.

Связь между линейными и угловыми величинами выражается формулами:

- линейная скорость точки $v = \omega R$;
- тангенциальное ускорение точки $a_{\tau} = \varepsilon R$;
- нормальное ускорение точки $a_n = \omega^2 R$.

ДИНАМИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

Второй закон Ньютона в общем случае выражается формулой

$$\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt},$$

где $\vec{P} = m\vec{v}$ – импульс тела.

Если масса постоянна, то второй закон Ньютона может быть выражен формулой

$$\vec{F} = m\vec{a},$$

где \vec{a} – ускорение тела.

Работа постоянной силы при перемещении тела на расстояние \vec{S}

$$A = F \cdot S \cos \alpha,$$

где α – угол между направлением силы и перемещением \vec{S} .

Средняя мощность за время Δt

$$\vec{N} = \frac{\Delta A}{\Delta t},$$

где ΔA – работа, совершаемая за время Δt .

Мгновенная мощность

$$N = \frac{dA}{dt} = Fv \cos \alpha,$$

где $v = d\vec{s}/d\vec{t}$ – мгновенная скорость; α – угол между направлениями векторов \vec{v} и \vec{F} .

Кинетическая энергия тела массой m , движущегося со скоростью v , равна

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

Потенциальная энергия тела, поднятого на высоту h , много меньшую радиуса R Земли ($h \ll R$),

$$W_p = mgh.$$

Закон сохранения энергии в механике

$$W_k + W_p = const.$$

В изолированной системе количество движения всех входящих в неё тел остается постоянным

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 + \dots + m_n v_n = const.$$

При неупругом центральном ударе двух тел с массами m_1 и m_2 общая скорость движения этих тел после удара может быть найдена по формуле

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

где v_1 и v_2 – скорости первого и второго тела соответственно до удара.

При упругом центральном ударе скорость первого тела после удара

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

скорость второго тела после удара

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

При движении по криволинейной траектории сила, действующая на материальную точку, может быть разложена на две составляющие: нормальную F_n и тангенциальную F_τ . Нормальная или центростремительная сила

$$F_n = \frac{mv^2}{R} = a_n m,$$

где v – линейная скорость тела массой m ; R – радиус кривизны траектории в данной точке.

Сила, действующая на материальную точку по касательной

$$F_\tau = m \frac{dv}{dt} = ma_\tau.$$

Сила, вызывающая упругую деформацию x , пропорциональна величине этой деформации

$$F = kx,$$

где k – коэффициент деформации.

Потенциальная энергия тела при упругой деформации

$$W_p = \frac{kx^2}{2}.$$

Две материальные точки массами m_1 и m_2 притягиваются друг к другу с силой

$$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{R^2},$$

где R – расстояние между точками; γ – гравитационная постоянная, равная

$$\gamma = 6,67 \times 10^{-11} \text{ м}^3/\text{кг} \cdot \text{с}^2.$$

Закон справедлив и для однородных шаров, при этом R – расстояние между их центрами.

Вариант 1

1. Пароход идет по реке со скоростью $v_1 = 12$ км/ч относительно берега, а обратно – со скоростью $v_2 = 18$ км/ч. Найти среднюю скорость парохода относительно берега и скорость течения реки.
2. Свободно падающее тело за последние 0,5 с падения проходит половину всего пути. Найти: 1) с какой высоты падает тело; 2) продолжительность падения.
3. К нити подвешен груз массой $m = 1,5$ кг. Найти натяжение нити, если нить с грузом: 1) поднимать с ускорением $a = 4$ м/с²; 2) опускать с тем же ускорением 4 м/с².
4. Шоссе имеет вираж с уклоном в 10° при радиусе закругления дороги в 100 м. На какую скорость рассчитан вираж?

Вариант 2

1. Камень брошен горизонтально со скоростью $v = 12$ м/с. Найти нормальное и тангенциальное ускорения камня через $t = 1,5$ с после начала движения. Сопротивление воздуха не учитывать.
2. Найти силу тяги, развиваемую мотором автомобиля, движущегося в гору с ускорением $a = 1,2$ м/с². Уклон горы равен 0,5 м на каждые 20 м пути. Масса автомобиля 1200 кг. Коэффициент трения равен 0,12.
3. Из ружья массой 3,8 кг вылетает пуля массой 4 г со скоростью $v = 630$ м/с. Найти скорость отдачи ружья.
4. Мотоциклист едет по горизонтальной дороге со скоростью 72 км/ч, делая при этом поворот радиусом кривизны 100 м. На какой угол должен наклониться мотоциклист, чтобы не упасть при повороте?

