

Теоретические выводы к работам

Лабораторная работа №1

"Измерение ускорения свободного падения тела брошенного горизонтально "

Запишем уравнение движения вдоль оси OY

$$y = h - \frac{g \cdot t^2}{2} \quad (1)$$

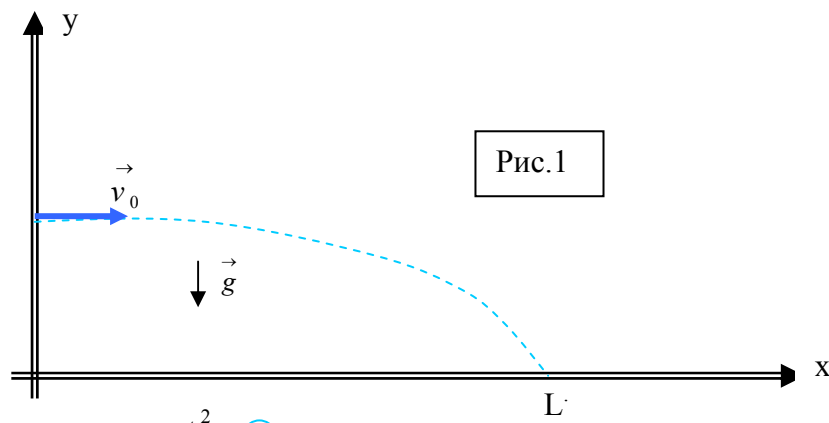
В момент падения тела на горизонтальную плоскость координата x будет равной L , а координата $y=0$.

В результате уравнение 1 примет вид:

$$0 = h - \frac{g \cdot t^2}{2} \quad (2)$$

Проведя математические операции над уравнением 2 получим формулу для вычисления ускорения свободного падения

$$g = \frac{2h}{t^2} \quad (3)$$



Лабораторная работа №2

"Измерение времени полета тела брошенного горизонтально "

Проекция начальной скорости на ось OY равна нулю, а на ось OX равна v_0 (рис1). Запишем уравнение движения вдоль оси OY

$$y = h - \frac{g \cdot t^2}{2} \quad (1)$$

В момент падения тела на горизонтальную плоскость координата x будет равной L , а координата $y=0$.

В результате уравнение 1 примет вид:

$$0 = h - \frac{g \cdot t^2}{2} \quad (2)$$

Проведя математические операции над уравнением 2 получим формулу для вычисления времени падения (полета):

$$t_{\text{падения}} = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (3)$$

Лабораторная работа №3

"Измерение начальной скорости тела брошенного горизонтально "

Проекция начальной скорости на ось OY равна нулю, а на ось OX равна v_0 (рис1). Запишем уравнение движения вдоль осей OX и OY

$$x = v_0 \cdot t \quad (1)$$

$$y = h - \frac{g \cdot t^2}{2} \quad (2)$$

В момент падения тела на горизонтальную плоскость координата x будет равной L , а координата $y=0$.

Из уравнения 1 времени полета:

$$t = \frac{L}{v_0} \quad (3)$$

А уравнение 2 примет вид:

$$0 = h - \frac{g \cdot t^2}{2} \quad (4)$$

Подставляя 3 в 4 получим формулу для вычисления начальной скорости броска

$$v_0 = L \sqrt{\frac{g}{2h}} \quad (5)$$

Лабораторная работа №4

"Измерение ускорения свободного падения тела брошенного с высоты $h=0$, под углом к горизонту "

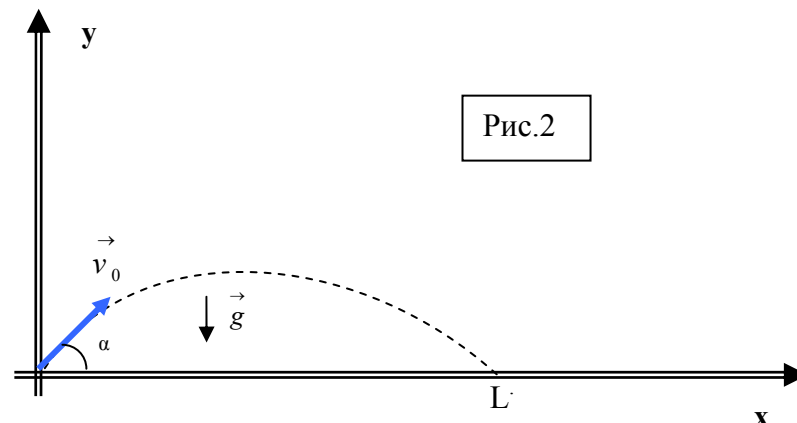
Проекция начальной скорости на оси OX и OY

