



Урок 42. Горизонтальный бросок

Листы ученика. Ответы и примечания учителю находятся в отдельной части.

Естественно-научный практикум · 8-9 классы

Урок 42 из 64 · 45 минут · Модуль «Эксперименты по физике: восстановление траектории»

Уровень: базовый исследовательский. 8 класс - работа с опорами; 9 класс - самостоятельная оценка условий и границ вывода.

Вся программа курса

На кадрах шар одновременно смещается вперёд и падает. Как восстановить его скорость и высоту, не измеряя длину кривой траектории?

Проверяемый результат:

По таблице координат учебной видеосерии восстановить траекторию горизонтального броска, найти начальную скорость, время падения и дальность.

01. Проблемная ситуация

0-5 минут · Вопрос и первоначальное решение

Два одинаковых шарика начинают с одной высоты: один отпускают, второй в тот же момент запускают строго горизонтально. Ученик считает, что второй будет падать дольше, потому что его путь по кривой длиннее.

1 минута - прочтите; 2 - разделите горизонтальное и вертикальное движение; 2 - запишите прогноз времени падения и условие, при котором он верен. Пока не используйте формулу полной длины пути.

02. Объяснение и разобранный пример

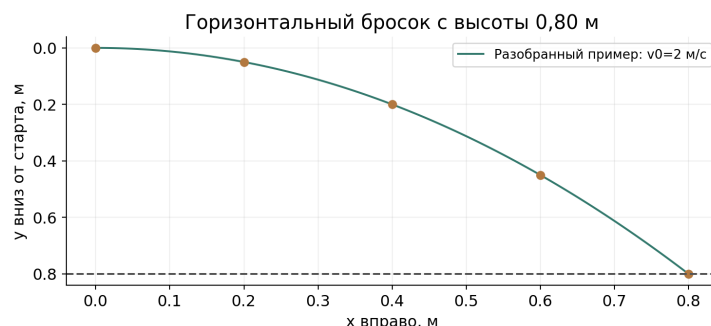
5-14 минут · Понятия, модель и проверка

Выберем x горизонтально вправо, y вертикально вниз от точки старта. Для горизонтального броска начальная вертикальная скорость равна нулю. При отсутствии сопротивления воздуха $x=v_0t$, $y=gt^2/2$; горизонтальное ускорение нулевое, вертикальное g . Компоненты складываются в траекторию, но время падения до заданного уровня определяется вертикальной координатой.

Разобранный пример: $v_0=2,0$ м/с, высота $h=0,80$ м. Из $0,80=5t^2$ получаем $t^2=0,16$ и $t=0,40$ с. Тогда дальность $L=2,0 \cdot 0,40=0,80$ м. Через $0,20$ с $x=0,40$ м и $y=0,20$ м; это ещё не момент удара. При положительном t исключение времени даёт $y=gx^2/(2v_0^2)$, то есть параболу в модели.

Скорость по модулю не постоянна: $v_x=v_0$, $v_y=gt$, $v=\sqrt{v_x^2+v_y^2}$. В момент падения примера $v_y=4,0$ м/с, $v=\sqrt{20} \approx 4,47$ м/с. Горизонтальная дальность не равна пройденному по кривой пути, а y - глубина падения, не высота над полом. На графике координата вниз увеличивается.

На 9 минут: 3 - оси и независимость компонент; 3 - пример; 2 - скорость; 1 - условия. Вывод о равном времени справедлив при одинаковой высоте, одинаковой начальной вертикальной скорости и одинаковом g без существенного сопротивления воздуха.



Траектория разобранного примера: $x=2t$, $y=5t^2$, $g=10$ м/с². Ось y направлена вниз; в момент $0,40$ с точка достигает пола $x=0,80$ м. График относится к примеру, не к практике 1.



03. Практика 1: данные и доказательство

14-25 минут · Работа с первой серией

Учебная имитация кадров с шагом 0,10 с. Стартовая высота 0,80 м; у отсчитывается вниз от старта. Между кадрами движение не измерялось: оно восстанавливается принятой моделью.

t, с	x, м	y вниз, м
0,00	0,00	0,00
0,10	0,30	0,05
0,20	0,60	0,20
0,30	0,90	0,45
0,40	1,20	0,80

2 минуты - обозначьте оси и нанесите точки; 4 - найдите v_0 по двум интервалам и проверьте $y=5t^2$; 3 - определите момент удара и дальность; 2 - подпишите график и вывод. 8 класс работает с готовыми формулами; 9 класс проверяет одинаковость $2y/t^2$ для всех ненулевых t . Критерии: единицы, начало координат, независимые проверки двух направлений.

