

КУАИ:5

ИЗ95

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

КУЙБЫШЕВСКИЙ ордена ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ имени АКАДЕМИКА С. П. КОРОЛЕВА

**На дом  
НЕ ВЫДАЕТСЯ**

**ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОВ  
ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ  
НА МАШИНЕ АТВУДА.**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА  
ИНЕРЦИИ ТВЕРДОГО ТЕЛА**

Утверждено  
редакционно-издательским  
советом института  
в качестве  
методических указаний  
к лабораторным  
работам 1-13, 1-17



КУЙБЫШЕВ 1988

Методические указания содержат методические и инструктивные материалы, необходимые для выполнения работы. Они знакомят студентов с расчетным и экспериментальным методами определения момента инерции твердого тела относительно оси вращения и с законами поступательного движения на машине Атвуда. Использована следующая нумерация: первая цифра 1 — шифр лабораторной механики и молекулярной физики, принятый на кафедре; второе число — порядковый номер работы, в соответствии с которым пронумерованы все применяемые приборы и принадлежности в лаборатории.

Лабораторные работы предназначены для студентов всех факультетов дневного и вечернего отделений.

## ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОВ ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ НА МАШИНЕ АТВУДА

Цель работы: установление на опыте равноускоренного характера движения (пропорциональность пути и квадрата времени), определение ускорения, оценка величины трения покоя и скольжения, мгновенной скорости движения при равноускоренном и равномерном движении.

Приборы и принадлежности: машина Атвуда, электросекундомер, набор перегрузков.

### ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ И МЕТОДА ИЗМЕРЕНИИ

Изучение законов кинематики и динамики поступательного движения производят на машине Атвуда. Машина Атвуда изображена на рис. 1. Легкий алюминиевый блок свободно вращается вокруг оси, укрепленной в верхней части стойки. Через блок перекинута тонкая нить, на которой висят грузы  $A$  и  $B$ , имеющие равные массы  $M$ . На груз  $A$  могут надеваться один или несколько перегрузков. Система грузов в этом случае выходит из состояния равновесия и начинает двигаться равноускоренно.

В начале опыта груз  $B$  удерживается неподвижно с помощью электромагнита  $M$ . Выключение тока, текущего через электромагнит, освобождает груз  $B$ . Нить с грузами приходит в движение. При этом включается электросекундомер  $C$ . Приемный столбик  $\Pi$  предназначен для разрыва цепи электросекундомера и, следовательно, для прекращения отсчета времени в тот момент, когда груз опустится на его площадку. В исходное состояние столбик  $\Pi$  приводится нажатием его направляющей снизу вверх.

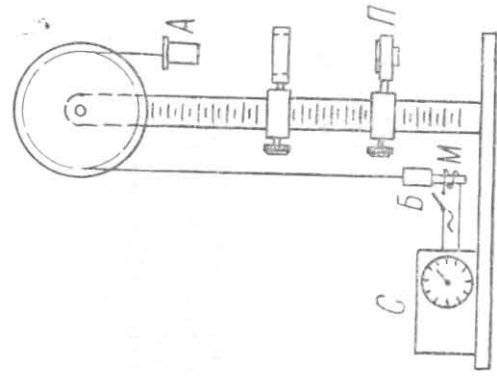


Рис. 1

### ВОЗВРАТИТЕ КНИГУ НЕ ПОЗЖЕ

обозначенного здесь срока


Найдем закон движения груза А. Обозначим  $M$  — масса груза А и равного ему груза Б,  $m$  — масса перегрузка,  $t$  — время от начала движения до момента, когда груз опустился на расстояние  $h$ . Предположим, что трением в машине можно пренебречь. Согласно закону сохранения энергии можно записать:

$$mgh = \frac{I\omega^2}{2} + \frac{(M+m)v^2}{2} + \frac{Mv^2}{2}. \quad (1)$$

В этом выражении  $v = at$  — линейная скорость грузов в момент времени  $t$ ;  $\omega$  — угловая скорость вращения блока, связанная с линейной скоростью груза (при отсутствии проскальзывания нити по блоку) соотношением  $v = \omega R$ ;  $a$  — ускорение, с которым движутся грузы;  $h = \frac{at^2}{2}$  — путь, пройденный грузами;  $I = \frac{m_0 R^2}{2}$  — момент инерции блока;  $R$  — его радиус;  $m_0$  — масса блока. Подставляя эти величины в формулу (1), получим после преобразования ускорение грузов без учета сил трения:

$$a_T = \frac{2mg}{4M + 2m + m_0}. \quad (2)$$

Реальное значение ускорения будет несколько ниже найденного по формуле (2), так как оно получено из уравнения (1), в котором мы пренебрегли расходом энергии на работу против сил трения в подшипниках оси блока. С учетом сил трения уравнение (1) должно иметь вид

$$mgh = \frac{I\omega^2}{2} + \frac{(M+m)v^2}{2} + \frac{Mv^2}{2} + \Lambda_{\text{тр}}. \quad (3)$$

Однако теоретическое вычисление работы трения затруднительно. Поэтому работу трения  $\Lambda_{\text{тр}}$  или, соответственно, силы трения можно лишь приблизительно оценить из сравнения величины ускорения, полученного расчетом по формуле (2) и определенного экспериментально на установке как

$$a_3 = \frac{2h}{t^2}. \quad (4)$$

При этом следует учитывать следующее. Трение покоя и трение скольжения не равны друг другу. Трение покоя определяется наименьшей силой, приводящей в движение систему. Трение скольжения действует в момент движения грузов и определяется в основном весом груза М. Получать хорошие результаты опыта можно лишь в том случае, если вес перегрузка  $m$  (силы, вызывающей движение) значительно больше сил трения скольжения. Однако, увеличивая вес перегрузка и улучшая условия опыта, мы не можем выбрать массу перегрузка очень большой, так как движение становится слишком быстрым и точность измерения времени оказывается недостаточной.

Силу трения покоя и скольжения можно установить, если найти экспериментально зависимость ускорения от массы перегрузка. Лучше всего это сделать графически. Для этого следует построить график, на котором по оси абсцисс отложить значения массы перегрузка, а по оси ординат экспериментально найденные при данном  $m$  значения ускорения и значения ускорения теоретические, вычисленные при данном  $m$  по формуле (2). Через полученные точки провести две прямые до пересечения с осью абсцисс. Из графика видно, что сила трения скольжения вызывает систематическую погрешность в экспериментально найденном значении ускорения: оно оказывается меньше, чем ускорение, найденное без учета трения. Отсюда значение силы трения скольжения можно оценить как

$$F_{\text{тр ск}} = 2M(a_T - a_3). \quad (5)$$

Сила трения покоя также может быть определена из полученного графика. Для этого следует определить по графику минимальную величину перегрузка  $m_{\text{мин}}$ , не вызывающего движения грузов ( $a = 0$ ) для экспериментальной прямой, тогда

$$F_{\text{тр п}} = m_{\text{мин}} g. \quad (6)$$

## ПОДГОТОВКА УСТАНОВКИ К РАБОТЕ

1. Ознакомиться с установкой.
2. Проверить вертикальность стойки. Для этого, переливая воду, рукой зафиксировать груз А внутри отверстия кольца. При задевании грузов стенок кольца восстановить вертикальность вращения винтов опоры установок.
3. Установить приемный столик на высоте, рекомендованной в упражнении.
4. Произвести сброс показаний секундомера нажатием ручки секундомера по направлению, указанному на нем стрелкой.
5. Включить установку в сеть.
6. Зафиксировать левый груз ограничителем, нажав на кнопку «Электромагнит включить».
7. Нажатием цилиндрической направляющей приемного столика снизу вверх замкнуть цепь электросекундомера. Установка готова к проведению опыта.
8. Положить перегрузок на правый груз и отпустить кнопку «Электромагнит включить», что приведет систему в движение.