Вариант 3

1. Зависимость пройденного телом пути от времени задается уравнением $S = A + Bt + Ct^2$, где $A = 2$ м, $B = 1$ м/с и $C = 0,5$ м/с². Найти среднюю скорость и среднее ускорение за третью секунду движения.
2. Автомобиль массой 950 кг останавливается при торможении за 4 секунды, пройдя при этом равнозамедленно 16 м. Найти: 1) начальную скорость автомобиля; 2) силу торможения.
3. Нейтрон массой m_0 ударяется о неподвижное ядро атома лития массой $6m_0$. Считая удар центральным и упругим, найти, во сколько раз уменьшилась кинетическая энергия нейтрона при ударе.
4. Космическая ракета летит на Луну. В какой точке прямой, соединяющей центры Луны и Земли, ракета будет притягиваться Луной и Землей с одинаковой силой.

Вариант 4

1. Найти радиус вращающегося колеса, если известно, что линейная скорость v_1 точки, лежащей на ободе, в 3 раза больше линейной скорости v_2 точки, лежащей на 10 см ближе к оси колеса.
2. Тело скользит по наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом. Пройдя расстояние $S = 0,5$ м, тело приобретает скорость $v = 1,9$ м/с. Найти коэффициент трения тела о плоскость.
3. С какой скоростью двигался вагон массой 18 т, если при ударе о стенку каждый его буфер сжался на 9 см. Известно, что пружины буферов вагона сжимаются на 1,5 см при действии силы 12000 Н.
4. Сравнить ускорение силы тяжести на поверхности Луны с ускорением силы тяжести на поверхности Земли.

Вариант 5

1. С аэростата, находящегося на высоте 500 м, упал камень. Через какое время камень достигнет земли, если аэростат: 1) неподвижен; 2) поднимается со скоростью 4 м/с; 3) опускается со скоростью 4 м/с? Сопротивлением воздуха пренебрегаем.
2. Найти угловое ускорение колеса ϵ , если известно, что через 3 с после начала равноускоренного движения вектор полного ускорения точки на ободе составляет 30° с вектором линейной скорости этой точки.
3. Граната, летящая со скоростью 12 м/с, разорвалась на два осколка. Большой осколок, вес которого составлял 70 % веса всей гранаты, продолжал двигаться в том же направлении, но с увеличенной скоростью 24 м/с. Найти скорость и направление движения второго осколка.
4. Найти линейную скорость движения Земли по орбите вокруг Солнца. Орбиту считать круговой.

Вариант 6

1. Поезд движется по закруглению радиусом 450 м, причем его тангенциальное ускорение $a_\tau = 0,3 \text{ м/с}^2$. Определить его нормальное и полное ускорения в тот момент, когда его скорость равна 9 м/с.
2. При выстреле из винтовки сила давления расширяющихся газов производит работу 12 кДж. Продолжительность выстрела $1,5 \cdot 10^{-3}$ с. Пуля массой 10 г вылетает со скоростью 750 м/с. Определить полную и полезную мощность выстрела.
3. С вершины клина, высота которого $h = 1,2$ м и длина $l = 2,4$ м, начинает скользить небольшое тело. Коэффициент трения между телом и клином равен 0,12. Определить: 1) ускорение, с которым движется тело; 2) время прохождения тела вдоль клина; 3) скорость тела у основания клина.
4. С башни высотой $H = 20$ м горизонтально со скоростью $v_0 = 10$ м/с брошен камень массой 400 г. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите для момента времени $t = 1$ с после начала движения: 1) кинетическую энергию тела; 2) потенциальную энергию тела.

Вариант 7

1. Два автомобиля, выехав одновременно из одного пункта, движутся прямолинейно в одном направлении. Зависимость пройденного ими пути от времени задается уравнениями $S_1 = A + Bt_1$ и $S_2 = Ct + Bt_2 + Ft_3$. Определите относительную скорость движения автомобилей.
2. Колесо вращается с постоянным ускорением $\epsilon = 3 \text{ рад/с}^2$. Определите радиус колеса, если через $t = 1 \text{ с}$ после начала движения полное ускорение колеса $a = 7,5 \text{ м/с}^2$.
3. Гиря массой $m = 10 \text{ кг}$ падает с высоты $h = 0,5 \text{ м}$ на подставку, соединенную с пружиной жесткостью $k = 30 \text{ Н/см}$. Определите смещение x пружины.
4. Тело массой $m_1 = 3 \text{ кг}$ движется со скоростью $v_1 = 2 \text{ м/с}$ и ударяется о неподвижное тело такой же массы. Считая удар центральным и неупругим, определите количество теплоты, выделившееся при ударе.