04. Практика 2: перенос на новые условия

25-33 минуты · Самостоятельное решение

Новый перенос: скорость 3,0 м/с сохраняется, но высота другая. Сравните с практикой 1.

Вариант	h, м	v_0 , м/с
А	1,80	3,0
Б	0,80	6,0

1 минута - прогноз; 3 - найдите времена падения; 2 - дальности; 2 - объясните, что меняет высота и что меняет горизонтальная скорость. 9 класс дополнительно сравнивает вертикальные скорости перед ударом. Результат: две строки t, L и аргумент против пропорциональности времени высоте.

05. Обсуждение: аргумент и альтернатива

33-40 минут · Вывод, который можно обосновать

2 минуты: сравните аргумент «длиннее путь - дольше падение» с независимым вертикальным уравнением. 3 минуты: используйте А и Б как контрпример; назовите случай нарушения условий - старт с вертикальной составляющей. 2 минуты: сформулируйте точный вывод для двух исходных шаров.

06. Индивидуальная проверка

40-45 минут · Собственный ответ

Тело стартует горизонтально с $h=1,25$ м и $v_0=4,0$ м/с. При $g=10$ найдите время, дальность и вертикальную скорость перед падением. Укажите направление оси y . 3 минуты - ответ; 2 - сверка и исправление.



Ответы, критерии и примечания учителю

Учителю: подготовка и план на 45 минут

Клетчатая бумага, линейка, калькулятор; координаты и график даны. Достаточно знать равномерное движение и путь падения без начальной вертикальной скорости. $g=10 \text{ м/с}^2$, воздух не учитываем. Никаких бросков из окон, с лестниц и в сторону людей. Основная работа только по учебной серии, не по реально снятому видео. 8 класс получает таблицу $y=5t^2$, 9 класс проверяет модель отношениями x/t и $2y/t^2$.

Минуты	Работа	Проверяемый продукт
0-5	Проблемная ситуация	Вопрос и проверяемое предположение
5-14	Понятия и разобранный пример	Пояснение величин и метода
14-25	Практика 1	Расчёт, схема или протокол по данным
25-33	Практика 2	Решение на новых условиях
33-40	Обсуждение	Аргумент, альтернатива и вывод
40-45	Индивидуальная проверка	Самостоятельный ответ и исправление

Все материалы для текущего занятия включены. Вариант без регистрации: ученические листы PDF и доска. Минуты включают чтение, запись и переходы. Ответы показывайте после самостоятельной попытки. В конце соберите индивидуальную работу: 0-1 балл - вернуться к примеру, 2-3 - уточнить пропущенное звено, 4 - объяснить границу вывода. Это обратная связь, не обязательная школьная отметка.

Разбор практики 1 и критерии

По любому интервалу $v_x=0,30/0,10=3,0 \text{ м/с}$; также $x/t=3,0$ для всех ненулевых t . Значения $2y/t^2$ равны 10 м/с^2 . При $t=0,40 \text{ с}$ $y=h=0,80 \text{ м}$, удар: $L=1,20 \text{ м}$. Последовательность y не линейна: приросты за равные времена $0,05$; $0,15$; $0,25$; $0,35 \text{ м}$. Точки поддерживают горизонтальный бросок в модели, но сами по себе не исключают все иные движения между кадрами.

Ответ и объяснение практики 2

А: $t=\sqrt{2 \cdot 1,80/10}=0,60 \text{ с}$, $L=1,80 \text{ м}$, $v_y=6,0 \text{ м/с}$. Б: $t=0,40 \text{ с}$, $L=2,40 \text{ м}$, $v_y=4,0 \text{ м/с}$. Удвоенная горизонтальная скорость при прежней высоте удваивает дальность, не время. Увеличение высоты в 2,25 раза увеличивает время в 1,5 раза. Время пропорционально квадратному корню высоты, а не высоте.