$$\begin{cases} v_x = v_0 \cdot \cos \alpha \\ v_y = v_0 \cdot \sin \alpha \end{cases} \quad (1)$$

Запишем уравнения движения вдоль осей

OX и OY

$$\begin{cases} x = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t \\ y = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} \end{cases} \quad (2)$$



В момент падения тела на горизонтальную плоскость координата x будет равной L , а координата $y=0$.

В результате система уравнений 2 примет вид:

$$\begin{cases} L = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t \\ 0 = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} \end{cases} \quad (3)$$

Выразим v_0 из первого уравнения системы 3 и подставим во второе

Получим:

$$0 = L \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{g \cdot t^2}{2} \quad (4)$$

Проведя математические операции над уравнением 4 получим формулу для вычисления ускорения свободного падения

$$g = \frac{2 \cdot L \cdot \operatorname{tg} \alpha}{t^2} \quad (5)$$

Лабораторная работа №5

"Измерение времени полета тела брошенного под углом к горизонту с высоты $h=0$ "

Проекция начальной скорости на оси OX и OY (рис.2)

$$\begin{cases} v_x = v_0 \cdot \cos \alpha \\ v_y = v_0 \cdot \sin \alpha \end{cases} \quad (1)$$

Запишем уравнения движения вдоль осей OX и OY

$$\begin{cases} x = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t \\ y = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} \end{cases} \quad (2)$$

В момент падения тела на горизонтальную плоскость координата x будет равной L , а координата $y=0$.

В результате система уравнений 2 примет вид:

$$\begin{cases} L = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t \\ 0 = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} \end{cases} \quad (3)$$

Выразим v_0 из первого уравнения системы 3 и подставим во второе

Получим:

$$0 = L \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{g \cdot t^2}{2} \quad (4)$$

Проведя математические операции над уравнением 4 получим формулу для вычисления времени полета

$$t_{\text{полета}} = \sqrt{\frac{2 \cdot L \cdot \operatorname{tg} \alpha}{g}} \quad (5)$$

Лабораторная работа №6

"Измерение начальной скорости тела брошенного под углом к горизонту с высоты $h = 0$ "

Проекция начальной скорости на оси OX и OY (рис.2)

$$\begin{cases} v_x = v_0 \cdot \cos \alpha \\ v_y = v_0 \cdot \sin \alpha \end{cases} \quad (1)$$

Запишем уравнения движения вдоль осей OX и OY

$$\begin{cases} x = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t \\ y = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} \end{cases} \quad (2)$$

В момент падения тела на горизонтальную плоскость координата x будет равной L , а координата $y=0$.

В результате система уравнений 2 примет вид:

$$\begin{cases} L = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t \\ 0 = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} \end{cases} \quad (3)$$

Выразим t из первого уравнения системы 3 и подставим во второе

Получим: $0 = 2v_0^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha - g \cdot L$ (4)

Из тригонометрии знаем, что

$$\sin 2\alpha = 2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha \quad (5)$$

Подставляя уравнение 5 в 4 получим формулу нахождения начальной скорости

$$v_0 = \sqrt{\frac{g \cdot L}{\sin 2\alpha}} \quad (6)$$

Лабораторная работа №7

"Измерение ускорения свободного падения тела брошенного с высоты h , под углом к горизонту "

