

Робота № 4.

Визначення прискорення вільного падіння під час руху тіла, кинутого під кутом до горизонту

Дата проведення

Мета роботи: визначити модуль прискорення вільного падіння під час дослідження руху тіла, кинутого під кутом до горизонту

Питання для підготовки до роботи

1. Що спільного в русі тіл, кинутих вертикально, горизонтально та під кутом до горизонту? 2. Якою траєкторією рухається тіло, кинуте під кутом до горизонту? 3. Чи можна вважати рух тіла, кинутого під кутом до горизонту, рівноприскореним?

Теоретичні відомості

Координати тіла, кинутого під кутом до горизонту змінюються за законами:

$$x = x_0 + v_{0x}t = x_0 + v_0 \cos\alpha \cdot t \quad (1)$$

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y}{2}t^2 = y_0 + v_0 \sin\alpha \cdot t - \frac{g}{2}t^2 \quad (2)$$

Якщо тіло кинути з поверхні землі й початок системи координат пов'язати з початковим положенням тіла ($x_0 = y_0 = 0$), то для такого руху можна визначити максимальну висоту та дальність польоту тіла:

а) визначимо час польоту тіла. Під час падіння тіла на землю його координата відносно вісі $0y$ дорівнює $y = y_0 = 0$. Отже:

$$0 = v_0 \cdot \sin\alpha \cdot t - \frac{g}{2} \cdot t^2 \Rightarrow t = \frac{2v_0}{g} \cdot \sin\alpha ;$$

б) визначимо максимальну дальність польоту. У рівняння руху тіла відносно вісі $0x$ (1) підставимо час польоту тіла:

$$x_{max} = l_{max} = v_{0x}t = v_0 \cos\alpha \cdot t = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha ; \quad (3)$$

в) визначимо максимальні висоту, на яку піднімається тіло під час руху. У рівняння руху тіла відносно вісі Oy підставимо половину всього часу польоту тіла ($t_1 = \frac{v_0}{g} \cdot \sin\alpha$), оскільки інтервали часу, упродовж яких тіло рухалося вгору й донизу однакові:

$$h_{max} = v_0 \cdot \sin\alpha \cdot t_1 - \frac{g}{2} \cdot t_1^2 = \frac{v_0^2}{2g} \cdot \sin^2\alpha. \quad (4)$$

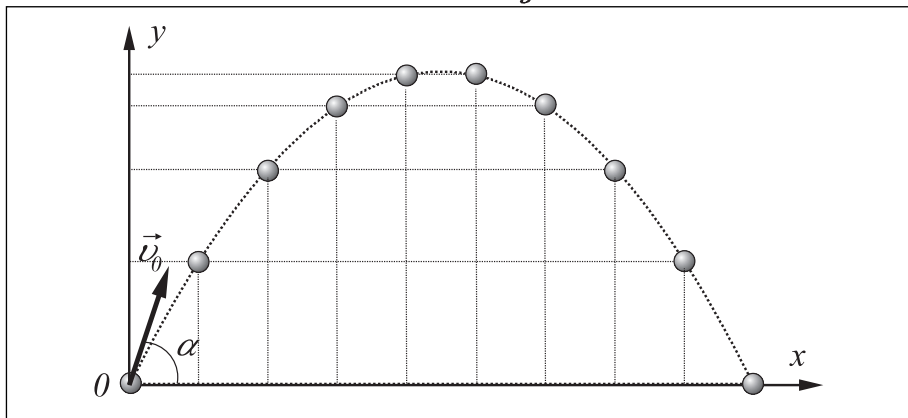


Рис. 6

Рівняння (3) та (4) є рівняннями прямої ($y = ax + b$):

$$l_{max} \sim \sin 2\alpha, a_1 = \frac{v_0^2}{g}, b_1 = 0; \text{ та } h_{max} \sim \sin^2\alpha, a_2 = \frac{v_0^2}{2g}, b_2 = 0.$$

У роботі маємо дослідити, чи дійсно l_{max} та h_{max} залежать прямопропорційно від $\sin 2\alpha$ та $\sin^2\alpha$ відповідно? Якщо так, то за значеннями кутових коефіцієнтів (a_1, a_2), які чисельно дорівнюють тангенсу кута нахилу прямих до вісі Ox та відомим значенням початкової швидкості можна визначити модуль прискорення вільного падіння g .

