

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального  
образования  
"ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"  
Кафедра теоретической и экспериментальной физики

---

УТВЕРЖДАЮ

Декан ЕНМФ

\_\_\_\_\_Ю.И. Тюрин

\_\_\_\_\_2004г.

## **МЕХАНИКА. ЧАСТЬ 1.**

**Методические указания  
к выполнению индивидуальных заданий  
по курсу общей физики  
для студентов всех специальностей**

Томск 2005

УДК

53.076

МЕХАНИКА.

ЧАСТЬ

I:

Методические указания к выполнению индивидуальных заданий по курсу общей физики для студентов всех специальностей-Томск: Изд. ТПУ, 2005.- с.

Составители:	доц.	канд.	физ.-мат.	наук	А.Г.Власов
	доц.	канд.	физ.-мат.	наук	Н.С.Кравченко
	доц.	канд.	физ.-мат.	наук	В.А.Крыхтин
	доц.	канд.	физ.-мат.	наук	А.В.Макиенко
	доц.	канд.	физ.-мат.	наук	Н.А.Назимова

Рецензент: доц., канд. физ.-мат. наук Ю.А.Сивов

Методические указания рассмотрены и рекомендованы методическим семинаром кафедры теоретической и экспериментальной физики 200\_\_г.

Зав. \_\_\_\_\_ кафедрой  
проф., д.ф.-м.н. В.Ф.Пичугин

Одобрено учебно-методической комиссией ЕНМФ  
Председатель  
учебно-методической комиссии \_\_\_\_\_ Г.В. Ерофеева

### Вариант 1.

### Кинематика

1. Первую половину времени своего движения автомобиль двигался со скоростью 80км/ч, а вторую половину времени - со скоростью 60км/ч. Какова средняя скорость движения автомобиля?
2. Во сколько раз нормальное ускорение точки, лежащей на ободу вращающегося колеса, больше её тангенциального ускорения в тот момент, когда вектор полного ускорения точки составляет угол  $45^\circ$  с вектором её линейной скорости?
3. Две прямые дороги пересекаются под углом  $30^\circ$ . От перекрёстка по ним удаляются две машины: одна со скоростью 60км/ч, другая со скоростью 80км/ч. Определить скорости с которой одна машина удаляется от другой.

### Вариант 2.

### Кинематика

1. Точка двигалась в течении 15с со скоростью 6м/с, 10 секунд со скоростью 9м/с и 6 секунд со скоростью 22м/с. Какова средняя путевая скорость точки?
2. На горизонтальном столе протачивается вал диаметром 50мм. Продольная подача резца равна 0,5мм за один оборот. Какова скорость резания, если за одну минуту протачивается участок вала длиной 15см?
3. Колесо вращается так, что зависимость угла поворота от времени даётся выражением  $\varphi(t) = A+Bt+Ct^2+Dt^3$ , где  $B = 2\text{рад/с}$ ,  $C = 2\text{рад/с}^2$ ,  $D = 2\text{рад/с}^3$ . Найти радиус колеса, если известно, что к концу второй секунды движения нормальное ускорение точек лежащих на ободу равно  $3,46 \cdot 10^2 \text{м/с}^2$ .

### Вариант 3.

### Кинематика

1. Первую половину своего пути мотоциклист двигался со скоростью 90км/ч, а вторую половину пути - со скоростью 70км/ч. Какова средняя скорость движения мотоциклиста?
2. Винт аэросаней вращается с частотой 360об/мин. Скорость поступательного движения саней 60км/ч. С какой скоростью движется один из концов винта, если радиус винта  $R=1\text{м}$ ?
3. Уравнение прямолинейного движения имеет вид  $x(t) = At+Bt^2$ , где  $A = 2\text{м/с}$ ,  $B = -0,5\text{м/с}^2$ . Построить графики зависимости координаты и пути от времени для заданного движения.

### Вариант 4.

### Кинематика

1. Три четверти своего пути автомобиль прошёл со скоростью 70км/ч, остальную часть пути - со скоростью 90км/ч. Какова средняя путевая скорость движения?

2. Пароход идёт по реке от пункта А до пункта В со скоростью 9км/ч, а обратно - со скоростью 17км/ч. Найти среднюю скорость парохода и скорость течения реки.
3. Колесо радиусом 8см вращается так, что зависимость линейной скорости точек, лежащих на ободе, от времени даётся уравнением  $v(t) = At+Bt^2$ , где  $A = 5\text{см/с}^2$  и  $B = 1\text{см/с}^3$ . Найти угол  $\alpha$ , составляемый вектором полного ускорения с радиусом колеса в моменты времени 0, 1, 2, 3, 4 и 5 секунд после начала движения.

### Вариант 5.

### Кинематика

1. Колесо радиусом 3см вращается так, что зависимость угла поворота от времени даётся уравнением  $\varphi(t) = A+Bt+Ct^2+Dt^3$ , где  $D = 2\text{рад/с}^3$ . Для точек, лежащих на ободе, найти изменение тангенциального ускорения за единицу времени.
2. Найти скорость  $[\vec{v}]$  относительно берега реки: а) лодки, идущей по течению; б) лодки, идущей против течения; в) лодки, идущей под углом  $90^\circ$  к течению, скорость которого 1,5м/с, скорость лодки относительно воды равна 2,5м/с.
3. Первую половину пути тело двигалось со скоростью 3м/с, вторую - со скоростью 7м/с. Определить среднюю путевую скорость тела.

### Вариант 6.

### Кинематика

1. Тело прошло первую половину пути за время 3с, вторую - за время 9с. Определить среднюю путевую скорость тела, если длина пути  $S = 25\text{м}$ .
2. Диск вращается с угловым ускорением  $-2\text{рад/с}^2$ . Сколько оборотов сделает диск при изменении частоты вращения от 260об/мин до 70об/мин? Найти время, в течении которого это произойдёт.
3. Самолёт летит относительно воздуха со скоростью 700км/ч. Ветер дует с запада на восток со скоростью 15м/с. С какой скоростью самолёт будет двигаться относительно земли и под каким углом к меридиану надо держать курс, чтобы перемещение было: а) на юг; б) на север; в) на запад; г) на восток?

### Вариант 7.

### Кинематика

1. Самолёт летит от пункта А до пункта В, расположенного на расстоянии 400км к востоку. Найти продолжительность полёта, если: а) ветра нет; б) ветер дует с юга на север; в) ветер дует с запада на восток. Скорость ветра 25м/с, скорость самолёта относительно воздуха 650км/ч.
2. Колесо радиусом 0,4м вращается так, что зависимость угла поворота от времени даётся уравнением  $\varphi(t) = A+Bt+Ct^3$ , где  $B = 3\text{рад/с}$  и  $C = 1\text{рад/с}^3$ . Для точек, лежащих на ободе, найти: а) угловую скорость; б) линейную скорость; в) угловое ускорение; г) тангенциальное

- ускорение; д) нормальное ускорение спустя 2 секунды после начала движения.
3. Рядом с поездом стоит человек. Когда поезд начал двигаться с ускорением  $a = 0,2 \text{ м/с}^2$ , человек пошёл в том же направлении со скоростью  $v = 1,5 \text{ м/с}$ . Через какое время поезд догонит человека? Определить скорость поезда в этот момент и путь, пройденный человеком.

### **Вариант 8.**

### **Кинематика**

1. Движение материальной точки задано уравнением  $x(t) = At + Bt^2$ , где  $A = 3 \text{ м/с}$ ,  $B = -0,1 \text{ м/с}^2$ . Определить момент времени, в который скорость равна нулю. Найти координату и ускорение в этот момент. Построить графики зависимости координаты, пути, скорости и ускорения от времени.
2. Колесо машины вращается равноускоренно. Сделав 60 полных оборотов, оно изменило частоту вращения от 3 до 7 об/с. Определить угловое ускорение колеса.
3. Камень брошен горизонтально со скоростью 15 м/с. Найти нормальное и тангенциальное ускорения камня через 2 секунды после начала движения.

### **Вариант 9.**

### **Кинематика**

1. Камень брошен горизонтально со скоростью 10 м/с. Найти радиус кривизны траектории камня через время  $t = 4 \text{ с}$  после начала полёта.
2. Проектор установлен на расстоянии 80 м от стены и бросает пятно на эту стену. Он вращается вокруг вертикальной оси, делая оборот за 30 секунд. Найти: а) уравнение движения пятна по стене в течении первой четверти оборота; б) скорость, с которой пятно движется по стене в момент  $t = 3 \text{ с}$ . За начало отсчёта принять момент, когда направление луча перпендикулярно стене.
3. Велосипедное колесо вращается с частотой 6 об/с. Под действием сил трения оно остановилось через 1,5 минуты. Определить угловое ускорение колеса и число оборотов, которое оно сделает до остановки.

### **Вариант 10.**

### **Кинематика**

1. Маховик начал вращаться равноускоренно и за 8 секунд достиг частоты вращения 240 об/мин. Определить угловое ускорение маховика и число оборотов, сделанных им.
2. Мяч брошен со скоростью 10 м/с под углом  $45^\circ$  к горизонту. На какую высоту он поднимется? На каком расстоянии от места бросания мяч упадёт на землю? Какое время он будет в полёте?

3. Лодка движется перпендикулярно к берегу со скоростью 7,4 км/ч. Течение относит её на 120 м вниз по реке. Найти скорость течения и время, затраченное на переправу. Ширина реки 0,6 км.

### Вариант 11.

### Кинематика

1. Тело брошенное вертикально вверх, вернулось на землю через 4 с. Какова была начальная скорость полёта и на какую высоту поднялось тело?
2. Колесо вращается с угловым ускорением  $2 \text{ рад/с}^2$ . Через одну секунду после начала вращения полное ускорение колеса достигло  $27,2 \text{ см/с}^2$ . Найти радиус колеса.
3. Из одного и того же места начали равноускоренно двигаться в одном и том же направлении две точки, причём, вторая начала движение на две секунды после первой. Первая двигалась с начальной скоростью  $2 \text{ м/с}$  и ускорением  $1 \text{ м/с}^2$ , вторая - с начальной скоростью  $8 \text{ м/с}$  и ускорением  $2 \text{ м/с}^2$ . Через какое время и на каком расстоянии от исходного положения вторая точка догонит первую?

### Вариант 12.

### Кинематика

1. Диск радиуса 0,3 м вращается согласно уравнению  $\varphi(t) = A + Bt + Ct^3$ , где  $A = 2 \text{ рад}$ ,  $B = -0,5 \text{ рад/с}$ ,  $C = 0,1 \text{ рад/с}^3$ . Определить тангенциальное, нормальное и полное ускорение точек на окружности диска для момента времени  $t = 8 \text{ с}$ .
2. Камень, брошенный со скоростью  $10 \text{ м/с}$  под углом  $30^\circ$  к горизонту, упал на землю на расстоянии 1 м от места броска. С какой высоты надо бросить этот камень в горизонтальном направлении, чтобы при той же начальной скорости он упал на то же место?
3. С аэростата на высоте 200 м выпал предмет. Через какое время он достигнет земли, если: а) аэростат поднимается со скоростью  $6 \text{ м/с}$ ; б) опускается с той же скоростью; в) аэростат неподвижен?

### Вариант 13.

### Кинематика

1. Камень бросили вертикально вверх на высоту 8 м. Через какое время он упадёт на землю? На какую высоту поднимется камень, если начальную скорость увеличить вдвое?
2. Точка движется по окружности так, что зависимость пройденного пути от времени даётся уравнением  $s(t) = A - Bt + Ct^2$ , где  $B = 2 \text{ м/с}$  и  $C = 1 \text{ м/с}^2$ . Найти линейную скорость точки, её тангенциальное, нормальное и полное ускорения спустя 3 секунды после начала движения. Известно, что при  $t = 2 \text{ с}$  нормальное ускорение равнялось  $0,5 \text{ м/с}^2$ .
3. Движение двух материальных точек описывается уравнениями:  $x(t) = A + Bt + Ct^2$  и  $s(t) = D + Gt + Ht^2$ , где:  $A = 25 \text{ м}$ ,  $D = 4 \text{ м}$ ,  $B = G = 3 \text{ м/с}$ ,  $C = -$

$4\text{м/с}^2$ ,  $H = 0,5\text{м/с}^2$ . В какой момент времени скорости этих точек будут одинаковы? Определить скорости и ускорения точек в этот момент времени.

#### Вариант 14.

#### Кинематика

1. Диск радиусом 12см начал вращаться с постоянным угловым ускорением  $0,3\text{рад/с}^2$ . Найти тангенциальное, нормальное и полное ускорения точек на окружности диска в конце третьей секунды после начала вращения.
2. Мяч, брошенный со скоростью  $7\text{м/с}$  под углом  $60^\circ$  к горизонту, ударяется о стенку, находящуюся на расстоянии 3м от места бросания. При подъёме или при опускании мяча он ударился о стенку? На какой высоте произойдёт удар? Найти скорость мяча в этот момент.
3. Тело 1 движется равноускоренно, имея начальную скорость  $v_1$  и ускорение  $a_1$ . Одновременно с ним начало двигаться равнозамедленно тело 2, имея начальную скорость  $v_2$  и ускорение  $a_2$ . Через какое время после начала движения оба тела будут иметь одинаковую скорость.