Опора для обсуждения

При одной высоте и нулевой начальной вертикальной скорости времена одинаковы. Длина пространственного пути не определяет время без скорости. Если шар запущен немного вверх, вертикальное начальное условие и время изменятся. Поэтому горизонтальность старта - проверяемое условие, не декоративная оговорка.

Ключ и критерии индивидуальной работы

$t=\sqrt{2 \cdot 5/10}=0,50 \text{ с}$; $L=4 \cdot 0,50=2,0 \text{ м}$; $v_y=5,0 \text{ м/с}$ вниз. Ось y выбрана вниз от старта, поэтому y положительна. Четыре критерия по баллу: вертикальное уравнение с временем, дальность, v_y , согласованный знак и ось.



07. Соответствие исходной программе

Пункт программы → действие ученика → проверяемый результат

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Горизонтальный бросок; работа №8	Восстанавливает координаты по кадрам	График и две проверки модели
Движение в поле тяжести	Сравнивает высоту и скорость	Не смешивает дальность, путь и время

Опора - раздел «Эксперименты по физике» опубликованной программы на 64 часа. Урок конкретизирует исходные темы и занимает 45 минут. Сценарий, распределение времени и числовые имитации - методическая разработка. Физическая сборка и движение грузов заменены бумажными моделями, точными схемами и готовыми учебными данными; это не отчёт о проведённом опыте.

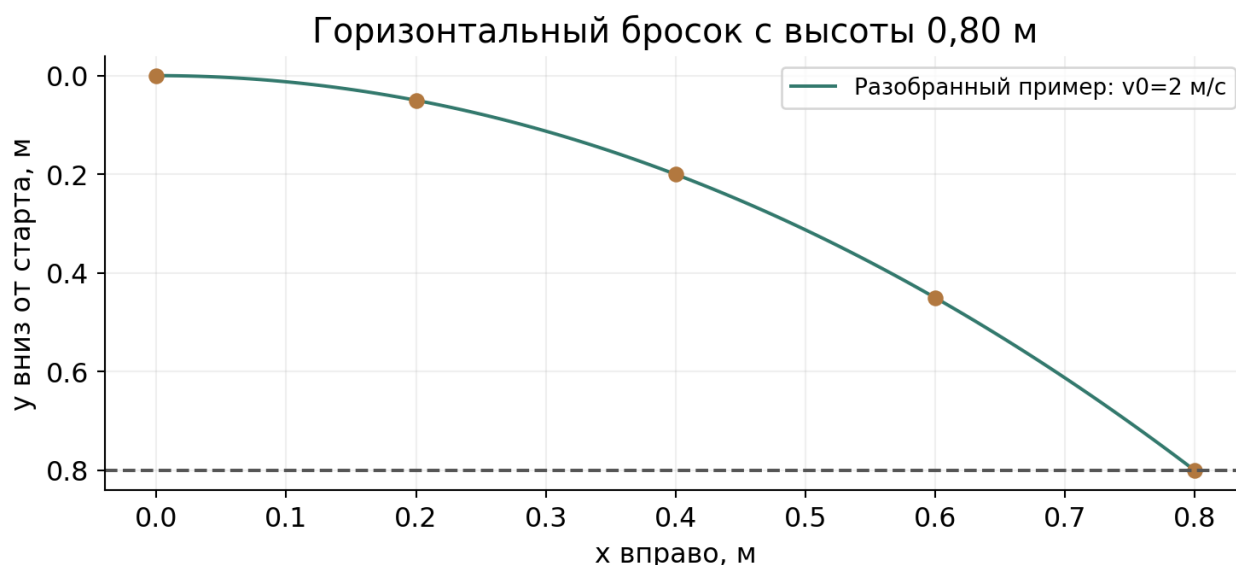
Исходная программа

Источники и права на изображения

OpenStax: горизонтальный бросок

Источники проверены 15.10.2026. Все числовые серии явно заданы как учебные модели; их нельзя описывать как результаты проведённых авторами опытов. Оригинальные схемы: портал «Школы России», для этого урока. Они не являются фотографиями. Ответы и примечания учителю в PDF вынесены в отдельную часть.

Иллюстрация: увеличенная копия для печати



Траектория разобранного примера: $x=2t$, $y=5t^2$, $g=10$ м/с². Ось у направлена вниз; в момент 0,40 с точка достигает пола $x=0,80$ м. График относится к примеру, не к практике 1.