**ОТЧЁТ**

по лабораторной работе

**"Движение под действием постоянной силы"**

**Цель:** Исследование движения тела под действием постоянной силы.

Определение массы тела.

**Указания:** определите значения параметров для вашего варианта.

**Установите с помощью кнопок регуляторов:**

**1)** - **угол наклона плоскости, равный нулю**

- значение внешней силы равное **1Н,**

- первое значение коэффициента трения для вашего варианта,

- нажмите "Старт" и наблюдайте за движением кубика,

- величину силы трения 𝐹тр и ускорения, *а* определяйте

по таблице внизу слева экрана, занесите цифры **в таблицу 1**.

- нажмите "Сброс"(левая часть кнопки управления) и сделайте **7** измерений, увеличивая каждый раз значение силы **на 1 Н,**

**-** установите второе значение коэффициента трения и определите величину силы трения 𝐹тр и ускорения, *а*, занесите цифры **в таблицу 1.**

**-** сделайте расчеты массы и погрешностей измерений, занесите цифры **в таблицу 2.**

**-** запишите ответ.

**Таблица №1. Значение силы трения** $F\_{тр}$ **и ускорения** $a$

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | $$μ\_{1}=0,2$$ | $$μ\_{2}=0,1$$ |
| $$F, Н$$ | $$F\_{тр}, Н$$ | $$a, {м}/{с}$$ | $$F, Н$$ | $$F\_{тр}, Н$$ | $$a, {м}/{с}$$ |
| **1** | 1 | -1,0 | 0 | 1 | -1,0 | 0 |
| **2** | 2 | -2,0 | 0 | 2 | -2,0 | 0 |
| **3** | 3 | -3,0 | 0 | 3 | -2,2 | 0,4 |
| **4** | 4 | -4,0 | 0 | 4 | -2,2 | 0,8 |
| **5** | 5 | -4,3 | 0,3 | 5 | -2,2 | 1,3 |
| **6** | 6 | -4,3 | 0,8 | 6 | -2,2 | 1,7 |
| **7** | 7 | -4,3 | 1,2 | 7 | -2,2 | 2,2 |

