ЕГЭНИЙ
egeniy.ru

Ученик

9 класс · физика

Кинематика и уравнения движения

Домашнее задание · от простого к сложному · ответы и решения в конце

≈ 120 минут | 38 задач | A · равномерное | B · x(t) равномерного | C · ускорение | D · перемещение | E · x(t) равноускоренного | F · свободное падение | ★ повышенный

Шпаргалка: формулы кинематики

РАВНОМЕРНОЕ

$s = vt$, $v = \frac{s}{t}$

$x = x_0 + v_x t$

навстречу: $v_{сбл} = v_1 + v_2$

вдогонку: $v_{сбл} = v_1 - v_2$

РАВНОУСКОРЕННОЕ

$a = \frac{v - v_0}{t}$, $v_x = v_{0x} + a_x t$

$x = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$

$s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$, $s = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t$

СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ

$g = 10$ м/с², направлено вниз

$h = \frac{gt^2}{2}$, $v = gt$

бросок вверх: $H = \frac{v_0^2}{2g}$, $t_{под} = \frac{v_0}{g}$

Перевод: км/ч → м/с — разделить на 3,6 · 1 мин = 60 с · 1 км = 1000 м. **Знаки:** если скорость или ускорение направлены против оси, их проекция отрицательна. Путь по графику $v_x(t)$ равен площади под графиком.

Пример 1. Встреча при равномерном движении

$x_1 = 4t$, $x_2 = 100 - 6t$. Когда и где тела встретятся?

1) В момент встречи координаты равны: $4t = 100 - 6t$.
2) $10t = 100 \Rightarrow t = 10$ с.
3) Подставляем в любое уравнение: $x = 4 \cdot 10 = 40$ м.
Ответ: через 10 с в точке 40 м.

Пример 2. Чтение уравнения движения

$x = 2 + 6t - t^2$. Найти x_0, v_{0x}, a_x; когда и где тело остановится?

1) Сравниваем с $x = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$: $x_0 = 2$ м, $v_{0x} = 6$ м/с, $\frac{a_x}{2} = -1 \Rightarrow a_x = -2$ м/с².
2) $v_x = 6 - 2t = 0 \Rightarrow t = 3$ с.
3) $x(3) = 2 + 18 - 9 = 11$ м. **Ответ:** 3 с, 11 м.

Как оформлять в тетради: Дано → СИ (перевод единиц) → рисунок с осью Ox → Решение (формула, подстановка, вычисление) → Ответ с единицами. Делай разделы по порядку; если задача не идёт дольше 7–8 минут, отметь её и переходи к следующей.

A Равномерное движение

≈ 15 мин

A1 Переведите скорости в м/с: а) 36 км/ч; б) 72 км/ч; в) 54 км/ч; г) 90 км/ч.

A2 Велосипедист движется равномерно со скоростью 6 м/с. Какой путь он проедет за 5 мин? Ответ дайте в метрах и в километрах.

А3 Автомобиль проехал 54 км за 45 мин. Найдите его скорость в км/ч и в м/с.

А4 Катер движется равномерно со скоростью 15 м/с. За какое время он пройдёт 2,7 км? Ответ дайте в секундах и в минутах.

А5 Поезд длиной 200 м въезжает на мост длиной 400 м со скоростью 72 км/ч. За какое время поезд пройдёт мост полностью: от въезда локомотива до съезда последнего вагона?

А6 Два автомобиля едут навстречу друг другу со скоростями 54 км/ч и 72 км/ч. Сейчас расстояние между ними 3,5 км. Через сколько секунд они встретятся?

А7 Скорость катера относительно воды 8 м/с, скорость течения реки 2 м/с. Сколько времени займёт путь 1,2 км вниз по течению и обратно?

B Уравнение равномерного движения $x = x_0 + v_x t$

≈ 20 мин

В1 Движение тела задано уравнением $x = 20 - 4t$ (все величины в СИ). а) Назовите начальную координату и проекцию скорости. б) Тело движется по направлению оси Ox или против? в) Найдите координату через 3 с. г) В какой момент тело пройдёт начало координат?

В2 В момент $t = 0$ тело находилось в точке с координатой −15 м и двигалось вдоль оси Ox со скоростью 3 м/с. Запишите уравнение движения. Найдите координату тела через 10 с и путь, пройденный за это время.

В3 Движения двух тел заданы уравнениями $x_1 = 10 + 2t$ и $x_2 = 70 - 4t$. а) Найдите время и место встречи. б) Каким было расстояние между телами в момент $t = 4$ с?