#### Вариант 15

#### Кинематика

1. Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью  $4,9\text{м/с}$ . Построить графики зависимости высоты и скорости от времени полёта для интервала  $0 < t < 2\text{с}$  с шагом  $0,2\text{с}$ .
2. Точка движется по окружности радиусом 6см. Зависимость пути от времени даётся уравнением  $s(t) = Ct^3$ , где  $C = 0,1\text{см/с}^3$ . Найти нормальное и тангенциальное ускорения точки в момент, когда линейная скорость равнялась  $0,4\text{м/с}$ .
3. Две материальные точки движутся согласно уравнениям:  $x(t) = At + Bt^2 + Ct^3$  и  $y(t) = Dt + Gt^2 + Ht^3$ , где:  $A = 6\text{м/с}$ ,  $D = 1\text{м/с}$ ,  $B = 7\text{м/с}^2$ ,  $G = -3\text{м/с}^2$ ,  $C = -12\text{м/с}^3$ ,  $H = 1\text{м/с}^3$ . В какой момент времени ускорения этих точек будут одинаковы? Определить скорости и ускорения точек в этот момент времени.

#### Вариант 16.

#### Кинематика

1. Колесо радиусом 8см вращается с угловым ускорением  $6,28\text{рад/с}^2$ . Найти для точек на ободе: а) угловую скорость; б) линейную скорость; в) тангенциальное; г) нормальное; д) полное ускорения к концу первой секунды после начала движения.
2. С какой высоты упало тело, если последний метр своего пути оно пролетело за  $0,15\text{с}$ ?
3. Снаряд, выпущенный из орудия под углом  $30^\circ$  к горизонту, дважды был на одной и той же высоте  $h$  спустя 8 и 40 секунд после выстрела. Определить начальную скорость снаряда и высоту  $h$ .

**Вариант 17.****Кинематика**

1. На цилиндр, который может вращаться вокруг горизонтальной оси, намотана нить. К её концу привязали грузик и предоставили ему возможность опускаться. Двигаясь равноускоренно, грузик за 4с опустился на 1,5м. Определить угловое ускорение цилиндра, если его диаметр 8см.
2. Камень брошен с вышки в горизонтальном направлении с начальной скоростью 25м/с. Определить скорость, тангенциальное и нормальное ускорения камня в конце второй секунды после начала движения.
3. Расстояние между двумя станциями метро 1,5км. Первую половину пути поезд проходит равноускоренно, вторую - равнозамедленно с тем же по модулю ускорением. Максимальная скорость 60км/ч. Найти ускорение и время движения между станциями.

**Вариант 18.****Кинематика**

1. Тело свободно падает с высоты 19,6м. Какой путь оно пролетит за первые и последние 0,2с своего движения?
2. В первом приближении можно считать, что электрон в атоме водорода движется по круговой орбите радиуса  $r = 0,05\text{нм}$  с линейной скоростью  $v = 2,2\text{Мм/с}$ . Найти угловую скорость вращения электрона вокруг ядра и его нормальное ускорение.
3. Движение точки по прямой задано уравнением  $x(t) = At + Bt^2$ , где  $A = 3\text{м/с}$ ,  $B = -0,6\text{м/с}^2$ . Определить среднюю путевую скорость движения точки в интервале от 1 до 3 секунды.

**Вариант 19****Кинематика**

1. Маховик начал вращаться равноускоренно и за 8 секунд достиг частоты вращения 240об/мин. Определить угловое ускорение маховика и число оборотов, сделанных им.
2. Мяч брошен со скоростью 10м/с под углом  $45^\circ$  к горизонту. На какую высоту он поднимется? На каком расстоянии от места бросания мяч упадёт на землю? Какое время он будет в полёте?
3. Лодка движется перпендикулярно к берегу со скоростью 7,4км/ч. Течение относит её на 120м вниз по реке. Найти скорость течения и время, затраченное на переправу. Ширина реки 0,6км.

**Вариант 20.****Кинематика**

1. Точка движется по окружности радиусом 25см с постоянным тангенциальным ускорением  $5\text{см/с}^2$ . Через какое время после начала движения нормальное ускорение точки будет: а) равно тангенциальному; б) вдвое больше тангенциального?



2. Тело падает с высоты 19,6м. За какое время оно пролетит первый и последний метры своего пути?
3. Точка движется по прямой согласно уравнению  $x(t) = At+Bt^2$ , где  $A = 5\text{м/с}$ ,  $B = -0,2\text{м/с}^2$ . Определить среднюю путевую скорость точки в интервале от 2 до 6 секунды.

### **Вариант 21.**

### **Кинематика**

1. Два бумажных диска насажены на общую горизонтальную ось так, что плоскости их параллельны и отстоят друг от друга на 0,36м. Диски вращаются с частотой 24об/с. Пуля, летевшая параллельно оси на расстоянии 12см от неё, пробила оба диска. Пробоины в дисках смещены друг относительно друга на 5см считая по дуге окружности. Найти среднюю путевую скорость пули в промежутке между дисками.
2. Свободно падающее тело в последнюю секунду движения проходит половину всего пути. С какой высоты падает тело и каково время падения?
3. Поезд, двигаясь равнозамедленно, в течении одной минуты уменьшает скорость от 50км/ч до 30км/ч. Найти ускорение поезда и расстояние, пройденное за время торможения.

### **Вариант 22.**

### **Кинематика**

1. Вал вращается с частотой 270об/мин. Вдруг он начал вращаться равнозамедленно с угловым ускорением  $3\text{рад/с}^2$ . Через какое время вал остановится? Найти число оборотов до остановки.
2. Тело брошено со скоростью 10м/с под углом  $60^\circ$  к горизонту. Найти радиус кривизны траектории тела через 0,5с после броска.
3. Поезд движется равнозамедленно, имея начальную скорость 60км/ч и ускорение  $-0,6\text{м/с}^2$ . Через какое время и на каком расстоянии от начала торможения он остановится?

### **Вариант 23**

### **Кинематика**

1. Линейная скорость точек на окружности вращающегося диска равна 5м/с. Точки, расположенные на 0,1м ближе к оси, имеют линейную скорость 3м/с. Найти частоту вращения диска.
2. Тело, брошенное с башни в горизонтальном направлении со скоростью 30м/с, упало на землю на расстоянии (от основания башни), вдвое большем высоты башни. Определить эту высоту.
3. Зависимость пройденного телом пути от времени даётся уравнением  $s(t) = A-Bt+Ct^2$ , где  $A = 7\text{м}$ ,  $B = 2\text{м/с}$  и  $C = 1\text{м/с}^2$ . Найти среднюю скорость и среднее ускорение тела для интервала времени  $1 < t < 4\text{с}$ .

### Вариант 24.

### Кинематика

1. Определить линейную скорость и центростремительное ускорение точек, лежащих на земной поверхности: а) на экваторе; б) на широте Томска ( $\varphi = 56^\circ$ ).
2. Тело, брошенное вертикально вверх, находилось на одной и той же высоте (9,8м) дважды с интервалом в три секунды. Вычислить начальную скорость тела.
3. Зависимость пройденного телом пути от времени даётся уравнением  $s(t) = A+Bt+Ct^2$ , где  $A = 18\text{м}$ ,  $B = 4\text{м/с}$  и  $C = 1\text{м/с}^2$ . Найти среднюю скорость и среднее ускорение тела за первую и вторую секунды его движения.

### Вариант 25.

### Кинематика

1. Тело брошено под некоторым углом к горизонту. Найти величину этого угла, если горизонтальная дальность полёта в три раза больше максимальной высоты траектории.
2. По дуге окружности радиусом 8м движется точка. В некоторый момент времени нормальное ускорение равно  $4,9\text{м/с}^2$  и его вектор составляет угол  $60^\circ$  с вектором полного ускорения. Найти линейную скорость и тангенциальное ускорение точки.
3. Колесо, вращаясь равноускоренно, достигло угловой скорости  $27\text{рад/с}$  через 11 оборотов после начала вращения. Найти угловое ускорение колеса.

### Вариант 1.

### Динамика

1. К нити подвешен груз массой 1кг. Найти натяжение нити, если нить с грузом: 1) поднимать с ускорением  $5\text{м/с}^2$  2) опускать с ускорением  $3\text{м/с}^2$ .
2. На плоскости, тангенс угла наклона которой равен коэффициенту трения, лежит монета. В горизонтальном направлении вдоль плоскости монете сообщили скорость  $0,2\text{м/с}$ . Найти установившуюся скорость монеты.
3. Через какое время скорость тела, которому сообщили вверх по наклонной скорости  $10\text{м/с}$ , снова будет равна  $10\text{м/с}$ ? Коэффициент трения  $0,2$ , угол между плоскостью и горизонтом  $30^\circ$ .
4. В цирковом аттракционе мотоциклист движется по внутренней поверхности сферы радиуса 10м. Разогнавшись, он начинает описывать горизонтальную окружность в верхней полусфере. Определить минимальную скорость мотоциклиста, если коэффициент трения шин о поверхность сферы равен  $0,5$ , а угол между вертикалью и направлением к мотоциклисту из центра сферы равен  $60^\circ$ .

### Вариант 2.

### Динамика

1. Стальная проволока некоторого диаметра выдерживает груз весом до 4400Н. С каким наибольшим ускорением можно поднимать груз весом 3800Н, подвешенный на этой проволоке, чтобы она не разорвалась?
2. Два тела массами 1 и 3кг связаны нитью, выдерживающей силу натяжения 400Н. К телам приложены силы, направленные в противоположные стороны и равные по величине 50Н. Определить в какой момент времени нить порвётся.
3. На тело массы 5кг, лежащее на горизонтальной плоскости, действует сила 100Н под углом  $35^\circ$  к горизонту. Коэффициент трения 0,3. Найти ускорение тела, если оно не отрывается от плоскости.
4. Конькобежец на ледяной дорожке старается пройти вираж как можно ближе к внутренней бровке. Велосипедист на велотреке, наоборот, проходит вираж как возможно дальше от внутренней бровки. Как объяснить это различие в тактике прохождения виража? Профиль велотрека всё круче по мере удаления от внутренней его бровки.

### Вариант 3.

### Динамика

1. Вес лифта с пассажирами равен 700кг. Найти с каким ускорением и в каком направлении движется лифт, если известно, что натяжение троса, удерживающего лифт, равно: 1) 1200кГ, 2) 500кГ.
2. На гладком столе лежит брусок массой 4кг. К бруску привязаны два шнура, перекинутые через неподвижные блоки, прикрепленные к противоположным концам стола. К концам шнуров привешены гири, массы которых 1кг и 2кг, найти ускорение, с которым движется брусок, и силу натяжения каждого из шнуров.
3. Тело массой 0,2кг соскальзывает без трения по желобу высотой 2м. Начальная скорость тела равна 0м/с. Найти изменение импульса тела и импульс, полученный желобом при движении тела.
4. Мотоцикл едет по внутренней поверхности вертикального цилиндра радиусом 11,2м. Центр тяжести мотоцикла с человеком расположен на расстоянии 0,8м от поверхности цилиндра. Коэффициент трения покрышек о поверхность цилиндра равен 0,6. С какой минимальной скоростью должен ехать мотоцикл? Каков угол наклона его к плоскости горизонта?

### Вариант 4.

### Динамика

1. К нити подвешена гиря. Если поднимать эту гирю с ускорением  $3\text{м/с}^2$ , то натяжение нити в 2 раза меньше того натяжения, при котором нить рвется. С каким ускорением нужно поднимать гирю, чтобы нить оборвалась?

2. Два бруска массы 2 и 8 кг, соединённые шнуром, лежат на столе. С каким ускорением будут двигаться бруски, если к одному из них приложить силу 10 Н, в направлении от другого бруска? Какова будет сила натяжения шнура, если силу 10 Н приложить к первому бруску? Ко второму бруску? Трением пренебречь.
3. Брусок массой 5 кг может свободно скользить по горизонтальной поверхности без трения. На нём находится другой брусок массой 1 кг. Коэффициент трения соприкасающихся поверхностей брусков 0,3. Определить максимальное значение силы, приложенной к нижнему бруску, при которой начинается соскальзывание верхнего бруска.
4. Грузик, привязанный к нити длиной 1 м, описывает окружность в горизонтальной плоскости. Определить период обращения, если нить отклонена на  $60^\circ$  от вертикали.

### Вариант 5.

### Динамика

1. Поезд массой 500 т движется равнозамедленно при торможении, при этом скорость его уменьшилась за 1 мин от 40 км/ч до 28 км/ч. Найти силу торможения.
2. Две гири неравного веса висят на нити перекинутой через блок, причём более лёгкая гиря расположена на 2 м ниже более тяжёлой. Если предоставить гирям двигаться, то через 2 с они будут на одинаковой высоте. Определить отношение масс гирь.
3. Наклонная плоскость, образующая угол  $25^\circ$  с плоскостью горизонта, имеет длину 2 м. Тело, двигаясь равноускоренно, соскользнуло с этой плоскости за 2 с. Определить коэффициент трения тела о плоскость.
4. К шнуру подвешена гиря. Гирю отвели в сторону так, чтобы шнур принял горизонтальное положение, и отпустили. Как велика сила натяжения шнура в момент, когда гиря проходит положение равновесия? Какой угол с вертикалью составляет шнур в момент, когда сила натяжения шнура равна силе тяжести гири?

### Вариант 6.

### Динамика

1. Вагон весом  $1,96 \cdot 10^6$  Н движется с начальной скоростью 54 км/ч. Определить среднюю силу, действующую на вагон, если он останавливается в течение: 1) 1 мин 20 с; 2) 10 с; 3) 2 с.
2. Материальная точка массой 2 кг движется под действием некоторой силы согласно уравнению  $x = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$ , где  $C = 1 \text{ м/с}^2$ ,  $D = -0,2 \text{ м/с}^3$ . Найти значение этой силы в моменты времени  $t_1 = 2$  с и  $t_2 = 5$  с. В какой момент времени сила равна нулю.
3. На горизонтальной поверхности находится брусок массой 2 кг. Коэффициент трения бруска о поверхность равен 0,2. На бруске находится другой брусок массой 8 кг. Коэффициент трения верхнего бруска о нижний равен 0,3. К верхнему бруску приложена сила.