Вариант 8

1. Велосипедист проехал первую половину своего пути со скоростью 16 км/ч , вторую половину — со скоростью 12 км/ч . Определите среднюю скорость движения велосипедиста на всем пути.
2. Колесо автомашины, вращаясь равнозамедленно, за время $t = 2 \text{ мин}$ изменило частоту вращения от 240 мин^{-1} до 60 мин^{-1} . Определите: 1) ускорение ϵ колеса, 2) число полных оборотов N , сделанных колесом за это время.
3. Платформа с песком общей массой $M = 2 \text{ т}$ стоит на рельсах на горизонтальном участке пути. В песок попадает снаряд массой $m = 8 \text{ кг}$ и застревает в нем. Определите, с какой скоростью будет двигаться платформа, если в момент попадания скорость снаряда была 450 м/с , а её направление — сверху вниз под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Трением пренебрегаем.
4. Тело массой 5 кг падает с высоты $h = 20 \text{ м}$. Определите сумму потенциальной и кинетической энергий тела в точке, находящейся на высоте $h_1 = 5 \text{ м}$ от поверхности земли. Сравните эту энергию с первоначальной энергией тела. Трением о воздух пренебрегаем.

Вариант 9

1. При падении камня в колодец его удар по поверхности воды доносится через время $t = 5$ с. Принимая скорость звука $v = 330$ м/с, определите глубину колодца.
2. Лодка массой $M = 150$ кг и длиной $l = 2,8$ м стоит неподвижно. Рыбак массой $m = 90$ кг в лодке переходит с носа на корму. Пренебрегая сопротивлением воды, определите, на какое расстояние s при этом сдвинется лодка.
3. К нижнему концу пружины жесткостью k_1 присоединена пружина с жесткостью k_2 , к концу которой подвешена гиря. Пренебрегая массой пружин, найти отношение потенциальных энергий пружин.
4. При центральном ударе движущееся тело массой m_1 ударяется о неподвижное тело массой m_2 , результате чего скорость первого тела уменьшается в два раза. Определить: 1) отношение m_1/m_2 ; 2) кинетическую энергию второго тела W_2 , если первоначальная кинетическая энергия первого тела W_1 была равна 800 Дж.

Вариант 10

1. Тело брошено горизонтально со скоростью $v_0 = 15$ м/с. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите радиус кривизны траектории тела через время $t = 2$ с после начала движения.
2. Снаряд массой $m = 5$ кг, вылетевший из орудия, в верхней точке траектории имел скорость $v = 300$ м/с. В этой точке он разорвался на два осколка, причем больший осколок массой $m_1 = 3$ кг полетел в обратном направлении со скоростью $v_1 = 100$ м/с. Определите скорость и направление движения меньшего осколка.
3. Автомашина массой $m = 1500$ кг останавливается за время $t = 6$ с, пройдя расстояние $S = 30$ м. Определить: 1) начальную скорость автомобиля; 2) силу торможения.
4. Тело массой $m = 3$ кг движется прямолинейно так, что зависимость пройденного пути от времени описывается уравнением $A + Bt + Ct^2 + Dt^3$, где $C = 2$ м/с², $D = -0,3$ м/с³. Определить силу, действующую на тело в конце второй секунды.

Вариант 11

1. Воздушный шар поднимается с земли с ускорением $a = 0,8 \text{ м/с}^2$. Через 1 с после начала движения пассажир уронил гайку. Определите время падения гайки и её скорость в момент удара о землю.
2. Шарик массой $m = 150 \text{ г}$, подвешенный на нити длиной $l = 60 \text{ см}$, совершает колебания в вертикальной плоскости. Сила натяжения нити $T = 3 \text{ Н}$ в тот момент, когда нить составляет угол 60° с вертикалью. Определите линейную скорость шарика в этот момент.
3. Мяч массой $m = 250 \text{ г}$ летит со скоростью $v = 3,5 \text{ м/с}$ под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту и ударяется упруго о гладкую вертикальную стену. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите импульс, полученный стеной в результате удара.
4. Конькобежец, разбежавшись до скорости $v = 18 \text{ км/час}$, въезжает на горку с уклоном 15° на высоту $h = 1,5 \text{ м}$. Определите коэффициент трения коньков о лед.

