Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение

«Лицей №15» города Воронежа

Профильное направление:

естественно-научные дисциплины (физика)

Индивидуальный проект

«Конструирование прибора для демонстрации движения тел, брошенных под углом к горизонту».

Выполнил учащийся 11 класса:

Скибин Павел Сергеевич

Научный руководитель:

Валуйская Ольга Александровна

2022 - 2023 г.

г. Воронеж

Содержание

ВВЕДЕНИЕ....3
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ....3
Понятие баллистика....3
История возникновения баллистики....3
Виды баллистики....3
Обзор теории по баллистике....4
Баллистическая траектория....4
Основные параметры баллистического движения....5
Скорость при баллистическом движении в любой момент времени....5
ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ....6
Определение параметров конструкции....6
Моделирование баллистического движения в графическом калькуляторе.....6
Испытание работы установки на пригодность....7
ЗАКЛЮЧЕНИЕ....10
ЛИТЕРАТУРА....11

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность: В современном мире довольно часто приходится иметь дело с движением тел, получивших начальную скорость под некоторым углом к горизонту. О таком теле говорят, что оно брошено под углом к горизонту. Если, к примеру, атлет толкает ядро, метает копьё либо диск, он сообщает данным объектам именно такую начальную скорость. Во время пушечного залпа стволам орудий придается определенный угол, таким образом что вылетевший снаряд также приобретает начальную скорость, направленную под углом к горизонту. Все тела, брошенные под углом к горизонту, перемещаются согласно баллистической траектории.

В связи с этим **целью** моей работы является конструирование прибора для моделирования и изучение траектории движения тела, брошенного под углом к горизонту.

Задачи:

- изучение литературы по теме;
- знакомство с историей и видами баллистики;
- конструирование приспособления, позволяющего моделировать траектории тел, движущихся под различными углами к горизонту;
- изучение движения тела, брошенного под углом к горизонту с помощью сконструированного прибора;
- сравнительный анализ моделей и испытание конструкции модели на пригодность.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Понятие баллистика

Баллистика — наука о движении тел, брошенных в пространстве.

История возникновения баллистики

Баллистика появилась ещё в древности. Самым первым её проявлением можно назвать метание камней первобытным человеком. С развитием человека и науки стали появляться такие оружия как копьё, лук, арбалет, катапульта, баллиста, требует и так далее. Желание попадать в цель стимулировало развитие такой науки как баллистика.

Известно, что многие ученые интересовались и в той или иной степени исследовали закономерности баллистики: Н. Тартальи, Г. Галилей, И. Ньютон, Д. Бернулли, Х. Гюйгенс, Л. Эйлер и др.

Виды баллистики

В зависимости от этапа движения снаряда различают (Рис. 1): внутреннюю и внешнюю баллистику, промежуточную и терминальную (раневую) баллистику.

Внутренняя баллистика изучает движения снаряда (пули) в стволе орудия. Данные полученные в ходе таких исследований применяют для проектирования оружия.

Внешняя баллистика изучает движение снаряда в атмосфере или в безвоздушном пространстве под воздействием внешних сил. Этот раздел позволяет внести поправки на ветер и деривацию.

Рис.1

Промежуточная баллистика имеет важное значение для повышения точности стрельбы, при разработке глушителей, пламегасителей.

Терминальной баллистикой занимаются оружейники-специалисты по снарядам и пулям, прочности и другие эксперты по броне и защите, а также криминалисты.

Обзор теории по баллистике

Баллистическая траектория

Траекторией тела, движущегося в поле тяготения Земли, является **баллистическая кривая** (Рис.2).

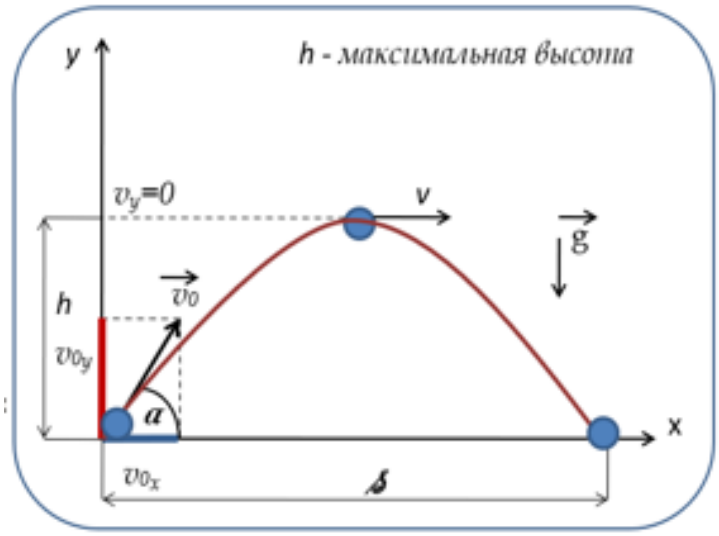


Рис.3. Баллистическая кривая.