В4 Велосипедист и пешеход движутся в одном направлении: $x_1 = 5t$ (велосипедист), $x_2 = 150 + 2t$ (пешеход). Через какое время и в какой точке велосипедист догонит пешехода?

В5 По графикам зависимости координаты от времени (рис. 1): а) найдите начальные координаты и проекции скоростей тел 1 и 2; б) запишите их уравнения движения; в) найдите расстояние между телами в момент $t = 5$ с; г) вычислите время и место встречи и сверьте результат с графиком.

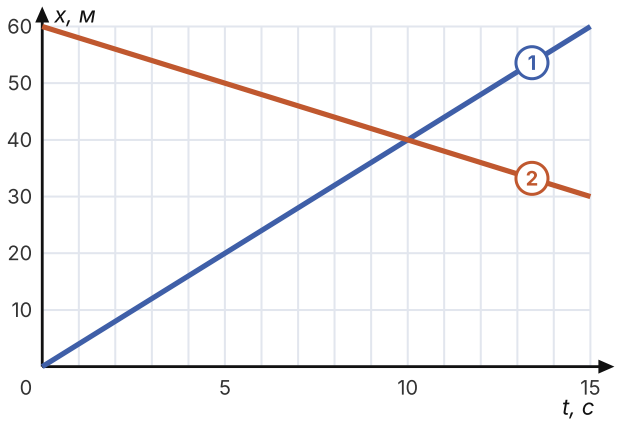

Рис. 1

В6 Из двух пунктов, расстояние между которыми 1,8 км, одновременно навстречу друг другу выехали велосипедист (5 м/с) и мотоциклист (15 м/с). Начало координат поместите в пункт велосипедиста, ось Ox направьте к мотоциклисту. Запишите уравнения движения, найдите время и место встречи.

C Ускорение и скорость $v_x = v_{0x} + a_x t$

≈ 12 мин

С1 Автомобиль разгоняется из состояния покоя до скорости 20 м/с за 8 с. Найдите ускорение.

C2 При торможении скорость поезда уменьшилась с 72 км/ч до 36 км/ч за 20 с. Найдите проекцию ускорения. Что означает её знак?

C3 Лыжник начинает спуск со скоростью 2 м/с и движется с ускорением 0,4 м/с². Какой будет его скорость через 15 с?

C4 Велосипедист едет со скоростью 9 м/с и начинает тормозить. Модуль ускорения 1,5 м/с². Через сколько секунд он остановится?

C5 Проекция скорости тела меняется по закону $v_x = 12 - 3t$. а) Найдите v_{0x} и a_x. б) Через сколько секунд тело остановится? в) Найдите v_x через 6 с и объясните знак результата.

D Перемещение при равноускоренном движении

≈ 22 мин

D1 Автомобиль трогается с места с ускорением 3 м/с². Какой путь он пройдёт за 4 с?

D2 Самолёт при разбеге за 30 с набирает скорость 216 км/ч, начиная из состояния покоя. Найдите ускорение и длину разбега.

D3 Автомобиль ехал со скоростью 72 км/ч и начал тормозить. Модуль ускорения 4 м/с². Найдите тормозной путь.

D4 Тело, двигаясь из состояния покоя равноускоренно, прошло 100 м и приобрело скорость 20 м/с. Найдите ускорение и время движения.

D5 Тело движется равноускоренно из состояния покоя и за первую секунду проходит 1 м. Найдите ускорение, путь за 5 с и путь за пятую секунду.

D6 По графику зависимости $v_x(t)$ (рис. 2): а) определите ускорение на каждом из трёх участков; б) найдите путь за 10 с как площадь под графиком; в) найдите среднюю скорость за всё время движения.

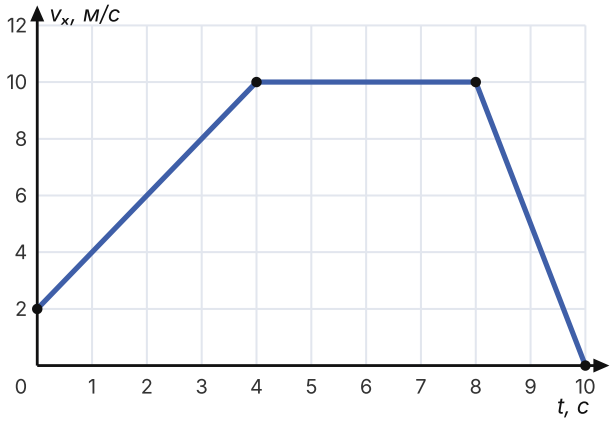

Рис. 2

E Уравнение равноускоренного движения $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$

≈ 25 мин

E1 Движение задано уравнением $x = 5 + 4t + t^2$. а) Найдите x_0, v_{0x}, a_x. б) Запишите уравнение скорости $v_x(t)$. в) Найдите x и v_x в момент $t = 3$ с.