Примечание. Кольца пускателя электросекундомера и токозамыкающее кольцо соединяют два провода, имеющие красный и синий цвета. Электросекундомер включается и фиксирует время движения грузов от начала до приемного столика (оба провода на одной клемме токозамыкающего кольца). Электросекундомер включается и фиксирует время движения грузов от токозамыкающего кольца до приемного столика (красный провод на второй клемме токозамыкающего кольца).

## У п р а ж н е н и е 1

### Оценка сил трения, действующих в установке

Цель упражнения: определение зависимости ускорения грузов от массы перегрузки и расчет сил трения, действующих в установке.

#### Порядок выполнения упражнения 1

1. Установить приемный столик на высоте 70—75 см. Оба провода подключить к одной клемме.
2. Определить время движения грузов с 4—5 перегрузками (по 3 опыта на каждый перегрузок) при неизменной высоте падения грузов. Высоту падения грузов измерять от нижнего края правого груза до верхнего положения приемного столика. Результаты записывать в табл. 1.

Данные установки:  $M = \dots$ ,  $m = \dots$ ,  $m_2 = \dots$ ,  $m_3 = \dots$   
 Массы перегрузков:  $m_1 = \dots$ ,  $m_2 = \dots$ ,  $m_3 = \dots$

Таблица 1

Номер опыта	$m$ , г	$h$ , м	$t$ , с	$a_3$ , м/с <sup>2</sup>	$a_T$ , м/с <sup>2</sup>

#### Порядок обработки результатов измерений

2. Вычислить ускорение  $a_3$  по формуле (4) и записать его в табл. 1.
2. Вычислить ускорение  $a_T$  по формуле (2) и записать его в табл. 1.
3. На один график нанести  $a_T = f(m)$  и  $a_3 = f(m)$ , которые должны представлять собой линейные функции. Прямые следует проводить так, чтобы они лежали возможно ближе к точкам и чтобы по обе стороны прямых оказалось примерно равное количество точек.
4. Полученный график  $a_3 = f(m)$  продолжить до пересечения с осью абсцисс. Найти по графику минимальную массу перегрузка  $m_{\min}$ , при которой движения не будет. Оценить величину сил трения покоя  $F_{\text{тр}}$  по формуле (6).

5. Оценить силу трения скольжения как систематическую погрешность эксперимента по формуле (5). Разницу ( $a_T - a_3$ ) брать из графика по расстоянию между прямыми.
6. Сравнить величины  $F_{\text{тр}}$ ,  $F_{\text{трэк}}$ ,  $F_{\text{трэк}} / mg$ . Сделать вывод.

## У п р а ж н е н и е 2

### Определение ускорения при равноускоренном движении

Цель упражнения: установление на опыте равноускоренного характера движения, т. е. пропорциональность пути и квадрата времени.

#### Порядок выполнения упражнения 2

1. Опыты выполняются с одним и тем же перегрузком при различных высотах движения грузов от 40 до 80 см (не менее пяти).
2. Устанавливать столик на одной из высот. Проследить, чтобы оба провода электросекундомера были подключены к одной клемме.
3. Поставить перегрузок на правый груз и зафиксировать время движения грузов. Опыты повторять по 3 раза на каждую высоту. Результаты записывать в табл. 2.

Данные установки:  $M = \dots$ ,  $m = \dots$ ,  $m_0 = \dots$

Таблица 2

Номер опыта	$h$ , м	$t$ , с	$t^2$ , с <sup>2</sup>	$a$ , м/с <sup>2</sup>
Среднее				

#### Порядок обработки результатов эксперимента

1. Построить график  $t^2 = f(h)$ . На заготовленное поле графика нанести экспериментальные точки. Провести прямую возможно ближе к точкам, так чтобы число точек над прямой и под прямой было по возможности одинаковым. Масштаб для  $t^2$  и  $h$  выбрать таким, чтобы было использовано все поле графика. Сделайте вывод о характере движения грузов, наблюдаемого на машине Атвуда.
2. Ускорение  $a_i$  в каждом ( $i$ -м) опыте определять по формуле (4).