Определить: 1) значение силы, при которой начинается совместное скольжение брусков по поверхности; 2) значение силы, при которой верхний брусок начнёт проскальзывать относительно нижнего.

4. Автомобиль массой 5т движется со скоростью 10м/с по выпуклому мосту. Определить силу давления автомобиля на мост в его верхней части, если радиус кривизны моста равен 50м.

### Вариант 7.

### Динамика

1. Какую силу нужно приложить к телу массой 1200кг, чтобы оно из состояния покоя за 30с прошло путь 10м. Сила трения равна 0,05 веса тела.
2. Через блок перекинута нить, к концам которой подвешены одинаковые гири массой 0,5кг. Какой дополнительный груз нужно положить на одну из гирь, чтобы они стали двигаться с ускорением  $0,4\text{м/с}^2$ . Массой блока и нити пренебречь.
3. За какое время тело массой  $m$  соскользнёт с наклонной плоскости высотой  $h$  с углом наклона  $\beta$ , если по наклонной плоскости с углом  $\alpha$  оно движется равномерно?
4. Горизонтально расположенный диск вращается вокруг вертикальной оси, делая 0,5об/с. На каком расстоянии от оси вращения диска может удержаться тело, находящееся на нём при коэффициенте трения  $k = 0,3$ ?

### Вариант 8.

### Динамика

1. Под действием силы трения  $10^5\text{Н}$  вагон массой  $5 \cdot 10^6\text{кг}$  после прекращения силы тяги останавливается через 1мин. С какой скоростью вагон двигался?
2. Ящик массой 100кг перемещают с ускорением  $0,1\text{м/с}^2$  по горизонтальной поверхности, прилагая силу, направленную под углом  $30^\circ$  к горизонту. Определить величину этой силы, если коэффициент трения ящика о поверхность 0,3.
3. Брусок массой 5кг зажат между двумя вертикальными колодками. Силы нормального сжатия колодок 150Н, а коэффициент трения 0,2. Какую силу нужно приложить, чтобы вытолкнуть брусок вверх? Вниз?
4. Автомобиль массой 1000кг движется со скоростью 54км/ч по выпуклому мосту. Радиус кривизны моста 200м. С какой силой давит автомобиль на мост в высшей точке моста?

### Вариант 9.

### Динамика

1. Зависимость пройденного пути от времени даётся уравнением  $S = 5\sin\pi t$ . Найти силу, действующую на тело массой 5кг, через 2с после начала движения.

2. Два бруска массой 1 кг и 4 кг соединены нитью и лежат на столе. С каким ускорением будут двигаться тела, если ко второму приложить силу 20 Н, в направлении от другого бруска? Чему равна сила натяжения нити, если коэффициент трения о стол 0,2?
3. Найти силу тяги, развиваемую мотором лебёдки, втаскивающей вверх по наклонной плоскости груз с ускорением  $2\text{ м/с}^2$ . Угол наклона плоскости к горизонту  $30^\circ$ . Вес груза  $10^3\text{ кг}$ , коэффициент трения 0,1.
4. Лётчик давит на сиденье самолёта в нижней точке петли Нестерова с силой 7200 Н. Масса лётчика 80 кг, радиус петли 250 м. Определить скорость самолёта.

### Вариант 10.

### Динамика

1. Автомобиль, трогаясь с места, движется с постоянным ускорением  $0,3\text{ м/с}^2$ . Через 12 с мотор выключается, и автомобиль движется по инерции до остановки. На всём пути движения действует сила трения с коэффициентом 0,2. Определить наибольшую скорость движения автомобиля за время движения, расстояние, пройденное автомобилем за всё время движения.
2. Через блок перекинута нить, к концам которой привязаны одинаковые гири массой по 0,5 кг. Какой дополнительный груз нужно положить на одну из гирь, чтобы они стали двигаться с ускорением  $0,2\text{ м/с}^2$ ? Массой блока и нити пренебречь.
3. Тело скользит по наклонной плоскости, составляющей угол  $45^\circ$  с горизонтом. Пройдя расстояние 40 м, тело приобретает скорость 2 м/с. Чему равен коэффициент трения тела о плоскость?
4. Груз описывает окружность в горизонтальной плоскости. При этом шнур длиной 0,5 м, на котором подвешен груз, описывает боковую поверхность конуса и образует с вертикалью угол  $60^\circ$ . Определить линейную скорость вращения груза.

### Вариант 11.

### Динамика

1. Во время движения на автомобиль массой  $10^3\text{ кг}$  действует сила трения с коэффициентом 0,1. Чему должна быть равна сила тяги, чтобы автомобиль двигался равномерно? С ускорением  $0,5\text{ м/с}^2$ ?
2. Две гири весом 2 кг и 1 кг соединены нитью и перекинута через невесомый блок. Найти ускорение, с которым движутся гири, натяжение нити и силу давления на ось блока.
3. Невесомый блок укреплен на вершине наклонной плоскости, составляющей угол  $30^\circ$  с горизонтом. Две гири одинаковой массы по 1 кг соединены нитью и перекинута через блок. Найти ускорение, с которым движутся гири, натяжение нити, если коэффициент трения о наклонную плоскость 0,1.

4. Автомобиль массой 1000кг движется со скоростью 36км/ч по выпуклому мосту. Радиус кривизны моста 200м. С какой силой давит автомобиль на мост в точке, направление на которую из центра кривизны моста составляет с вертикалью угол  $60^\circ$ ?

**Вариант 12.**

**Динамика**

1. Два связанных нитью тела массами  $m_1$  и  $m_2 > m_1$  лежат на гладком столе. Силу прикладывают вначале к большому телу, затем - к маленькому. Одинаковая ли будет сила натяжения нити?
2. Груз массой 50кг придавлен к вертикальной стене силой 100Н. Какую надо приложить силу, чтобы равномерно тянуть груз вертикально вверх, и, чтобы удерживать груз в покое, если коэффициент трения о поверхность стены 0,3?
3. Тело скользит по наклонной плоскости, составляющей угол  $45^\circ$  с горизонтом. Зависимость пройденного телом пути от времени даётся уравнением  $S = 1,73t^2$ . Найти коэффициент трения тела о плоскость.
4. С какой скоростью должен двигаться автомобиль по выпуклому мосту радиусом 50м, чтобы в верхней точке сила давления на мост была равна нулю?

**Вариант 13.**

**Динамика**

1. Вагон массой  $10^4$ кг отцепился от движущегося состава и, двигаясь равнозамедленно, за 20с прошёл путь 20м, после чего остановился. Найти силу трения, коэффициент трения и начальную скорость вагона.
2. К грузу массой 7кг подвешен на верёвке груз массой 5кг. Масса верёвки 4кг. Силу 190Н приложили к верхнему грузу, направив её вертикально вверх. Найти натяжение в верхнем конце и в середине веревки.
3. По деревянным сходням, образующим угол  $30^\circ$  с горизонтом, ящик втаскивают за привязанную к нему верёвку. Коэффициент трения ящика о сходни 0,25. Под каким углом к горизонту следует тянуть верёвку, чтобы с наименьшим усилием втащить ящик?
4. С какой максимальной скоростью может ехать по горизонтальной плоскости мотоциклист, описывая круг радиусом 10м, если коэффициент трения равен 0,16? На какой угол от вертикали он должен при этом отклониться? Во сколько раз увеличится максимально возможная скорость мотоциклиста при движении по наклонному треку с углом наклона  $45^\circ$  к горизонту по сравнению с максимальной допустимой скоростью при движении по горизонтальному треку?

### Вариант 14.

### Динамика

1. Поезд, шедший со скоростью  $10\text{ м/с}$ , внезапно затормозил и остановился через  $30\text{ с}$  после начала торможения. Определить силу, с которой прижалась тормозная колодка к ободу колеса, если масса поезда  $400\text{ т}$ , общее число тормозных колодок  $180$ , коэффициент трения колёс о тормозную колодку  $0,2$ .
2. Для измерения массы космонавта на орбитальной станции используется подвижное сиденье известной массы  $100\text{ кг}$ , прикрепленное к пружине. При одной и той же начальной деформации пружины пустое сиденье возвращается в исходное положение через  $20\text{ с}$ , если же на сиденье находится космонавт - через  $28\text{ с}$ . Какова масса космонавта?
3. Человек массы  $70\text{ кг}$ , оставаясь на месте, тянет за верёвку груз массы  $30\text{ кг}$ . Коэффициент трения о горизонтальную плоскость равен  $0,3$ . При какой наименьшей силе натяжения верёвки груз стронется с места? Под каким углом к горизонту должна быть направлена верёвка?
4. С какой угловой скоростью должен вращаться вокруг своей оси горизонтально расположенный цилиндр, чтобы мелкие частицы внутри цилиндра не соскальзывали с его поверхности? Коэффициент трения между поверхностью цилиндра и частицами равен  $1$ , внутренний радиус цилиндра  $14\text{ см}$ .

### Вариант 15.

### Динамика

1. После прекращения тяги локомотива состав остановился на горизонтальном участке пути через  $1\text{ мин}$ . Определите расстояние, пройденное поездом до полной остановки, если известно, что сила сопротивления движению не зависит от скорости и составляет  $2\%$  веса всего состава.
2. На концах верёвки длиной  $12\text{ м}$  и весом  $6\text{ кГ}$  укреплены два груза, массы которых равны  $2\text{ кг}$  и  $12\text{ кг}$ . Верёвка переброшена через неподвижный блок и начинает скользить по нему без трения. Какое натяжение испытывает середина верёвки в тот момент, когда длина её по одну сторону блока достигнет  $8\text{ м}$ ?
3. Небольшое тело находится на наклонной плоскости с углом наклона  $30^\circ$ . Коэффициент трения между телом и плоскостью равен  $0,1$ . С каким минимальным ускорением нужно двигать наклонную плоскость в горизонтальном направлении, чтобы тело не соскользнуло по ней? Начиная с какого значения ускорения тело начнёт подниматься по наклонной плоскости?
4. Наибольшее значение силы трения между вращающимся диском и расположенным на нём грузом в  $10\text{ кГ}$  равно  $2,5\text{ кГ}$ . На каком максимальном расстоянии от оси вращения груз будет вращаться со скоростью  $30\text{ об/мин}$ ? Чему равна сила трения груза о диск, когда



первый находится на половине найденного расстояния (от оси вращения)?

### Вариант 16.

### Динамика

1. Через сколько секунд тело, брошенное вертикально вверх со скоростью  $44,8\text{ м/с}$ , упало на Землю, если сила сопротивления воздуха не зависела от скорости и составляла в среднем  $1/7$  часть силы тяжести?
2. Через неподвижный блок перекинута верёвка, за концы которой хватаются два гимнаста, массы которых  $60\text{ кг}$  и  $70\text{ кг}$ . Более лёгкий из них держится за конец верёвки, а второй старается подниматься вверх. При этом оказывается, что более тяжёлый гимнаст остаётся на одной высоте, а второй поднимается вверх. Через сколько времени этот гимнаст достигнет блока, если вначале он находился ниже блока на  $4,9\text{ м}$ ?
3. По канатной железной дороге с наклоном  $30^\circ$  к горизонту спускается вагонетка весом  $500\text{ кГ}$ . Какую силу нужно приложить к канату, чтобы вдвое снизить скорость вагонетки на пути в  $10\text{ м}$ , если перед торможением она имела скорость  $4\text{ м/с}$ ? Коэффициент трения принять равным  $0,01$ .
4. Какова должна быть максимальная длина выпуклого моста радиуса  $100\text{ м}$ , чтобы автомобиль мог проходить по нему со скоростью  $90\text{ км/ч}$ , не отрываясь от полотна дороги?

### Вариант 17.

### Динамика

1. Динамометр вместе с прикреплённым к нему грузом сначала поднимают вертикально вверх, затем опускают. В обоих случаях движение происходило с положительным ускорением, равным  $6\text{ м/с}^2$ . Чему равна масса груза, если разность показаний динамометра оказалась равной  $29,4\text{ Н}$ ? Решите задачу при условии, что движение вверх и вниз происходило замедленно.
2. На столе лежит деревянный брусок, к которому привязаны нити, перекиннутые через блоки, укреплённые на противоположных краях стола. К свободным концам нитей подвешены грузы весом  $0,85\text{ кГ}$  и  $0,2\text{ кГ}$ , вследствие чего брусок приходит в движение и за  $3\text{ с}$  проходит путь  $0,81\text{ м}$ . Зная, что брусок весит  $2\text{ кГ}$ , определить коэффициент трения скольжения и натяжения нитей.
3. Тело массой  $10\text{ кг}$  тянут по горизонтальной поверхности силой  $4\text{ кГ}$ . Если эта сила приложена к телу под углом  $60^\circ$  к горизонту, оно движется равномерно. С каким ускорением будет двигаться тело, если силу приложить под углом  $30^\circ$ ?
4. Стальной шарик диаметром  $4\text{ см}$  катится по двум кольцевым рельсам, расположенным в горизонтальной плоскости. Радиус кольца внешнего

рельса 170см. Определите, при какой наибольшей скорости шарик не сойдёт с рельс, если расстояние между ними равно 20мм.