E2 Движение задано уравнением $x = 30 - 8t + 2t^2$. а) Найдите x_0, v_{0x}, a_x. б) Когда тело остановится и в какой точке? в) Найдите координату и проекцию скорости при $t = 5$ с.

E3 Тело начинает движение из точки $x_0 = 10$ м против оси Ox со скоростью 6 м/с, ускорение 2 м/с² направлено вдоль оси. а) Запишите $x(t)$ и $v_x(t)$. б) Найдите наименьшую координату тела. в) Где окажется тело через 6 с?

E4 Автомобиль трогается с места с ускорением 2 м/с². В тот же момент мимо него проезжает грузовик с постоянной скоростью 10 м/с. Через какое время и на каком расстоянии от старта автомобиль догонит грузовик? Какой будет скорость автомобиля в этот момент?

E5 Движения двух тел заданы уравнениями $x_1 = 2t + t^2$ и $x_2 = 48 - 6t$. Найдите время и место встречи.

E6 За 4 с равноускоренного движения тело прошло 40 м, а его скорость увеличилась в 3 раза. Найдите начальную и конечную скорость и ускорение.

F Свободное падение (g = 10 м/с², сопротивлением воздуха пренебречь) ≈ 12 мин

F1 Камень падает без начальной скорости с высоты 45 м. Найдите время падения и скорость в момент удара о землю.

F2 Мяч брошен вертикально вверх со скоростью 20 м/с. Найдите максимальную высоту подъёма, время подъёма и время всего полёта.

F3 Тело свободно падает из состояния покоя. Какой путь оно проходит за четвёртую секунду падения?

F4 С балкона высотой 15 м мяч бросили вертикально вверх со скоростью 10 м/с. Через какое время мяч упадёт на землю? С какой скоростью он ударится о землю?

★ Задачи повышенной сложности ≈ 15 мин

★1 Тело, двигаясь равноускоренно, прошло два последовательных участка по 24 м: первый за 4 с, второй за 2 с. Найдите начальную скорость и ускорение.

★2 Камень, брошенный вертикально вверх, побывал на высоте 25 м дважды с интервалом 4 с. Найдите начальную скорость камня и максимальную высоту подъёма.

★3 Из одной точки с интервалом 1 с начинают свободно падать два шарика. Через какое время после начала падения второго шарика расстояние между ними станет 25 м?

★4 Автомобиль ехал со скоростью 12 м/с и начал тормозить. Модуль ускорения 3 м/с². Какой путь он пройдёт за 6 с с начала торможения? Будьте внимательны.

Ответы

№	Ответ	№	Ответ
A1	10; 20; 15; 25 м/с	**D2**	2 м/с²; 900 м
A2	1800 м = 1,8 км	**D3**	50 м
A3	72 км/ч = 20 м/с	**D4**	2 м/с²; 10 с
A4	180 с = 3 мин	**D5**	2 м/с²; 25 м; 9 м
A5	30 с	**D6**	2; 0; −5 м/с²; 74 м; 7,4 м/с
A6	100 с	**E1**	5 м, 4 м/с, 2 м/с²; $v_x = 4 + 2t$; 26 м, 10 м/с
A7	320 с	**E2**	30 м, −8 м/с, 4 м/с²; 2 с, 22 м; 40 м, 12 м/с
B1	20 м; −4 м/с; против; 8 м; 5 с	**E3**	$x = 10 - 6t + t^2$; 1 м; 10 м
B2	$x = -15 + 3t$; 15 м; 30 м	**E4**	10 с, 100 м, 20 м/с
B3	10 с, 30 м; 36 м	**E5**	4 с, 24 м
B4	50 с, 250 м	**E6**	5 м/с; 15 м/с; 2,5 м/с²
B5	$x_1 = 4t$, $x_2 = 60 - 2t$; 30 м; 10 с, 40 м	**F1**	3 с; 30 м/с
B6	90 с, 450 м	**F2**	20 м; 2 с; 4 с
C1	2,5 м/с²	**F3**	35 м
C2	−0,5 м/с²	**F4**	3 с; 20 м/с
C3	8 м/с	**★1**	2 м/с; 2 м/с²
C4	6 с	**★2**	30 м/с; 45 м
C5	12 м/с, −3 м/с²; 4 с; −6 м/с	**★3**	2 с
D1	24 м	**★4**	24 м

Решения

A · Равномерное движение

A1 1 км/ч = $\frac{1000\text{ м}}{3600\text{ с}} = \frac{1}{3{,}6}$ м/с, поэтому делим на 3,6: 36 : 3,6 = 10; 72 : 3,6 = 20; 54 : 3,6 = 15; 90 : 3,6 = 25 м/с.

