

ФИЗИКА-7

Урок 8

Равномерное и неравномерное движение. Расчёт пути и времени.

1. Повторение: Равномерное прямолинейное движение (РПД)

Движение, при котором тело за любые равные промежутки времени совершает одинаковые перемещения (проходит одинаковый путь).

Характеристики:

Траектория — прямая линия.

Скорость (v) — постоянна (константа).

Основная формула: $S = v * t$, где S — путь, t — время.

Графическое представление:

График пути $S(t)$ — прямая линия, выходящая из начала координат. Угол наклона прямой зависит от скорости.

График скорости $v(t)$ — горизонтальная прямая, параллельная оси времени.

2. Неравномерное движение

В реальности большинство движений — неравномерные. Это движение, при котором тело за равные промежутки времени проходит разные пути.

Примеры:

Автобус, отъезжающий от остановки (разгон).

Машина, тормозящая перед светофором.

Полёт мяча, брошенного под углом.

Как охарактеризовать неравномерное движение? Для этого вводят два ключевых понятия.

3. Мгновенная скорость

Мгновенная скорость ($v_{\text{мгн}}$) — это скорость тела в данный конкретный момент времени или в данной конкретной точке траектории.

Она показывает, с какой скоростью двигалось бы тело, если бы с этого момента его движение стало равномерным.

Как "увидеть" мгновенную скорость? По спидометру автомобиля! Стрелка показывает именно мгновенную скорость.

При неравномерном движении мгновенная скорость изменяется со временем.

4. Средняя скорость ($v_{\text{ср}}$) — ключевое понятие для расчётов

Так как скорость меняется, для расчёта общего пройденного пути и всего времени движения используют среднюю (путевую) скорость.

Определение:

Средняя (путевая) скорость — это физическая величина, равная отношению всего пройденного пути ко всему затраченному времени.

Формула средней скорости:

$$v_{\text{ср}} = S_{\text{общ}} / t_{\text{общ}}$$

где:

$S_{\text{общ}}$ — весь путь, пройденный телом.

$t_{\text{общ}}$ — всё время движения (включая остановки).

ВНИМАНИЕ! Самая частая ошибка:

Средняя скорость НЕ равна среднему арифметическому от скоростей на разных участках!

Почему? Потому что тело могло двигаться с этими скоростями разное количество времени.

Правильный подход: Разбить весь путь на участки, найти путь и время на каждом, сложить их и поделить.

5. Алгоритм решения задач на среднюю скорость

Определите весь путь $S_{\text{общ}} = S_1 + S_2 + \dots$

Найдите всё время $t_{\text{общ}} = t_1 + t_2 + \dots$ Время на каждом участке находим как $t_n = S_n / v_n$.

Подставьте в формулу: $v_{\text{ср}} = S_{\text{общ}} / t_{\text{общ}}$.

Разбор задач (решаем вместе)

Задача 1 (На понимание средней скорости).

Автобус проехал первые 3 км со скоростью 30 км/ч, а следующие 7 км — со скоростью 70 км/ч. Найдите среднюю скорость автобуса на всём пути.

Дано: $S_1 = 3$ км, $v_1 = 30$ км/ч, $S_2 = 7$ км, $v_2 = 70$ км/ч

Найти: $v_{\text{ср}}$

Решение по алгоритму:

$$S_{\text{общ}} = 3 \text{ км} + 7 \text{ км} = 10 \text{ км}$$

$$t_{\text{общ}} = t_1 + t_2 = (S_1/v_1) + (S_2/v_2) = (3/30) + (7/70) = 0.1 \text{ ч} + 0.1 \text{ ч} = 0.2 \text{ ч}$$

$$v_{\text{ср}} = S_{\text{общ}} / t_{\text{общ}} = 10 \text{ км} / 0.2 \text{ ч} = 50 \text{ км/ч}$$

Ответ: 50 км/ч.

Замечание: Здесь среднее арифметическое $(30+70)/2 = 50$ км/ч случайно совпало с правильным ответом, потому что время движения на участках было одинаковым (0.1 ч). Это частный случай!

Задача 2 (Типовая).

Велосипедист проехал первую половину пути со скоростью 12 км/ч, а вторую половину пути — со скоростью 8 км/ч. Найдите среднюю скорость велосипедиста.

Дано: $S_1 = S_2 = S/2$, $v_1 = 12$ км/ч, $v_2 = 8$ км/ч

Найти: $v_{\text{ср}}$

Решение:

Примем весь путь за S . Тогда $S_{\text{общ}} = S$.

$$t_{\text{общ}} = t_1 + t_2 = (S/(2*12)) + (S/(2*8)) = S/24 + S/16 = (2S/48 + 3S/48) = 5S/48$$

$$v_{\text{ср}} = S_{\text{общ}} / t_{\text{общ}} = S / (5S/48) = 48/5 = 9.6 \text{ км/ч}$$

Ответ: 9.6 км/ч.

Замечание: Среднее арифметическое $(12+8)/2 = 10$ км/ч. Это неверный ответ. Средняя скорость оказалась меньше, так как больше времени велосипедист ехал с меньшей скоростью.