3. Вычислить среднее ускорение  $a_{ср}$ . Оценить погрешность метода измерения как максимальное отклонение точек от прямой  $t^2 = f(h)$ .

4. Окончательный результат записать в виде:

$$a = a_{ср} \pm \Delta a;$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta a}{a_{ср}} \cdot 100\%.$$

### Упражнение 3

#### Определение мгновенного значения скорости

Цель упражнения: определение мгновенной скорости при равноускоренном и равномерном движении.

#### Метод определения мгновенной скорости

Если токозамыкающее кольцо установить примерно посередине между верхним положением груза  $A$  и приемным столиком, а на груз  $A$  положить перегрузок массы  $m$  такого размера, чтобы он задерживался токозамыкающим кольцом, то путь  $h_1$  до кольца грузы движутся под действием силы  $mg$ , следовательно, равноускоренно, а после снятия перегрузка на участке длиной  $h_2$  от верхней плоскости токозамыкающего кольца до приемного столика движение становится равномерным. В конце пути  $h_1$  груз достигнет скорости  $v_1 = at_1 = 2h_1/t_1^2$ , а на пути  $h_2$  он будет двигаться равномерно с той же скоростью  $v_1 = v_2 = h_2/t_2$ , где  $t_1$  — время движения на пути  $h_1$ , а  $t_2$  — время движения на пути  $h_2$ . Определяя экспериментально  $h_1$ ,  $t_1$ ,  $h_2$ ,  $t_2$ , можно проверить справедливость этого уравнения.

#### Порядок выполнения упражнения 3

1. Установить подвижное токозамыкающее кольцо на высоте  $h_1 = 30 - 40$  см от верхнего торца правого груза  $A$ , находящегося в исходном состоянии.
2. Приемный столик установить на расстоянии, несколько большем  $h_1$ , вблизи от нижней плоскости токозамыкающего кольца.
3. Положить на правый груз перегрузок, диаметр которого больше диаметра токозамыкающего кольца.
4. Привести систему в движение и зафиксировать время движения  $t_1$  на пути  $h_1$ . Эти измерения провести 5 раз и занести в табл. 3.
5. Подключить красный провод от электросекундомера к свободной клемме токозамыкающего кольца.
6. Установить приемный столик на высоте  $h_2 = 30 - 40$  см от верхней плоскости токозамыкающего кольца.

7. Положить на правый груз тот же перегрузок и привести систему в движение.

8. При прохождении груза через кольцо перегрузок задержится на кольце и включит электросекундомер. В момент удара о приемный столик секундомер выключится и зафиксирует время движения груза на пути  $h_2$ . Эти измерения также провести 5 раз и результаты записать в табл. 3.

Данные установок:  $M =$  ,  $m_0 =$  ,  $m =$  .

Таблица 3

Номер опыта	$h_1$ , м	$t_1$ , с	$v_1$ , м/с	$h_2$ , м	$t_2$ , с	$v_2$ , м/с
1						
2						
3						
4						
5						
Среднее						

#### Порядок обработки результатов измерений

1. Вычислить  $v_1$  и  $v_2$ .
2. Рассчитать средние значения скоростей  $v_{1ср}$  и  $v_{2ср}$ , их доверительные интервалы  $\Delta v_{1гр}$  и  $\Delta v_{2гр}$  (при доверительной вероятности 0,95).
3. Полученные результаты записать в виде:

$$v_1 = v_{1ср} \pm \Delta v_{1гр}; \quad \varepsilon = \frac{\Delta v_{1гр}}{v_{1ср}} \cdot 100\%;$$

$$v_2 = v_{2ср} \pm \Delta v_{2гр}; \quad \varepsilon = \frac{\Delta v_{2гр}}{v_{2ср}} \cdot 100\%.$$

5. Сделать выводы из полученных результатов.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИ ДОПУСКЕ К РАБОТЕ

1. Как получить выражение для подсчета ускорения движения грузов без учета силы трения?
2. Какова роль сил трения в данной установке?
3. Какое движение называется равноускоренным? Какова зависимость между пройденным путем и временем?
4. Какая скорость называется мгновенной? Средней?

