

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1_2
ДВИЖЕНИЕ С ПОСТОЯННЫМ УСКОРЕНИЕМ (2)
(выполняются либо 1_1, либо 1_2)

Ю.В.Тихомиров

Ознакомьтесь с теорией в конспекте, учебнике (Савельев, т.1, §3, 4). Запустите программу PHYSICS\BOOKS.exe. Щелкайте левой кнопкой мыши, установив ее маркер на кнопке «↓» справа внизу экрана, пока не появится кнопка, около которой надпись «Движение тела, брошенного под углом к горизонту». Нажмите мышью на нее и затем на кнопку «Физика».

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 $\vec{r}(t) = \{x(t), y(t), z(t)\}$.

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

УСКОРЕНИЕ есть векторная кинематическая характеристика движения, показывающая быстроту и направление изменения скорости. Математически

$$\vec{a}(t) = \frac{d\vec{v}(t)}{dt}.$$

ТРАЕКТОРИЯ есть геометрическое место точек, которые проходит МТ при ее движении. В каждой точке вектор скорости направлен по касательной к траектории.

Для движения с постоянным ускорением закон движения

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2},$$

где \vec{r}_0 - начальное положение и \vec{v}_0 - начальная скорость МТ.

Закон скорости: $\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \vec{a} t$.

При свободном движении тела вблизи поверхности Земли $\vec{a} = \vec{g}$ - ускорению свободного падения.

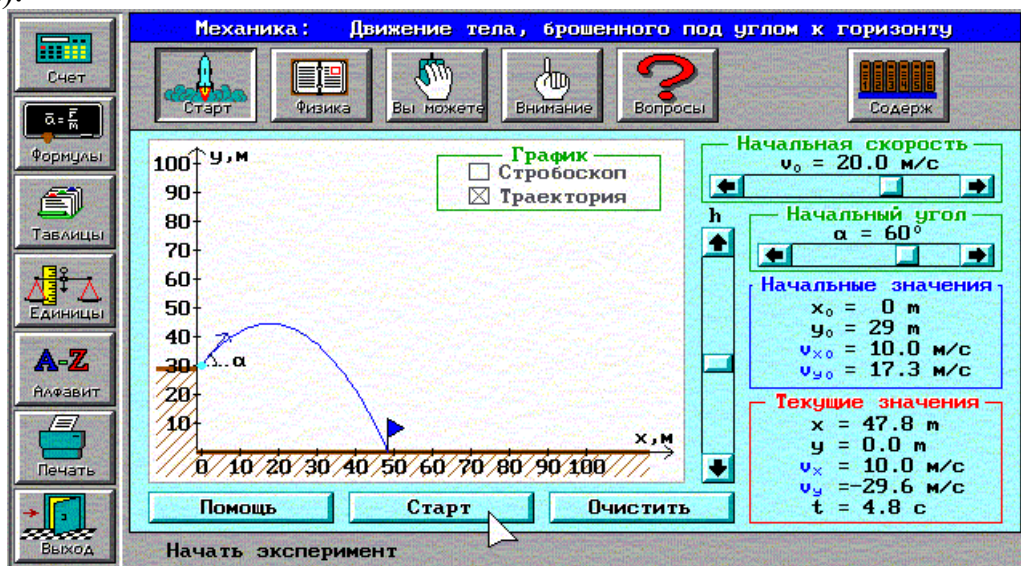
ТАНГЕНЦИАЛЬНОЕ УСКОРЕНИЕ – показывает, как быстро меняется величина скорости $a_t = \frac{d|\vec{v}|}{dt}$; оно направлено по касательной к траектории.

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 для y_{\max} максимальной высоты подъема тела (в черновике).

УКАЗАНИЯ: Для верхней точки траектории вертикальная проекция скорости равна нулю. Из уравнения $v_y(t_{\text{ДВ}}) = 0$, выразите $t_{\text{ДВ}}$ и подставьте в формулу для $y(t)$.



МЕТОДИКА и ПОРЯДОК ИЗМЕРЕНИЙ

Выключите «Стробоскоп», установив маркер мыши на квадрат с крестиком и нажав (коротко) на левую кнопку мыши.

Нажмите мышью кнопку «СТАРТ». Внимательно рассмотрите картинку в средней части монитора. Найдите регуляторы с движками, задающие высоту h , начальную скорость V_0 и угол бросания α . 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 высоте h , указанной в табл.1 для вашей бригады. Тем же методом «зацепив мышью и двигая движок регулятора» или щелкая мышью по стрелке на движке, установите значения угла бросания, указанные в табл.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, когда МТ будет в верхней точке траектории (вертикальная компонента скорости V_y должна быть мала), остановите движение кнопкой «Pause». Запомните значение высоты, показанное справа. Для продолжения движения тела нужно нажать клавишу ПРОБЕЛ (самая длинная внизу на клавиатуре).

Потренируйтесь, очищая экран (кнопка «Очистить» на экране), повторяя запуск (кнопка «Старт» на экране) и сравнивая полученные значения высоты. **Получите у преподавателя допуск для выполнения измерений.**

Приступайте к измерениям на первой траектории, записывая результаты пяти измерений координаты y_{MAX} в таблицу 2, образец которой приведен ниже. Повторите измерения для четырех других траекторий, начальные параметры движения для которых указаны в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Начальные параметры траекторий (не перерисовывать)

Номер бригады	Начальная высота h , (м)	Начальный угол α , (град)	Номер бригады	Начальная высота h , (м)	Начальный угол α , (град)
1	10	60	5	10	45
2	30	60	6	30	45
3	50	60	7	50	45
4	65	60	8	65	45

Таблица 2. Результаты измерений

Номер измерения	Траектор. 1 $v_0 = 15$ (м/с)		Траектор. 2 $v_0 = 17$ (м/с)		Траектор. 3 $v_0 = 19$ (м/с)		Траектор. 4 $v_0 = 22$ (м/с)		Траектор. 5 $v_0 = 25$ (м/с)	
	y_{MAX}	Δy_{MAX}	y_{MAX}	Δy_{MAX}	y_{MAX}	Δy_{MAX}	y_{MAX}	Δy_{MAX}	y_{MAX}	Δy_{MAX}
1										
2										
3										
4										
5										
$\langle y_{\text{MAX}} \rangle$										
Абс.о- шибка										
$\langle y_{\text{MAX}} \rangle$										

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ И ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА:

1. Вычислите и запишите в таблицу средние значения вертикальной координаты точки максимального подъема $\langle y_{\text{MAX}} \rangle$ и отклонения Δy_{MAX} измеренного значения от среднего.
2. Постройте график зависимости средних значений вертикальной координаты точки максимального подъема $\langle y_{\text{MAX}} \rangle$ от квадрата начальной скорости.
3. Определите по графику значение ускорения свободного падения g , используя формулу $g = \frac{1}{2} \sin^2(\alpha) \frac{\Delta(v_0^2)}{\Delta(y_{\text{max}})}$.
4. Вычислите ошибку среднего значения g .
5. Запишите ответ и проанализируйте ответ и график.

Вопросы и задания для самоконтроля по работе 1_2

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?
7. Как математически записывается быстрота изменения какой либо переменной величины?
8. Дайте определение ускорения МТ?
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 все время направлено против скорости?
21. Как движется МТ, если ускорение все время остается направленным перпендикулярно скорости?
22. Как движется МТ, если скорость все время направлена 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?