### **Вариант 18.**

### **Динамика**

1. Гиря массой 10кГ лежит на пружинных весах, установленных в лифте. Каково будет показание весов в неподвижном лифте и при движении его вверх, если известно, что лифт проходит с постоянным ускорением два одинаковых отрезка пути по 5м каждый: первый за 8с, второй за 4с. Что покажут весы, если лифт будет опускаться с тем же ускорением?
2. К грузу весом 7кГ подвешен на верёвке другой груз в 5кГ. Какое натяжение будет испытывать верхний конец верёвки и её середина, если всю систему поднимать вертикально вверх с силой в 24кГ, приложенной к большому грузу? Масса верёвки 4кг.
3. Небольшое тело пустили снизу вверх по наклонной плоскости, составляющей угол  $15^\circ$  с горизонтом. Найти коэффициент трения, если время подъёма тела оказалось в 2 раза меньше времени спуска.
4. Гирию весом в 98Г равномерно вращают в вертикальной плоскости со скоростью 6м/с на стержне длиной 2м. По какому закону будет изменяться сила, действующая вдоль стержня, в зависимости от его положения? Чему будет равна эта сила в тот момент времени, когда гиря находится в верхней точке траектории? Нижней? Проходит горизонтальное положение? Чему равна сила, действующая на груз в этих точках?

### **Вариант 19.**

### **Динамика**

1. Груз весом 10кг привязан к концу верёвки, намотанной на лебёдку. Груз и лебёдка находятся на некоторой высоте. Груз начинает падать, причём верёвка натянута в тот момент, когда он пролетел 5м. Вслед за этим начинает с трением раскручиваться лебёдка. Какую минимальную длину верёвки пришлось вытравить до полной остановки груза, если прочность её равна 15кГ?
2. Две гири разного веса перекинуты через неподвижный блок и установлены на расстоянии 2м друг от друга. Предоставленные сами себе, грузы через 2с после начала движения оказались на одинаковой высоте. Какова масса более лёгкой гири, если другая гиря весит 0,3кГ? Чему равно натяжение нити и сила давления на ось блока?
3. Санки можно удерживать на ледяной горке с уклоном 0,2 силой не меньше 5кГ. Чтобы тянуть санки в гору равномерно, силу тяги надо увеличить на 1кГ. С каким ускорением будут двигаться санки, если их предоставить самим себе?
4. Эстакада на пересечении улиц имеет радиус кривизны 1000м. В верхней части эстакады в дорожное покрытие вмонтированы датчики, регистрирующие силу давления на эстакаду. Какую силу давления

показывает прибор в тот момент, когда по эстакаде проезжает со скоростью 60 км/ч автомобиль массы 1 т?

### **Вариант 20.**

### **Динамика**

1. На высоте 3,5 м горизонтально подвешена труба длиной 50 см. На полу стоит маленькая катапульта, выбрасывающая шарик так, что он влетает в трубу горизонтально и, скользя по ней, останавливается у конца трубы. Определить расстояние от трубы до катапульти. Коэффициент трения принять равным 0,07.
2. Два груза, массы которых равны  $0,1 \text{ кг} \cdot \text{с}^2/\text{м}$  и 0,15 кг, связаны нитью и лежат на гладком столе. К левому грузу приложена сила 54 Г, к правому, в противоположном направлении, - 0,3 кг. Чему равно натяжение нити? Изменится ли натяжение, если силы поменять местами?
3. За какое время тяжёлое тело спустится с вершины наклонной плоскости высотой 2 м и углом наклона  $45^\circ$ , если предельный угол, при котором тело может находиться на наклонной плоскости в покое, равен  $30^\circ$ ?
4. Шарик массы 0,2 кг, привязанный к закреплённой одним концом нити длины 3 м, описывает в горизонтальной плоскости окружность радиусом 1 м. Найти число оборотов шарика в минуту и силу натяжения нити.

### **Вариант 21.**

### **Динамика**

1. Тонкая стальная цепочка с очень мелкими звеньями, имеющая длину 1 м и массу 10 г, лежит на горизонтальном столе. Цепочка вытянута в прямую линию, перпендикулярно краю стола. Конец цепочки свешивается с края стола. Когда длина свешивающейся части составляет 0,275 части всей длины, цепочка начинает соскальзывать со стола вниз. Считая цепочку однородной по длине, найти коэффициент трения между цепочкой и столом и скорость цепочки в конце соскальзывания.
2. Два соприкасающихся бруска лежат на горизонтальном столе, по которому могут скользить без трения. Масса первого бруска 2 кг, масса второго 3 кг. Один из брусков толкают с силой 10 Н в направлении другого бруска. Найти силу с которой бруски давят друг на друга в случае, если сила приложена к первому бруску. Ко второму бруску.
3. Буксир при буксировке баржи вверх по реке развивает скорость 10 км/ч, натягивая буксирный канат с силой 1200 кг. Считая силу сопротивления воды пропорциональной скорости, определить, с какой скоростью баржа будет двигаться самосплавом, если скорость течения реки равна 2 км/ч, а уклон реки составляет 10 м на 1 км. Вес баржи 5000 кг.

4. На вращающемся горизонтальном столике на расстоянии 50 см от оси вращения лежит груз весом 1 кг. Коэффициент трения между грузом и поверхностью стола 0,25. Какова сила трения, удерживающая груз, если столик делает 12 об/мин? При какой угловой скорости груз начинает скользить по столику?

### Вариант 22.

### Динамика

1. Разрывное усилие троса подъёмного крана  $5 \cdot 10^4$  Н. При каком ускорении произойдёт разрыв троса, если поднимать груз массой 3 т?
2. На столе лежит деревянный брусок массой 2 кг, к которому привязана нить, перекинутая через блок, укрепленный на краю стола. К свободному концу нити подвешен груз в 1 кг, в следствии чего брусок движется с ускорением  $0,6 \text{ м/с}^2$ . Каково будет ускорение груза и бруска, если вся система будет подниматься с ускорением  $2,2 \text{ м/с}^2$ . Опускаться с тем же ускорением?
3. Небольшому телу сообщили начальный импульс, в результате чего оно начинает двигаться поступательно без трения вверх по наклонной плоскости со скоростью 3 м/с. Плоскость образует с горизонтом угол  $20^\circ$ . Определить на какую высоту поднимется тело, сколько времени оно будет двигаться вверх до остановки.
4. Самолёт делает "мёртвую петлю" радиуса 500 м с постоянной скоростью 360 км/ч. Найти вес лётчика массы 70 кг в нижней, верхней и средней точке петли.

### Вариант 23.

### Динамика

1. Человек весом в 750 Н стоит на пружинных весах в кабине лифта, движущегося с ускорением  $5 \text{ м/с}^2$ . Что покажут весы, когда лифт движется: а) вверх; б) вниз? При каком условии показание весов будет равно нулю?
2. Два соприкасающихся бруска лежат на горизонтальном столе, коэффициент трения между первым бруском массы 2 кг и столом равен 0,1, а между вторым бруском массы 3 кг и столом - 0,2. Один из брусков толкают с силой 20 Н в направлении другого бруска. Найти силу с которой бруски давят друг на друга в случае, если сила приложена к первому бруску. Ко второму бруску.
3. Небольшому телу сообщают начальный импульс, в результате чего оно начинает двигаться вверх по наклонной плоскости (с коэффициентом трения 0,1) со скоростью 3 м/с. Плоскость образует с горизонтом угол  $20^\circ$ . Масса тела 1 кг. Определить на какую высоту поднимется тело, сколько времени оно будет двигаться вверх до остановки и сколько затратит на скольжение вниз до исходного положения.
4. Вода течёт по горизонтальному каналу со скоростью 5 м/с. Вычислить дополнительное давление воды на боковую стенку канала при его

повороте, если средний радиус поворота 3м, площадь сечения канала  $0,24\text{м}^2$ , высота боковой стенки 0,5м.

#### **Вариант 24.**

#### **Динамика**

1. Автомобиль движется со скоростью 50км/ч. Коэффициент трения между шинами и дорогой равен 0,75. Определить минимальное расстояние, на котором машина может быть остановлена.
2. На горизонтальном столе лежат два тела по 1кг каждое. Тела связаны невесомой нерастяжимой нитью. Такая же нить связывает второе тело с грузом массы 0,5кг. Нить может скользить без трения по изогнутому желобу, укрепленному на краю стола. Коэффициент трения первого тела со столом 0,1, второго тела 0,15. Найти ускорение с которым движутся тела, натяжение нити, связывающей тела, и нити на которой висит груз.
3. Лестница стоит у ровной гладкой стены. Коэффициент трения между лестницей и полом равен 0,4. Определить наибольший угол между стеной и лестницей, при котором лестница не будет скользить.
4. С какой скоростью должен двигаться автомобиль по выпуклому мосту радиусом 50м, чтобы в верхней точке сила давления на мост была равна половине силы тяжести?

#### **Вариант 25.**

#### **Динамика**

1. Ящик массой 60кг тянут равномерно по полу с помощью верёвки, образующей угол  $30^\circ$  с полом. Коэффициент трения между ящиком и полом равен 0,4. Определить силу, под действием которой движется ящик.
2. Деревянный брусок массой 350г, находящийся на горизонтальной плоскости, привязан к нити, переброшенной через блок. На другом конце нити привязан груз массой 265г. Коэффициент трения между бруском и плоскостью 0,45. Определить ускорение системы и натяжение нити.
3. Чтобы определить коэффициент трения между деревянными поверхностями, брусок положили на доску и стали поднимать один конец доски до тех пор, пока брусок не начал по ней скользить. Это произошло при угле наклона доски  $14^\circ$ . Чему равен коэффициент трения?
4. В нижней точке "мёртвой петли" реактивный самолёт имеет скорость 1200км/ч. Определить, какую перегрузку испытывает лётчик, если диаметр петли 1км. (Перегрузка - отношение прижимающей силы к весу лётчика.)

### Вариант 26.

### Динамика

1. Сани массой 200кг движутся ускоренно в горизонтальном направлении. Действующая сила в 1000Н приложена под углом  $30^\circ$  к горизонту. Коэффициент трения 0,05. Определить ускорение.
2. Два соприкасающихся бруска лежат на горизонтальной поверхности, по которой могут скользить с коэффициентами трения 0,2 для первого бруска и 0,1 для второго. Массы брусков 2кг и 3кг соответственно. Один из брусков толкают с силой 10Н в направлении другого бруска. Найти силу, с которой бруски давят друг на друга, если сила приложена к первому бруску? Ко второму бруску?
3. Ящик массой 100кг поднимают вверх по наклонной плоскости длиной 45м и высотой 6м с помощью верёвки, расположенной параллельно плоскости. Определить натяжение верёвки, которое потребуется, чтобы поднять ящик с постоянной скоростью, если коэффициент трения 0,3.
4. Определить радиус горбатого мостика, имеющего вид дуги окружности при условии, что давление автомобиля, движущегося со скоростью 90км/ч, в верхней точке мостика уменьшилось вдвое.

### Вариант 27.

### Динамика

1. Чтобы сдвинуть с места сани массой 100кг, требуется сила в 500Н, тогда как сила в 150Н достаточна для того, чтобы они находились в состоянии движения после того, как они тронулись. Определить коэффициенты начального трения и трения скольжения.
2. С какой скоростью двигался автомобиль, если длина следа заторможенных колёс оказалась равной 25м. Коэффициент трения о покрытие дороги 0,3.
3. Груз массой 1000кг поднимают со скоростью 15м/с по наклонной плоскости длиной 30м, которая образует угол  $30^\circ$ . Сила трения 2000Н. Какую силу, параллельную наклонной плоскости, необходимо приложить для подъёма тела?
4. С какой максимальной скоростью может ехать по горизонтальной плоскости мотоциклист, описывая дугу радиуса 90м, если коэффициент трения 0,42. На какой угол он при этом отклоняется?

### Вариант 1.

### Законы сохранения

1. Деревянный шар массой  $M$  лежит на штативе, верхняя часть которого выполнена в виде кольца. Снизу в шар попадает пуля, летящая вертикально, и пробивает его. При этом шар поднимется на высоту  $h$ . На какую высоту поднимется пуля над штативом, если ее скорость перед ударом о шар была  $v$ ? Масса пули  $m$ .
2. Определить скорость ракеты в момент полного выгорания заряда, если начальная масса ракеты 0,1кг, масса заряда 0,09кг, относительная

скорость выхода продуктов сгорания из сопла 25м/с. Сопротивление воздуха и ускорение силы тяжести не учитывать.

3. Колесо, момент инерции равен  $245\text{кг}\cdot\text{м}^2$ , вращаясь, делает по 20об/с. После того, как на колесо перестал действовать вращающий момент сил, оно остановилось, сделав 1000 оборотов. Найти момент сил трения.

### **Вариант 2.**

### **Законы сохранения**

1. Поезд массой 600т через 55с после выключения тяги останавливается под действием силы трения 90кН. С какой скоростью шел поезд?
2. По наклонной плоскости с углом наклона к горизонту  $60^\circ$  с высоты 1м соскальзывает плоское тело. Достигнув горизонтальной поверхности, тело поднимается по другой наклонной поверхности с углом наклона  $30^\circ$ . Определить высоту подъема, если коэффициенты трения для обеих плоскостей одинаковы и равны 0,1.
3. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 16м/с. На какой высоте кинетическая энергия тела равна его потенциальной энергии?

### **Вариант 3.**

### **Законы сохранения**

1. С какой начальной скоростью надо бросить мяч с высоты  $h$ , чтобы он подпрыгнул на высоту  $2h$ ? Удар упругий.
2. В неподвижный шар ударяется боком другой шар такой же массы. Под каким углом разлетятся шары, если они абсолютно упругие и абсолютно гладкие?
3. Пуля массой 10г летит со скоростью 800м/с, вращаясь около продольной оси с частотой  $3000\text{с}^{-1}$ . Принимая пулю за цилиндр диаметром 8мм, определить полную кинетическую энергию пули.