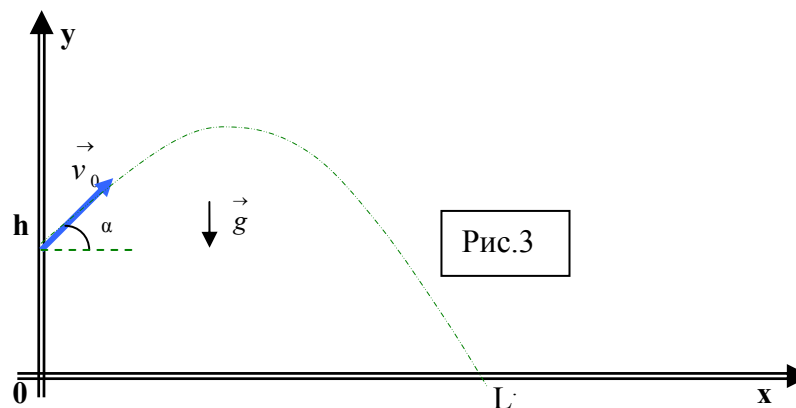
Проекция начальной скорости на оси

$$OX \text{ и } OY \begin{cases} v_x = v_0 \cdot \cos \alpha \\ v_y = v_0 \cdot \sin \alpha \end{cases} \quad (1)$$

Запишем уравнения движения

вдоль осей OX и OY

$$\begin{cases} x = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t \\ y = h + v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} \end{cases} \quad (2)$$



В момент падения тела на горизонтальную плоскость координата x будет равной L , а координата $y=0$.

В результате система уравнений 2 примет вид:

$$\textcircled{3} \quad \begin{cases} L = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t \\ 0 = h + v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} \end{cases}$$

Выразим v_0 из первого уравнения системы 3 и подставим во второе

Получим: $0 = h + L \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{g \cdot t^2}{2}$ $\textcircled{4}$

Проведя математические операции над уравнением 4 получим формулу для вычисления ускорения свободного падения

$$g = \frac{2(h + L \cdot \operatorname{tg} \alpha)}{t^2} \quad \textcircled{5}$$

Лабораторная работа №8

"Измерение времени полета тела брошенного под углом к горизонту с высоты h "

Проекция начальной скорости на оси OX и OY (рис.3)

$$\begin{cases} v_x = v_0 \cdot \cos \alpha \\ v_y = v_0 \cdot \sin \alpha \end{cases} \quad \textcircled{1}$$

Запишем уравнения движения вдоль осей OX и OY

$$\begin{cases} x = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t \\ y = h + v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} \end{cases} \quad \textcircled{2}$$

В момент падения тела на горизонтальную плоскость координата x будет равной L , а координата $y=0$.

В результате система уравнений 2 примет вид:

$$\textcircled{3} \quad \begin{cases} L = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t \\ 0 = h + v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} \end{cases}$$

Выразим v_0 из первого уравнения системы 3 и подставим во второе

Получим: $0 = h + L \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{g \cdot t^2}{2}$ $\textcircled{4}$

Проведя математические операции над уравнением 4 получим формулу для вычисления времени полета

$$t_{\text{полета}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (h + L \cdot \operatorname{tg} \alpha)}{g}} \quad \textcircled{5}$$

Лабораторная работа №9

"Измерение начальной скорости тела брошенного под углом к горизонту с высоты h "

Проекция начальной скорости на оси OX и OY (рис.3)

$$\begin{cases} v_x = v_0 \cdot \cos \alpha \\ v_y = v_0 \cdot \sin \alpha \end{cases} \quad (1)$$

Запишем уравнения движения вдоль осей OX и OY

$$\begin{cases} x = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t \\ y = h + v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} \end{cases} \quad (2)$$

В момент падения тела на горизонтальную плоскость координата x будет равной L , а координата $y=0$.

В результате система уравнений 2 примет вид 3:

$$(3) \begin{cases} L = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t \\ 0 = h + v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{Выразим } t \text{ из первого} \\ \text{уравнения системы 3 и} \\ \text{подставим во второе} \end{array}$$

Получим:

$$0 = h + L \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{g \cdot L^2}{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha} \quad (4)$$

Выразим из уравнения 4 v_0^2 , получим:

$$v_0^2 = \frac{g \cdot L^2}{(h + L \cdot \operatorname{tg} \alpha) \cdot 2 \cdot \cos^2 \alpha} \quad (5)$$