Вариант 12

1. Тело брошено под углом α к горизонту. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите этот угол, если максимальная высота подъема h меньше дальности полета S в 2,9 раза.
2. Диск, вращаясь равноускоренно, за время $t = 3 \text{ с}$ приобрел угловую скорость $\omega = 3,6 \text{ рад/с}$. Определить для этого момента тангенциальную a_τ и нормальную a_n составляющие ускорения, если радиус диска $R = 0,5 \text{ м}$.
3. Под действием постоянной силы $F = 6 \text{ Н}$ тело движется прямолинейно так, что зависимость пройденного телом пути от времени описывается уравнением $S = A + Bt + Ct^2$. Определите массу тела, если $C = 3 \text{ м/с}^2$.
4. Шар, движущийся со скоростью v_1 , налетает на покоящийся шар, масса которого в $n = 1,6$ раза больше массы первого шара. Определите соотношение скоростей u_1/u_2 шаров после удара. Удар считать центральным и абсолютно упругим.

Вариант 13

1. Зависимость пройденного материальной точкой пути от времени задается уравнением $S = A - Bt + Ct^2 + Dt^3$, где $C = 0,3 \text{ м/с}^2$, $D = 0,15 \text{ м/с}^3$. Определите: 1) через какой промежуток времени t после начала движения ускорение тела $a = 1,5 \text{ м/с}^2$; 2) среднее ускорение \bar{a} за этот промежуток.
2. Вентилятор после выключения за время $t = 5 \text{ с}$, вращаясь равнозамедленно, сделал до остановки $N = 25$ оборотов. Определите угловую скорость ω_0 и частоту вращения n вентилятора в рабочем режиме, а также угловое ускорение ϵ после выключения.
3. Груз массой $m = 70 \text{ кг}$ поднимают вдоль наклонной плоскости с ускорением $a = 0,8 \text{ м/с}^2$. Длина наклонной плоскости $l = 4 \text{ м}$, угол α её наклона к горизонту равен 25° . Коэффициент трения $k = 0,14$. Определите: 1) время подъёма груза; 2) работу подъемного устройства; 3) его среднюю мощность.
4. Определить работу, которую нужно совершить, чтобы сжать пружину на $x = 10 \text{ см}$, если известно, что под действием силы $F = 40 \text{ Н}$ пружина сжимается на $x_0 = 1 \text{ см}$.

Вариант 14

1. Четверть пути автомобиль проехал со скоростью $v_1 = 60 \text{ км/ч}$, оставшуюся часть пути — со скоростью $v_2 = 80 \text{ км/ч}$. Определите среднюю скорость \bar{v} автомобиля на всем пути, если он стоял столько же времени, сколько находился в движении.
2. Материальная точка массой $m = 1,5 \text{ кг}$ двигалась под действием некоторой силы, направленной вдоль оси x , согласно уравнению $x = A + Bt + Ct^2$, где $B = 2 \text{ м/с}$, $C = 0,5 \text{ м/с}^2$. Определите среднюю мощность N , развиваемую силой за время $t = 1 \text{ с}$.
3. Шар массой $m_1 = 3 \text{ кг}$, движущийся со скоростью $v_1 = 5 \text{ м/с}$, ударяется о неподвижный шар массой $m_2 = 6 \text{ кг}$. Определите скорости шаров u_1 и u_2 после удара. Удар считать центральным и абсолютно упругим.
4. Материальная точка массой $m = 30 \text{ г}$ движется по окружности радиусом 15 см с постоянным тангенциальным ускорением. К концу четвертого оборота кинетическая энергия точки оказалась равной $2,3 \text{ Дж}$. Найти тангенциальное ускорение точки.

Вариант 15

1. Сколько времени пассажир, сидящий у окна поезда, идущего со скоростью $v_1 = 54$ км/час будет видеть проходящий мимо него встречный поезд, скорость которого $v_2 = 36$ км/час, а длина $l = 150$ м?
2. Диск радиусом $R = 15$ см вращается так, что зависимость угла поворота радиуса диска от времени дается уравнением $\varphi = A + Bt^3$, где $B = 2$ рад/с³. Определите для точек на ободе в момент времени $t = 2$ с от начала движения: 1) нормальное ускорение a_n ; 2) тангенциальное ускорение a_t ; 3) полное ускорение a .
3. С вершины клина, длина которого $l = 3$ м и высота $h = 1,5$ м начинает скользить небольшое тело. Коэффициент трения между телом и клином $k = 0,12$. Определите: 1) ускорение, с которым движется тело; 2) время прохождения тела вдоль клина; 3) скорость тела у основания клина.
4. Два шара с массами $m_1 = 2$ кг и $m_2 = 1$ кг подвешены на нитях длиной $l = 1,2$ м. Первоначально шары соприкасались между собой, затем больший шар отвели от положения равновесия на угол $\alpha = 60^\circ$ и отпустили. Считая удар упругим, определить скорость u_2 второго шара после удара.