Если считать поле тяготения однородным (что справедливо при начальной скорости тела, значительно меньшей первой космической), рассматривать движение тела вблизи поверхности Земли (т.е. кривизной поверхности Земли пренебречь) и, главное, пренебречь

сопротивлением воздуха, то в первом приближении баллистической кривой будет **парабола**, описываемая графиком квадратичной функции

$$\boldsymbol{y = b \cdot x - a \cdot x^2},$$

$$\textbf{где } \boldsymbol{b = tg\alpha,\ a = -\frac{g}{2 \cdot \vartheta_0^2 \cdot cos^2\alpha}}$$

В рассматриваемом случае парабола проходит через начало координат и ветви параболы направлены вниз, так как коэффициент при $\boldsymbol{x^2}$ меньше нуля.

Рассмотрим основные параметры баллистического движения

- время подъема на максимальную высоту $\boldsymbol{t = \frac{\vartheta_0 \sin\alpha}{g}}$,
- максимальная высота подъема $\mathbf{h_{max} = \frac{\vartheta_0^2 \cdot \sin^2\alpha}{2 \cdot g}}$,
- время полета $\boldsymbol{t = \frac{2 \cdot \vartheta_0 \sin\alpha}{g}}$,
- дальность полета $\boldsymbol{S = \frac{2 \cdot \vartheta_0^2 \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha}{g} = \frac{\vartheta_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}}$.

Скорость при баллистическом движении в любой момент времени

Скорость тела, брошенного под углом к горизонту с начальной скоростью $\boldsymbol{\vartheta_0}$, , в произвольной точке траектории можно рассчитать по формуле:

$$\boldsymbol{\vartheta = \sqrt{(\vartheta_0 \cdot \cos\alpha)^2 + (\vartheta_0 \sin\alpha - g \cdot t)^2}}$$

Направление вектора скорости в произвольной точке траектории определяется углом $\boldsymbol{\alpha}$, образованным вектором скорости $\boldsymbol{\vartheta_0}$ с осью $\boldsymbol{x}$:

$$\boldsymbol{tg\alpha = \frac{\vartheta_{0y}}{\vartheta_{0x}}}$$

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Определение параметров конструкции

1) Всего в конструкции 12 шариков. Расстояние между точками их крепления – 4 см. Значит, общая длина кронштейна - 48 см. Для удобства расчетов возьмём масштаб 1 *см*: 25 *м.* Тогда, общая дальность с учётом масштаба будет равна **1200 м.**

2) Для удобства расчетов пусть $\boldsymbol{\vartheta_0}$ **= 100 м/с.**

3) Зная начальную скорость найдем длину нити для каждого шарика по формуле:

$$\boldsymbol{y = x \cdot tg\alpha - \frac{g \cdot x^2}{2 \cdot \vartheta_0^2 \cdot cos^2\alpha}} \quad .$$

4) Получится следующее (с учётом масштаба шаг между креплениями шарика будет равен 100 м):

Таблица 1

	Номер шарика											
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
X,м	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
Y,м	-5	-20	-45	-80	-125	-180	-245	-320	-405	-500	-605	-720
X(с учётом масштаба),см	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48
Длина нити, см	**0,2**	**0,8**	**1,8**	**3,2**	**5,0**	**7,2**	**9,8**	**12,8**	**16,2**	**20,0**	**24,2**	**28,8**

В итоге конструкция должна иметь следующие габариты:

- Высота не менее **30 см**
- Длина кронштейна не менее **50 см**

Моделирование баллистического движения в графическом калькуляторе.

Основными параметрами объекта моделирования являются:

- начальная скорость тела,
- угол бросания,
- время полета тела,
- координаты тела (x, y) в любой момент времени,
- дальность полета тела,
- высота подъема тела,
- ускорение свободного падения.

Исходными данными являются:

- начальная скорость тела,
- угол бросания.

Таблица 2

	Y	Y	Y	Y
X	0°	30°	45°	60°
0	0	0	0	0
100	-5	51,3	90	153
200	-20	89,3	160	266
300	-45	114,0	210	339
400	-80	125,0	240	372
500	-125	123,0	250	365
600	-180	108,0	240	318
700	-245	79,3	210	231
800	-320	37,3	160	104
900	-405	-18,0	90	-63
1000	-500	-86,6	0	-270
1100	-605	-161,0	-110	-517
1200	-720	-255,0	-240	-804

Представим графически зависимость Y(X) при баллистическом полёте для различных углов.