**Обработка результатов измерений**

**1. Расчёт массы трения по формуле:**$ при μ\_{1}=0,2$

$$m\_{i}=\frac{∆F\_{i}}{∆a\_{i}}$$

$$∆F\_{1}=F\_{2}-F\_{1}=2-1=1 (Н)$$

$$∆F\_{2}=F\_{3}-F\_{1}=3-1=2 (Н)$$

$$∆F\_{3}=F\_{4}-F\_{1}=4-1=3 (Н)$$

$$∆F\_{4}=F\_{5}-F\_{1}=5-1=4 (Н)$$

$$∆F\_{5}=F\_{6}-F\_{1}=6-1=5 (Н)$$

$$∆F\_{6}=F\_{7}-F\_{1}=7-1=6 (Н)$$

$$∆a\_{1}=a\_{2}-a\_{1}=0-0=0 \left({м}/{с^{2}}\right)$$

$$∆a\_{2}=a\_{3}-a\_{1}=0-0=0 \left({м}/{с^{2}}\right)$$

$$∆a\_{3}=a\_{4}-a\_{1}=0-0=0 \left({м}/{с^{2}}\right)$$

$$∆a\_{4}=a\_{5}-a\_{1}=0,3-0=0,3 \left({м}/{с^{2}}\right)$$

$$∆a\_{5}=a\_{6}-a\_{1}=0,8-0=0,8 \left({м}/{с^{2}}\right)$$

$$∆a\_{6}=a\_{7}-a\_{1}=1,2-0=1,2 \left({м}/{с^{2}}\right)$$

$$m\_{1}=\frac{∆F\_{1}}{∆a\_{1}}=\frac{1}{0}=0 \left(кг\right)$$

$$m\_{2}=\frac{∆F\_{2}}{∆a\_{2}}=\frac{2}{0}=0 \left(кг\right)$$

$$m\_{3}=\frac{∆F\_{3}}{∆a\_{3}}=\frac{3}{0}=0 \left(кг\right)$$

$$m\_{4}=\frac{∆F\_{4}}{∆a\_{4}}=\frac{4}{0,3}=13,33 \left(кг\right)$$

$$m\_{5}=\frac{∆F\_{5}}{∆a\_{5}}=\frac{5}{0,8}=6,25 \left(кг\right)$$

$$m\_{6}=\frac{∆F\_{6}}{∆a\_{6}}=\frac{6}{1,2}=5 \left(кг\right)$$

**Расчёт массы трения по формуле:**$ при μ\_{2}=0,1$

$$m\_{i}=\frac{∆F\_{i}}{∆a\_{i}}$$

$$∆F\_{1}=F\_{2}-F\_{1}=2-1=1 (Н)$$

$$∆F\_{2}=F\_{3}-F\_{1}=3-1=2 (Н)$$

$$∆F\_{3}=F\_{4}-F\_{1}=4-1=3 (Н)$$

$$∆F\_{4}=F\_{5}-F\_{1}=5-1=4 (Н)$$

$$∆F\_{5}=F\_{6}-F\_{1}=6-1=5 (Н)$$

$$∆F\_{6}=F\_{7}-F\_{1}=7-1=6 (Н)$$

$$∆a\_{1}=a\_{2}-a\_{1}=0-0=0 \left({м}/{с^{2}}\right)$$

$$∆a\_{2}=a\_{3}-a\_{1}=0,4-0=0,4 \left({м}/{с^{2}}\right)$$

$$∆a\_{3}=a\_{4}-a\_{1}=0,8-0=0,8 \left({м}/{с^{2}}\right)$$

$$∆a\_{4}=a\_{5}-a\_{1}=1,3-0=1,3 \left({м}/{с^{2}}\right)$$

$$∆a\_{5}=a\_{6}-a\_{1}=1,7-0=1,7 \left({м}/{с^{2}}\right)$$

$$∆a\_{6}=a\_{7}-a\_{1}=2,2-0=2,2 \left({м}/{с^{2}}\right)$$

$$m\_{1}=\frac{∆F\_{1}}{∆a\_{1}}=\frac{1}{0}=0 \left(кг\right)$$

$$m\_{2}=\frac{∆F\_{2}}{∆a\_{2}}=\frac{2}{0,4}=5 \left(кг\right)$$

$$m\_{3}=\frac{∆F\_{3}}{∆a\_{3}}=\frac{3}{0,8}=3,75 \left(кг\right)$$

$$m\_{4}=\frac{∆F\_{4}}{∆a\_{4}}=\frac{4}{1,3}=3,07 \left(кг\right)$$

$$m\_{5}=\frac{∆F\_{5}}{∆a\_{5}}=\frac{5}{1,7}=2,94 \left(кг\right)$$

$$m\_{6}=\frac{∆F\_{6}}{∆a\_{6}}=\frac{6}{2,2}=2,72 \left(кг\right)$$

**2. Рассчитайте среднее значение массы по формуле:**

$ при μ\_{1}=0,2$

$$\left〈m\right〉=\frac{m\_{1}+m\_{2}+m\_{3}+m\_{4}+m\_{5}+m\_{6}}{6}$$

$$\left〈m\right〉=\frac{0+0+0+13,33+6,25+5}{6}=4,09 (кг)$$

$при μ\_{2}=0,1$

$$\left〈m\right〉=\frac{m\_{1}+m\_{2}+m\_{3}+m\_{4}+m\_{5}+m\_{6}}{6}$$

$$\left〈m\right〉=\frac{0+5+3,75+3,07+2,94+2,72}{6}=2,91 (кг)$$

**3. Рассчитайте среднеквадратичное отклонение**

$$при μ\_{1}=0,2$$

$$σ=\sqrt{\frac{\sum\_{}^{}\left(\left〈m\right〉-m\_{i}\right)^{2}}{6\left(6-1\right)}}$$

$$σ=\sqrt{\frac{\left(4,09-0\right)^{2}+\left(4,09-0\right)^{2}+\left(4,09-0\right)^{2}+\left(4,09-13,33\right)^{2}+\left(4,09-6,25\right)^{2}+\left(4,09-5\right)^{2}}{6\left(6-1\right)}}$$

$$σ=2,16$$

$$при μ\_{2}=0,1$$

$$σ=\sqrt{\frac{\sum\_{}^{}\left(\left〈m\right〉-m\_{i}\right)^{2}}{6\left(6-1\right)}}$$