5. Как изменяется мгновенная скорость при равноускоренном движении? При равномерном движении?

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИ ОТЧЕТЕ ЗА РАБОТУ

1. Как устроена машина Атвуда? Какие закономерности поступательного движения можно изучать на ней?
2. Как можно оценить силы трения, действующие на установке?
3. Какие эксперименты подтверждают равноускоренный характер груза?
4. Как можно из графиков оценить погрешности эксперимента при определении сил трения, ускорения?
5. Чем можно объяснить расхождение в величинах  $v_1$  и  $v_2$  в упражнении 3?

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Савельев И. В. Курс общей физики. — М.: Наука, 1977. — Т. 1. — § 3—8.
2. Гольдин А. А. и др. Руководство к лабораторным занятиям по физике. — М.: Наука, 1973.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА ИНЕРЦИИ ТВЕРДОГО ТЕЛА

**Цель работы:** Экспериментальное и расчетное определение момента инерции тела цилиндрической формы относительно оси, проходящей и не проходящей через центр масс тела.

**Приборы и принадлежности:** трифилярный подвес, штангенциркуль, линейка, секундомер, тела цилиндрической формы.

### ОПИСАНИЕ МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ МОМЕНТА ИНЕРЦИИ

Момент инерции  $I$  твердого тела относительно некоторой оси является мерой инертности его во вращательном движении и определяется выражением

$$I = \int r^2 dm, \quad (1)$$

где  $r$  — расстояние элемента массы  $dm$  от оси вращения, а интегрирование распространено на весь объем тела.

Из формулы (1) следует, что момент инерции есть величина аддитивная, т. е. момент инерции тела равен сумме моментов инерции его частей.

Значения моментов инерции для однородных тел простой геометрической формы легко вычисляются по формуле (1). Так, для диска или цилиндра при любом отношении диаметра  $d$  к высоте  $h$  момент инерции относительно оси, совпадающей с геометрической осью цилиндра,

$$I = \frac{1}{8} ma^2. \quad (2)$$

Момент инерции тела относительно произвольной оси находится с помощью теоремы Гюйгенса-Штейнера: момент инерции  $I$  относительно произвольной оси равен сумме момента инерции  $I_0$  относительно оси, параллельной данной и проходящей через центр масс, и произведения массы тела  $m$  на квадрат расстояния  $a$  между осями:

$$I = I_0 + ma^2. \quad (3)$$

Опытным путем момент инерции тела может быть определен на установке, представляющей собой трифилярный подвес (рис. 1).

Подвижная платформа  $P_1$  подвешена к платформе  $P_2$  на трех симметрично расположенных нитях. Платформа  $P_2$  укреплена на кронштейне и снабжена рычагом, при помощи которого можно сообщать крутильные колебания.

Если повернуть нижнюю платформу  $P_1$  вокруг вертикальной оси на некоторый угол относительно верхней, то возникает момент сил, стремящийся вернуть платформу в положение равновесия. В результате этого платформа начнет совершать крутильные колебания с периодом  $T^*$ :

$$T = 4\pi \sqrt{\frac{I l}{g M D d_2}}, \quad (4)$$

где  $I$  — момент инерции нижней платформы,  $M$  — масса нижней платформы,  $l$  — длина подвеса,  $D$ ,  $d$  — диаметры платформ  $P_1$  и  $P_2$  соответственно,  $g$  — ускорение свободного падения.

Формула (4) справедлива для достаточно малых значений углов отклонения от положения равновесия. Из нее можно получить выражение, позволяющее рассчитать момент инерции нижней платформы по экспериментально определяемым значениям  $T$ ,  $l$ ,  $D$ ,  $d$ ,  $M$ :

$$I = \frac{g M d D}{16 \pi^2 l} T^2. \quad (5)$$

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

### У п р а ж н е н и е 1

#### Определение момента инерции ненагруженной платформы

Перед работой на установке необходимо проверить пригодность ее к работе, т. е. установить возможность возбуждения крутильных колебаний при отсутствии паразитных маятникообразных движений.