Извлекая квадратный корень из обеих частей уравнения 5 получим формулу начальной скорости

$$v_0 = \frac{L}{\cos \alpha} \sqrt{\frac{g}{2 \cdot h + 2 \cdot L \cdot \operatorname{tg} \alpha}} \quad (6)$$

Лабораторная работа №10

"Движение по наклонной плоскости и в поле силы тяжести "

Рассмотрим движение по наклонной плоскости:

Перемещение тела на наклонной плоскости численно равно AB , если учесть, что тело движется на этом участке без начальной скорости, то можно записать уравнения скорости и уравнения перемещения:

$$v = a \cdot t \quad (1)$$

$$AB = \frac{a \cdot t^2}{2} \quad (2)$$

Выразим ускорение a из уравнения 2 и подставим в уравнение 1, получим

формулу для нахождения

конечной скорости на наклонной

плоскости:

$$v = \frac{2 \cdot AB}{t} \quad (3)$$

Эта скорость равна начальной скорости v_0 на участке BL .

Рассмотрим движение на участке BL :

Проекция начальной скорости на ось OY равна нулю, а на ось OX равна v_0 .

Запишем уравнение движения вдоль осей OX и OY

$$x = v_0 \cdot t \quad (4)$$

$$y = h - \frac{g \cdot t^2}{2} \quad (5)$$

Примечание: В уравнении 4 примем значение координаты $x_0=0$.

В момент падения тела на горизонтальную плоскость координата x будет равной L , а координата $y=0$.

Из уравнения 4 время полета:

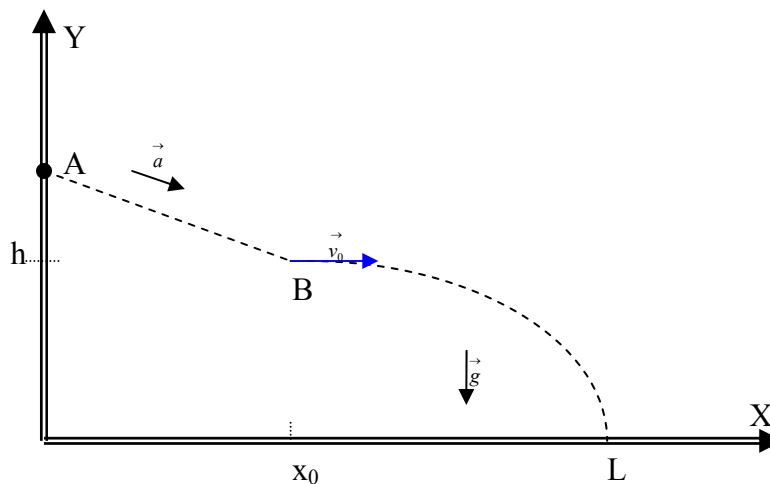
$$t = \frac{L}{v_0} \quad (6)$$

При этом уравнение 5 примет вид:

$$0 = h - \frac{g \cdot t^2}{2} \quad (7)$$

Подставляя 6 в 7 получим формулу для вычисления начальной скорости на участке BL :

$$v_0 = L \sqrt{\frac{g}{2h}} \quad (8)$$



Лабораторная работа №11

"Измерение максимальной высоты подъема тела брошенного под углом к горизонту с высоты $h=0$ "

Проекция начальной скорости на оси OX и OY (см.рис.2. Лаб.раб№4)

$$\begin{cases} v_x = v_0 \cdot \cos \alpha \\ v_y = v_0 \cdot \sin \alpha \end{cases} \quad (1)$$

Запишем уравнения движения вдоль осей OX и OY

$$\begin{cases} x = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t \\ y = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} \end{cases} \quad (2)$$

Выразим из первого уравнения начальную скорость

$$v_0 = \frac{L}{t \cdot \cos \alpha} \quad (3)$$

подставим уравнение 3 в уравнение 2 системы два, получим:

$$y = L \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{g \cdot t^2}{2} \quad (4)$$

До верхней точки тело тратит время равное половине времени всего полета.

В результате получаем формулу для нахождения максимальной высоты подъема тела:

$$h_{\max} = L \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{g \cdot t_{\text{полета}}^2}{8} \quad (5)$$