Диаграмма 1 *Диаграммы 2-5*

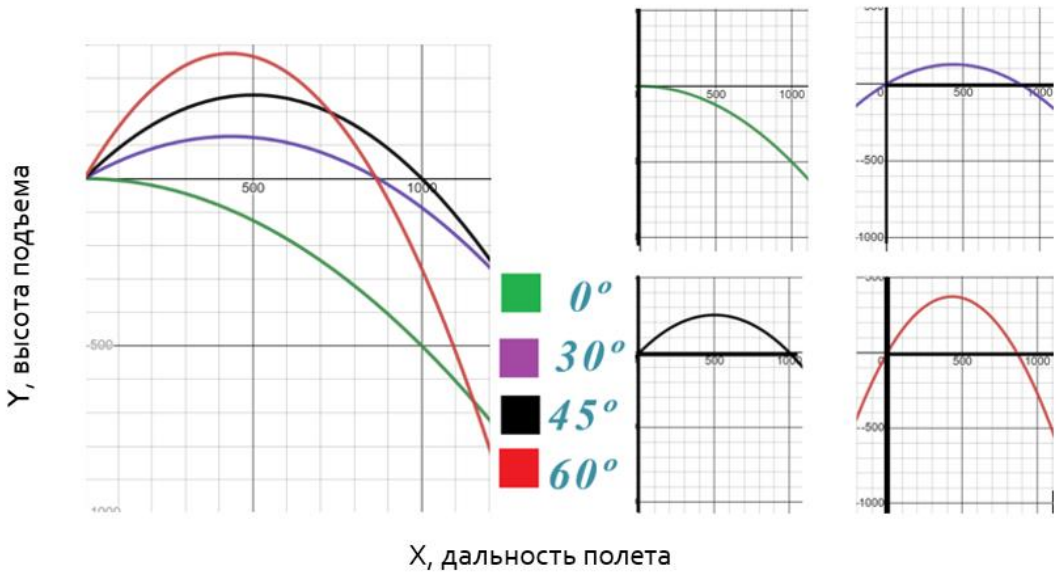


Рис.2. Траектории движения тела, брошенного под различными углами к горизонту.

Таким образом, при помощи компьютерного моделирования получили траектории движения тела, брошенного под различными углами к горизонту.

Испытание работы установки на пригодность

Рассмотрим внешний вид конструкции (Рис.3), которую необходимо испытать на пригодность.

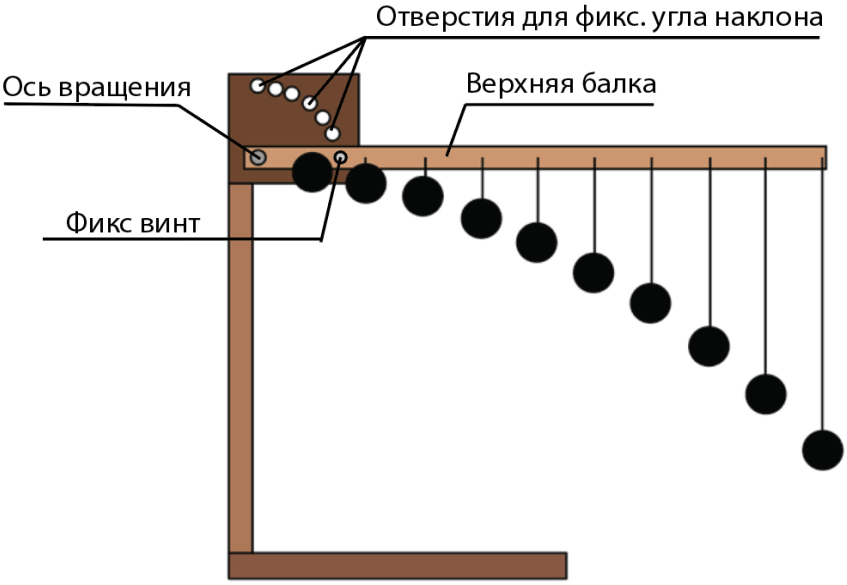
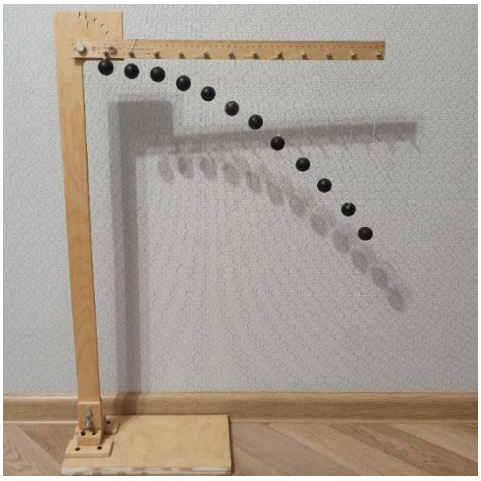
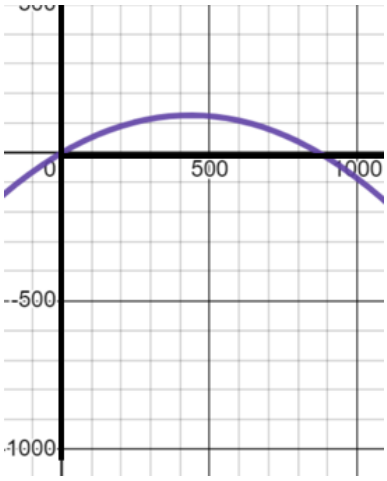
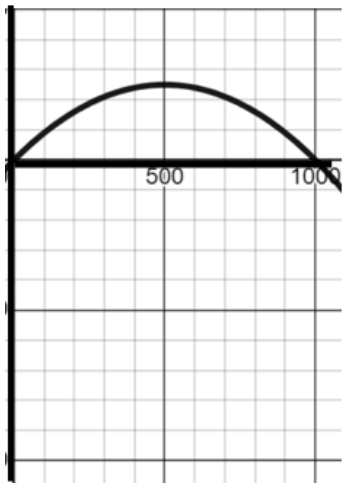
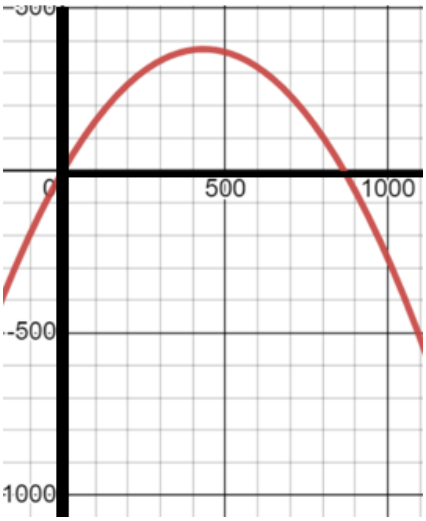


