



### 010111. Скатывание твердого тела с наклонной плоскости.

**Цель работы:** проверка закона сохранения механической энергии при скатывании твердого тела с наклонной плоскости.

**Требуемое оборудование, входящее в состав модульно учебного комплекса МУК-М2:**

- |   |       |
|---|-------|
| 1. Блок механический БМ2 (узел “плоскость”) | 1 шт. |
| 2. Секундомер электронный СЭ1               | 1 шт. |

#### *Краткое теоретическое введение*

Рассмотрим скатывающееся тело с наклонной плоскости (рис. 1). Оно участвует в двух видах движений: поступательном движении центра масс  $O$  и вращательном движении относительно оси, проходящей через центр масс. Скатывание тела без проскальзывания возможно при условии:

$$\operatorname{tg}\alpha \leq \frac{1+k}{k}\mu, \quad (1)$$

где  $\mu$  - коэффициент трения скольжения тела о наклонную плоскость (коэффициент трения качения пренебрежимо мал);

$k$  - коэффициент, входящий в формулу момента инерции твердого тела правильной геометрической формы относительно оси, проходящей через его центр масс (для диска  $k=0.5$ , для шара  $k=0.4$ , для обруча  $k=1$ )

$$I = kmR^2,$$

где  $m$  - масса тела;

$R$  - его радиус.

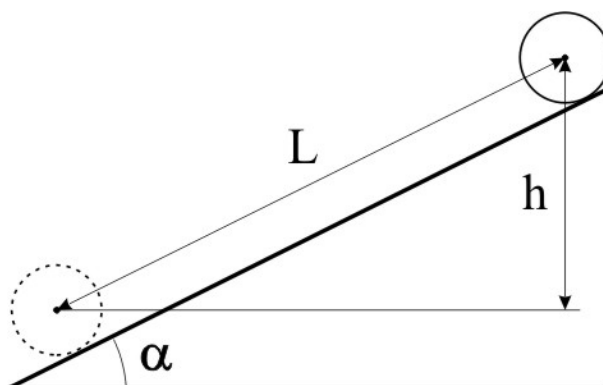


Рис. 1

Поскольку сила трения качения мала, то полная механическая энергия скатывающегося тела постоянна. В начальный момент времени, когда тело покоится на вершине наклонной плоскости на высоте  $h$ , его полная механическая энергия равна потенциальной.

$$W_1 = mgh = mgL \sin \alpha, \quad (2)$$

где  $L$  – путь, пройденный центром масс;  
 $\alpha$  - угол наклона плоскости.

Кинетическая энергия катящегося тела складывается из кинетической энергии поступательного движения центра масс и вращательного движения относительно оси, проходящей через центр масс:

$$W_2 = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}$$

Учитывая, что  $v = \omega R = \frac{2L}{t}$  (где  $t$  – время скатывания тела) получим:

$$W_2 = (1+k) \frac{2mL^2}{t^2} \quad (3)$$

### Методика эксперимента

Исследовать движение бруска по наклонной плоскости можно с помощью узла «плоскость» и секундомера СЭ1, входящих в состав модульно учебного комплекса МУК-М2.

Установка представляет собой наклонную плоскость 1, которую с помощью винта 2 можно устанавливать под разными углами  $\alpha$  к горизонту (рис.2). Угол  $\alpha$  измеряется с помощью шкалы 3. На плоскость может быть помещен ролик 4 массой  $m$ . Предусмотрено использование двух роликов разной массы. Ролики закрепляются в верхней точке наклонной плоскости с помощью электромагнита 5, управление которым осуществляется с помощью электронного секундомера СЭ1. Пройденное роликом расстояние измеряется линейкой 6, закрепленной вдоль плоскости. Время скатывания ролика измеряется автоматически с помощью датчика 7, выключающего секундомер в момент касания роликом финишной точки.

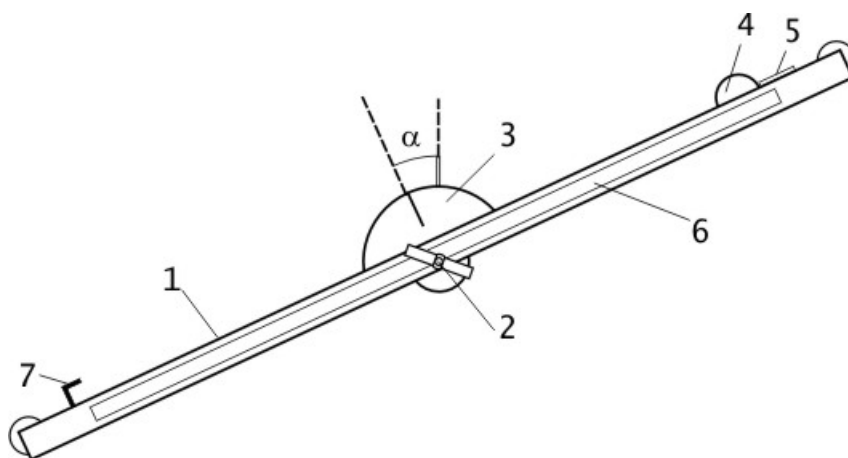


Рис.2

### *Рекомендуемое задание*

1. Ослабив винт 2 (рис.2), установите плоскость под некоторым углом  $\alpha$  к горизонту. Поместите ролик 4 на наклонную плоскость.

2. Переключите тумблер управления электромагнитами механического блока в положение «плоскость».

3. Переведите секундомер СЭ1 в режим 1

4. Нажмите кнопку «Пуск» секундомера. Измерьте время скатывания.

5. Повторите опыт пятикратно. Проведите математическую обработку результатов.

6. Вычислите значение механической энергии до, и после скатывания. Сделайте вывод.

7. Повторите п.п. 1-6 для других углов наклона плоскости.

8. Повторите п.п. 1-7 для второго ролика.

9. Сделайте выводы.

### **Список используемых источников**

1. Бердинская Н. В., Крохин С. Н., Сердюк О. И. Лабораторный практикум по механике: Методические указания к выполнению лабораторных работ по физике. – Омск.: Омский государственный университет путей сообщения, 1998. – 44 с.