

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1.6

### ИЗУЧЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ТЕЛ ПО НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ

1. Цель работы: используя закон сохранения энергии, определить экспериментально скорость исследуемых тел, скатывающихся с наклонной плоскости, в нижней ее точке. Полученные результаты сравнить с теоретическими значениями.

2. Условные обозначения:

$m$  – масса тела, кг;

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$h$  – высота наклонной плоскости, м;

$R$  – радиус исследуемого тела, м;

$J$  – момент инерции исследуемого тела, кг·м<sup>2</sup>;

$v$  – линейная скорость скатывающегося тела, м/с;

$\omega$  – угловая скорость скатывающегося тела, рад/с;

$\alpha$  – угол наклона плоскости, рад;

$v_x$  – горизонтальная составляющая скорости;

$v_y$  – вертикальная составляющая скорости;

$x$  – путь, пройденный телом по горизонтали, расстояние от точки С до точки D на песке, м;

$y$  – путь, пройденный телом по вертикали, расстояние ВС, м;

$t$  – время движения по горизонтали CD и вертикали ВС, с;

$l$  – длина наклонной плоскости, м;

$b$  – расстояние по горизонтали BE, м.

3. Приборы и принадлежности: наклонная плоскость, набор тел правильной формы, ящик с песком, линейка.

4. Теоретические сведения.

Исследуемое тело в точке А наклонной плоскости (рис.1) имеет потенциальную энергию  $E_{п} = mgh$ . При скатывании тела с наклонной плоскости в точке В оно приобрело кинетическую энергию поступательного движения  $\frac{mv^2}{2}$  и кинетическую энергию вращательного движения  $\frac{J\omega^2}{2}$ . По закону сохранения

энергии

$$mgh = \frac{mv^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2} \quad (1)$$

Используя связь угловой скорости с линейной скоростью  $\omega = \frac{v}{R}$  из формулы (1) можно найти скорость тела в точке В:

$$v = \sqrt{\frac{2gh}{1 + \frac{J}{mR^2}}} \quad (2)$$

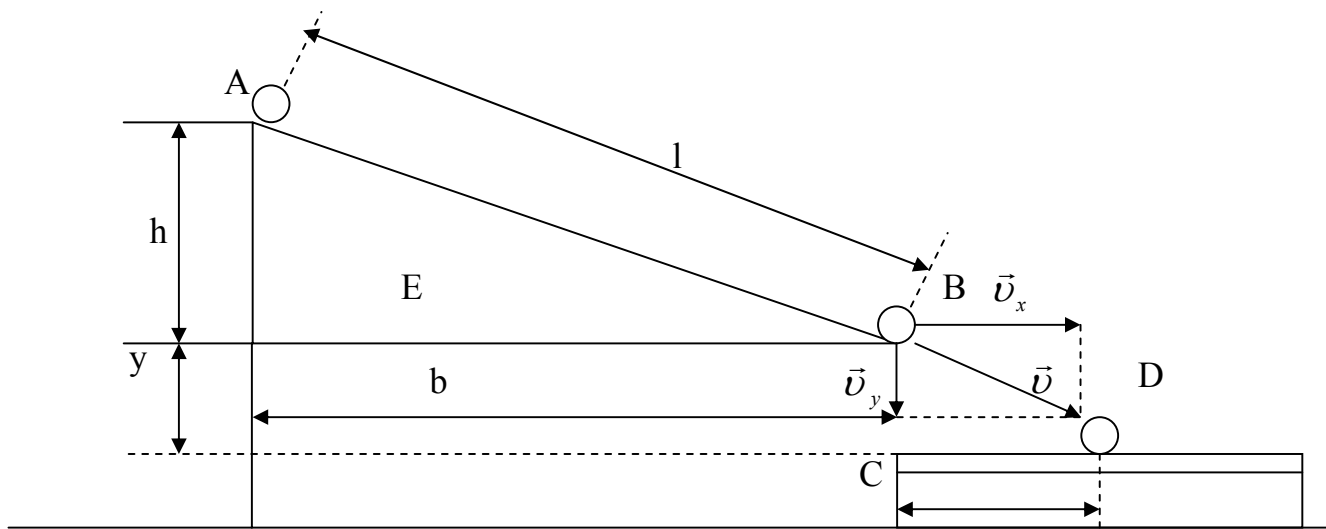


Рис. 1 Схема установки.

