



010113. Движение тела в поле силы тяжести.

Требуемое оборудование

Приборы:

1. Блок механический БМЗ

1 шт.

Краткое теоретическое введение

Тело, брошенное под углом α к горизонту, движется под действием силы тяжести. Если другими силами (например, сопротивлением воздуха) можно пренебречь, то движение называют свободным падением. Ускорение при этом называют ускорением свободного падения \vec{g} . Оно направлено вертикально вниз и в условиях опыта может считаться постоянным по модулю.

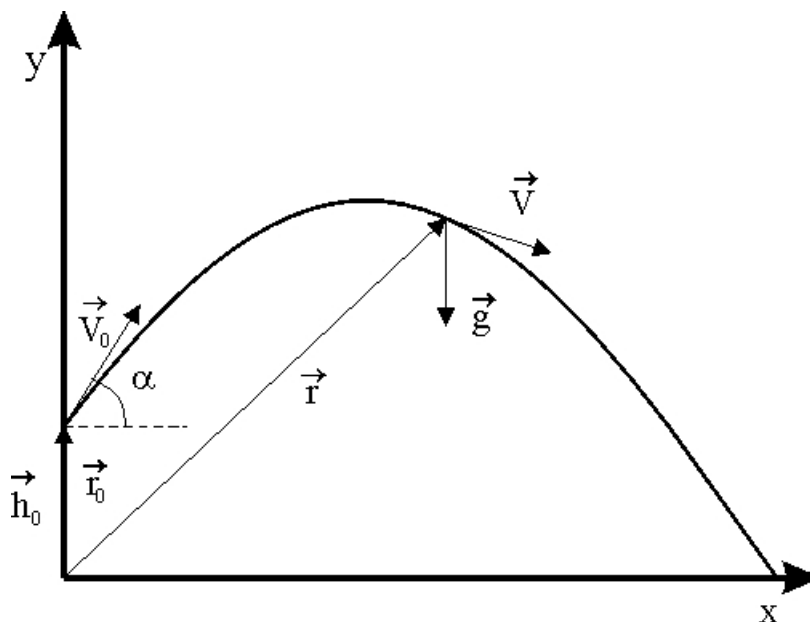


Рис.1

Движение пули можно описать следующими векторными кинематическими уравнениями

$$\vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{g}t; \quad (1)$$

$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{V}_0t + \frac{\vec{g}t^2}{2} \quad (2)$$

Здесь \vec{V} - вектор скорости пули в момент времени t ;

\vec{V}_0 - вектор скорости пули при $t = 0$;

\vec{r} - радиус-вектор, определяющий местоположение пули в момент времени t относительно начала координат;

\vec{r}_0 - радиус-вектор в момент времени $t = 0$.

В проекциях на ось X , направленную горизонтально в сторону полета пули, и ось Y , направленную вертикально вверх (рис.1) уравнения (1) и (2) имеют вид:

$$V_X = |\vec{V}_0| \cos \alpha : \quad (3)$$

$$V_Y = |\vec{V}_0| \sin \alpha - |\vec{g}|t ; \quad (4)$$

$$X = (|\vec{V}_0| \cos \alpha) \cdot t ; \quad (5)$$

$$Y = h_0 + (|\vec{V}_0| \sin \alpha) \cdot t - \frac{|\vec{g}|t^2}{2} . \quad (6)$$

Скорость пули сразу после выстрела можно определить, стреляя первоначально в горизонтальном направлении ($\alpha = 0$). Из (5) и (6) при этом получим

$$|\vec{V}_0| = X_{zop} \cdot \sqrt{\frac{g}{2h_0}} . \quad (7)$$

Таким образом, произведя выстрел в горизонтальном направлении с высоты h_0 , и измерив дальность полета пули X_{zop} , по формуле (7) можно вычислить начальную скорость пули $|\vec{V}_0|$. Эта скорость определяется потенциальной энергией сжатой пружины пистолета, она практически не зависит от угла α .

Теперь рассмотрим полет пули, пущенной под углом α к горизонту с высоты h_0 . В точке падения $Y = 0$. Используя (5) и (6), обозначив дальность полета пули X_n , получим формулу для расчета этой величины:

$$X_n = \frac{V_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} + \sqrt{\left(\frac{V_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}\right)^2 + \frac{2h_0}{g} (V_0 \cos \alpha)^2} , \quad (8)$$

где V_0 определяется по формуле (7).

Методика эксперимента

Экспериментальная установка представляет собой пружинный пистолет, закрепленный на высоте h_0 над узкой доской вблизи ее конца. Угол наклона ствола пистолета α может изменяться. В наборе имеется несколько пуль с различной массой m . Поверхность доски и передняя часть пули покрыты лентой-липкой, что позволяет предотвратить отскок пули при падении, а также зафиксировать положение пули для измерения дальности ее полета. Эти измерения проводятся с помощью закрепленной вдоль доски линейки.

Рекомендуемое задание к работе

1. Установите пружинный пистолет горизонтально. Определите высоту h_0 , на которой находится пуля. Соблюдая правила техники безопасности, зарядите пистолет, закрепив в стволе одну из пуль.

2. Нажав спусковую кнопку, произведите выстрел. Измерьте дальность полета $X_{гор}$. Запишите полученные результаты. Опыт повторите пятикратно. Проведите математическую обработку полученных результатов.

3. Установите пружинный пистолет под углом α к горизонту. Запишите значение этого угла.

4. Зарядите пистолет пулей, для которой проведен опыт п.2. Произведите выстрел. Измерьте и запишите дальность полета этой пули X_n при заданном угле α . Повторите опыт пятикратно. Проведите математическую обработку полученных результатов.

5. Получите расчетное значение дальности полета пули по формуле (8). Сравните его с полученным в опыте.

6. Повторите п.п. 3-5 для других углов α .

7. Повторите п.п.2-5 для пуль с другими массами.