1. Измерить при помощи штангенциркуля диаметр верхней и нижней платформы  $d$  и  $D$ , длину подвеса нитей  $l$  измерить линейкой. Масса  $M$  нижней платформы указана на установке. Результаты записать в данные установки.

2. Привести платформу в движение нажатием рычага, укрепленного над верхним диском. После 3—4 колебаний приступить к определению периода колебаний.

\* Вывод формулы (4) можно найти в [2, 3]. См. библиографический список.

3. Измерить секундомером время  $\tau$ , за которое происходит  $N$  полных колебаний. Рекомендуется выбрать  $N = 10 \dots 20$ .

4. Измерения времени  $N$  колебаний провести 3 раза. Все полученные результаты записать в табл. 1.

Данные установки:

$d_2 = \dots$ ;  $D = \dots$ ;  $l = \dots$ ;  $M = \dots$

Таблица 1

Номер опыта $i$ -й	$N_i$	$\tau_i, c$	$T_i, c$	$I_{pi}, кг \cdot м^2$	$\Delta I_{pi}$	$(\Delta I_{pi})^2$
Среднее						

## Порядок обработки результатов измерений

1. По формуле  $T = \tau/N$  вычислить период колебаний платформы в каждом  $i$ -м опыте.

2. По формуле (5) вычислить момент инерции платформы  $I_{pi}$  в каждом  $i$ -м опыте.

3. Считая, что систематическая погрешность при работе на установке меньше случайной погрешности, вычислить случайную погрешность определения  $I_p$ . Доверительную вероятность принять равной 0,95.

4. Окончательный результат записать в виде

$$I_p = \bar{I}_p \pm t_{0,95} S \bar{I}_p ;$$

$$\varepsilon = \frac{t_{0,95} S \bar{I}_p}{\bar{I}_p} \cdot 100\% .$$

### У п р а ж н е н и е 2

#### Определение момента инерции цилиндра относительно оси, совпадающей с геометрической осью цилиндра

1. Измерить геометрические размеры цилиндра при помощи штангенциркуля. Масса цилиндра указана на его торце.

2. Поставить цилиндр на платформу так, чтобы его центр масс оказался на оси вращения.

3. Измерить время  $\tau$ , за которое нагруженная платформа совершает  $N$  полных колебаний. Измерение времени провести 3 раза. Результаты занести в табл. 2.

Исследуемый цилиндр:  $m =$  ;  $d_0 =$  ;  $h =$

Таблица 2

Номер опыта $i$ -й	$N_i$	$\tau_i, c$	$T_i, c$	$I_i, кг \cdot м^2$	$I_{0i}, кг \cdot м^2$	$\Delta I_{0i}$	$(\Delta I_{0i})^2$
Среднее							

### Порядок обработки результатов измерений

1. Определить период колебаний платформы с цилиндром, пользуясь методикой упражнения 1.  
2. По формуле

$$I = \frac{(M + m) g d D}{16 \pi^2 l} T^2$$

вычислить момент инерции нагруженной платформы.

3. Используя свойство аддитивности, вычислить момент инерции исследуемого цилиндра  $I_{0i}$  для каждого из трех опытов:  $I_{0i} = I_i - I_p$ .

4. Оценить случайную погрешность измерения величины  $I_0$  ( $\alpha = 0,95$ ). Окончательный результат опытов записать в виде

$$I_0 = I_0 \pm t_{\alpha n} S_{I_0} ;$$

$$\varepsilon = \frac{t_{\alpha n} S_{I_0}}{I_0} \cdot 100\% .$$

5. Вычислить  $I_0$  цилиндра по формуле (2), сравнить с найденным экспериментально. Вывод записать.