### **Вариант 4.**

### **Законы сохранения**

1. Камешек скользит с наивысшей точки купола, имеющего форму полусферы. Какую дугу  $\alpha$  опишет камешек, прежде чем оторвется от поверхности купола? Трением пренебречь.
2. Молекула массой  $9,3\cdot 10^{-26}\text{кг}$ , летящая по нормали к стенке сосуда со скоростью 600м/с, ударяется и упруго отскакивает от стенки без потерь скорости. Найти импульс силы, полученный стеной за время удара.
3. На платформе, движущейся со скоростью  $v$ , укреплено орудие, ствол которого направлен в сторону движения и составляет с горизонтом угол  $\alpha$ . Орудие произвело выстрел, после чего скорость платформы уменьшилась в три раза. Найти скорость снаряда при вылете из ствола, если его масса  $m$ , а масса платформы с орудием равна  $M$  ( $m \ll M$ ).

### **Вариант 5.**

### **Законы сохранения**

1. Шар массой  $m$ , двигаясь со скоростью  $v$ , упруго ударяется о стенку под углом  $\alpha$ . Определить импульс силы, полученный стенкой.
2. Определить во сколько раз уменьшилась масса ракеты, если через некоторое время после запуска ее скорость составляет  $69\text{ м/с}$ , а относительная скорость выхода продуктов сгорания равна  $30\text{ м/с}$ . Сопротивление воздуха и ускорение силы тяжести не учитывать.
3. Камень брошен вверх под углом  $60^\circ$  к плоскости горизонта. Кинетическая энергия камня в начальный момент времени равна  $20\text{ Дж}$ . Определить кинетическую и потенциальную энергии камня в высшей точке его траектории. Сопротивлением воздуха пренебречь.

### **Вариант 6.**

### **Законы сохранения**

1. Определить линейную скорость центра шара, скатившегося без скольжения с наклонной плоскости высотой  $1\text{ м}$ .
2. Молекула массой  $9,3 \cdot 10^{-26}\text{ кг}$ , летящая со скоростью  $36\text{ км/мин}$ , ударяется о стенку сосуда под углом  $60^\circ$  и упруго отскакивает от нее без потери скорости. Найти импульс силы, полученный стенкой за время удара.
3. При дроблении ядра образуются три осколка массами  $m_1$ ,  $m_2$  и  $m_3$  с общей кинетической энергией  $E$ . Найти скорости осколков, если направления скоростей составляют друг с другом углы в  $120^\circ$ .

### **Вариант 7.**

### **Законы сохранения**

1. Шар скатывается по наклонной плоскости длиной  $7\text{ м}$  и углом наклона к горизонту  $30^\circ$ . Определить кинетическую энергию шара в конце наклонной плоскости. Масса шара  $1\text{ кг}$ .
2. С башни высотой  $25\text{ м}$  горизонтально брошен камень со скоростью  $15\text{ м/с}$ . Найти кинетическую и потенциальную энергии камня спустя одну секунду после начала движения. Масса камня  $200\text{ г}$ .
3. Тонкий прямой стержень длиной  $1\text{ м}$  прикреплен к горизонтальной оси, проходящей через его конец. Стержень отклонили на  $60^\circ$  от положения равновесия и отпустили. Определить линейную скорость нижнего конца стержня в момент прохождения положения равновесия.

### **Вариант 8.**

### **Законы сохранения**

1. Вычислить работу, совершаемую на пути  $12\text{ м}$  равномерно возрастающей силой, если в начале пути сила  $10\text{ Н}$ , в конце пути  $46\text{ Н}$ .
2. Шарик массой  $80\text{ г}$ , падая с некоторой высоты, ударяется о наклонную плоскость и отскакивает от нее без потери скорости. Угол наклона плоскости к горизонту  $30^\circ$ . За время удара плоскость получает импульс



- силы  $1,6\text{Н}\cdot\text{с}$ . Какое время пройдет с момента удара шарика до момента, когда он будет находится в наивысшей точке траектории?
3. Хулиган (плохой человек), стреляя из рогатки, натянул резину так, что ее длина стала больше на  $15\text{см}$ . С какой скоростью полетел камень массой  $18\text{г}$ ? Жесткость резины  $1\text{кН/м}$ .

### **Вариант 9.**

### **Законы сохранения**

1. Определить линейную скорость центра шара, скатившегося без скольжения с наклонной плоскости высотой  $1\text{м}$ .
2. Нейтрон (массой  $m$ ) ударяется о неподвижное ядро атома углерода (массой  $12m$ ). Считая удар центральным и упругим, найти во сколько раз уменьшится кинетическая энергия нейтрона.
3. С горы высотой  $2\text{м}$  и основанием  $5\text{м}$  съезжают санки, которые останавливаются, пройдя  $35\text{м}$  от основания горы. Найти коэффициент трения.

### **Вариант 10.**

### **Законы сохранения**

1. Определить величину кинетической энергии тела массой  $1\text{кг}$ , брошенного горизонтально со скоростью  $20\text{м/с}$ , в конце четвертой секунды его движения.
2. Во сколько раз уменьшится скорость атома гелия после прямого столкновения с атомом водорода, масса которого в четыре раза меньше атома гелия?
3. Конькобежец, разогнавшись до скорости  $27\text{км/ч}$ , хочет въехать на ледяную гору. На какую высоту от начального уровня он въедет с разгона, если подъем горы составляет  $0,5\text{м}$  на каждые  $10\text{м}$  по горизонтали, а коэффициент трения коньков о лед  $0,02$ ?

### **Вариант 11.**

### **Законы сохранения**

1. Шайба, имея начальную скорость  $5\text{м/с}$ , прошла до удара о борт площадки  $10\text{м}$ . Какой путь пройдет шайба после удара? Удар считать абсолютно упругим, коэффициент трения  $0,1$ .
2. Тело массой  $m$  ударяется неупруго о тело массой  $M$ . Найти долю потерянной при этом кинетической энергии, если тело  $M$  было до удара в покое.
3. Два тела движутся навстречу друг другу и соударяются неупруго. Скорости тел до удара были  $3\text{м/с}$  и  $3,6\text{м/с}$ . Общая скорость тел после удара  $1,2\text{м/с}$  и по направлению совпадает с направлением скорости первого тела. Во сколько раз его кинетическая энергия была больше кинетической энергии второго тела?

### Вариант 12.

### Законы сохранения

1. Тело массой 4кг ударяется о неподвижное тело массой 2кг. Кинетическая энергия системы двух тел непосредственно после удара стала 4,8Дж. Считая удар центральным и неупругим, найти кинетическую энергию первого тела до удара.
2. Струя воды сечением  $4\text{см}^2$  ударяется о стенку под углом  $45^\circ$  и упруго отскакивает от нее без потери скорости. Найти силу, действующую на стенку, если известно, что скорость течения воды в струе 11м/с.
3. Из ружья массой 4,5кг вылетает пуля массой 9г со скоростью 600м/с. Найти скорость отдачи ружья.

### Вариант 13.

### Законы сохранения

1. Вычислить работу, совершаемую при равноускоренном подъеме груза массой 100кг на высоту 4м за время 2с.
2. Тело массой 3,5кг движется со скоростью 5м/с и ударяется о неподвижное тело такой же массы. Считая удар центральным и неупругим, найти количество теплоты, выделившееся при ударе.
3. Карандаш длиной 15см, поставленный вертикально, падает на стол. Какую угловую и линейную скорости будет иметь в конце падения: 1) середина карандаша? 2) верхний его конец? Считать, что трение настолько велико, что нижний конец карандаша не проскальзывает.

### Вариант 14.

### Законы сохранения

1. Пуля, летевшая горизонтально, попала в шар, подвешенный на очень легком жестком стержне, и застряла в нем. Масса пули в 1000 раз меньше массы шара. Расстояние от точки подвеса стержня до центра шара равно 1м. Найти скорость пули, если известно, что стержень с шаром отклонился на  $10^\circ$ .
2. Конькобежец весом 700Н, стоя на коньках на льду, бросает в горизонтальном направлении камень массой 3кг со скоростью 8м/с. Найти, на какое расстояние откатится при этом конькобежец, если коэффициент трения 0,02.
3. Под действием постоянной силы 400Н, направленной вертикально вверх, груз массой 20кг был поднят на высоту 15м. Какой потенциальной энергией будет обладать поднятый груз? Какую работу совершит сила?

### Вариант 15.

### Законы сохранения

1. Винтовка массой 3кг подвешена горизонтально на двух параллельных нитях. При выстреле в результате отдачи она откатнулась вверх на 19,6см. Масса пули 10г. Определить скорость, с которой вылетела пуля.

2. Человек массой 70кг, бегущий со скоростью 10км/ч, догоняет тележку массой 90кг, движущуюся со скоростью 3км/ч, и вскакивает на нее. С какой скоростью будет двигаться тележка?
3. Тело скользит по наклонной плоскости ( $\alpha = 8^\circ$ ), а затем по горизонтальной поверхности. Найти коэффициент трения на всем пути, если известно, что тело проходит по горизонтальной поверхности то же расстояние, что и по наклонной плоскости.

### **Вариант 16.**

### **Законы сохранения**

1. Пуля летевшая горизонтально со скоростью 400м/с, попадает в брусок, подвешенный на нити длиной 4м, и застревает в нем. Определить угол, на который отклонится брусок, если масса пули 20г и масса бруска 5кг.
2. Платформа, имеющая форму диска, может вращаться около вертикальной оси. На краю платформы стоит человек массой 60кг. На какой угол повернется платформа, если человек пойдет вдоль края платформы и, обойдя его, вернется в исходную точку на платформе? Масса платформы 240кг. Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.
3. Мяч, летящий со скоростью 13м/с, отбрасывается ударом ракетки в противоположном направлении со скоростью 21м/с. Найти изменение импульса мяча, если известно, что изменение его кинетической энергии равно 8Дж.

### **Вариант 17.**

### **Законы сохранения**

1. Человек стоит на скамье Жуковского и ловит рукой мяч массой 300г, летящий в горизонтальном направлении со скоростью 24м/с. Траектория мяча проходит на расстоянии 70см от вертикальной оси вращения скамьи. С какой угловой скоростью начнет вращаться скамья с человеком, поймавшим мяч, если суммарный момент инерции человека и скамьи равен  $5,2\text{кг}\cdot\text{м}^2$ ?
2. Мяч радиусом 0,12м плавает в воде так, что его центр масс находится на 10см выше поверхности воды. Какую работу надо совершить, чтобы погрузить мяч в воду до диаметральной плоскости?
3. Шар массой 3кг, движущийся со скоростью 5м/с, сталкивается с шаром массой 5кг, скорость которого равна 10м/с. Считая удар прямым, неупругим, найти скорость шаров после удара в двух случаях: 1) малый шар нагоняет большой, движущийся в том же направлении; 2) шары движутся навстречу друг другу.

### **Вариант 18.**

### **Законы сохранения**

1. В байдарке массой 40кг стоит человек массой 60кг. Лодка плывет со скоростью 2м/с. Человек прыгает с нее в горизонтальном направлении

- со скоростью  $5\text{ м/с}$  (относительно лодки). Найти скорость движения байдарки после прыжка человека в двух случаях: 1) человек прыгает вперед по движению лодки; 2) в сторону, противоположную движению.
2. На катере массой  $20\text{ т}$  установлен водометный двигатель, выбрасывающий ежесекундно  $200\text{ кг}$  воды со скоростью  $5\text{ м/с}$  (относительно катера). Определить его скорость через  $5\text{ мин}$  после начала движения. Сопротивлением воды пренебречь.
  3. Горизонтально летящая пуля массой  $m$  попадает в деревянный куб, лежащий на полу, и пробивает его. Определить, какая часть энергии пули перешла в тепло, если ее начальная скорость  $v$ , скорость после вылета из куба  $w$ , масса куба  $M$ . Траектория пули проходит через центр куба, трение между кубом и полом не учитывать.

### Вариант 19.

### Законы сохранения

1. Шар массой  $2\text{ кг}$  движется со скоростью  $5\text{ м/с}$  навстречу шару массой  $3\text{ кг}$ , движущемуся со скоростью  $10\text{ м/с}$ . Найти величину изменения кинетической энергии системы шаров после неупругого центрального удара.
2. Доказать, что центр тяжести снаряда, разорвавшегося в воздухе, продолжает двигаться так, как двигался бы центр тяжести неразорвавшегося снаряда.
3. Маховик в виде диска массой  $80\text{ кг}$  и радиусом  $30\text{ см}$  находится в состоянии покоя. Какую работу нужно совершить, чтобы сообщить маховику частоту  $10\text{ с}^{-1}$ ? Какую работу пришлось бы совершить, если бы при той же массе диск имел меньшую толщину, но вдвое больший радиус?

### Вариант 20.

### Законы сохранения

1. Снаряд массой  $10\text{ кг}$  обладал скоростью  $200\text{ м/с}$  в верхней точке траектории. В этой точке он разорвался на две части. Меньшая массой  $3\text{ кг}$  получила скорость  $400\text{ м/с}$  направленную вперед под углом  $60^\circ$  к горизонту. Найти с какой скоростью и под каким углом к горизонту полетит большая часть снаряда после разрыва.
2. На краю горизонтального диска радиусом  $3\text{ м}$  и массой  $200\text{ кг}$  стоит человек массой  $75\text{ кг}$ . Пренебрегая трением, найти, с какой угловой скоростью будет вращаться диск, если человек пойдет вдоль его края со скоростью  $2,5\text{ м/с}$  относительно диска.
3. Найти работу подъема груза по наклонной плоскости длиной  $2\text{ м}$ , если масса груза равна  $100\text{ кг}$ , угол наклона  $30^\circ$ , коэффициент трения  $0,1$  и груз движется с ускорением  $1\text{ м/с}^2$ .

