

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра физики

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА**

«Изучение вращательного движения при помощи прибора Обербека»

Выполнил Липский Р. В.  
студент группы  
121701

Проверил Родин С. В.

Минск 2022

### Цель работы:

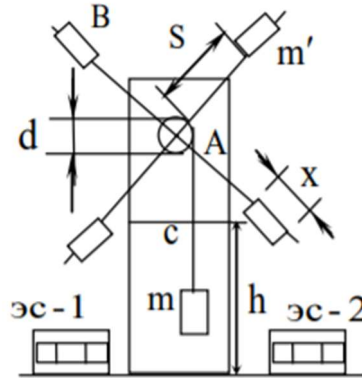
- Изучить метод измерения момента инерции крестообразного маятника относительно оси вращения.
- Проверить уравнение динамики вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси.
- Проверить свойство аддитивности момента инерции и изучить зависимость момента инерции крестообразного маятника от положения грузов на стержнях.

### Средства измерения:

- Линейка
- Штангенциркуль
- Лабораторная установка

### Методическое обоснование:

Схема установки:



Момент инерции – скалярная физическая величина, мера инертности во вращательном движении вокруг оси.

Аддитивность момента инерции означает, что момент инерции системы относительно некоторой оси равен сумме моментов инерции тел или всех частей системы относительно этой оси.

Уравнение динамики вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси:

$$I \frac{d\omega_z}{dt} = M_z$$

### Расчётные формулы и формулы для вычисления погрешностей:

$$I = \frac{m\tau(gt_1^2 - 2h)d^2}{8h(t_1 + \tau)},$$

$$I = I_0 + 4m'l^2,$$

$$\Delta I = \varepsilon \bar{I},$$

$$\ln(I) = \ln(m) + \ln(\tau) + \ln(gt_1^2 - 2h) + 2\ln(d) - \ln(8) - \ln(h) - \ln(t_1 + \tau)$$

$$\varepsilon = \left| \frac{1}{m} \right| \Delta m + \left| \frac{1}{\tau} - \frac{1}{t_1 + \tau} \right| \Delta \tau + \left| \frac{2t_1}{gt_1^2 - 2h} - \frac{1}{t_1 + \tau} \right| \Delta t_1 + \left| \frac{2}{gt_1^2 - 2h} - \frac{1}{h} \right| \Delta h + \left| \frac{2}{d} \right| \Delta d$$

## Упражнение 1.

Таблица результатов измерений и вычислений

| $N^{\circ}$ | $d_{\text{шкива}}, 10^{-2}\text{м}$ | $\Delta d_{\text{шкива}}, 10^{-2}\text{м}$ | $m_{\text{груза}}, \text{кг}$ | $\Delta m_{\text{груза}}, 10^{-1}\text{кг}$ | $h, \text{м}$ | $\Delta h, \text{м}$ | $t, \text{с}$ | $\Delta t, \text{с}$ | $\tau, \text{с}$ | $\Delta \tau, \text{с}$ | $I, 10^{-2}\text{кг} \cdot \text{м}^2$ | $\Delta I, 10^{-2}\text{кг} \cdot \text{м}^2$ | $\varepsilon_I, \%$ |
|-------------|-------------------------------------|--|-------------------------------|---|---------------|----------------------|---------------|----------------------|------------------|-------------------------|--|---|---------------------|
| 1.          |                                     |  |                               |   |               |                      |               |                      |                  |                         |  |   |                     |
| 2.          |                                     |  |                               |   |               |                      |               |                      |                  |                         |  |   |                     |
| 3.          |                                     |  |                               |   |               |                      |               |                      |                  |                         |  |   |                     |
| 4.          |                                     |  |                               |   |               |                      |               |                      |                  |                         |  |   |                     |
| 5.          |                                     |  |                               |   |               |                      |               |                      |                  |                         |  |   |                     |
| ср          |                                     |  |                               |   |               |                      |               |                      |                  |                         |  |   |                     |

| $N^{\circ}$ | $d_{\text{шкива}}, 10^{-2}\text{м}$ | $\Delta d_{\text{шкива}}, 10^{-2}\text{м}$ | $m_{\text{груза}}, \text{кг}$ | $\Delta m_{\text{груза}}, 10^{-1}\text{кг}$ | $h, \text{м}$ | $\Delta h, \text{м}$ | $t, \text{с}$ | $\Delta t, \text{с}$ | $\tau, \text{с}$ | $\Delta \tau, \text{с}$ | $I, 10^{-2}\text{кг} \cdot \text{м}^2$ | $\Delta I, 10^{-2}\text{кг} \cdot \text{м}^2$ | $\varepsilon_I, \%$ |
|-------------|-------------------------------------|--|-------------------------------|---|---------------|----------------------|---------------|----------------------|------------------|-------------------------|--|---|---------------------|
| 1.          |                                     |  |                               |   |               |                      |               |                      |                  |                         |  |   |                     |
| 2.          |                                     |  |                               |   |               |                      |               |                      |                  |                         |  |   |                     |
| 3.          |                                     |  |                               |   |               |                      |               |                      |                  |                         |  |   |                     |
| 4.          |                                     |  |                               |   |               |                      |               |                      |                  |                         |  |   |                     |
| 5.          |                                     |  |                               |   |               |                      |               |                      |                  |                         |  |   |                     |
| ср          |                                     |  |                               |   |               |                      |               |                      |                  |                         |  |   |                     |