Рис. 3. Общая схема установки

Соответствие компьютерной и материальной модели

Таблица 3

№ п/п	Угол, °	Результат компьютерного моделирования	Результат сконструированной модели
1	0	Рис.4	 Рис.5

2	30	 Рис.6	 Рис.7
3	45	 Рис.8	 Рис.9
4	60	 Рис.10	 Рис.11

Вывод: Проведя сравнительный анализ траектории движения тела, полученной в результате компьютерного моделирования и при помощи сконструированной модели, можем сделать вывод о соответствии двух моделей: при угле бросания тела в 45° дальность полета наибольшая; с увеличением угла от 0° до 60° высота подъема тела увеличивается. Это означает, что сконструированная установка является пригодной для демонстрации особенностей баллистического движения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе данной работы был рассмотрен теоретический материал по теме движение тела, брошенного под углом к горизонту, а именно движение тела под действием силы тяжести в отсутствии сопротивления воздуха.

На основании теоретического материала были построены:

- **компьютерная модель движения** с помощью графического калькулятора.
- **прибор для демонстрации движения тел, брошенных под углом к горизонту.**

На основе сравнительного анализа были получены следующие выводы:

- дальность и высота полёта тела при одной и той же начальной скорости зависит от угла, под которым тело брошено к горизонту.

ЛИТЕРАТУРА

1.Тихомирова С.А., Яворский Б.М., Физика. 10 класс.: учебник для общеобразоват. учреждений (базовый и профильный уровни)/ С.А. Тихомирова - М.: «Мнемозина», 2010.- 304 с.: ил.

2.Кабардин О.Ф., Орлов В.А., Эвенчик Э.Э., Физика. 10 класс.: учебник для общеобразоват. учреждений (углубленный уровни)/ под редакцией А.А. Пинского, О.Ф. Кабардина - М.: Просвещение, 2014.- 416 с.: ил.

3.Яворский Б.М., Детлаф А.А., Справочник по физике: / Б.М. Яворский - М.: «Наука», 1990.- 6244 с.: ил.

4. Теория по баллистике:

1) https://ru.wikipedia.org/wiki/Баллистика

2)https://lastday.club/ballistika-vnutrennyaya-vneshnyaya-i-terminalnaya-ballisticheskaya-terminologiya/

3)https://gazeta500.ru/chto-takoe-ballisticheskaya-traektoriya-rakety-puli-vneshnyaya-ballistika/

5. Графический калькулятор**:** https://www.desmos.com/calculator?lang=ru