### Вариант 21.

### Законы сохранения

1. Два одинаковых шара подвешены на нитях длиной  $0,98\text{ м}$  и касаются друг друга. Один из шаров отклоняется на угол  $10^\circ$  и отпускается. Определить максимальную скорость второго шара после идеально упругого соударения.
2. Теннисный мяч, падая с высоты  $H$ , поднимается на высоту  $h$ . На какую высоту поднимется он после  $n$ -го удара? Коэффициент восстановления считать постоянным.
3. В центре скамьи Жуковского стоит человек и держит в руках стержень длиной  $2,5\text{ м}$  и массой  $6\text{ кг}$ , расположенный вертикально по оси вращения скамьи. Скамья вращается с частотой  $1\text{ об/с}$ . С какой частотой будет вращаться скамья с человеком, если он повернет стержень в горизонтальное положение? Суммарный момент инерции человека и скамьи равен  $5,8\text{ кг}\cdot\text{м}^2$ .

### Вариант 22.

### Законы сохранения

1. Диск радиусом  $2\text{ м}$  вращается по инерции с частотой  $6,5\text{ об/мин}$ . На его краю стоит человек массой  $75\text{ кг}$ . С какой частотой будет вращаться диск, если человек (принятый за материальную точку) перейдет в его центр? Момент инерции диска равен  $200\text{ кг}\cdot\text{м}^2$ .
2. На краю тележки в виде длинной доски стоит человек массой  $65\text{ кг}$ . С какой скоростью относительно пола начнет двигаться тележка массой  $25\text{ кг}$ , если человек пойдет вдоль нее со скоростью (относительно доски)  $1,5\text{ м/с}$ ? Трением колес пренебречь.
3. Под действием постоянной силы  $F$  вагонетка прошла путь  $S = 5\text{ м}$  и приобрела скорость  $v = 2\text{ м/с}$ . Определить работу  $A$  силы, если масса  $m$  вагонетки равна  $400\text{ кг}$  и коэффициент трения  $0,01$ .

### Вариант 23.

### Законы сохранения

1. Два шара покоятся на вершине наклонной плоскости. У одного из них радиус и масса в два раза больше, чем у другого. Какой из шаров достигнет основания наклонной плоскости первым? Какой шар будет иметь большую скорость и большую кинетическую энергию?
2. Шар радиусом  $0,2\text{ м}$  плавает в воде. Какую работу надо совершить, чтобы погрузить шар в воду на  $3\text{ см}$  глубже? Материал шара в два раза менее плотен, чем вода.
3. На железнодорожной платформе установлено орудие. Их общая масса  $13500\text{ кг}$ . Ствол орудия направлен под углом  $45^\circ$  к горизонту. С какой скоростью покатится платформа вследствие отдачи, если при выстреле снаряд массой  $17\text{ кг}$  вылетает со скоростью  $650\text{ м/с}$ ?

**Вариант 24.****Законы сохранения**

1. Снаряд массой 17кг в верхней точке траектории обладал скоростью 250м/с. Здесь он разорвался на две части. Меньшая массой 3,5кг получила скорость 450м/с в прежнем направлении. Найти скорость второй части после разрыва.
2. Обруч и сплошной цилиндр, имеющие одинаковую массу 3кг, катятся без скольжения с одинаковой скоростью 6м/с. Найти кинетические энергии этих тел.
3. Шар массой  $m$ , движущийся со скоростью  $v$ , догоняет шар массой  $M$ , движущийся со скоростью  $V$ . Определить скорость шаров после упругого центрального удара.

**Вариант 25.****Законы сохранения**

1. Диск массой 80кг и радиусом 1,2м вращается с частотой 22об/мин. На нем находится тело с моментом инерции  $2,90\text{кг}\cdot\text{м}^2$ . По некоторой причине оно изменило свой момент инерции до  $0,9\text{кг}\cdot\text{м}^2$ . С какой частотой будет вращаться диск?
2. Стальной шарик падает с высоты 1м. На какую высоту он поднимется после удара, если коэффициент восстановления равен 0,8? Коэффициентом восстановления считать отношение скорости до удара к скорости после удара.
3. Два фигуриста массами 75кг и 56кг, держась за концы длинной нерастяжимой веревки, неподвижно стоят друг против друга. Вдруг один из них начал выбирать веревку со скоростью 1,5м/с. С какими скоростями фигуристы (без учета трения) станут двигаться навстречу друг другу?

**Вариант 1.****Динамика вращательного движения**

1. К ободу однородного диска диаметром 0,5м приложена касательная сила 98,1Н. При вращении на диск действует момент сил трения 4,9Н·м. Найти массу диска, если известно, что он вращается с угловым ускорением  $90\text{рад}/\text{с}^2$ .
2. Найти кинетическую энергию шара массой  $m$ , катящегося со скоростью  $v$ . Проскальзывания нет.
3. Поставленный вертикально карандаш длиной 17см падает на стол. Какую угловую и линейную скорости будет иметь в конце падения верхний конец карандаша?

**Вариант 2.****Динамика вращательного движения**

1. В нижней точке мертвой петли реактивный самолет движется со скоростью 1200км/ч. Определить какую перегрузку (отношение

- прижимающей силы к весу летчика) испытывает летчик, если радиус петли  $0,4\text{км}$ .
2. Крутильно-баллистический маятник - система из двух одинаковых грузов, закрепленных посередине проволоки на одинаковых расстояниях от нее  $R = 0,5\text{м}$ . Верхний и нижний концы проволоки жестко закреплены; ее длина  $2\text{м}$ , а диаметр  $2\text{мм}$ . Пуля массой  $2\text{г}$  попадает в центр одного из грузов, и маятник, обладающий моментом инерции  $J = 1\text{кг}\cdot\text{м}^2$ , отклоняется на угол  $\varphi = 0,2\text{рад}$ . Определить скорость пули.
  3. Найти кинетическую энергию диска массой  $m$ , катящегося со скоростью  $v$ . Проскальзывания нет.

### **Вариант 3.**

### **Динамика вращательного движения**

1. К ободу колеса (обруча) диаметром  $0,4\text{м}$  приложена касательная сила  $98,1\text{Н}$ . При вращении на диск действует момент сил трения  $4,9\text{Н}\cdot\text{м}$ . Найти массу диска, если известно, что он вращается с угловым ускорением  $90\text{рад}/\text{с}^2$ .
2. Найти кинетическую энергию обруча массой  $m$ , катящегося со скоростью  $v$ . Проскальзывания нет.
3. Небольшое тело скользит с вершины сферы вниз. На какой высоте  $h$  от вершины тело оторвется от поверхности сферы? Трением пренебречь.

### **Вариант 4.**

### **Динамика вращательного движения**

1. Вал массой  $50\text{кг}$  и радиусом  $10\text{см}$  вращается с частотой  $8\text{об}/\text{с}$ . К цилиндрической поверхности вала прижали тормозную колодку с силой  $20\text{Н}$ , под действием которой вал остановился через  $5\text{с}$ . Определить коэффициент трения.
2. Человек массой  $70\text{кг}$  находится на неподвижной платформе в виде диска массой  $110\text{кг}$ . С какой частотой будет вращаться платформа, если человек (как точечная масса) будет двигаться по окружности радиусом  $6\text{м}$  вокруг оси вращения? Скорость движения человека относительно платформы  $4,5\text{км}/\text{ч}$ ; ее радиус  $1\text{м}$ .
3. В ящик с песком массой  $5\text{кг}$ , подвешенный на нити длиной  $3\text{м}$ , попадает пуля массой  $5\text{г}$  и отталкивает его на угол  $10^\circ$ . Определить скорость пули.

### **Вариант 5.**

### **Динамика вращательного движения**

1. Тело массой  $M$  подвешено на невесомой нити длиной  $l$ . В тело попадает пуля массой  $m$  и застревает в нем, нить при этом отклоняется на угол  $\alpha$ . Найти скорость и кинетическую энергию пули.
2. Небольшое тело соскальзывает вниз по наклонному скату, переходящему в мертвую петлю радиусом  $R$ . Трение ничтожно мало.

Какова должна быть наименьшая высота ската, чтобы тело сделало полную петлю не выпадая? Какое давление при этом производит тело в точке, радиус-вектор которой составляет угол  $\alpha$  с вертикалью?

3. Грузик, подвешенный на нити, отводят в сторону так, что нить принимает горизонтальное положение, и отпускают. При движении грузика вертикальная составляющая его скорости сначала возрастает, затем убывает. Какой угол с вертикалью образует нить в тот момент, когда вертикальная составляющая скорости максимальна?

#### **Вариант 6.**

#### **Динамика вращательного движения**

1. Вал массой 100кг и радиусом 5см вращается с частотой 8об/с. К цилиндрической поверхности вала прижали тормозную колодку с силой 40Н, под действием которой вал остановился через 10с. Определить коэффициент трения.
2. Полная кинетическая энергия катящегося диска равна сумме кинетических энергий поступательного и вращательного движений. Доказать, что полная кинетическая энергия равна энергии вращательного движения относительно мгновенной оси вращения.
3. Шарик весом  $P$  подвешен на нити. В натянутом состоянии нить расположили горизонтально и отпустили шарик. Вывести зависимость силы натяжения нити от угла  $\alpha$ , который образует в данный момент нить с горизонтальным направлением. Проверить выведенную формулу, решив задачу для случая прохождения шарика через положение равновесия (при  $\alpha = 90^\circ$ ).

#### **Вариант 7.**

#### **Динамика вращательного движения**

1. Один грузик подвешен на нерастяжимой нити длиной  $l$ , а другой - на жестком невесомом стержне такой же длины. Какие минимальные скорости нужно сообщить этим грузикам, чтобы они вращались в вертикальной плоскости?
2. Горизонтальный диск массой 90кг и радиусом 1,5м вращается с частотой 20об/мин. В центре диска стоит человек, держащий в расставленных руках гири. С какой частотой будет вращаться платформа, если человек, опустив руки, уменьшит свой момент инерции от 2,95 до 0,99кг·м<sup>2</sup>?
3. Однородный стержень длиной 0,8м и массой 0,7кг вращается вокруг оси, проходящей через его середину. С каким угловым ускорением вращается стержень, если на него действует момент сил  $M = 95,3\text{мН}\cdot\text{м}$ ?

#### **Вариант 8.**

#### **Динамика вращательного движения**

1. Однородный диск диаметром 50см и массой 6кг без трения вращается вокруг оси, проходящей через его центр перпендикулярно к его



плоскости. Зависимость угловой скорости вращения диска от времени дается уравнением  $\omega = A+Bt$ , где  $B = \text{брод/с}^2$ . Найти касательную силу, приложенную к ободу диска.

2. Диск катится в течение 3с и останавливается, пройдя 10м. Определить коэффициент трения качения, если радиус диска 0,1м.
3. Определить кинетическую энергию полого стального цилиндра вращающегося с частотой 1200об/мин. Внутренний и наружный радиусы цилиндра 30 и 50мм, длина 40см, масса 3кг.

### **Вариант 9.**

### **Динамика вращательного движения**

1. Груз массы  $m$  привязанный к нерастяжимой нити, вращается в вертикальной плоскости. Найти разность сил натяжения нитей.
2. Автомобиль движется со скоростью 69км/ч. Сколько оборотов в секунду делают его колеса, если они катятся по шоссе без скольжения, а внешний диаметр покрышек колес равен 60см?
3. Груз находится на краю круглой горизонтальной платформы диаметром 8м. Сколько оборотов в минуту должна делать платформа чтобы груз соскользнул с нее при коэффициенте трения 0,27?

### **Вариант 10.**

### **Динамика вращательного движения**

1. Шарик массой  $m$  подвешен на нерастяжимой нити. На какой минимальный угол надо отклонить шарик, чтобы при дальнейшем движении нить оборвалась, если ее максимально возможное натяжение  $1,5mg$ ?
2. Шар и сплошной цилиндр имеют одинаковую массу 5г и катятся с одинаковой скоростью 10м/с. Найти кинетические энергии этих тел.
3. Поезд движется со скоростью 50км/ч по закруглению. Шарик подвешенный на нити в вагоне отклоняется на угол  $5^\circ$ . Определить радиус закругления.

### **Вариант 11.**

### **Динамика вращательного движения**

1. Груз, подвешенный на нити в горизонтально летящем самолете, отклоняется от вертикали на угол  $\alpha$ . Определить ускорение самолета.
2. Маховик (однородный диск), момент инерции которого  $36,3\text{кг}\cdot\text{м}^2$ , вращается с угловой скоростью 25,12рад/с. Найти момент сил торможения, под действием которого маховик останавливается через 15с.
3. Однородный стержень длиной 0,6м подвешен на горизонтальной оси, проходящей через его верхний конец. Какую скорость надо сообщить нижнему концу стержня, чтобы он сделал полный оборот вокруг оси?

**Вариант 12.****Динамика вращательного движения**

1. Однородный стержень длиной 1,5м подвешен на горизонтальной оси, проходящей через его верхний конец. На какой угол надо отклонить стержень, чтобы его нижний конец при прохождении положения равновесия имел скорость 5,7м/с?
2. К ободу колеса (однородного диска) диаметром 1,1м и массой 30кг приложена касательная сила 85Н. Найти угловое ускорение колеса. Через какое время после начала движения частота вращения достигнет 95об/с?
3. Самолет делает мертвую петлю диаметром 200м и движется по ней со скоростью 280км/ч. С какой силой тело летчика весом 800Н будет давить на сиденье самолета в верхней и нижней точках петли?

**Вариант 13.****Динамика вращательного движения**

1. Найти силу отделяющую сливки (плотность  $0,93\text{г/см}^3$ ) от молока ( $1,03\text{г/см}^3$ ) в расчете на единицу объема, если отделение происходит в центробежном сепараторе, вращающемся со скоростью 6000об/мин. Силу искать в точке на расстоянии 10см от оси вращения.
2. Маховое колесо (диск), с моментом инерции  $J = 212\text{кг}\cdot\text{м}^2$ , вращалось с частотой 1000об/мин. через 1,5мин после того, как на него перестал действовать вращающий момент, оно остановилось. Найти момент сил трения и число оборотов, сделанных колесом до полной остановки.
3. Кинетическая энергия вала, вращающегося с частотой 350об/мин, равна 58Дж. Найти момент импульса вала.