В качестве исследуемых тел используются шар, сплошной и тонкостенный полый цилиндр, моменты инерции которых вычисляются по формулам:

для шара:  $J = \frac{2}{5} mR^2$

для сплошного цилиндра:  $J = \frac{1}{2} mR^2$

для полого цилиндра:  $J = mR^2$ .

Подставляя соответствующие значения моментов инерции в формулу (2), определяют скорость шара, сплошного и полого цилиндров.

При скатывании по наклонной плоскости в точке В тело имеет скорость  $v$ , которую можно представить в виде двух составляющих  $v_x$  в горизонтальном и  $v_y$  в вертикальном направлениях:

$$v_x = v \cos \alpha \quad (3)$$

$$v_y = v \sin \alpha$$

Из закона поступательного движения

$$x = v_x t \quad y = v_y t + gt^2/2 \quad (4)$$

Подставляя в уравнение (4) значения  $v_x$  и  $v_y$  из (3) и учитывая, что время движения по горизонтали CD и вертикали BC одинаково, решаем систему уравнений (5.4) относительно  $v$  и получаем:

$$v = \frac{x}{\cos \alpha} \sqrt{\frac{g}{2(y - x \operatorname{tg} \alpha)}} \quad (5)$$

Из рисунка найдем, что  $\cos \alpha = \frac{b}{l}$ ,  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{b}$ . Подставляя эти значения в (5), получим:

$$v = x \cdot l \sqrt{\frac{g}{2b(by - xh)}} \quad (6)$$

## 5. Порядок выполнения работы.

### 5.1. Внесите технические данные об используемых приборах в таблицу 1.

Таблица 1. Технические данные используемых приборов.

Приборы	Пределы измерения	Цена деления	Класс точности	Приборная погрешность
линейка				

5.2. Измерьте длину наклонной плоскости  $l$ , расстояние по горизонтали  $b$ , высоту наклонной плоскости  $h$ .

5.3. Измерьте расстояние  $y$  от нижнего края наклонной плоскости до поверхности песка.

5.4. Пустите тело из точки А по наклонной плоскости и измерьте расстояние  $x=CD$  (от точки С до отметки места падения тела на песке).

5.5. Для каждого тела опыт повторите три раза.

5.6. Результаты измерений внесите в таблицу 2.

Таблица 2. Результаты измерений.

№ n/n	$l$ , м	$b$ , м	$h$ , м	$y$ , м	шар	сплошной цилиндр	полый цилиндр
					$x$ , м	$x$ , м	$x$ , м
1							
2							
3							
< >							

5.7. По формуле (6) рассчитайте скорости тел в точке В.

5.8. Полученные значения сравните со значениями, вычисленными для тех же тел по формуле (2). Объясните результаты вычислений.

## 6. Контрольные вопросы

Закон поступательного движения.

Основное уравнение динамики поступательного движения (2-ой закон Ньютона) и вращательного движения.

Момент инерции тела.

Момент инерции шара, сплошного и полого цилиндров относительно оси, проходящей через центр инерции.

Кинетическая энергия твердого тела.

Закон сохранения механической энергии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зисман Г.А., Годес О.М. Курс общей физики. - М.: Наука, 1972, §11, с 63-70.
2. Яворский Б.М. и др. Курс физики.-М.: Высшая школа,1977, Т.1, § 41, с 65-80.
3. Савельев И.В. Курс общей физики. - М.: Высшая Наука, 1982, Т.1, §§ 36-39, с 131-144.
4. Кортнев А.В., Рублёв Ю.В., Куценко А.Н. Практикум по физике. - М.: Высшая школа, 1965.
5. Авдусь З.И., Архангельский М.М., Кошкин Н.И., Шебалин О.Д., Яковлев В.Ф. Практикум по общей физике. - М.: Просвещение, 1971.
6. Лабораторные занятия по физике (под ред. Гольдина Л.Л.). - М.: Наука, 1983.
7. Евграфова Н.Н., Каган В.Л. Руководство к лабораторным работам по физике. - М.: Высшая школа, 1970.