$$σ=\sqrt{\frac{\left(2,91-0\right)^{2}+\left(2,91-5\right)^{2}+\left(2,91-3,75\right)^{2}+\left(2,91-3,07\right)^{2}+\left(2,91-2,94\right)^{2}+\left(2,91-2,71\right)^{2}}{6\left(6-1\right)}}$$

$$σ=0,65$$

**4. Вычислите относительную погрешность:**

$$при μ\_{1}=0,2$$

$$ε=\frac{σ}{\left〈m\right〉}∙100\%=\frac{2,16}{4,09}∙100\%=53 \%$$

$$при μ\_{2}=0,1$$

$$ε=\frac{σ}{\left〈m\right〉}∙100\%=\frac{0,65}{2,91}∙100\%=22 \%$$

**Таблица №2. Значение массы m**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | $$μ\_{1}=0,2$$ | $$μ\_{2}=0,1$$ |
| $$m, кг$$ | $$\left〈m\_{1}\right〉,кг$$ | $$σ, кг$$ | $$ε, \%$$ | $$m, кг$$ | $$\left〈m\_{2}\right〉,кг$$ | $$σ, кг$$ | $$ε, \%$$ |
| **1** | 0 | 4,09 | 2,16 | 53 | 0 | 2,91 | 0,25 | 22 |
| **2** | 0 | 5 |
| **3** | 0 | 3,75 |
| **4** | 13,33 | 3,07 |
| **5** | 6,25 | 2,94 |
| **6** | 5 | 2,72 |

**Ответ:**

По результатам измерений и расчетов получено значение массы:

$$при μ\_{1}=0,2$$

$$m=\left〈m\right〉\pm σ=4,09\pm 2,16$$

$$при μ\_{2}=0,1$$

$$m=\left〈m\right〉\pm σ=2,91\pm 0,25$$

**2)** - **угол наклона плоскости, равный пяти градусам**

повторите все измерения и расчеты для наклонной плоскости, занесите цифры **в таблицу 3 и таблицу 4.**

**Таблица №3. Значение силы трения** $F\_{тр}$ **и ускорения** $a$

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | $$μ\_{1}=0,2$$ | $$μ\_{2}=0,1$$ |
| $$F, Н$$ | $$F\_{тр}, Н$$ | $$a, {м}/{с}$$ | $$F, Н$$ | $$F\_{тр}, Н$$ | $$a, {м}/{с}$$ |
| **1** | 1 | -2,9 | 0 | 1 | -2,1 | 0,3 |
| **2** | 2 | -3,9 | 0 | 2 | -2,1 | 0,8 |
| **3** | 3 | -4,3 | 0,3 | 3 | -2,1 | 1,2 |
| **4** | 4 | -4,3 | 0,7 | 4 | -2,1 | 1,7 |
| **5** | 5 | -4,3 | 1,2 | 5 | -2,1 | 2,2 |
| **6** | 6 | -4,3 | 1,6 | 6 | -2,1 | 2,6 |
| **7** | 7 | -4,3 | 2,1 | 7 | -2,1 | 3,1 |