Вариант 16

1. С башни высотой $h = 25$ м в горизонтальном направлении брошено тело с начальной скоростью $v_0 = 11$ м/с. Определите: 1) скорость тела в момент падения на землю; 2) угол α , который образует эта скорость с горизонтом.
2. Камень, скользивший по горизонтальной поверхности льда, остановился, пройдя расстояние $S = 48$ м. Определить начальную скорость камня, если коэффициент трения камня о лед $k = 0,06$.
3. По канатной дороге, идущей с уклоном $\alpha = 30^\circ$ к горизонту, спускается вагонетка массой $m = 500$ кг. Определить натяжение каната при торможении в конце спуска, если скорость перед торможением была $v_0 = 2$ м/с. Время торможения $t = 5$ с. Коэффициент трения вагонетки о рельсы $k = 0,01$.
4. Граната, летевшая в горизонтальном направлении со скоростью $v_0 = 10$ м/с, разорвалась на две части массами $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 1,5$ кг. Большой кусок сохранил направление движения, но его скорость возросла до $v_2 = 25$ м/с. Определить скорость v_1 и направление движения меньшего куска.

Вариант 17

1. Два тела свободно падают с разных высот и достигают земли одновременно. Время падения первого тела $t_1 = 2$ с, второго тела $t_2 = 1$ с. На какой высоте было первое тело, когда второе начинало падать?
2. Диск вращается вокруг неподвижной оси так, что зависимость угла поворота диска от времени задается уравнением $\varphi = At^2$, где $A = 0,7$ рад/с². Определите к концу третьей секунды от начала движения: 1) угловую скорость диска; 2) его угловое ускорение; 3) для точки, отстоящей на 0,5 м от оси вращения, определить нормальное a_n , тангенциальное a_τ и полное a ускорения.
3. К нити привязан груз массой $m = 600$ г. Определить силу натяжения нити, если нить с грузом: 1) поднимать с ускорением $a = 3$ м/с²; 2) опускать с ускорением $a = 3$ м/с².
4. Орудие, масса ствола которого $M = 450$ кг, стреляет в горизонтальном направлении. Масса снаряда $m = 5$ кг, его начальная скорость $v_0 = 450$ м/с. При выстреле ствол откатывается на 45 см. Определить среднее значение силы торможения, развивающееся в противооткатном устройстве орудия.

Вариант 18

1. Зависимость пройденного телом пути от времени задается уравнением $S = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$, где $C = 0,3$ м/с², $D = 0,05$ м/с³. Определите: 1) через какой промежуток времени t после начала движения ускорение тела будет равно 3 м/с²; 2) среднее ускорение \bar{a} тела за этот промежуток.
2. Тело брошено под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту со скоростью $v_0 = 10$ м/с. Определите скорость тела в высшей точке его траектории. Сопротивлением воздуха пренебрегаем.
3. Тело массой $m = 0,5$ кг скользит по наклонной плоскости высотой $h = 20$ см и длиной $l = 2$ м. Коэффициент трения на всем пути $k = 0,03$. Определите: 1) кинетическую энергию тела у основания плоскости; 2) путь, пройденный телом на горизонтальном участке пути до остановки.
4. К нижнему концу пружины, подвешенной вертикально, присоединена другая пружина, к концу которой прикреплен груз. Коэффициенты жесткости пружин равны k_1 и k_2 соответственно. Пренебрегая массами пружин, найти отношение потенциальных энергий пружин.

Вариант 19

1. Зависимость пройденного телом пути от времени определяется уравнением $S = At - Bt^2 + Ct^3$, где $A = 1$ м/с, $B = 0,2$ м/с², $C = 0,3$ м/с³. Определите для момента времени $t = 3$ с после начала движения: 1) пройденный путь; 2) скорость; 3) ускорение.
2. Колесо автомобиля вращается равнозамедленно. За время $t = 1$ мин оно изменило частоту вращения от $n_1 = 180$ мин⁻¹ до $n_2 = 60$ мин⁻¹. Определите: 1) угловое ускорение колеса; 2) число полных оборотов, сделанных колесом за это время.
3. С железнодорожной платформы, движущейся со скоростью $v_0 = 4$ м/с, выстрелили в горизонтальном направлении. Масса платформы с пушкой $M = 14$ т, масса снаряда $m = 25$ кг, его начальная скорость $v_2 = 450$ м/с. Определить скорость v_1 платформы после выстрела, если выстрел был произведен в направлении движения платформы.
4. Диск вращается в горизонтальной плоскости с частотой $n = 70$ мин⁻¹. Где можно положить на диск тело, чтобы оно не соскользнуло? Коэффициент трения покоя тела о диск $k = 0,44$.

Вариант 20

1. Парашютист спускается на парашюте с постоянной скоростью $v = 5$ м/с. На расстоянии $h = 10$ м от земли у него оторвалась пуговица. На какое время раньше приземлится пуговица по сравнению с парашютистом. Сопротивлением воздуха пренебрегаем.
2. Определить радиус маховика, если при вращении линейная скорость точек на его ободе $v_1 = 6$ м/с, а скорость точек, находящихся на 15 см ближе к оси, $v_2 = 5,5$ м/с.
3. Стальная проволока выдерживает груз массой до 450 кг. С каким наибольшим ускорением можно поднимать груз $m = 400$ кг, подвешенный на этой проволоке, чтобы она не оборвалась?
4. Два упругих шарика, массы которых $m_1 = 100$ г и $m_2 = 300$ г, подвешены на одинаковых нитях длиной $l = 50$ см. Первый шарик отклонили на угол $\alpha = 90^\circ$ и отпустили. На какую высоту поднимется второй шарик после удара?

Вариант 21

1. Зависимость пройденного телом пути от времени задается уравнением $S = At^4 - Bt^2$. Найти экстремальное значение скорости тела, если $A = 0,24 \text{ м/с}^4$, $B = 9 \text{ м/с}^2$. Построить график $v(t)$ за первые 5 с движения.
2. С башни высотой $H = 25 \text{ м}$ горизонтально бросили камень со скоростью $v_0 = 10 \text{ м/с}$. На каком расстоянии от основания башни он упадет на землю?
3. Определить ускорение тела, скользящего с наклонной плоскости, если угол наклона плоскости $\alpha = 30^\circ$, а коэффициент трения между телом и плоскостью $k = 0,3$.
4. Свинцовый шар массой $m_1 = 500 \text{ г}$, движущийся со скоростью $v_1 = 10 \text{ см/с}$, сталкивается с неподвижным шаром из воска, имеющим массу $m_2 = 200 \text{ г}$, после чего оба шара движутся вместе. Определить кинетическую энергию шаров после удара.

Вариант 22

1. Камень брошен с горы горизонтально со скоростью $v_0 = 15 \text{ м/с}$. Через какой период времени его скорость будет составлять угол $\alpha = 45^\circ$ с линией горизонта?
2. Падающий вертикально шарик массой $m = 200 \text{ г}$ ударился об пол со скоростью $v = 5 \text{ м/с}$ и подпрыгнул на высоту $h = 46 \text{ см}$. Чему равно изменение количества движения шарика при ударе?
3. Два неупругих шара массами $m_1 = 2 \text{ кг}$ и $m_2 = 3 \text{ кг}$ двигаются со скоростями соответственно $v_1 = 8 \text{ м/с}$ и $v_2 = 4 \text{ м/с}$. Найти работу деформации шаров при ударе, если: 1) меньший шар нагоняет больший; 2) шары двигаются навстречу друг другу.
4. Под действием постоянной силы вагонетка прошла путь $S = 10 \text{ м}$ и приобрела скорость $v = 3 \text{ м/с}$. Определить работу A силы, если масса вагонетки $m = 500 \text{ кг}$, а коэффициент трения $k = 0,02$.

Вариант 23

1. Уравнение движения точки по прямой имеет вид $x = A + Bt + Ct^3$, где $A = 4$ м, $B = 2$ м/с, $C = 0,2$ м/с³. Найти: 1) положение точки в моменты времени $t_1 = 2$ с и $t_2 = 5$ с; 2) средние скорость и ускорение за указанный промежуток времени; 3) мгновенные скорость и ускорение в указанные моменты времени.
2. При выстреле из пружинного пистолета вертикально вверх пуля массой $m = 20$ г поднялась на высоту $h = 5$ м. Определить жесткость k пружины пистолета, если она была сжата на $x = 10$ см.
3. Наклонная плоскость, образующая угол $\alpha = 25^\circ$ с плоскостью горизонта, имеет длину $l = 2$ м. Тело, двигаясь равноускоренно, соскользнуло с этой плоскости за время $t = 2$ с. Определить коэффициент трения k тела о плоскость.
4. Автомобиль массой $m = 5$ т движется со скоростью $v = 10$ м/с по выпуклому мосту. Определить силу F давления автомобиля на мост в его верхней точке, если радиус моста $R = 50$ м.

Вариант 24

1. Маховик, вращавшийся с постоянной частотой $n_1 = 10$ с⁻¹, при торможении стал вращаться равнозамедленно. Когда торможение прекратилось, частота вращения стала равной $n_2 = 6$ с⁻¹. Определить угловое ускорение ϵ маховика и продолжительность торможения, если за время торможения маховик сделал 50 оборотов.
2. Материальная точка массой $m = 2$ кг движется под действием некоторой силы по уравнению $x = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$, где $C = 1$ м/с², $D = -0,2$ м/с³. Найти значение этой силы в моменты времени $t_1 = 2$ с и $t_2 = 5$ с. В какой момент времени сила равна нулю?
3. Вычислить работу A , совершаемую при равноускоренном подъёме груза массой $m = 100$ кг на высоту $h = 4$ м за время $t = 2$ с.
4. Абсолютно упругий шар массой $m_1 = 1,8$ кг сталкивается с покоящимся упругим шаром большей массы m_2 . В результате прямого центрального удара шар потерял 36 % своей кинетической энергии W_1 . Определить массу большего шара.

Вариант 25

1. Движение точки по прямой задано уравнением $x = At + Bt^2$, где $A = 2$ м/с, $B = -0,5$ м/с². Определить среднюю скорость движения точки в интервале времени от $t_1 = 1$ с до $t_2 = 3$ с.
2. Шарик массой $m = 300$ г ударился о вертикальную стену и отскочил от неё. Определить импульс, полученный стеной, если шарик имел скорость $v = 10$ м/с, направленную под углом $\alpha = 30^\circ$ к поверхности стены. Удар считать упругим.
3. Найти работу A подъема груза по наклонной плоскости, если масса груза $m = 100$ кг, длина наклонной плоскости $l = 2$ м, угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 30^\circ$, коэффициент трения $k = 0,1$ и груз движется с ускорением $a = 1$ м/с².
4. Две пружины жесткостью $k_1 = 300$ н/м и $k_2 = 800$ н/м соединили последовательно. Определить величину деформации Δx_1 первой пружины, если вторая деформирована на $\Delta x_2 = 1,5$ см.

Вариант 26

1. Диск радиусом $R = 0,2$ м вращается согласно уравнению $\phi = A + Bt + Ct^3$, где $A = 3$ рад, $B = -1$ рад/с, $C = 0,1$ рад/с³. Определить нормальное a_n , тангенциальное a_τ и полное ускорение a точек на окружности диска для момента времени $t = 10$ с от начала движения.
2. Два шара массами $m_1 = 2,5$ кг и $m_2 = 1,5$ кг движутся навстречу друг другу со скоростями $v_1 = 6$ м/с и $v_2 = 2$ м/с. Определить: 1) скорости шаров после удара; 2) кинетические энергии шаров до и после удара; 3) энергию, затраченную на деформацию шаров при ударе. Удар считать прямым, неупругим.
3. Молот массой $m = 1$ т падает с высоты $h = 1,77$ м на наковальню. Длительность удара $\Delta t = 0,01$ с. Определить среднее значение силы F удара.
4. Тело массой $m = 1$ кг, брошенное с вышки в горизонтальном направлении со скоростью $v_0 = 20$ м/с, через время $t = 3$ с упало на землю. Определить кинетическую энергию тела в момент удара о землю.

Вариант 27

1. Точка движется по прямой согласно уравнению $x = At + Bt^3$, где $A = 6$ м/с, $B = -0,125$ м/с³. Определить среднюю скорость движения точки в интервале времени от $t_1 = 2$ с до $t_2 = 6$ с.
2. Шайба, пущенная по поверхности льда с начальной скоростью $v_0 = 20$ м/с, остановилась через 40 с. Найти коэффициент трения шайбы о лед.
3. На полу стоит тележка в виде доски, снабженной легкими колесами. На одном конце доски стоит человек массой $M = 60$ кг. Масса доски $m = 20$ кг. С какой скоростью относительно пола будет двигаться тележка, если человек пойдет вдоль доски со скоростью $v = 1$ м/с. Массой колес и трением пренебрегаем.
4. Камень брошен вверх под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Кинетическая энергия камня в начальный момент $W_0 = 20$ Дж. Найти кинетическую W и потенциальную Π энергии камня в высшей точке траектории.