Обладнання: комп'ютер із доступом до інтернету, програмний засіб навчального призначення GeoGebra.

Вказівки щодо виконання роботи

1. У веб-браузері увійти на сторінку комп'ютерних симуляцій (*phet.colorado.edu*) та у полі внизу сторінки обрати українську мову.

2. Перейти на сторінку “Фізика” та розгорнути симуляцію “Рух снарядів”.

3. Встановити початкові параметри симуляції: висота, з якої відбувається постріл $h_0 = 0$; тіло, рух якого досліджується – м'яч для гольфу; початкова швидкість $v_0 = 20$ м/с.

4. Змінюючи кут нахилу гармати через кожні 10^0 визначити максимальні значення висоти підйому та дальності польоту кульки. Результати вимірювань та обчислень записати в таблицю 1:

Таблиця 1.

α , градуси	$\sin^2 \alpha$	h_{max} м	$\sin 2\alpha$	l_{max} м
30	0.25		0.87	
40	0.41		0.98	
50	0.59		0.98	
60	0.75		0.87	
70	0.88		0.64	
80	0.97		0.34	
90	1.00		0.00	

5. Розгорнути на комп'ютері програму *GeoGebra*. Встановити курсор на довільну точку полотна та правою кнопкою миші викликати контекстне меню. Обрати “Налаштування...” та встановити параметри відтворення координатної площини:

$$x_{min} = 0, x_{max} = 1.2, y_{min} = 0, y_{max} = 26.$$

6. Обрати пункт “Таблиця” в розділі “Вид” та занести відпо-

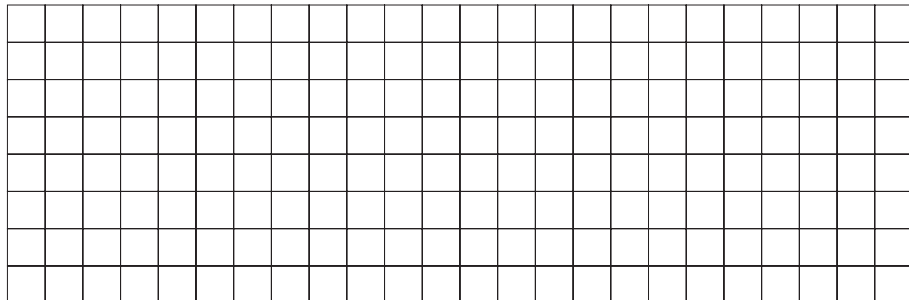
відні значення з таблиці 1. Виділити в таблиці діапазон значень та у контекстному меню обрати “Створити → Ламана”. Після появи графіка вікно “Таблиця” можна згорнути.



Рис. 7

7. Для аналізу графіку провести пряму, яка збігається з отриманим відрізком. Для цього натиснути кнопку 1 (рис.7) та обрати “Пряма”. Виділити першу та останню точки відрізка.

8. У полі ліворуч навести курсор на рівняння прямої, викликати контекстне меню та обрати “Рівняння $y=kx+b$ ”. З рівняння прямої визначити кутовий коефіцієнт k та порахувати значення прискорення вільного падіння. Зробити висновки.



9. Роздрукувати (накреслити на *мм* папері) графік залежності $h_{max} = f(\sin^2 \alpha)$ та вклеїти в зошит на с. 33.

10. Виконати п.п. 5–9 для функційної залежності $l_{max} = f(\sin 2\alpha)$. Зробити висновки.

