

Отчет по лабораторной работе МодМ – 02

ВТОРОЙ ЗАКОН НЬЮТОНА

Студент(ка) _____ гр. _____
Фамилия И.О.

ДОПУСК	ДАННЫЕ	РЕЗУЛЬТАТЫ
дата, подпись преподавателя	дата, подпись преподавателя	дата, подпись преподавателя

Цель работы: изучение второго закона Ньютона. Определение массы движущегося тела и коэффициента трения тела о поверхность.

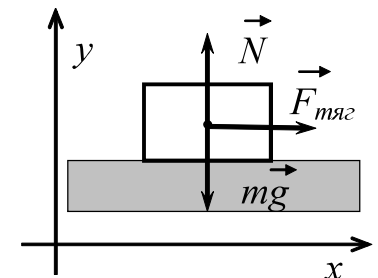
Краткое теоретическое содержание работы

Второй закон Ньютона: в инерциальной системе отсчета ускорение тела _____

И записывается:

Инерциальная система отсчета – это _____

Если на тело кроме силы тяги $\vec{F}_{тяг}$, силы тяжести $m\vec{g}$ и силы реакции опоры \vec{N} не действуют никакие другие силы, то согласно второму закону Ньютона получим векторное уравнение:



Второй закон Ньютона в проекциях на оси координат примет вид:

проекция на ось x :

проекция на ось y :

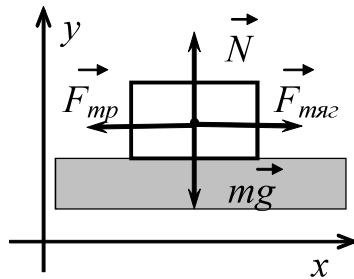
Тогда ускорение тела равно:

График зависимости ускорения от силы тяги $a = a(F_{тяг})$ является _____

Если на тело кроме указанных сил действует

еще и сила трения $\vec{F}_{тр}$, то согласно второму

закону Ньютона векторное уравнение:



Тогда второй закон Ньютона в проекциях на оси координат примет вид:

проекция на ось x :

проекция на ось y :

Ускорение тела равно:

График зависимости ускорения от силы тяги $a = a(F_{тяг})$ в этом случае является _____

При движении по горизонтальной плоскости модуль силы трения $F_{тр}$ пропорционален массе m движущегося тела

$$F_{тр} =$$

где μ – _____

- **Абсолютная погрешность $\Delta\mu$ коэффициента трения μ :**

$$\Delta\mu = \mu \cdot \delta_\mu =$$

значение μ берется из таблицы 4.

- **Окончательный результат эксперимента с трением:**

$$\mu_{экспер} = \mu_{ср} \pm \Delta\mu =$$

Окончательный результат:

Теоретическое значение массы тела, кг: $m_{теор} =$ _____

Экспериментальное значение массы тела, кг: $m_{экспер} =$ _____ \pm _____

Сила трения, Н: $F_{тр} =$ _____

Коэффициент трения: $\mu_{экспер} =$ _____ \pm _____

Выводы: _____

- **Относительная погрешность δ_F силы тяги $F_{\text{тяг}}$:**

$$\delta_F \equiv \frac{\Delta F_{\text{тяг}}}{F_{\text{тяг}}}, \text{ где } \delta_F = \left(\frac{a}{g-a}\right) \left(\frac{\Delta a}{a}\right) = \left(\frac{a}{g-a}\right) \delta_a =$$

значение a из таблицы 1 для второго значения массы груза; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

- **Абсолютная погрешность $\Delta F_{\text{тяг}}$ силы тяги $F_{\text{тяг}}$:**

$$\Delta F_{\text{тяг}} = F_{\text{тяг}} \cdot \delta_F =$$

значение $F_{\text{тяг}}$ из таблицы 1 для второго значения массы груза.

- **Относительная погрешность δ_m массы тела m :**

$$\delta_m \equiv \frac{\Delta m}{m}, \text{ где } \delta_m = \sqrt{1 + \left(\frac{a}{g-a}\right)^2} \cdot \left(\frac{\Delta a}{a}\right) = \sqrt{1 + \left(\frac{a}{g-a}\right)^2} \cdot \delta_a =$$

значение a из таблицы 1 для второго значения массы груза; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

- **Абсолютная погрешность Δm массы тела m :**

$$\Delta m = m \cdot \delta_m =$$

значение m из таблицы 1 для второго значения массы груза.

- **Окончательный результат эксперимента без трения:**

$$m_{\text{экспер}} = m_{\text{ср}} \pm \Delta m =$$

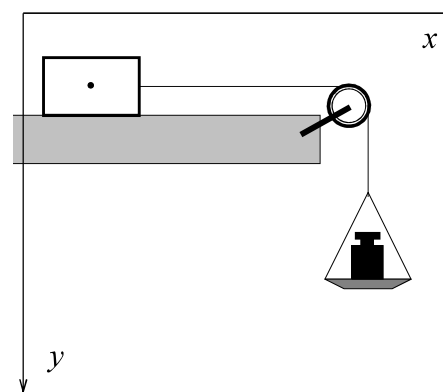
- **Относительная погрешность δ_μ коэффициента трения μ :**

$$\delta_\mu \equiv \frac{\Delta \mu}{\mu}, \text{ где } \delta_\mu = \sqrt{\left(\frac{\Delta F_{\text{тр}}}{F_{\text{тр}}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta m}{m}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{\Delta F_{\text{тр}}}{F_{\text{тр}}}\right)^2 + (\delta_m)^2} =$$

Сила трения $F_{\text{тр}}$ определяется из графика.

Если $\Delta F_{\text{тяг}} \ll 0,025 \text{ Н}$, значение $\Delta F_{\text{тр}} = 0,025 \text{ Н}$ (цена деления на графике). Иначе, значение $\Delta F_{\text{тр}} = \Delta F_{\text{тяг}}$ (абсолютная погрешность силы тяги).

Схема эксперимента: силы, действующие на тело массы m , лежащее на горизонтальной опоре и на груз, прикрепленный к телу при помощи нити:



Здесь:

\vec{N} – _____

$m\vec{g}$ – _____

$\vec{F}_{\text{тяг}}$ – _____

$\vec{F}_{\text{тр}}$ – _____

\vec{T} – _____

$m_2\vec{g}$ – _____

Эксперимент

В данной работе с помощью средств компьютерной графики моделируется процесс движения тела по горизонтальной поверхности под действием груза перекинутого через блок и связанного с телом невесомой нерастяжимой нитью. Поверхность изготовлена из того же материала, что и тело. Тело может двигаться как с трением, так и без трения.

Начальные данные

Вариант № _____

Материал	Плотность вещества, г/см ³	Объем тела, см ³	Теоретическое значение массы тела, кг	Расстояние, пройденное телом по поверхности, м
				50 м

а) Движение тела без сил трения

Таблица 1. Результаты измерений

Масса груза m_c , г	№	Время t , с	*Среднее время t_{cp} , с	**Ускорение a , м/с ²	***Сила тяги $F_{тяги}$, Н	Масса тела $m = \frac{F_{тяги}}{a}$, кг
	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					

*Чтобы найти среднее значение времени падения, надо сложить значения времени падения $t_1, t_2 \dots t_n$, полученные в каждом опыте, а полученный результат разделить на количество опытов n : $t_{cp} = (t_1 + t_2 + \dots + t_n)/n$.

** Из формулы $S = \frac{at^2}{2}$ получите выражение для ускорения.

*** Сила тяги $F_{тяги} = m_c(g - a)$; (где $g = 9,81$ м/с²)

****Масса груза m_c , г	№	Время t , с	*Среднее время t_{cp} , с	**Ускорение a , м/с ²	***Сила тяги $F_{тяги}$, Н	Масса тела $m = \frac{F_{тяги}}{a}$, кг
	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					

Таблица 4. Определение коэффициента трения

Средняя масса тела, кг	*Сила трения, Н	Коэффициент трения

* Значение силы трения определяется из графика

Обработка результатов измерения. Рассчитаем абсолютную и относительную погрешности измерений при движении тела без трения для второго значения массы груза (таблица 1).

- **Среднее квадратичное отклонение (дисперсия):**

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_{cp} - t_i)^2}{n(n-1)}} =$$

количество измерений $n = 10$, среднее время падения t_{cp} и t_i – из таблицы 1 для второго значения массы груза.

- **Случайная ошибка $\Delta t_{сл}$ и ошибка однократного измерения Δt_o :**

$$\Delta t_{сл} = t_{ан} \cdot \sigma = \Delta t_o = \alpha \cdot \Delta t_{np} = 9,9 \cdot 10^{-4} \text{ с,}$$

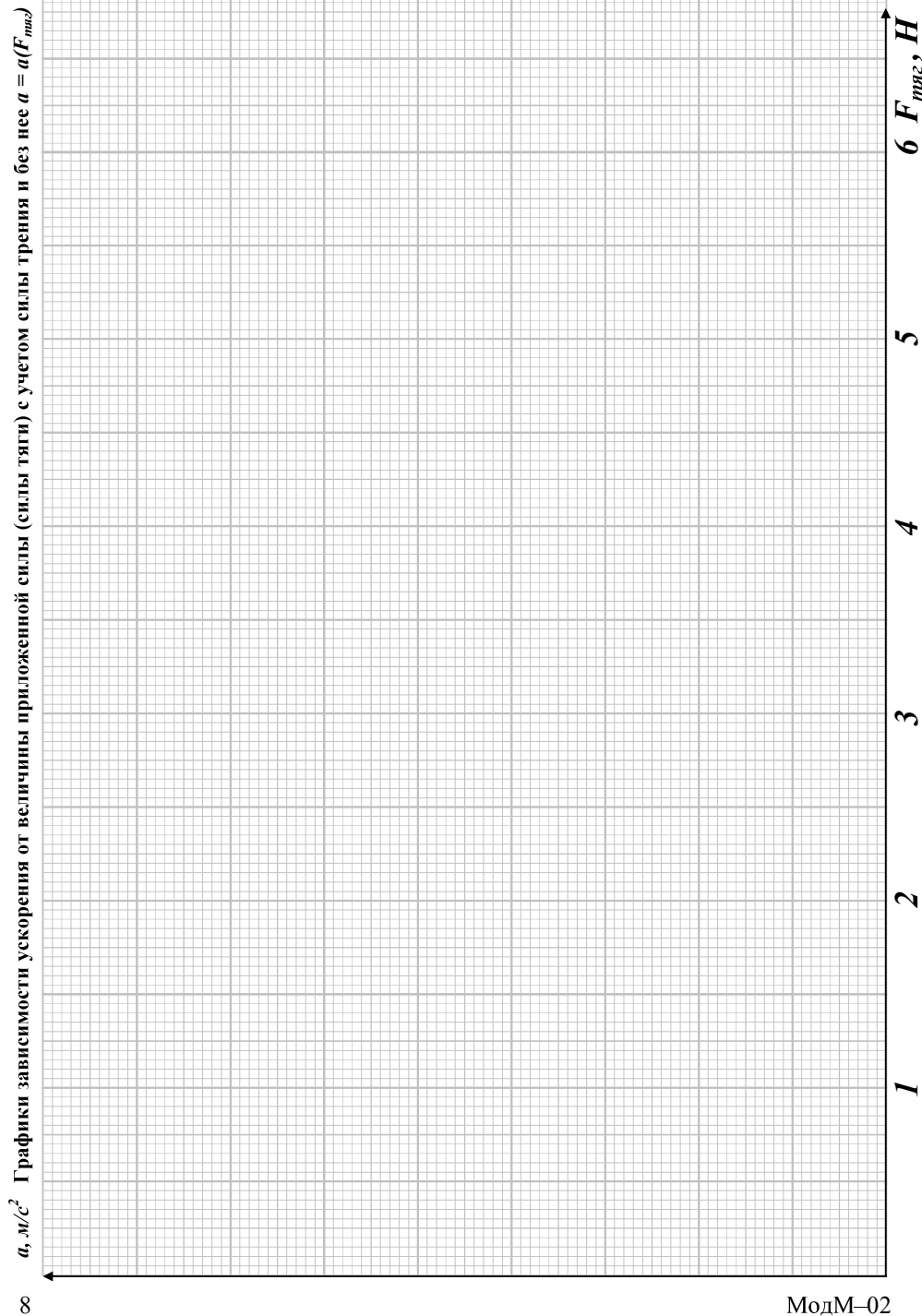
где коэффициент Стьюдента $t_{ан} = 3,25$, доверительная вероятность $\alpha = 0,99$, цена деления секундомера $\Delta t_{np} = 1$ мс.