У п р а ж н е н и е 3

### Определение момента инерции цилиндра относительно оси, параллельной геометрической оси цилиндра

1. Поставить на платформу два одинаковых цилиндра, расположив их симметрично относительно оси вращения на определен-

ном расстоянии  $a$  от нее (рекомендуемое положение цилиндра отмечено на платформе).

2. Определить период колебаний платформы с установленными на ней двумя цилиндрами, используя методику упражнения 1. Результаты записать в табл. 3.

Расстояние между осями  $a =$

Таблица 3

Номер опыта $i$ -й	$N_i$	$\tau_i, c$	$T_{2i}, c$	$I_{2i}, кг \cdot м^2$	$I_{01i}, кг \cdot м^2$	$\Delta I_{01i}$	$(\Delta I_{01i})^2$
Среднее							

### Порядок обработки результатов измерений

1. Вычислить момент инерции платформы с двумя цилиндрами  $I_{2i}$  по формуле (5):

$$I_{2i} = \frac{(M + 2m) g d D}{16 \pi^2 l} T_{2i}^2 .$$

2. Вычислить момент инерции двух цилиндров относительно оси вращения  $I_{02i}$ :

$$I_{02i} = I_{2i} - I_p .$$

3. Вычислить момент инерции одного цилиндра относительно оси вращения  $I_{01i} = \frac{1}{2} I_{02i}$ .

4. Оценить случайную погрешность измерения  $I_{01i}$  ( $\alpha = 0,95$ ). Результат измерения записать в виде:

$$I_{01i} = I_{01i} + t_{\alpha n} S_{I_{01i}} ;$$

$$\varepsilon = \frac{t_{\alpha n} S_{I_{01i}}}{I_{01i}} \cdot 100\% . \quad (6)$$

5. Рассчитать момент инерции одного цилиндра для принятого расположения тела на платформе по формуле Гюйгенса-Штейнера (3) и сравнить полученное значение с экспериментальным (6). Вывод записать.



## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИ ДОПУСКЕ К РАБОТЕ

1. Какова роль момента инерции во вращательном движении?
2. Дайте определение момента инерции относительно данной оси.
3. Чему равен момент инерции цилиндра относительно оси, совпадающей с осью цилиндра?
4. Сформулируйте теорему Гюйгенса-Штейнера.
5. Чему равен момент инерции цилиндра относительно оси, параллельной геометрической оси цилиндра и отстоящей от нее на расстоянии  $d$ ?  $2d$ ?

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИ ОТЧЕТЕ ЗА РАБОТУ

1. Опишите метод определения момента инерции тела, используемый в работе.
2. Какие факторы влияют на точность результатов?
3. Сопоставьте экспериментальное и теоретическое значения моментов инерции, вычисленные по формулам (2) и (3). В каком случае можно считать, что они совпадают?

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Савельев И. В. Курс общей физики. — М.: Наука, Т. 1, — § 38, 39.
2. Руководство к лабораторным занятиям по физике / Под ред. Л. Л. Голубина. — М.: Наука, 1983 г. — С. 101.
3. Физический практикум / Под ред. В. И. Ивероновой. — М.: Наука, 1967. — С. 93.

Составители: Борис Павлович Дьяченко,  
Наталья Владимировна Мюшкина

## ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОВ ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ НА МАШИНЕ АТВУДА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА ИНЕРЦИИ ТВЕРДОГО ТЕЛА

Редактор Т. Кретьнина  
Техн. редактор Н. Калеюк  
Корректор Н. Куприянова

Сдано в набор 21.03.88 г. Подписано в печать 5.05.88 г.  
Формат 60×84 1/16. Бумага оберточная.  
Печать высокая. Гарнитура литературная.  
Усл. п. л. 0,9. Уч.-изд. л. 0,8. Т. 2000 экз. Заказ 449.  
Бесплатно.

Куйбышевский орден Трудового Красного Знамени  
авиационный институт им. академика С. П. Королева,  
г. Куйбышев, ул. Молодегвардейская, 151.

Тип. ЭОЗ КуАИ, г. Куйбышев, ул. Ульяновская, 18.