



Урок 35. Пути при равноускоренном движении

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

Естественно-научный практикум · 8-9 классы

Урок 35 из 64 · 45 минут · Модуль «Эксперименты по физике: проверка закономерности»

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

Вся программа курса

Говорят, что пути за равные интервалы относятся как 1:3:5. Это верно для любого разгона? Выясним, где скрыто условие старта из покоя.

Проверяемый результат:

По координатам вычислить пути за равные интервалы, проверить отношение нечётных чисел и оценить условие постоянного ускорения.

01. Проблемная ситуация

0-5 минут · Вопрос и первоначальное решение

Два набора путей за три равные секунды: А - 1, 3, 5 м; Б - 3, 5, 7 м. Маша считает, что только А может быть равноускоренным.

1 минута - найдите прирост пути между соседними интервалами; 2 - сравните приросты; 2 - предложите, какое различие начальных условий объяснит два набора. Ответ «у Б неправильные числа» пока не доказан.

02. Объяснение и разобранный пример

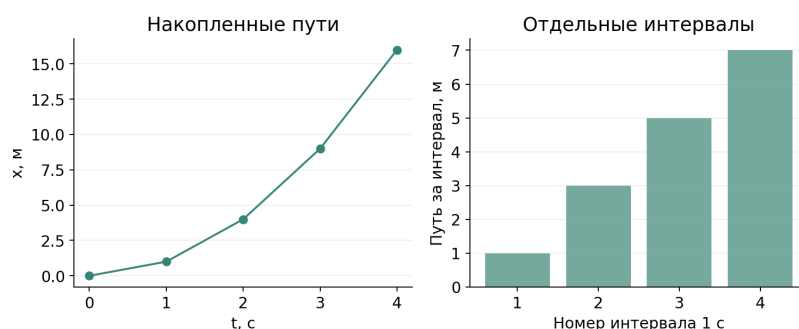
5-14 минут · Понятия, модель и проверка

При постоянном ускорении и движении без разворота координата $x=x_0+v_0t+at^2/2$. Для старта из покоя $v_0=0$ и $x_0=0$, поэтому общий путь к концу n -го равного интервала Δt равен $(a\Delta t^2/2)n^2$. Пути за отдельные интервалы - разности квадратов: $n^2-(n-1)^2=2n-1$. Отсюда 1:3:5:7, а не 1:4:9:16. Последнее относится к накопленным путям.

Для ненулевой v_0 добавляется одинаковый член $v_0\Delta t$ к каждому интервальному пути. Поэтому сами пути не обязаны быть нечётными кратными первого, но их прирост остаётся $a\Delta t^2$. Условие равных промежутков времени обязательно. Из конечной таблицы нельзя доказать закон для всех будущих моментов.

Разобранный пример: $a=2 \text{ м/с}^2$, $\Delta t=1 \text{ с}$, $v_0=0$. К концу 1,2,3 с координаты 1,4,9 м; интервальные пути 1;3;5 м. Между ними прирост $2 \text{ м}=a\Delta t^2$. Если $v_0=2 \text{ м/с}$ при том же a , координаты 3,8,15 м; интервальные пути 3;5;7 м: постоянное ускорение сохранилось.

4 минуты - вывод соотношений; 3 - два примера; 2 - ученик подписывает, где накопленные, а где интервальные пути. Формула используется только на участке без разворота.



Разобранный пример $a=2 \text{ м/с}^2$, $v_0=0$. Координаты 1:4:9:16 и интервальные пути 1:3:5:7 - разные последовательности.



03. Практика 1: данные и доказательство

14-25 минут · Работа с первой серией

Идеальная учебная серия одной метки, равные интервалы по 0,5 с. Положение дано в метрах, движение без разворота. Нужно проверить модель старта из покоя.

t, с	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0
x, м	0,00	0,25	1,00	2,25	4,00

2 минуты - подпишите координаты; 3 - найдите четыре пути как разности соседних x; 3 - разделите их на первый и оцените a по постоянной второй разности; 3 - проверьте $x=at^2/2$ в одной точке. 8 класс получает $\Delta t^2=0,25 \text{ с}^2$; 9 класс самостоятельно выводит a=прирост интервального пути/ Δt^2 . Критерии: различие координат и путей, отношение, ускорение с единицами.

04. Практика 2: перенос на новые условия

25-33 минуты · Самостоятельное решение

Две новые серии с равным шагом 1 с. Стартовые координаты 0; обе тележки движутся без разворота. Скорость внутри интервалов не измеряли: вывод делается о совместимости таблицы с простой моделью.

t, с	0	1	2	3	4
x Б, м	0	3	8	15	24
x В, м	0	1	4	10	20

1 минута - чтение; 3 - найдите интервальные пути Б и В; 2 - сравните вторые разности; 2 - для Б найдите a и v0, для В объясните отказ от модели постоянного a. Форма: две последовательности, критерий, параметры/ограничение.

05. Обсуждение: аргумент и альтернатива

33-40 минут · Вывод, который можно обосновать

2 минуты - аргументируйте пользу правила 1:3:5; 3 - оппонент показывает серию Б и формулирует недостающее условие. 2 - составьте точное правило, содержащее постоянное a, старт из покоя, равный шаг и отсутствие разворота.

