

Лабораторная работа 3. Баллистическая кривая.

Физические основы

При бросании тела под углом α к горизонту по оси ОХ оно движется по инерции равномерно со скоростью $V_x = V_0 \cos \alpha$, а по оси ОУ под действием силы тяжести с ускорением $-g$ и начальной скоростью $V_{y0} = V_0 \sin \alpha$.

Решая соответствующие уравнения движения в проекциях на оси ОХ и ОУ, получим:

$$\text{дальность полета равна } x_m = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}; \quad (1)$$

$$\text{высота подъема тела равна } y_m = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}; \quad (2)$$

$$\text{уравнение траектории } y(x) = tg \alpha x - \frac{g}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 \quad (3)$$

соответствует перевернутой параболе.

Если рассматривать реальную задачу, то необходимо учитывать силу сопротивления воздуха, пропорциональную квадрату скорости

$$F_c = kV^2.$$

Задания

1. В отдельных ячейках задать $g = -9.8$, k и m по указанию преподавателя.
2. В первом столбце задать время.
3. Во втором столбце задать ускорение по ОХ: $a_{xi} = -\frac{kV_{xi-1}^2}{m}$
4. В третьем столбце задать ускорение по ОУ: $a_{yi} = g - \frac{kV_{yi-1}^2}{m}$.
5. В четвертом столбце задать скорость по ОХ: $V_{xi} = V_{i-1} + a_i * dt$. Начальное значение скорости по ОХ равно $V_0 \cos \alpha$. Угол в Excel задается в радианах.
6. В пятом столбце задать скорость по ОУ: $V_{yi} = V_{i-1} + a_i * dt$. Начальное значение скорости по ОУ равно $V_0 \sin \alpha$.
7. В шестом столбце задать координату $x_i = x_{i-1} + V_x dt$. Начальная координата равна 0.
8. В седьмом столбце задать координату $y_i = y_{i-1} + V_y dt$. Начальная координата равна 0.
9. Построить точечную диаграмму $y(x)$ при различных значениях k .
10. Построить точечную диаграмму $y(x)$ при $k=0$. Убедиться, что она представляет собой симметричную параболу методом линеаризации. Для этого:
 - 10.1. Построить точечную диаграмму $y(x^2)$.
 - 10.2. Для каких-либо 2 точек этой прямой вычислить угловой коэффициент по формуле $\frac{y_2 - y_1}{x_2^2 - x_1^2}$.
 - 10.3. Убедиться, что он равен $-\frac{g}{2V_0^2 \cos^2 \alpha}$, т.е. соответствует формуле (3).
11. По диаграмме проверить справедливость формул (1) и (2).

Контрольные вопросы

1. Какие силы действуют на тело в полете?
2. Каков характер движения тела по осям ОХ и ОУ?
3. Какова форма траектории тела брошенного под углом к горизонту?
4. Какое влияние на форму траектории оказывает сопротивление воздуха.
5. Из уравнений движения вывести формулы (1), (2), (3).