Задачи для самостоятельного решения (8 класс)

Уровень 1 (базовый, на формулу)

Самолёт пролетел 2700 км за 3 часа. Определите его среднюю скорость в м/с.

Мотоциклист двигался со средней скоростью 72 км/ч в течение 15 минут. Какой путь он проехал?

Турист прошёл 9 км со средней скоростью 1.5 м/с. Сколько времени он был в пути? (Ответ дайте в минутах).

Уровень 2 (средний, на среднюю скорость на участках)

4. Автомобиль проехал первую треть пути со скоростью 60 км/ч, а оставшуюся часть пути — со скоростью 90 км/ч. Найдите среднюю скорость на всём пути.

5. Пешеход треть времени всего движения шёл со скоростью 2 м/с, а оставшееся время — со скоростью 1 м/с. Найдите среднюю скорость пешехода.

6. Поезд прошёл первую половину времени в пути со скоростью 40 км/ч, а вторую половину времени — со скоростью 60 км/ч. Найдите среднюю скорость поезда. (Это тот случай, когда можно брать среднее арифметическое! Подумайте, почему).

Уровень 3 (повышенной сложности, комбинированные)

7. Задача на движение по окружности. Спортсмен пробежал тренировочный круг стадиона (длина круга 400 м) со средней скоростью 5 м/с, а следующий круг — со средней скоростью 4 м/с. Найдите среднюю скорость бегуна на всей дистанции (2 круга).

8. Половину времени движения из одного города в другой автомобиль ехал со скоростью 90 км/ч. С какой скоростью он ехал оставшееся время, если средняя скорость на всём пути составила 70 км/ч?

9. Расстояние между двумя станциями поезд проходит со средней скоростью 80 км/ч. При этом на участки разгона и торможения он тратит 30% времени. С какой постоянной скоростью он движется на остальном участке, если длина этого участка в 1.4 раза больше, чем общая длина участков разгона и торможения?

Ответы и краткие решения для самопроверки

$$v_{\text{ср}} = 2700 \text{ км} / 3 \text{ ч} = 900 \text{ км/ч} = 250 \text{ м/с}$$

$$t = 15 \text{ мин} = 0.25 \text{ ч}, S = v_{\text{ср}} * t = 72 * 0.25 = 18 \text{ км}$$

$$v_{\text{ср}} = 1.5 \text{ м/с} = 5.4 \text{ км/ч}, t = S / v_{\text{ср}} = 9 \text{ км} / 5.4 \text{ км/ч} \approx 1.667 \text{ ч} = 100 \text{ мин}$$

Пусть весь путь S . Тогда $t_{\text{общ}} = (S/3)/60 + (2S/3)/90 = S/180 + 2S/270 = S/180 + S/135 = (3S+4S)/540 = 7S/540$. $v_{\text{ср}} = S / (7S/540) = 540/7 \approx 77.14$ км/ч

Пусть всё время t . Тогда $S_{\text{общ}} = (t/3)*2 + (2t/3)*1 = 2t/3 + 2t/3 = 4t/3$. $v_{\text{ср}} = (4t/3) / t = 4/3 \approx 1.33$ м/с

Пусть всё время t . Тогда $S_{\text{общ}} = (t/2)*40 + (t/2)*60 = 20t + 30t = 50t$. $v_{\text{ср}} = 50t / t = 50$ км/ч.
Объяснение: Когда делим поровну по времени, средняя скорость равна среднему арифметическому: $(40+60)/2=50$.

Ключ: $S_{\text{общ}} = 800$ м. $t_{\text{общ}} = t_1 + t_2 = (400/5) + (400/4) = 80$ с + 100 с = 180 с. $v_{\text{ср}} = 800 / 180 \approx 4.44$ м/с

Пусть всё время t . Первый участок: $S_1 = 0.5t * 90$. Второй участок: $S_2 = 0.5t * v_2$. Средняя скорость: $v_{\text{ср}} = (S_1+S_2)/t = (45t + 0.5t*v_2)/t = 70$. Упрощаем: $45 + 0.5v_2 = 70 \rightarrow 0.5v_2 = 25 \rightarrow v_2 = 50$ км/ч

Сложная задача. Решение:

Пусть общее время в пути t . Тогда время на разгон/торможение: $0.3t$, время на равномерное движение: $0.7t$.

Пусть скорость на равномерном участке v .

Пусть общая длина участков разгона/торможения L_1 , а равномерного участка L_2 . По условию: $L_2 = 1.4 L_1$.

Средняя скорость: $v_{\text{ср}} = (L_1 + L_2) / t = 80$.

Подставляем L_2 : $(L_1 + 1.4L_1) / t = 80 \rightarrow 2.4L_1 / t = 80 \rightarrow L_1 = (80t)/2.4$.

Также время равномерного движения: $0.7t = L_2 / v = (1.4L_1) / v$.

Подставляем L_1 : $0.7t = (1.4 * (80t/2.4)) / v$.

Сокращаем t и решаем: $0.7 = (1.4*80)/(2.4*v) \rightarrow v = (1.4*80)/(2.4*0.7) = 112 / 1.68 \approx 66.67$ км/ч.