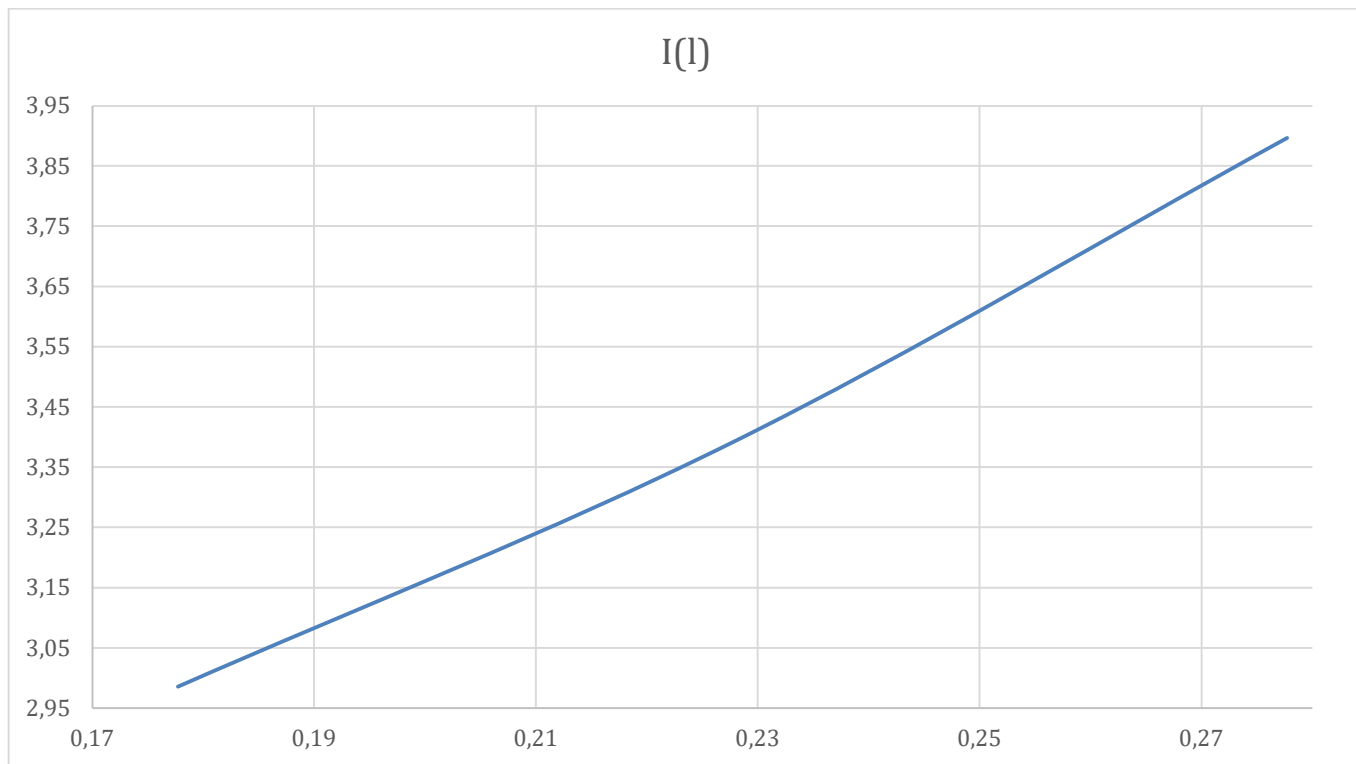
## Упражнение 2.

Таблица результатов измерений и вычислений

| $N^{\circ}$ | $d_{\text{шкива}}, 10^{-2}\text{м}$ | $\Delta d_{\text{шкива}}, 10^{-2}\text{м}$ | $l, 10^{-1}$ | $m_{\text{груза}}, \text{кг}$ | $\Delta m_{\text{груза}}, 10^{-1}\text{кг}$ | $h, \text{м}$ | $\Delta h, \text{м}$ | $t, \text{с}$ | $\Delta t, \text{с}$ | $\tau, \text{с}$ | $\Delta \tau, \text{с}$ | $I, 10^{-2}\text{кг} \cdot \text{м}^2$ | $\Delta I, 10^{-2}\text{кг} \cdot \text{м}^2$ | $\varepsilon_I, \%$ |
|-------------|-------------------------------------|--|--------------|-------------------------------|---|---------------|----------------------|---------------|----------------------|------------------|-------------------------|--|---|---------------------|
| 1.          |                                     |  |              |                               |   |               |                      |               |                      |                  |                         |  |   |                     |
| 2.          |                                     |  |              |                               |   |               |                      |               |                      |                  |                         |  |   |                     |
| 3.          |                                     |  |              |                               |   |               |                      |               |                      |                  |                         |  |   |                     |

В качестве  $I_0$  возьмём момент инерции из первого опыта упражнения 1.

| $N^{\circ}$ | $I_0, 10^{-2}\text{кг} \cdot \text{м}^2$ | $m', \text{кг}$ | $l, 10^{-1}\text{м}$ | $I, 10^{-2}\text{кг} \cdot \text{м}^2$ |
|-------------|--|-----------------|----------------------|--|
| 1.          |  |                 |                      |  |
| 2.          |  |                 |                      |  |
| 3.          |  |                 |                      |  |



Вывод: