

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1\_1  
**ДВИЖЕНИЕ С ПОСТОЯННЫМ УСКОРЕНИЕМ (1)**  
(выполняются либо 1\_1, либо 1\_2)

Ю.В.Тихомиров

Ознакомьтесь с теорией в конспекте и учебнике (Савельев, т.1, §3, 4). Запустите программу PHYSICS\BOOKS.exe . Щелкайте левой кнопкой мыши, поместив ее маркер на кнопку «↓» справа внизу, пока не появится кнопка, около которой надпись «Падение тел». Нажмите мышью на нее и затем нажмите кнопку «Физика». Ознакомьтесь с краткой теорией.

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:**

- Знакомство с применением физической модели МАТЕРИАЛЬНАЯ ТОЧКА (МТ).
- Исследование движения МТ с постоянным ускорением.
- Экспериментальное определение ускорения свободного падения на поверхности Земли.

**КРАТКАЯ ТЕОРИЯ:**

МАТЕРИАЛЬНАЯ ТОЧКА это абстрактный объект (модель), не имеющий размеров, но обладающий другими характеристиками реального тела.

ПОЛОЖЕНИЕ МТ это координата, которую имеет МТ в данный момент времени. Математическое описание положения МТ - ее радиус-вектор  $\vec{r}$ .

МЕХАНИЧЕСКОЕ ДВИЖЕНИЕ есть изменение положения тела в пространстве со временем. Закон движения - это функция  $\vec{r}(t) = \{x(t), y(t), z(t)\}$ .

ТРАЕКТОРИЯ есть геометрическое место точек, которые проходит МТ при ее движении.

СКОРОСТЬ есть векторная кинематическая характеристика движения, показывающая быстроту и направление движения. Математически  $\vec{v}(t) = \frac{d\vec{r}(t)}{dt}$ . В

каждой точке траектории вектор скорости направлен по касательной к ней.

УСКОРЕНИЕ есть векторная кинематическая характеристика движения, показывающая быстроту и направление изменения скорости. Математически  $\vec{a}(t) = \frac{d\vec{v}(t)}{dt}$ .

Для движения с постоянным ускорением  $\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$ , где  $\vec{r}_0$  - начальное положение и  $\vec{v}_0$  - начальная скорость МТ. При свободном движении тела вблизи поверхности Земли  $\vec{a} = \vec{g}$  - ускорению свободного падения.

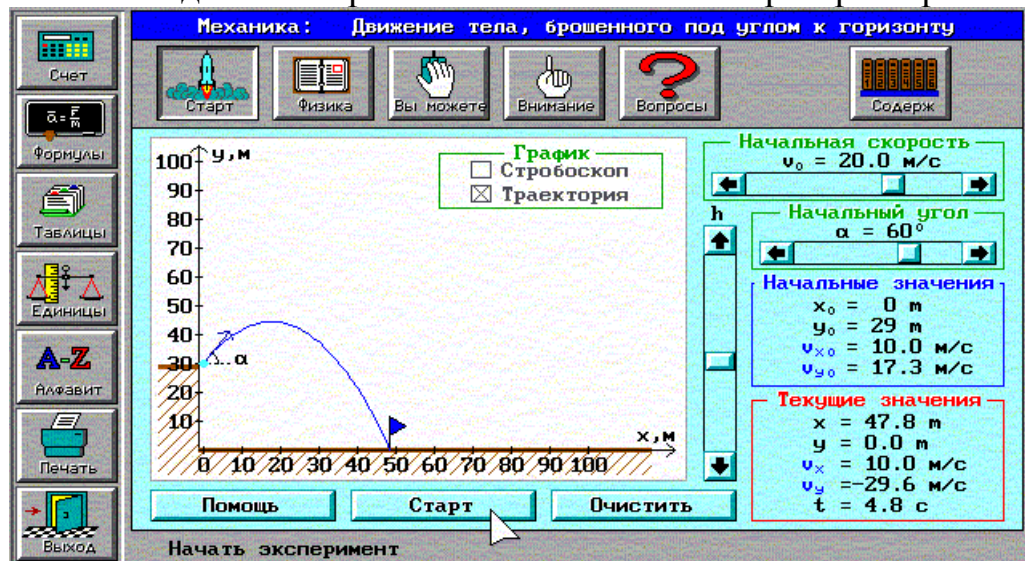
ТАНГЕНЦИАЛЬНОЕ УСКОРЕНИЕ – показывает, как быстро меняется величина скорости  $a_t = \frac{d|\vec{v}|}{dt}$ ; оно направлено по касательной к траектории.

НОРМАЛЬНОЕ УСКОРЕНИЕ – показывает, как быстро меняется направление вектора скорости  $a_n = \frac{v^2}{R}$  (R – радиус кривизны траектории). Оно перпендикулярно касательной.

ПОЛНОЕ УСКОРЕНИЕ определяется по теореме Пифагора:  $|\vec{a}| = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}$ .

**Задание: Выведите формулу траектории тела, брошенного под углом к горизонту (в черновике).**

Зарисуйте необходимое с экрана в свой конспект лабораторной работы.