Вариант 28

1. Три четверти пути автомобиль прошел со скоростью $v_1 = 60$ км/ч, а остальную часть пути — со скоростью $v_2 = 80$ км/ч. Какова средняя скорость движения автомобиля?
2. Камень брошен с вышки в горизонтальном направлении со скоростью $v_0 = 30$ м/с. Определить скорость v , тангенциальное a_τ и нормальное a_n ускорения камня в конце второй секунды после начала движения.
3. Брусok массой $m_2 = 5$ кг может скользить по горизонтальной поверхности без трения. На нем находится брусок меньшей массы $m_1 = 1$ кг. Коэффициент трения между брусками $k = 0,3$. Определить значение силы, приложенной к нижнему бруску, при которой начнется соскальзывание верхнего бруска.
4. Шар, летящий со скоростью $v_1 = 5$ м/с, ударяется о неподвижный шар. Удар неупругий. Определить скорости шаров u после удара и работу A деформации. Рассмотреть два случая: 1) масса движущегося шара $m_1 = 2$ кг, неподвижного — $m_2 = 8$ кг; 2) масса движущегося шара $m_1 = 8$ кг, неподвижного — $m_2 = 2$ кг.

Вариант 29

1. Линейная скорость точек на окружности вращающегося диска $v_1 = 3$ м/с. Точки, расположенные на 10 см ближе к оси, имеют линейную скорость $v_2 = 2$ м/с. Сколько оборотов в секунду делает диск?
2. Шарик массой $m = 100$ г упал с высоты $h = 2,5$ м на горизонтальную плиту, масса которой много больше массы шарика, и отскочил от неё вверх. Считая удар абсолютно упругим, определить импульс p , полученный плитой.
3. На железнодорожной платформе установлено орудие. Масса платформы с орудием $M = 15$ т. Орудие стреляет под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту в направлении пути. Масса снаряда $m = 20$ кг, и он вылетает со скоростью $v = 600$ м/с. С какой скоростью покатится платформа вследствие отдачи?
4. С какой линейной скоростью будет двигаться спутник Земли на круговой орбите: 1) у поверхности Земли; 2) на высоте 300 км; 3) на высоте 6000 км над поверхностью Земли?

Вариант 30

1. Камень падает с высоты $h = 1200$ м. Какой путь пройдет камень за последнюю секунду своего падения?
2. В лодке массой $m_1 = 240$ кг стоит человек массой $m_2 = 60$ кг. Лодка плывет со скоростью $v_1 = 2$ м/с. Человек прыгает с лодки в горизонтальном направлении со скоростью $v = 4$ м/с (относительно лодки). Найти скорость v_2 движения лодки после прыжка человека: 1) вперед по движению лодки и 2) в сторону, противоположную движению лодки.
3. Самолет описывает петлю Нестерова радиусом $R = 200$ м. Во сколько раз сила F , с которой сиденье давит на летчика в нижней точке петли, больше веса летчика, если скорость самолета $v = 100$ м/с?
4. Для сжатия пружины на $\Delta x_1 = 1$ см нужно приложить силу $F = 9,8$ Н. Какую работу нужно совершить, чтобы сжать пружину на $\Delta x_2 = 10$ см?

ЛИТЕРАТУРА

1. *Трофимова Т.И.* Курс физики. – М.: Высшая школа, 2008.
2. *Волькенштейн В.С.* Сборник задач по общему курсу физики. – СПб.: Спец. Литер., 2005.
3. *Трофимова Т.И.* Курс физики. Задачи и решения. – М.: Академия, 2004.
4. *Трофимова Т.И.* Справочник по физике. – М.: Профиздат, 2005.
5. *Чертов А.Г. и др.* Задачник по физике. – М.: Изд. физ.- мат. литер, 2009.
6. *Бендриков Г.А. и др.* Задачи по физике. – М.: Наука, 1985.

Учебное издание

ФИЗИКА
Раздел «Механика»
Контрольная работа

Составитель: Н.Н. Троицкая

Редактор: И.Г. Максимова

ЛР № 020309 от 30.12.96.

Подписано в печать 25.12.13. Формат 60×90 1/16. Гарнитура Newton.

Печать цифровая. Усл. печ. л. 1,5. Тираж 300 экз. Зак. № 248.

РГГМУ, 195196, Санкт-Петербург, Малоохтинский пр. 98.

Отпечатано в ЦОП РГГМУ