**Обработка результатов измерений**

**1. Расчёт массы трения по формуле:**$ при μ\_{1}=0,2$

$$m\_{i}=\frac{∆F\_{i}}{∆a\_{i}}$$

$$∆F\_{1}=F\_{2}-F\_{1}=2-1=1 (Н)$$

$$∆F\_{2}=F\_{3}-F\_{1}=3-1=2 (Н)$$

$$∆F\_{3}=F\_{4}-F\_{1}=4-1=3 (Н)$$

$$∆F\_{4}=F\_{5}-F\_{1}=5-1=4 (Н)$$

$$∆F\_{5}=F\_{6}-F\_{1}=6-1=5 (Н)$$

$$∆F\_{6}=F\_{7}-F\_{1}=7-1=6 (Н)$$

$$∆a\_{1}=a\_{2}-a\_{1}=0-0=0 \left({м}/{с^{2}}\right)$$

$$∆a\_{2}=a\_{3}-a\_{1}=0,3-0=0,3 \left({м}/{с^{2}}\right)$$

$$∆a\_{3}=a\_{4}-a\_{1}=0,7-0=0,7 \left({м}/{с^{2}}\right)$$

$$∆a\_{4}=a\_{5}-a\_{1}=1,2-0=1,2 \left({м}/{с^{2}}\right)$$

$$∆a\_{5}=a\_{6}-a\_{1}=1,6-0=1,6 \left({м}/{с^{2}}\right)$$

$$∆a\_{6}=a\_{7}-a\_{1}=2,1-0=2,1 \left({м}/{с^{2}}\right)$$

$$m\_{1}=\frac{∆F\_{1}}{∆a\_{1}}=\frac{1}{0}=0 \left(кг\right)$$

$$m\_{2}=\frac{∆F\_{2}}{∆a\_{2}}=\frac{2}{0,3}=6,66 \left(кг\right)$$

$$m\_{3}=\frac{∆F\_{3}}{∆a\_{3}}=\frac{3}{0,7}=4,28 \left(кг\right)$$

$$m\_{4}=\frac{∆F\_{4}}{∆a\_{4}}=\frac{4}{1,2}=3,33 \left(кг\right)$$

$$m\_{5}=\frac{∆F\_{5}}{∆a\_{5}}=\frac{5}{1,6}=3,13 \left(кг\right)$$

$$m\_{6}=\frac{∆F\_{6}}{∆a\_{6}}=\frac{6}{2,1}=2,86 \left(кг\right)$$

**Расчёт массы трения по формуле:**$ при μ\_{1}=0,1$

$$m\_{i}=\frac{∆F\_{i}}{∆a\_{i}}$$

$$∆F\_{1}=F\_{2}-F\_{1}=2-1=1 (Н)$$

$$∆F\_{2}=F\_{3}-F\_{1}=3-1=2 (Н)$$

$$∆F\_{3}=F\_{4}-F\_{1}=4-1=3 (Н)$$

$$∆F\_{4}=F\_{5}-F\_{1}=5-1=4 (Н)$$

$$∆F\_{5}=F\_{6}-F\_{1}=6-1=5 (Н)$$

$$∆F\_{6}=F\_{7}-F\_{1}=7-1=6 (Н)$$

$$∆a\_{1}=a\_{2}-a\_{1}=0,8-0,3=0,5 \left({м}/{с^{2}}\right)$$

$$∆a\_{2}=a\_{3}-a\_{1}=1,2-0,3=0,9 \left({м}/{с^{2}}\right)$$

$$∆a\_{3}=a\_{4}-a\_{1}=1,7-0,3=1,4 \left({м}/{с^{2}}\right)$$

$$∆a\_{4}=a\_{5}-a\_{1}=2,2-0,3=1,9 \left({м}/{с^{2}}\right)$$

$$∆a\_{5}=a\_{6}-a\_{1}=2,6-0,3=2,3 \left({м}/{с^{2}}\right)$$

$$∆a\_{6}=a\_{7}-a\_{1}=3,1-0,3=2,8 \left({м}/{с^{2}}\right)$$

$$m\_{1}=\frac{∆F\_{1}}{∆a\_{1}}=\frac{1}{0,5}=2 \left(кг\right)$$

$$m\_{2}=\frac{∆F\_{2}}{∆a\_{2}}=\frac{2}{0,9}=2,22 \left(кг\right)$$

$$m\_{3}=\frac{∆F\_{3}}{∆a\_{3}}=\frac{3}{1,4}=2,14 \left(кг\right)$$

$$m\_{4}=\frac{∆F\_{4}}{∆a\_{4}}=\frac{4}{1,9}=2,11 \left(кг\right)$$

$$m\_{5}=\frac{∆F\_{5}}{∆a\_{5}}=\frac{5}{2,3}=2,17 \left(кг\right)$$

$$m\_{6}=\frac{∆F\_{6}}{∆a\_{6}}=\frac{6}{2,8}=2,14 \left(кг\right)$$

**2. Рассчитайте среднее значение массы по формуле:**

$ при μ\_{1}=0,2$

$$\left〈m\right〉=\frac{m\_{1}+m\_{2}+m\_{3}+m\_{4}+m\_{5}+m\_{6}}{6}$$

$$\left〈m\right〉=\frac{0+6,66+4,28+3,33+3,13+2,86}{6}=3,38 (кг)$$

$при μ\_{1}=0,1$

$$\left〈m\right〉=\frac{m\_{1}+m\_{2}+m\_{3}+m\_{4}+m\_{5}+m\_{6}}{6}$$

$$\left〈m\right〉=\frac{2+2,22+2,14+2,11+2,17+2,14}{6}=2,13(кг)$$

**3. Рассчитайте среднеквадратичное отклонение**

$$при μ\_{1}=0,2$$

$$σ=\sqrt{\frac{\sum\_{}^{}\left(\left〈m\right〉-m\_{i}\right)^{2}}{6\left(6-1\right)}}$$