**Вариант 14.****Динамика вращательного движения**

1. Две гири массами 1,5 и 0,5кг соединены нитью, перекинутой через блок (диск) массой 1кг. Найти ускорение, с которым без трения движутся гири, и силы натяжения нитей.
2. К ободу диска массой 3кг приложена касательная сила 17Н. Какую кинетическую энергию будет иметь диск через 7 секунд после начала действия силы?
3. В вагоне поезда, идущего по закруглению радиусом 200м со скоростью 80км/ч, производится взвешивание груза весом 50Н. Определить показания пружинных весов.

**Вариант 15.****Динамика вращательного движения**

1. С какой максимальной скоростью может ехать мотоциклист, описывая дугу радиусом 90м, если коэффициент трения скольжения равен 0,4? На какой угол от вертикального направления он должен при этом отклониться?

2. Шар и сплошной цилиндр, двигаясь с одинаковой скоростью, вкатываются вверх по наклонной плоскости. Какое из тел поднимется выше? Найти отношение высот подъема.
3. Обод массой 2кг и внешним радиусом 5см скатывается по наклонной плоскости длиной 2м и углом наклона  $30^\circ$ . Определить его момент инерции, если максимальная скорость 3,3м/с.

#### **Вариант 16.**

#### **Динамика вращательного движения**

1. Цилиндр катится по горизонтальной плоскости. Какую часть от полной кинетической энергии составляет энергия вращательного движения?
2. На барабан диаметром 1,0м намотан шнур, к концу которого привязан груз массой 5кг. Найти момент инерции барабана, если известно, что груз опускается с ускорением  $1\text{м/с}^2$ .
3. На барабан массой 8кг намотан шнур, к концу которого привязан груз массой 3кг. Найти ускорение груза. Считать барабан однородным цилиндром, вращающимся без трения.

#### **Вариант 17.**

#### **Динамика вращательного движения**

1. Шар катится по горизонтальной плоскости. Какую часть от полной кинетической энергии составляет энергия поступательного движения?
2. С какой скоростью должен въехать велосипедист в нижнюю точку мертвой петли диаметром 12м, чтобы не сорваться вниз? Его масса с велосипедом 90кг, масса обоих колес 6кг. Трением пренебречь, массу колес считать сосредоточенной в ободьях.
3. Для определения угловой скорости можно воспользоваться двумя грузами, шарнирно связанными с вертикальной вращающейся осью. Определить зависимость угла отклонения грузов от угловой скорости. Длина стержней, на которых укреплены грузы, равна  $l$ .

#### **Вариант 18.**

#### **Динамика вращательного движения**

1. На барабан диаметром 1,1м намотан шнур, к концу которого привязан груз массой 9кг. Найти момент инерции барабана, если известно, что груз опускается с ускорением  $2\text{м/с}^2$ .
2. Маховик вращается с частотой 48об/мин. Его кинетическая энергия 7,8кДж. За какое время момент сил 45Н·м, приложенный к маховику, увеличивает его угловую скорость вдвое?
3. Каков должен быть минимальный коэффициент трения скольжения между шинами автомобиля и асфальтом, чтобы автомобиль мог пройти закругление с радиусом 200м при скорости 100км/ч?

**Вариант 19.****Динамика вращательного движения**

1. С какой наибольшей скоростью может двигаться автомобиль на повороте радиусом закругления 150м, чтобы его не "занесло", если коэффициент трения скольжения шин о дорогу 0,42?
2. Шар скатывается по наклонной плоскости длиной 7м и углом наклона  $30^\circ$ . Определить скорость шара в конце наклонной плоскости. Трением пренебречь.
3. Два одинаковых груза массой  $m$  подвешены к вертикальной оси на нитях длиной  $h$ . Определить их кинетическую энергию, если они при вращении отклоняются на угол  $\alpha$ .

**Вариант 20.****Динамика вращательного движения**

1. На барабан диаметром 1,0м намотан шнур, к концу которого привязан груз массой 5кг. Найти момент инерции барабана, если известно, что груз опускается с ускорением  $1\text{м/с}^2$ .
2. На тросе длиной  $l$  подвешена бадья массой  $m$ . На какой максимальный угол ее можно отклонить, чтобы при движении бадьи трос не оборвался? Трос может выдержать нагрузку, превосходящую вес бадьи в  $n$  раз.
3. Пуля массой 5г, двигаясь со скоростью 800м/с, ударяется о выступ покоящегося зубчатого колеса, момент инерции которого  $0,2\text{кг}\cdot\text{м}^2$ . Расстояние от точки попадания пули до оси вращения 30см. Определить угловую скорость колеса, считая удар неупругим. Пуля летела в плоскости вращения колеса.

**Вариант 21.****Динамика вращательного движения**

1. На вал массой 10кг намотана нить, к концу которой привязан груз массой 2кг. Определить ускорение груза, опускающегося под действием силы тяжести. Трения нет.
2. Совершает ли работу равнодействующая всех сил, приложенных к телу, равномерно движущемуся по окружности? Объяснить.
3. Камень массой 0,5кг, привязанный к веревке длиной 5см, вращается в вертикальной плоскости. Натяжение веревки в нижней точке окружности 44Н. На какую высоту поднимется камень, если веревка оборвется в тот момент, когда скорость направлена вертикально вверх?

**Вариант 22.****Динамика вращательного движения**

1. Маховое колесо начинает вращаться с угловым ускорением  $0,3\text{рад/с}^2$  и через 17 секунд после начала движения приобретает момент импульса  $7\text{кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}$ . Найти кинетическую энергию колеса через 2 секунд после начала движения.

2. Мальчик катит обруч по горизонтальной дороге со скоростью  $10\text{ км/ч}$ . На какое расстояние может вкатиться обруч на горку за счет его кинетической энергии? Угол горки равен  $10^\circ$  на каждые  $100\text{ м}$  пути.
3. Человек находится на краю круглой горизонтальной платформы диаметром  $8\text{ м}$ . Сколько оборотов в минуту должна делать платформа, чтобы человек не мог удержаться на ней при коэффициенте трения  $0,27$ ?

### **Вариант 23.**

### **Динамика вращательного движения**

1. Определить момент инерции сплошного шара массой  $10\text{ кг}$  и радиусом  $0,1\text{ м}$  относительно оси проходящей через центр тяжести.
2. Маховое колесо, момент инерции которого  $200\text{ кг}\cdot\text{м}^2$ , вращалось с частотой  $22\text{ об/с}$ . После того, как перестал действовать вращающий момент, оно остановилось, сделав  $900$  оборотов. Найти момент сил трения и время от момента прекращения действия вращающегося момента до остановки.
3. Диск массой  $1,5\text{ кг}$  катится без скольжения по горизонтальной плоскости со скоростью  $8\text{ м/с}$ . Найти кинетическую энергию диска.

### **Вариант 24.**

### **Динамика вращательного движения**

1. Определить момент инерции вала массой  $5\text{ кг}$  и диаметром  $0,04\text{ м}$  относительно оси, параллельной его оси симметрии и удаленной от нее на  $0,1\text{ м}$ .
2. На вал массой  $20\text{ кг}$  намотана нить, к концу которой привязан груз массой  $1\text{ кг}$ . Определить ускорение груза, опускающегося под действием силы тяжести. Трения нет.
3. Шар диаметром  $0,08\text{ м}$  и массой  $250\text{ г}$  катится без скольжения по горизонтальной плоскости с частотой вращения  $60\text{ об/с}$ . Найти кинетическую энергию шара.

### **Вариант 25.**

### **Динамика вращательного движения**

1. Обруч и диск одинаковой массы катятся без скольжения с одной и той же скоростью  $v$ . Кинетическая энергия обруча  $6\text{ Дж}$ . Найти кинетическую энергию диска.
2. Медный шар диаметром  $25\text{ см}$  вращается с частотой  $2,5\text{ об/с}$  вокруг оси, проходящей через его центр. Какую работу надо совершить, чтобы увеличить угловую скорость вращения шара вдвое?
3. Шар массой  $0,5\text{ кг}$ , катящийся без скольжения, ударяется о стену и откатывается от нее. Скорость шара до удара  $12\text{ см/с}$ , после удара  $9\text{ см/с}$ . Найти количество, выделившееся при ударе шара о стенку.

**Вариант 1.****Специальная теория относительности**

1. В лабораторной системе отсчета скорость стержня  $c/2$ , длина 1 м и угол между стержнем и направлением движения  $45^\circ$ . Найти собственную длину стержня.

Ответ: 1,08 м.

2. В К-системе отсчета частица, движущаяся со скоростью  $0,99c$  пролетела от места своего рождения до точки распада расстояние 2 км. Определить собственное время жизни этой частицы.

Ответ: 0,8 мкс.

3. Кинетическая энергия релятивистской частицы (протона) 1 МэВ. Найти его скорость.

Ответ:  $13,6 \cdot 10^6$  м/с.

**Вариант 2.****Специальная теория относительности**

1. Два события происходят в лабораторной системе отсчета в одном и том же месте, но отстоят во времени на 3 с. Чему равно расстояние в пространстве между этими событиями в системе отсчета ракеты, если промежуток времени между событиями равен в ней 5 с?

Ответ:  $12 \cdot 10^8$  м.

2. Собственное время жизни некоторой нестабильной частицы  $\Delta t_0 = 10$  нс. Найти путь, который пролетит эта частица до распада в лабораторной системе отсчета, где ее время жизни  $\Delta t = 25$  нс.

Ответ:  $S = c\Delta t \sqrt{1 - ((\Delta t_0)/(\Delta t))^2}$ .

3. Какую скорость имеет  $\mu$ -мезон с энергией 1 ГэВ?

Ответ:  $0,999c$ ,  $c$  - скорость света.

**Вариант 3.****Специальная теория относительности**

1. В системе  $K'$  покоится стержень, собственная длина которого равна 1 м. Стержень расположен так, что составляет угол  $\alpha_0 = 60^\circ$  с осью  $x'$ . Определить угол  $\alpha$  в системе  $K$ , если скорость системы  $K'$  относительно  $K$  равна  $0,9c$ .

Ответ:  $78^\circ$ .

2. Частица движется вдоль оси  $x$  со скоростью  $v_x$ . Система координат  $S'$  движется по отношению к исходной со скоростью  $v$ . Чему равна скорость частицы  $v_x'$  в этой системе. (Используйте преобразования Лоренца).

3. На сколько процентов релятивистская масса частицы больше массы покоя при скорости  $v = 30$  Мм/с?

Ответ: 0,5%.

**Вариант 4.****Специальная теория относительности**

1. В системе  $K'$  покоится стержень, собственная длина которого равна 1 м. Стержень расположен так, что составляет угол  $\alpha_0 = 45^\circ$  с осью  $x'$ . Определить длину стержня в системе  $K$ , если скорость системы  $K'$  относительно  $K$  равна  $0,8c$ .

Ответ:  $l = l_0 \sqrt{1 - [(v_0^2)/(c^2)] \cos^2 \alpha_0} = 0,825 \text{ м}$ .

2. Кинетическая энергия электрона равна 10 МэВ. Во сколько раз его релятивистская масса больше массы покоя.

Ответ: 20,6.

3. Импульс релятивистской частицы равен  $m_0 c$  ( $m_0$  - масса покоя). Определить скорость частицы (в долях скорости света).

Ответ:  $c/\sqrt{2}$ .

**Вариант 5.****Специальная теория относительности**

1. В лабораторной системе отсчета  $\pi$ -мезон с момента рождения до момента распада пролетел расстояние 75 м. Скорость  $\pi$ -мезона равна  $0,995c$ . Определить собственное время жизни мезона.

Ответ: 25 нс.

2. Ускоритель сообщил радиоактивному ядру скорость  $v_1 = 0,4c$ . В момент вылета из ускорителя ядро выбросило в направлении своего движения  $\beta$ -частицу со скоростью  $v_2 = 0,75c$  относительно ускорителя. Найти скорость частицы относительно ядра.

Ответ:  $u = 0,5c$ .

3. Электрон летит со скоростью  $v = 0,8c$ . Определить кинетическую энергию электрона.

Ответ:  $T = 0,341 \text{ МэВ}$ .

**Вариант 6.****Специальная теория относительности**

1. Собственное время жизни  $\mu$ -мезона равно 2 мкс. От точки рождения до точки распада в лабораторной системе отсчета  $\mu$ -мезон пролетел расстояние 6 км. С какой скоростью (в долях скорости света) двигался мезон?

Ответ:  $v = 0,995c$ .

2. Две релятивистские частицы движутся в лабораторной системе отсчета со скоростями  $v_1 = 0,6c$  и  $v_2 = 0,9c$  вдоль одной прямой. Определить их относительную скорость, если частицы движутся в противоположных направлениях.

Ответ:  $0,974c$ .

3. Электрон движется со скоростью  $v = 0,6c$ . Определить релятивистский импульс электрона.

**Вариант 7.****Специальная теория относительности**

1. Метровый стержень ориентирован перпендикулярно направлению движения ракеты в системе отсчета ракеты так, что расстояние между его концами в этой системе равно 1м. Чему равна длина стержня, наблюдаемая в лабораторной системе отсчета?
2. Скорость электрона составляет 0,9 скорости света в вакууме. Вычислить в процентах, какая ошибка будет сделана, если кинетическую энергию частицы вычислять по формуле классической механики.

Ответ: 69%.

