

**работа №1 Изучение динамики поступательного движения  
на машине Атвуда**

1. Сформулируйте законы Ньютона. Каковы условия их выполнимости? Запишите уравнения движения обоих грузов.
2. Нарисуйте схему установки, укажите все действующие на каждое тело системы силы. Рассчитайте силу давления на ось блока.
3. Запишите систему уравнений движения обоих грузов и перегрузка. Какие предположения были сделаны для возможности решения этой системы?
4. Можно ли применить закон сохранения механической энергии при движении грузов? Сформулируйте условия применимости этого закона.
5. Дайте определение понятию центра масс системы тел. Запишите уравнение движения центра масс системы грузов.
6. Почему оба груза в установке движутся с одинаковым ускорением? Как в работе рассчитывалось теоретическое ускорение  $a_{\text{теор}}$ ?
7. Почему силы натяжения с обеих сторон блока равны:  $T_1 = T_2$ ? Почему натяжение вдоль нити сохраняется постоянным? Почему экспериментальное значение ускорения получается меньше теоретического?
8. Расчетное значение  $a_{\text{теор}}$  для ускорения оказалось больше ускорения, определенного по результатам эксперимента. Изменится ли разность  $a_{\text{теор}} - a_{\text{эксп}}$ , если при выводе  $a_{\text{теор}}$  учесть массу нити?
9. В лабораторной установке использован перегрузок, масса которого на порядок меньше массы движущихся грузов. Не считаете ли вы целесообразным увеличить (уменьшить) массу перегрузка для повышения точности измерений?

*Примеры задач:*

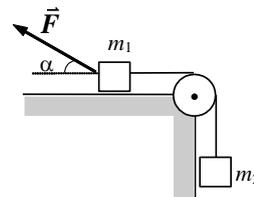
1. К потолку лифта, поднимающегося с ускорением  $a = 0,1g$ , подвешен конический маятник. Длина нити  $L = 0,5$  м, масса груза  $m = 3$  кг,  $\alpha = \pi/6$ . Найдите натяжение нити и угловую скорость вращения маятника.
2. Через неподвижный и невесомый блок перекинута нить, к концам которой привязаны два тела массой  $m_1$  и  $m_2$ . Определите силу давления на ось блока.

**работа №2 Изучение динамики поступательного движения твердого тела по наклонной плоскости**

1. Сформулируйте определение силы трения покоя, силы трения скольжения.
2. Постройте график зависимости силы трения, действующей на груз, от угла при основании наклонной плоскости.
3. Выведите расчетное соотношение для коэффициента трения скольжения для задания 1.
4. Выведите формулу для расчета абсолютной погрешности измерения коэффициента трения скольжения (по заданию 1).
5. Выведите формулу для расчета теоретического значения ускорения движения бруска (угол наклона плоскости и коэффициент трения считайте заданными).
6. Выведите формулу для расчета экспериментального значения ускорения движения бруска.
7. Выведите выражение для расчета абсолютной погрешности косвенного измерения ускорения бруска (по заданию 2)
8. Сформулируйте законы Ньютона. При каких условиях они выполняются?
9. По результатам измерений вычислите работу силы трения при движении бруска по наклонной плоскости.

*Примеры задач:*

1. Брусок массой  $m = 1$  кг лежит на горизонтальной плоскости. К бруску приложили силу  $F = 4$  Н, направленную под углом  $\alpha = \pi/6$  к горизонту. Коэффициент трения между телом и плоскостью  $\mu = 0,2$ . Определите ускорение бруска.
2. Определите ускорение тел в системе, показанной на рис. Коэффициент трения между телом  $m_1$  и плоскостью  $\mu=0,1$ . Задано:  $m_1 = 1,5$  кг;  $m_2 = 0,5$  кг;  $F=10$  Н;  $\alpha=30^\circ$ .