06. Индивидуальная проверка

40-45 минут · Собственный ответ

При равных шагах 1 с координаты 0;2;8;18 м. Движение без разворота, серия идеальная. За 3 минуты найдите три интервальных пути, отношение, a и проверьте v0. 1 минута - ключ, 1 - исправление.



Ответы, критерии и примечания учителю

Учителю: подготовка и план на 45 минут

Таблицы модельных кадров, калькулятор и миллиметровка по желанию. Физический разгон тел не нужен. Предпосылки: путь и перемещение, средняя скорость из урока 34. Движение прямолинейное без разворота, ось направлена по движению; начальная координата 0. 8 класс получает таблицу разностей; 9 класс использует вторые разности и проверяет начальную скорость. В реальных данных закономерности сравнивают с неопределённостью, здесь серии идеальные.

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

Интервальные пути 0,25;0,75;1,25;1,75 м, отношение 1:3:5:7. Прирост равен 0,50 м, поэтому $a=0,50/0,25=2,00$ м/с². Проверка $t=2$: $x=2 \times 4/2=4$ м. Накопленные координаты дают 1:4:9:16 относительно 0,25 м; смешивать эти два отношения нельзя.

Ответ и объяснение практики 2

Б: пути 3,5,7,9 м; прирост 2 м, $a=2$ м/с². Первый путь $v_0 \times 1 + a \times 1^2/2=3$ м, значит $v_0=2$ м/с. В: пути 1,3,6,10 м; приросты 2,3,4 м не постоянны, идеальная серия не согласуется с постоянным a . Не следует вычислять единственное ускорение a из одного удобного интервала и распространять его на всё движение.

Опора для обсуждения

Правило краткое и проверяемое, но только при своих условиях. Серия Б не опровергает равноускоренную модель: она опровергает требование нечётного отношения при ненулевой начальной скорости. Для реальных измерений также нужны оценки неопределённости и качества временной шкалы.

Ключ и критерии индивидуальной работы

Пути 2;6;10 м, отношение 1:3:5; прирост 4 м, $a=4$ м/с². Из первого пути $2=v_0 \times 1 + 4/2$ следует $v_0=0$. По 1 баллу за пути, отношение, ускорение с единицей и начальную скорость с проверкой.



07. Соответствие исходной программе

Пункт программы → действие ученика → проверяемый результат

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Отношение путей при равноускоренном движении	Вычитает соседние координаты	Нечётные отношения только при нужных условиях
Исследование равноускоренного движения	Проверяет вторые разности	Находит a и v_0 в модели
Достоверность физических выводов	Сравнивает согласующуюся и несогласующуюся серии	Не распространяет один интервал на всё движение

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. Работа выполняется по готовым координатам и измерениям; реальные измерения безопасной карточки необязательны; это не отчёт о проведённом опыте.

[Исходная программа](#)

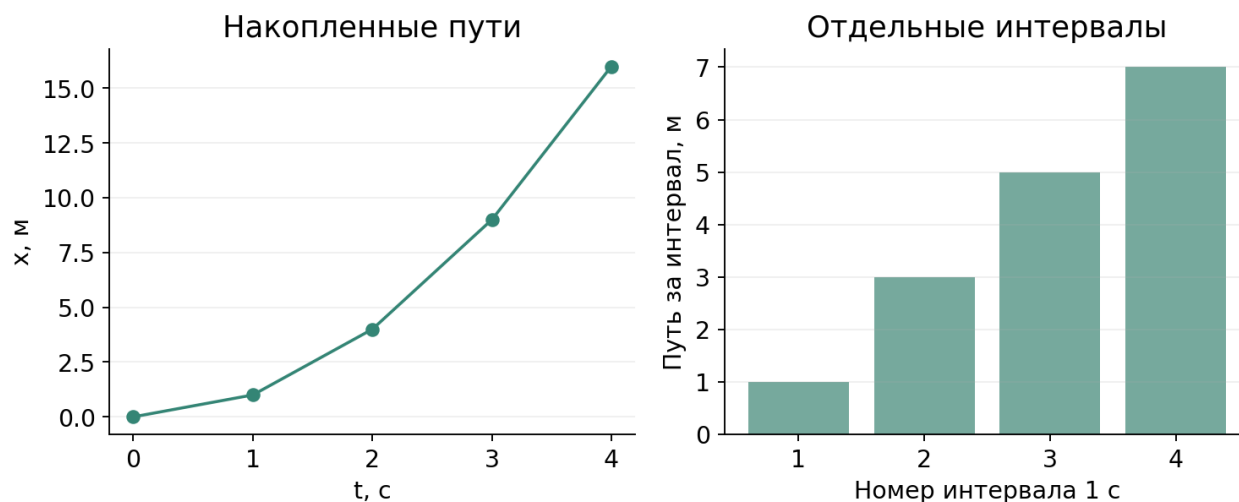
Источники и права на изображения

[OpenStax: равноускоренное движение](#)

[OpenStax: мгновенная скорость](#)

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



Разобранный пример $a=2 \text{ м/с}^2$, $v_0=0$. Координаты 1:4:9:16 и интервальные пути 1:3:5:7 — разные последовательности.