## **МЕТОДИКА и ПОРЯДОК ИЗМЕРЕНИЙ**

Нажмите мышью кнопку «СТАРТ». Внимательно рассмотрите картинку в средней части монитора. Найдите регуляторы с движками, задающие высоту  $h$  и начальную скорость  $V_0$ . Подведите маркер мыши к движку регулятора высоты, нажмите и удерживайте левую кнопку мыши, двигая мышь вниз. Движок регулятора будет двигаться за маркером мыши. Доведите его до положения, соответствующего следующей высоте  $h$ , с которой бросают тело: 100 м для бригад 1,2,3,4 и 80 м для бригад 5,6,7,8.

Тем же методом «зацепив мышью и двигая движок регулятора» или щелкая мышью по стрелке на движке, установите значения начальной скорости, указанные в соответствующей таблице 1 (см. ниже) для вашей бригады.

Найдите кнопку «Pause» на клавиатуре компьютера в верхнем ряду (справа). Будьте готовы быстро нажать ее. Нажмите мышью кнопку «Старт» внизу экрана и через 1-2 секунды, нажав кнопку «Pause», остановите движение тела. Снимите руку с мыши и нажмите ею клавишу пробела (самая длинная в нижнем ряду клавиатуры). Движение тела возобновится. Вновь остановите его, нажав «Pause» через 1-2 секунды. После падения тела очистите экспериментальное поле (кнопка «Очистить») и снова запустите процесс кнопкой «Старт» внизу экрана.

Подберите время движения (между нажатиями клавиш пробела и «Pause») так, чтобы на траектории примерно равномерно располагались 5 точек измерения. Потренируйтесь.

**Получите у преподавателя допуск для выполнения измерений.**

Приступайте к измерениям на первой траектории, записывая координаты 5 точек в таблицу 2, образец которой приведен ниже. Повторите измерения для

четырёх других траекторий, начальные параметры движения для которых указаны в таблице 1.

**Таблица 1. Начальные параметры траекторий** (не перерисовывать).

	Начальная скорость (м/с)				
Брига- ды	Траектория 1	Траектория 2	Траектория 3	Траектория 4	Траектория 5
1 и 5	3.4	7.7	12.0	15.4	18.9
2 и 6	4.3	8.6	12.9	16.3	19.7
3 и 7	5.1	9.4	13.7	17.2	20.6
4 и 8	6.0	10.3	14.6	18.0	21.5

**Таблица 2. Результаты измерений**

	Траектор.1			Траектор.2			Траектор.3			Траектор.4			Траектор.5		
	x	x <sup>2</sup>	y	x	x <sup>2</sup>	y	x	x <sup>2</sup>	y	x	x <sup>2</sup>	y	x	x <sup>2</sup>	y
Единица измерения															
1															
2															
3															
4															
5															
g (м/с <sup>2</sup> )															

### **ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ И ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА:**

1. Вычислите и запишите в таблицу квадраты координаты МТ по горизонтали (x<sup>2</sup>).
2. Постройте на одном рисунке графики зависимости координаты по вертикали (y) от квадрата координаты по горизонтали (x<sup>2</sup>) для каждой траектории.
3. Определите по графикам (по катетам треугольника Δ(y) и Δ(x<sup>2</sup>), гипотенузой у которого является линия построенной вами зависимости) значение ускорения свободного падения g для каждой траектории по формуле

$$g = 2v_0^2 \frac{\Delta(y)}{\Delta(x^2)}.$$

4. Вычислите среднее значение g и его ошибку.
5. Запишите ответ и проанализируйте ответ и графики.

## Вопросы и задания для самоконтроля по работе 1\_1

1. Дайте определение материальной точки.
2. Как определяется положение материальной точки?
3. Дайте определение системы отсчета.
4. Что такое декартова система координат?
5. Дайте определение механического движения.
6. Что такое скорость материальной точки (словами и математически)?
7. Как математически записывается быстрота изменения какой-либо переменной величины?
8. Дайте определение ускорения МТ (словами и математически)?
9. Что такое траектория движения МТ?
10. Что такое закон движения?
11. Запишите закон движения для движения МТ с постоянным ускорением.
12. Запишите закон изменения скорости для движения МТ с постоянным ускорением.
13. Дайте определение пути при произвольном движении МТ.
14. Напишите формулу для вычисления пути при произвольном движении МТ.
15. Дайте определение средней скорости. Напишите формулу для ее вычисления.
16. Дайте определение тангенциального ускорения.
17. Дайте определение нормального ускорения.
18. Напишите формулу для вычисления величины полного ускорения по известным тангенциальному и нормальному ускорениям.
19. Как движется МТ, если ускорение остается все время направленным вдоль скорости?
20. Как движется МТ, если ускорение остается все время направленным против скорости?
21. Как движется МТ, если ускорение все время остается направленным перпендикулярно скорости?
22. Как движется МТ, если скорость остается все время направленной вдоль радиус-вектора?
23. Как движется МТ, если скорость все время направлена против радиус-вектора?
24. Как движется МТ, если скорость все время направлена перпендикулярно радиус-вектору?