**работа №5 Определение средней силы взаимодействия  
при центральном ударе шаров**

1. Сформулируйте цель работы. Какой удар называют абсолютно упругим, абсолютно неупругим? Какой удар шаров осуществляется в данной лабораторной работе?
2. Выведите формулу для расчета средней силы взаимодействия двух шаров.
3. Сформулируйте закон сохранения импульса. Для какой системы взаимодействующих тел и при каких условиях выполняется этот закон? Выполняется ли он при столкновении двух шаров?
4. Сформулируйте закон изменения импульса системы тел. Как, исходя из этого закона, можно определить среднюю силу взаимодействия двух шаров?
5. Сформулируйте закон сохранения механической энергии. Сохраняется ли механическая энергия системы во время движения шара до момента соударения?
6. Сохраняется ли механическая энергия системы двух шаров в момент удара?
7. Выведите формулу для скорости, которую приобретает после соударения первоначально неподвижный шар. Скорость движущегося шара перед соударением  $v_0$  известна. Рассмотрите случаи абсолютно упругого и абсолютно неупругого ударов. Массы шаров  $m$  одинаковы.
8. Выведите формулу для скорости движущегося шара в момент, непосредственно предшествующий соударению с неподвижным шаром.
9. Почему угол отклонения нити подвеса левого шара меньше, чем первоначальный угол отклонения нити подвеса правого шара?
10. Сравните модули силы натяжения нити и силы тяжести, действующих на шар в момент удара.

*Примеры задач:*

1. Математический маятник представляет собой маленький брусок массой  $m_1 = 3$  кг, подвешенный на нити длиной  $l = 2,5$  м. В брусок попадает пуля массой  $m_2 = 10$  г, летящая горизонтально, и застревает в нем, после чего маятник отклоняется на угол  $\alpha = 25^\circ$ . Найдите первоначальную скорость пули  $v_0$ .
2. Некоторое тело, двигаясь со скоростью  $v_1$ , столкнулось с другим неподвижным вначале телом и отлетело от него со скоростью  $v_2$  в противоположном направлении. Удар центральный и абсолютно упругий. Определите отношение масс тел.

## **Работа №6 Опытное определение момента инерции маховика**

1. Как определяется момент инерции материальной точки, системы материальных точек, твердого тела относительно оси?
2. От чего зависит момент инерции твердого тела массой  $m$  относительно данной оси вращения  $Z$ ?
3. Каков физический смысл момента инерции твердого тела?
4. Выведите выражение для момента инерции сплошного однородного кольца относительно оси, перпендикулярной плоскости кольца и проходящей через его центр.
5. Сформулируйте определения момента силы относительно неподвижного полюса, относительно неподвижной оси.
6. Каким образом в работе определяется работа сил трения в подшипниках вала?
7. Получите формулу для расчета момента инерции маховика по данным эксперимента, пренебрегая трением в подшипниках вала.
8. Запишите основное уравнение динамики вращательного движения и охарактеризуйте входящие в него величины.
9. Покажите на рисунке направления векторов угловой скорости, углового ускорения маховика и момента силы натяжения при движении груза вверх и вниз.
10. Почему груз в эксперименте поднимается на высоту, меньшую первоначальной?
11. Как рассчитывается теоретическое значение момента инерции маховика относительно оси вращения? Какие параметры для этого надо знать? Какими величинами можно пренебречь?
12. Какие силы создают вращающие моменты в установке, каковы направления моментов этих сил?
13. Сформулируйте закон изменения механической энергии.

### *Примеры задач:*

1. На горизонтальную ось насажены маховик и легкий шкив радиусом  $r$ . На шкив намотана нить, к концу которой привязан груз массой  $m$ . Опускаясь равноускоренно, груз прошел расстояние  $s$  за время  $t$ . Определить момент инерции  $I$  маховика.
2. Через блок перекинута идеальная нить, к концам которой прикреплены грузы массами  $m_1$  и  $m_2$ . Система приводится в движение. Ускорение каждого груза оказалось равным  $a$ . Определите массу блока. Блок считать сплошным однородным диском.

**работа №7 Опытное определение момента инерции  
крестообразного маятника (маятника Обербека)**

1. Напишите основное уравнение динамики вращательного движения для маятника Обербека. Дайте определения входящим в это уравнение величинам. От чего они зависят?
2. Нарисуйте схему установки. Укажите силы, действующие на все объекты системы. Какие из этих сил создают вращающие моменты относительно оси вращения, чему они равны?
3. В установке изменили положение грузов на стержнях. Изменится ли при этом время движения груза в эксперименте? Рассмотрите различные варианты.
4. В установке изменили радиус шкива, на который намотана нить. Как изменятся характеристики движения маятника Обербека?
5. В установке изменили массу груза на нити. Как это повлияет на результаты эксперимента?
6. Как на экспериментальной установке можно изменить вращающий момент? Какие силы создают вращающие моменты? Определите направление вектора результирующего вращающего момента.
7. Выведите формулу для расчета момента инерции крестообразного маятника по результатам эксперимента.
8. Выведите формулу определения погрешности измерения момента инерции маятника Обербека в данном эксперименте.
9. С какой целью устанавливается безразличное равновесие маятника Обербека в начале эксперимента? Какие результаты эксперимента и расчетов и каким образом изменятся, если это равновесие не установить?
10. Выведите формулу для расчета теоретического значения момента инерции маятника Обербека. Какие параметры установки необходимо для этого знать?
11. Запишите соотношение, связывающее угловое ускорение маятника Обербека и линейное ускорение груза. При каком условии это соотношение справедливо?