- **Погрешность измерения времени Δt :**

$$\Delta t = \sqrt{(\Delta t_{сл})^2 + (\Delta t_o)^2} =$$

- **Относительная погрешность δ_a ускорения тела a :**

$$\delta_a \equiv \frac{\Delta a}{a}, \text{ где } \delta_a = \frac{2\Delta t}{t_{cp}} =$$



МодМ-02

***Масса груза $m_г$, г	№	Время t , с	*Среднее время t_{cp} , с	**Ускорение a , м/с ²	***Сила тяги $F_{тяг}$, Н	Масса тела $m = \frac{F_{тяг}}{a}$, кг
	9					
	10					

***Здесь и в последующих измерениях рекомендуется увеличивать массу груза равномерно, на 100 г.

Масса груза $m_г$, г	№	Время t , с	*Среднее время t_{cp} , с	**Ускорение a , м/с ²	***Сила тяги $F_{тяг}$, Н	Масса тела $m = \frac{F_{тяг}}{a}$, кг
	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					

Масса груза $m_г$, г	№	Время t , с	*Среднее время t_{cp} , с	**Ускорение a , м/с ²	***Сила тяги $F_{тяг}$, Н	Масса тела $m = \frac{F_{тяг}}{a}$, кг
	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					

Таблица 2. Среднее значение массы тела

Масса тела, кг	*Экспериментальное среднее значение массы тела, кг	**Теоретическое значение массы тела, кг
1.		
2.		
3.		
4.		

* Сложите все значения массы тела, записанные в таблицах 1, полученный результат разделите на четыре (количество серий экспериментов).

** Для сравнения необходимо, чтобы теоретическое и экспериментальное значения массы тела имели одинаковое количество значащих цифр.

б) Движение тела при наличии трения

Таблица 3. Результаты измерений

Масса груза m_2 , г	№	Время t , с	Среднее время t_{cp} , с	Ускорение a , м/с ²	Сила тяги $F_{тяги}$, Н
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				

Масса груза m_2 , г	№	Время t , с	Среднее время t_{cp} , с	Ускорение a , м/с ²	Сила тяги $F_{тяги}$, Н
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				

Масса груза m_2 , г	№	Время t , с	Среднее время t_{cp} , с	Ускорение a , м/с ²	Сила тяги $F_{тяги}$, Н
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				

Масса груза m_2 , г	№	Время t , с	Среднее время t_{cp} , с	Ускорение a , м/с ²	Сила тяги $F_{тяги}$, Н
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				

Масса груза m_2 , г	№	Время t , с	Среднее время t_{cp} , с	Ускорение a , м/с ²	Сила тяги $F_{тяги}$, Н
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				