3. Две частицы, двигавшиеся в лабораторной системе отсчета по одной прямой с одинаковой скоростью  $v = 3c/4$ , попали в неподвижную мишень с интервалом времени  $\Delta t = 50\text{нс}$ . Найти собственное расстояние между частицами до попадания в мишень.

Ответ: 17м.

**Вариант 8.****Специальная теория относительности**

1. Предположим, что мы можем измерить длину стержня с точностью  $\Delta l = 0,1\text{мкм}$ . При какой относительной скорости двух инерциальных систем отсчета можно было бы обнаружить релятивистское сокращение длины стержня, собственная длина которого равна 1м.
2. В верхних слоях атмосферы рождается  $\mu$ -мезон, движущийся со скоростью  $v = 0,99c$ . До распада он успевает пролететь 5км. Каково время жизни  $\mu$ -мезона, наблюдаемое нами, и чему оно равно, в системе координат, связанной с самим  $\mu$ -мезоном?

Ответ: 134км/с.

Ответ:  $1,67 \cdot 10^{-5}\text{с}$ ,  $2,33 \cdot 10^{-6}\text{с}$ .

3. Частица движется со скоростью  $v = 0,5c$ . Во сколько раз релятивистская масса частицы больше массы покоя?

Ответ: 1,15.

**Вариант 9.****Специальная теория относительности**

1. На космическом корабле-спутнике находятся часы, синхронизированные до полета с земными. Скорость спутника составляет 7,9км/с. На сколько отстанут часы на спутнике по измерениям земного наблюдателя, если по земным часам прошло  $\tau_0 = 0,5\text{года}$ .

Ответ:  $\tau = \tau_0 v^2 / 2c^2$ .

2. Две релятивистские частицы движутся в лабораторной системе отсчета со скоростями  $v_1 = 0,6c$  и  $v_2 = 0,9c$  вдоль одной прямой. Определить их относительную скорость, если частицы движутся в одном направлении.

Ответ:  $0,195c$ ,  $c$  - скорость света.



3. Отношение заряда движущегося электрона к его массе, определенное из опыта равно  $0,88 \cdot 10^{11}$  Кл/кг. Определить релятивистскую массу  $m$  электрона и его скорость.

Ответ:  $m = 2m_0$ ,  $v = 0,866c$ ,  $c$  - скорость света.

### Вариант 10.

### Специальная теория относительности

1. Релятивистская частица с массой покоя  $m_0$  движется вдоль оси  $x$  так, что ее положение в каждый момент времени задается формулой  $x = \sqrt{[(b^2 + c^2 t^2)]} - b$  ( $b$  и  $c$  - постоянные). Чему равна сила, под действием которой частица совершает такое движение?

Ответ:  $F = m_0 c^2 / b$ .

2. Фотонная ракета движется относительно Земли со скоростью  $v = 0,6c$ . Во сколько раз замедлится ход времени в ракете с точки зрения земного наблюдателя?

Ответ: 1,25.

3. С какой скоростью движется частица, если ее релятивистская масса в три раза больше массы покоя?

Ответ:  $0,943c$ ,  $c$  - скорость света.

### Вариант 11.

### Специальная теория относительности

1. Построить преобразования координат Галилея для случая, когда при  $t = 0$  начало координат  $K'$  имеет координату  $x_0$ .
2. Частица массы покоя  $m_0$ , движущаяся со скоростью  $4c/5$  испытывает неупругое соударение с покоящейся частицей равной массы. Чему равна скорость образовавшейся составной частицы?

Ответ:  $c/2$ .

3. Какую работу надо совершить, чтобы увеличить скорость частицы с массой покоя  $m_0$  от  $0,60c$  до  $0,80c$ ? сравнить полученный результат со значением, вычисленным по классической формуле.

Ответ:  $A = 0,42m_0 c^2$ , вместо  $0,14m_0 c^2$ .

### Вариант 12.

### Специальная теория относительности

1. Исходя из преобразований Лоренца, показать, что два события, совершающиеся в системе отсчета  $S$  одновременно ( $t_1 = t_2$ ), но в разных точках ( $x_1 \neq x_2$ ) в общем случае не являются одновременными в системе отсчета  $S'$ .

Ответ:  $t_1' - t_2' = [((x_2 - x_1)v/c^2) / (\sqrt{1 - v^2/c^2})]$ .

2. Каково среднее время жизни потока  $\pi^+$  мезонов движущихся со скоростью  $\beta = 0,73$ ? Собственное среднее время жизни  $\tau_0 = 2,5 \cdot 10^{-8}$  с.

Ответ:  $3,6 \cdot 10^{-8}$  с.

3. Какую скорость имеет  $\alpha$ -частица с энергией 100 МэВ?

Ответ:  $0,22c$ ,  $c$  - скорость света.

**Вариант 13.****Специальная теория относительности**

1. Синхрофазотрон дает пучок протонов с кинетической энергией в 10000МэВ. Чему равно релятивистское сокращение размеров протона?  
Ответ: 91,5%.
2. До какой энергии можно ускорить электроны в циклотроне, если относительное увеличение массы электрона не должно превышать 5%?  
Ответ:  $2,56 \cdot 10^{-2}$  МэВ.
3. Собственное время жизни некоторой нестабильной частицы 5нс. Найти путь, который пройдет эта частица до распада в лабораторной системе отсчета, где ее время жизни 10нс.

Ответ: 2,6м.

**Вариант 14****Специальная теория относительности**

1. При какой относительной скорости движения релятивистское сокращение длины движущегося тела составляет 25%?  
Ответ: 198000км/ч.
2. Показать, что формула сложения скоростей релятивистских частиц переходит в соответствующую формулу классической механики при  $v \ll c$ .
3. Синхрофазотрон дает пучок протонов с кинетической энергией в 10000МэВ. Какую долю скорости света составляет скорость протонов в этом пучке?

Ответ: 99,6%.

**Вариант 15.****Специальная теория относительности**

1. Мезон, входящий в состав космических лучей, движется со скоростью, составляющей 95% скорости света. Какой промежуток времени по часам земного наблюдателя соответствует одной секунде собственного времени мезона?  
Ответ: 3,2с.
2. На сколько увеличивается масса  $\alpha$ -частицы при ускорении ее от начальной скорости, равной нулю, до скорости, равной 0,9 скорости света?  
Ответ:  $8,6 \cdot 10^{-27}$  кг.
3. Найти скорость мезона, если его полная энергия в 10 раз больше энергии покоя.

Ответ:  $2,985 \cdot 10^8$  м/с.

**Вариант 16.****Специальная теория относительности**

1. Частица движется вдоль оси  $x$  со скоростью  $v_x$  и ускорением  $a_x$ . Система координат  $S'$  движется по отношению к исходной со скоростью  $u$ . Чему равно ускорение частицы в этой системе?

Ответ:  $a_x' = a_x [((1-u^2/c^2)^{3/2}) / ((1-uv_x/c^2)^3)]$ .

2. Две ракеты с собственными длинами  $l_1$  и  $l_2$  движутся на встречу друг другу с относительной скоростью  $v$ . В хвостах и носах обеих ракет находятся попарно синхронизированные часы. В момент, когда поравнялись носы ракет, носовые части выключились. В момент, когда поравнялись хвосты ракет, выключились хвостовые часы. Сколько времени занял процесс встречи по часам первой и второй ракет?

3. Определить релятивистский импульс и кинетическую энергию электрона, движущегося со скоростью  $v = 0,9c$ ,  $c$  - скорость света.

Ответ:  $p = 5,6 \cdot 10^{-22} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ ,  $T = 0,66 \text{ МэВ}$ .

### Вариант 17.

### Специальная теория относительности

1. Каково среднее время жизни потока  $\pi^+$ -мезонов, движущихся со скоростью  $v = 0,73c$ , если собственное среднее время жизни  $2,5 \cdot 10^{-8} \text{ с}$ ? Какое расстояние проходит мезон за среднее время его жизни?

Ответ:  $t = 3,6 \cdot 10^{-8} \text{ с}$ ,  $l = 800 \text{ см}$ .

2. Найти скорость космической частицы, если ее полная энергия в пять раз больше энергии покоя.

Ответ:  $2,94 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

3. Какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти  $\mu$ -мезон, чтобы его продольный размер стал в два раза меньше поперечного?

Ответ:  $105,66 \text{ МВ}$ .

### Вариант 18.

### Специальная теория относительности

1. Найти собственную длину стержня, если в лабораторной системе отсчета его скорость  $v = 2c/3$ , длина  $0,5 \text{ м}$  и угол между ним и направлением движения  $30^\circ$ .

Ответ:  $l \sqrt{(8/5)}$ .

2. Какую долю скорости света составляет скорость протона с кинетической энергией  $60000 \text{ МэВ}$

Ответ:  $\beta = 0,9999$ .

3. Какую разность потенциалов должна пройти  $\alpha$ -частица, чтобы ее собственное время стало в 5 раз меньше лабораторного?

Ответ:  $7352 \text{ МВ}$ .

### Вариант 19.

### Специальная теория относительности

1. Длина отрезка прямой относительно тела, движущегося с той же скоростью, что и отрезок, равна  $l_0$ . Пользуясь преобразованиями Лоренца, вывести формулу для длины отрезка при наблюдении с другого тела, которое движется относительно отрезка со скоростью  $v$ .

Ответ:  $l = l_0 \sqrt{1-\beta^2}$ .

2. Найти скорость частицы, если ее кинетическая энергия составляет половину энергии покоя.

Ответ:  $2,22 \cdot 10^8$  м/с.

3. Каков импульс протона, имеющего кинетическую энергию в 1ГэВ?

Ответ: 1,7ГэВ/с, с - скорость света.

### Вариант 20.

### Специальная теория относительности

1. Частица с массой покоя  $m_0$  движется вдоль оси  $x$  К-системы по закону  $x = \sqrt{[(a^2 + c^2 t^2)]}$ , где  $a$  - некоторая постоянная,  $c$  - скорость света,  $t$  - время. Найти силу, действующую на частицу в этой системе отсчета.

Ответ:  $F = [(m_0 c^2) / a]$ .

2. Две нестабильные частицы движутся в К-системе отсчета по некоторой прямой в одном направлении со скоростью  $v = 0,990c$ . Расстояние между ними в этой системе отсчета 120м. В некоторый момент обе частицы распались одновременно в системе отсчета, связанной с ними. Какой промежуток времени между моментами распада обеих частиц наблюдали в К-системе?

Ответ:  $1,4 \cdot 10^{-5}$  с.

3. При каком значении  $\beta = v/c$  собственное время частиц отличается на  $k = 1\%$  от времени по неподвижным часам?

Ответ: 0,141.

### Вариант 21.

### Специальная теория относительности

1. Две частицы с одинаковыми скоростями  $v = 3c/4$  движутся по одной прямой и попадают в мишень. Одна из частиц попала в мишень позже другой на время  $10^{-8}$  с. Найти расстояние между частицами в полете в системе отсчета, связанной с ними.

Ответ: 3,4м.

2. Масса движущегося протона в 1,5 раза больше его массы покоя. Определить полную и кинетическую энергии этого протона (масса покоя протона 939МэВ).

Ответ: 1410МэВ, 470МэВ.

3. На сколько процентов изменится продольный размер электрона после прохождения разности потенциалов  $10^6$  В?

Ответ: 66,1%.

### Вариант 22.

### Специальная теория относительности

1. Две частицы движутся навстречу друг другу со скоростями  $v_1 = 0,50c$ ,  $v_2 = 0,75c$  по отношению к лабораторной системе отсчета. Найти: а) скорость сближения частиц в лабораторной системе отсчета; б) их относительную скорость.

Ответ: а) 1,25с, б) 0,91с.

2. Какую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы его собственное время стало в 10 раз меньше лабораторного?

Ответ: 4,61МВ.

3. Какую скорость имеет  $\alpha$ -частица с энергией 100МэВ.

Ответ:  $0,22c$ ,  $c$  - скорость света.

**Вариант 23.**

**Специальная теория относительности**

1. Электрон начинает двигаться в однородном электрическом поле с напряженностью 10кВ/см. Через сколько времени после начала движения кинетическая энергия электрона станет равной его энергии покоя?

Ответ:  $3 \cdot 10^{-9}$ с.

2. При каких значениях  $\beta = v/c$  собственное время частиц отличается на  $k = 0,2\%$  от времени по неподвижным часам?

Ответ:  $\beta = 0,0447$ .

3. На сколько процентов изменится продольный размер протона после прохождения им разности потенциалов  $10^6$ В?

Ответ:  $0,1\%$ .

**Вариант 24.**

**Специальная теория относительности**

1. Какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти протон, чтобы его продольный размер стал в два раза меньше поперечного?  
Ответ:  $939 \cdot 10^6$ В.

2. Найти скорость, при которой релятивистский импульс частицы в 2 раза превышает ее ньютоновский импульс.  
Ответ:  $\sqrt{3}c/2$ .

3. Время жизни медленного  $\mu$ -мезона  $2,22$ мкс. Вычислить, какое время жизни будет зарегистрировано в опыте, где изучаются быстрые  $\mu$ -мезоны, имеющие энергию  $10^8$ эВ. Масса  $\mu$ -мезона в 207 раз больше массы электрона.

Ответ:  $4,33$ мкс.

**Вариант 25.**

**Специальная теория относительности**

1. Показать, что квант света, излучаемый в направлении Земли со скоростью  $v$ , приближается к Земле не со скоростью  $c+v$ , а со скоростью  $c$ .

2. Протон и  $\alpha$ -частица проходят одинаковую ускоряющую разность потенциалов, после чего масса протона составила треть массы  $\alpha$ -частицы. Определить разность потенциалов.

Ответ:  $912$ В.

3. Электрон имеет  $\beta = 0,99$ . Какова его кинетическая энергия?

Ответ:  $3,1$ МэВ.