*Примеры задач:*

1. Найдите силу натяжения нити в установке «Маятник Обербека», если момент инерции крестовины относительно оси вращения равен  $I$ , масса каждого груза на крестовине  $M$ , грузы расположены на расстоянии  $l$  от оси вращения. Масса груза на нити –  $m$ , радиус шкива –  $R$ .
2. Найдите момент инерции маятника Обербека, если известно, что за время  $t$  груз на нити прошел расстояние  $h$ . Масса груза на нити –  $m$ , радиус шкива –  $R$ .

**работа №9 Определение момента инерции твердого тела  
методом крутильных колебаний**

1. Что называется моментом инерции тела? Дайте подробную характеристику этой величины.
2. Являются ли крутильные колебания твердого тела гармоническими колебаниями? Ответ обоснуйте.
3. Напишите формулу для периода крутильных колебаний. Как будет изменяться период крутильных колебаний с увеличением момента инерции? Нарисуйте примерный график.
4. Дайте определение понятию периода колебаний. Как связаны между период колебаний и собственная частота колебаний?
5. Как рассчитать момент силы относительно выбранной оси вращения? Какие параметры необходимо знать? Моменты каких сил действуют при крутильных колебаниях груза?
6. Выведите расчетную формулу для определения значения момента инерции исследуемого тела, если известны масса и геометрические размеры тела.
7. Почему при изменении оси вращения исследуемого параллелепипеда меняется период его крутильных колебаний?
8. Что называют периодом колебаний? От каких параметров установки зависит период колебаний в данной работе?
9. Каким образом в работе учитывается момент инерции рамки, в которой закрепляется параллелепипед?
10. Получите выражение для момента упругих сил в случае малых деформаций. Что означает знак “минус“?
11. Какие результаты эксперимента и как изменятся, если увеличить число колебаний, время совершения которых используется для определения периода?
12. Выведете формулу для расчета погрешности экспериментального значения момента инерции изучаемого тела.
13. Выведете формулу для расчета погрешности теоретического значения момента инерции изучаемого тела.

*Примеры задач:*

1. Выведите формулу момента инерции тонкого стержня массой  $M$  и длиной  $L$  относительно оси, проходящей через центр масс стержня перпендикулярно его длине.
2. Крутильный маятник с закрепленной в нем тонкой пластинкой (масса пластинки  $M$ , длина  $a$ , ширина  $b$ ) повернули на угол  $\beta$  относительно положения равновесия и отпустили. Определите угловое ускорение маятника в начальный момент времени. Модуль кручения проволоки  $k$  известен.

## *работа №10* Изучение колебаний физического маятника

1. Дайте определение понятиям физический маятник, приведенная длина физического маятника, центр подвеса и центр качаний маятника.
2. Какой маятник называют оборотным? Какие характеристики оборотного маятника Вам известны?
3. Запишите дифференциальное уравнение малых колебаний физического маятника. Поясните смысл входящих в него физических величин.
4. Напишите основное уравнение динамики вращательного движения применительно к физическому маятнику. Моменты каких сил необходимо учесть?
5. Выведите формулу для периода колебаний физического маятника. Покажите, при каких условиях она переходит в формулу для периода колебаний математического маятника.
6. Выведите формулу для определения приведенной длины физического маятника.
7. Момент какой силы вызывает колебания физического маятника? Запишите уравнение для момента этой силы в функции от угла  $\alpha$ .
8. Дайте определение понятию “математический маятник” как частному случаю физического. Выведите формулу для периода колебаний математического маятника.
9. Каким образом в работе оценивалась погрешность определения ускорения свободного падения?

### *Примеры задач:*

1. Выведите формулу момента инерции тонкого стержня массой  $M$  и длиной  $L$  относительно оси, проходящей через центр масс стержня перпендикулярно его длине.
2. Однородный стержень может вращаться в вертикальной плоскости относительно горизонтальной оси, проходящей через его конец. Стержень приводят в горизонтальное положение и отпускают. Каково угловое ускорение стержня в тот момент, когда он образует угол  $\alpha$  с вертикалью? Масса стержня  $m$ , длина  $l$ .