

ОТЧЁТ
по лабораторной работе №5

ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОВ КИНЕМАТИКИ И ДИНАМИКИ
ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ НА МАШИНЕ АТВУДА

Выполнил студент группы _____

Преподаватель кафедры физики

Отметка о защите _____

Лабораторная работа №5

ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОВ КИНЕМАТИКИ И ДИНАМИКИ
ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ НА МАШИНЕ АТВУДА

Цель работы – исследовать законы равномерного и равноускоренного движений тел, проверить второй закон Ньютона.

Приборы и принадлежности: машина Атвуда, перегрузки, электронный секундомер, ключ, блок питания.

Описание экспериментальной установки

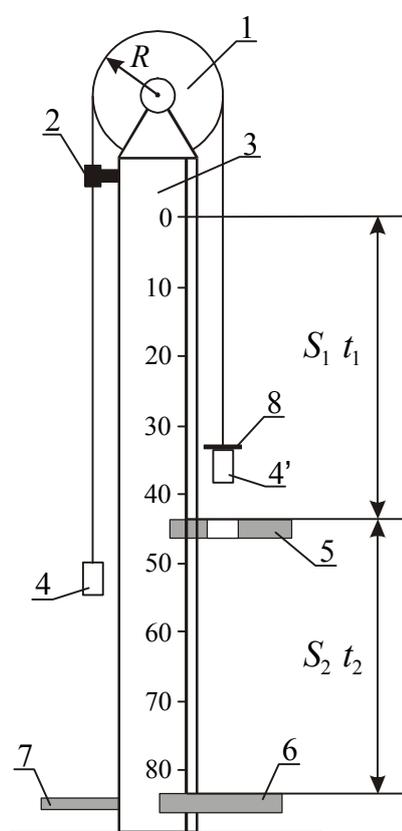


Рисунок 1

Машина Атвуда (рис. 1) состоит из вертикальной стойки 3 со шкалой с сантиметровыми делениями, градуированная часть которой составляет 86 см. В верхней части стойки крепится легкий блок 1, вращающийся с незначительным трением. Через блок перекинута тонкая нить с прикрепленными грузами 4 и 4' одинаковой массы m . Значение массы указано на грузе. Слева, ниже блока, на стойке укреплен электромагнитный пускатель 2, служащий для пуска и остановки грузов. Включение пускателя осуществляется через ключ от блока питания. При замкнутой цепи пускатель зажимает нить и не дает грузам перемещаться. Слева, снизу, к стойке прикреплен ограничитель 7, предназначенный для установки торца груза 4' напротив нулевой отметки на шкале (груз 4 при этом находится на поверхности 7).

Справа на стойке имеются две платформы: приемный столик 6 и подвижное кольцо 5. Обе платформы при помощи зажимных винтов могут закрепляться в любом месте шкалы. Движение грузов вызывается перегрузками 8 массой m_1 (1 г, 3 г, 5 г), которые надеваются на груз 4' сверху.

Общие положения

Пренебрегая массой нити по сравнению с массой грузов можно с большей степенью точности считать, что грузы двигаются равноускоренно. Если не учитывать растяжение нити, то в каждый момент времени грузы на её концах будут иметь одинаковые по величине ускорения. Блок вращается с незначительным трением, поэтому можно считать равными силы натяжения нити в любом её сечении.

На рис. 2 показаны силы, действующие на грузы 4 и 4' и перегрузок 8. Применим второй закон Ньютона к движению грузов и перегрузка. Для груза 4' в проекции на направление движения можно записать:

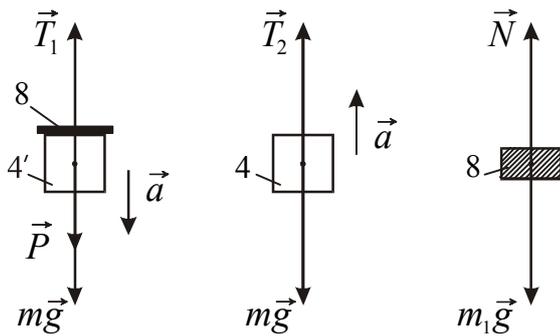


Рисунок 2

$$mg + P - T_1 = ma, \quad (1)$$

где P – сила давления перегрузка 8 на груз 4';

T_1 – сила натяжения правой нити.

В проекции на направление движения для груза 4 имеем:

$$-mg + T_2 = ma. \quad (2)$$

Закон движения перегрузка 8:

$$m_1g - N = m_1a. \quad (3)$$

где N – сила реакции груза 4' на перегрузок.

По третьему закону Ньютона

$$|N|=P.$$

Решая систему уравнений (1) – (3), получим:

$$a = \frac{m_1g}{2m + m_1}. \quad (4)$$

При решении системы было учтено, что $T_1 = T_2$.

Подготовка к работе

(ответы представить в письменном виде)

1. Какой закон проверяется в упражнении 1?
2. Какой закон проверяется в упражнении 2?
3. Какой закон проверяется в упражнении 3?
4. Какие графики необходимо построить в каждом упражнении? Схематически изобразите, какой вид должны иметь эти графики по теории.
5. Как по графику зависимости $S_1 = f\left(\frac{t_1^2}{2}\right)$ определить ускорение a ?

Выполнение работы

Задание 1. Исследование закона равномерного движения

Равномерным называется движение, при котором численное значение скорости с течением времени не изменяется. Для равномерного движения зависимость пути от времени имеет вид:

$$S = vt.$$

Силами трения в условиях данного эксперимента мы пренебрегаем, поэтому можно считать, что после снятия перегрузка груз 4' движется равномерно.

1. Установить систему в исходное состояние (верхний торец груза 4' напротив отметки 0 шкалы), включить электромагнит 2 и положить на груз 4' перегрузок в $m_1 = 3$ г.
2. Кольцевую платформу установить напротив отметки шкалы 20 см ($S_1 = 20$ см), а нижнюю 6 так, чтобы в первом опыте после снятия перегрузка он проходил путь $S_2 = 20$ см плюс высота груза $h = 28$ мм.
3. Выключить электромагнит и в момент снятия перегрузка включить секундомер. Когда груз ударится о нижнюю платформу, секундомер выключить.
4. Оставляя платформу 5 на месте ($S_1 = 20$ см = const), передвинуть платформу 6 вниз на 5 см и повторить те же измерения.
5. Повторить измерения, описанные в пп. 1–4, пять раз, каждый раз опуская платформу на 5 см вниз.

Задание 2. Исследование закона равноускоренного движения

Равноускоренным называется движение, при котором значение ускорения с течением времени не изменяется. Для равноускоренного движения зависимость пути от времени имеет вид:

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

Если $v_0 = 0$, то

$$S = \frac{at^2}{2}.$$

1. Установить грузы в исходное положение, включить электромагнит; положить на груз 4' перегрузок 3 г. Записать значение массы груза и перегрузка.
2. Закрепить кольцевую платформу 5 на расстоянии 30 см от верхнего края груза 4'. Сплошную платформу опустить в крайнее нижнее положение.
3. Выключить электромагнит, одновременно включив секундомер. В момент снятия перегрузка секундомер выключить.
4. Повторить опыт не менее 5 раз, опуская каждый раз платформу на 5 см вниз, т.е. увеличивая S_1 .

Задание 3. Проверка второго закона Ньютона

Согласно второму закону Ньютона произведение массы m тела на его ускорение \vec{a} равно равнодействующей всех сил, действующих на тело:

$$m\vec{a} = \vec{F}. \quad (5)$$

Ускорение \vec{a} сообщается системе силой тяжести перегрузка

$$m_1 g = F. \quad (6)$$

Линейная зависимость ускорения \vec{a} системы от силы тяжести перегрузка F должна подтвердить правильность второго закона Ньютона.

1. Установить систему в исходное положение. Включить электромагнит.
2. Кольцевую платформу 5 установить на расстояние $S=40$ см=const для всех дальнейших измерений.
3. Провести измерение времени t как в упражнении 2 для разных значений массы перегрузка m_1 , комбинируя перегрузки в различных сочетаниях.
4. Вычислить ускорение a по результатам каждого опыта: $a = \frac{2S}{t^2}$.
5. Рассчитать силу F по формуле (6).
6. Построить график зависимости ускорения от силы: $a = f(F)$.

Оформление отчёта

1. Расчёты

Задание 1

1. Построить график зависимости $S_2 = f(t_2)$.
2. Используя график, рассчитать скорость движения груза, как тангенс угла наклона прямой (см. «Введение в физический практикум»).

Задание 2

1. Построить график зависимости $S_1 = f\left(\frac{t_1^2}{2}\right)$.
2. Используя график, рассчитать экспериментальное значение ускорения $a_{\text{эксп.}}$, как тангенс угла наклона прямой (см. «Введение в физический практикум»).
3. Вычислить теоретическое значение ускорения $a_{\text{теор}}$ по формуле (4).
4. Сравнить $a_{\text{эксп}}$ и $a_{\text{теор}}$. Сделать вывод.

Задание 3

1. Вычислить ускорение a по результатам каждого опыта: $a = \frac{2S}{t^2}$.
2. Рассчитать силу F по формуле (6).
3. Построить график зависимости ускорения от силы: $a = f(F)$.

2. Защита работы

(ответы представить в письменном виде)

1. Какое движение называется равномерным? Запишите формулу зависимости пути от времени для этого движения.
2. Какое движение называется равноускоренным? Запишите формулу зависимости пути от времени для этого движения.
3. Сформулируйте второй закон Ньютона. Запишите формулу.
4. Объясните, почему график $a = f(F)$ не проходит через начало координат.
5. Сравните полученные экспериментально графики с теоретическими зависимостями. Сделайте вывод по результатам работы.

ПРОТОКОЛ
измерений к лабораторной работе №5

Выполнил(а) _____

Группа _____

Задание 1

№ п/п	S_2 , см	t_2 , с	v , см/с
1			
2			
3			
4			
5			

Задание 2

Масса движущегося груза $m =$ _____Масса перегрузка $m_1 =$ _____

№ п/п	S_1 , см	t_1 , с	$t_1^2/2$, с ²
1			
2			
3			
4			
5			

Задание 3

№ п/п	S , см	m_1 , г	t , с	a , см/с ²	F , Н
1					
2					
3					
4					
5					

Дата _____

Подпись преподавателя _____