$$σ=\sqrt{\frac{\left(3,38-0\right)^{2}+\left(3,38-6,66\right)^{2}+\left(3,38-4,28\right)^{2}+\left(3,38-3,33\right)^{2}+\left(3,38-3,13\right)^{2}+\left(3,38-2,86\right)^{2}}{6\left(6-1\right)}}$$

$$σ=0,87$$

$$при μ\_{1}=0,1$$

$$σ=\sqrt{\frac{\sum\_{}^{}\left(\left〈m\right〉-m\_{i}\right)^{2}}{6\left(6-1\right)}}$$

$$σ=\sqrt{\frac{\left(2,13-2\right)^{2}+\left(2,13-2,22\right)^{2}+\left(2,13-2,14\right)^{2}+\left(2,13-2,11\right)^{2}+\left(2,13-2,17\right)^{2}+\left(2,13-2,14\right)^{2}}{6\left(6-1\right)}}$$

$$σ=0,03$$

**4. Вычислите относительную погрешность:**

$$при μ\_{1}=0,2$$

$$ε=\frac{σ}{\left〈m\right〉}∙100\%=\frac{0,87}{3,38}∙100\%=26 \%$$

$$при μ\_{1}=0,1$$

$$ε=\frac{σ}{\left〈m\right〉}∙100\%=\frac{0,03}{2,13}∙100\%=1,41 \%$$

**Таблица №4. Значение массы m**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | $$μ\_{1}=0,2$$ | $$μ\_{2}=0,1$$ |
| $$m, кг$$ | $$\left〈m\_{1}\right〉,кг$$ | $$σ, кг$$ | $$ε, \%$$ | $$m, кг$$ | $$\left〈m\_{2}\right〉,кг$$ | $$σ, кг$$ | $$ε, \%$$ |
| **1** | 0 | 3,38 | 0,87 | 26 | 2 | 2,13 | 0,03 | 1,41 |
| **2** | 6,66 | 2,22 |
| **3** | 4,28 | 2,14 |
| **4** | 3,33 | 2,11 |
| **5** | 3,13 | 2,17 |
| **6** | 2,86 | 2,14 |

**Ответ:**

По результатам измерений и расчетов получено значение массы:

$$при μ\_{1}=0,2$$

$$m=\left〈m\right〉\pm σ=3,38\pm 0,87$$

$$при μ\_{2}=0,1$$

$$m=\left〈m\right〉\pm σ=2,13\pm 0,03$$

**Вывод:** в ходе данной лабораторной работы исследовали движения тела под действием постоянной силы.

Определили массу тела при разных коэффициентах трения и разных углах наклона плоскости и получили следующие значения с учётом погрешности:

При $α=0^{0}$

$$при μ\_{1}=0,2$$

$$m=\left〈m\right〉\pm σ=4,09\pm 2,16$$

$$при μ\_{2}=0,1$$

$$m=\left〈m\right〉\pm σ=2,91\pm 0,25$$

При $α=5^{0}$

$$при μ\_{1}=0,2$$

$$m=\left〈m\right〉\pm σ=3,38\pm 0,87$$

$$при μ\_{2}=0,1$$

$$m=\left〈m\right〉\pm σ=2,13\pm 0,03$$

**ОТВЕТЫ на теоретические вопросы**

4.Что такое масса?

Масса — физическая величина, отвечающая способности физических тел сохранять своё поступательное движение (инертности), а также характеризующая количество вещества.

Под массой понимают два различных свойства вещества:

1.инертная масса, которая характеризует меру инертности тел и фигурирует во втором законе Ньютона;

2.гравитационная масса, которая определяет, с какой силой тело взаимодействует с внешними гравитационными полями (пассивная гравитационная масса) и какое гравитационное поле создаёт само это тело (активная гравитационная масса).

6.Дайте определение импульса

Импульс (количество движения) — мера механического движения; представляет собой векторную величину, в классической механике равную для материальной точки произведению массы m этой точки на её скорость v и направленную так же, как вектор скорости.

$$P=mv$$

10. Сформулируйте принцип суперпозиции сил

Результирующая сила, действующая на тело, равна векторной сумме всех сил, действующих на тело