Ответ: 10; 20; 15; 25 м/с

A2 t = 5 мин = 300 с; $s = vt = 6 \cdot 300 = 1800$ м = 1,8 км.

Ответ: 1800 м = 1,8 км

A3 45 мин = 0,75 ч; $v = \frac{54\text{ км}}{0{,}75\text{ ч}} = 72$ км/ч; 72 : 3,6 = 20 м/с.

Ответ: 72 км/ч = 20 м/с

A4 $t = \frac{s}{v} = \frac{2700}{15} = 180$ с = 3 мин.

Ответ: 180 с = 3 мин

A5 Поезд должен пройти длину моста плюс собственную длину: $s = 400 + 200 = 600$ м. $v = 72$ км/ч = 20 м/с; $t = \frac{600}{20} = 30$ с.

Ответ: 30 с

A6 Скорость сближения $v_{сбл} = 15 + 20 = 35$ м/с; $t = \frac{3500}{35} = 100$ с.

Ответ: 100 с

A7 Вниз: $8 + 2 = 10$ м/с, $t_1 = \frac{1200}{10} = 120$ с. Вверх: $8 - 2 = 6$ м/с, $t_2 = \frac{1200}{6} = 200$ с. Всего 320 с.

Ответ: 320 с

B · Уравнение равномерного движения $x = x_0 + v_x t$

B1 Сравниваем с $x = x_0 + v_x t$: $x_0 = 20$ м, $v_x = -4$ м/с. Знак «−» — тело движется против оси. $x(3) = 20 - 12 = 8$ м. $0 = 20 - 4t \Rightarrow t = 5$ с.

Ответ: 20 м; −4 м/с; против; 8 м; 5 с

B2 $x = -15 + 3t$. $x(10) = -15 + 30 = 15$ м. Тело не разворачивается, поэтому путь равен модулю перемещения: $15 - (-15) = 30$ м.

Ответ: x = −15 + 3t; 15 м; 30 м

B3 Встреча: $x_1 = x_2$; $10 + 2t = 70 - 4t$; $6t = 60$; $t = 10$ с; $x = 10 + 20 = 30$ м. При $t = 4$ с: $x_1 = 18$ м, $x_2 = 54$ м, расстояние $54 - 18 = 36$ м.

Ответ: 10 с, 30 м; 36 м

B4 $5t = 150 + 2t$; $3t = 150$; $t = 50$ с; $x = 5 \cdot 50 = 250$ м.

Ответ: 50 с, 250 м

B5 Тело 1: $x_0 = 0$, за 15 с координата выросла на 60 м: $v_x = \frac{60}{15} = 4$ м/с. Тело 2: $x_0 = 60$ м, за 15 с координата уменьшилась на 30 м: $v_x = -\frac{30}{15} = -2$ м/с. $x_1 = 4t$, $x_2 = 60 - 2t$. При $t = 5$ с: $x_1 = 20$ м, $x_2 = 50$ м, расстояние 30 м. Встреча: $4t = 60 - 2t$; $t = 10$ с; $x = 40$ м — графики пересекаются в точке (10; 40).

Ответ: $x_1 = 4t$, $x_2 = 60 - 2t$; 30 м; 10 с, 40 м

B6 $x_1 = 5t$, $x_2 = 1800 - 15t$ (мотоциклист едет против оси). $5t = 1800 - 15t$; $20t = 1800$; $t = 90$ с; $x = 450$ м от пункта велосипедиста.

Ответ: 90 с, 450 м

C · Ускорение и скорость $v_x = v_{0x} + a_x t$

C1 $a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{20 - 0}{8} = 2{,}5$ м/с².

Ответ: 2,5 м/с²

C2 72 км/ч = 20 м/с, 36 км/ч = 10 м/с. $a_x = \frac{10 - 20}{20} = -0{,}5$ м/с². Минус: ускорение направлено против скорости, тело тормозит.

Ответ: −0,5 м/с²

C3 $v = v_0 + at = 2 + 0{,}4 \cdot 15 = 8$ м/с.

Ответ: 8 м/с

C4 $v_x = 9 - 1{,}5t = 0 \Rightarrow t = \frac{9}{1{,}5} = 6$ с.

Ответ: 6 с

C5 $v_{0x} = 12$ м/с, $a_x = -3$ м/с². $12 - 3t = 0 \Rightarrow t = 4$ с. $v_x(6) = 12 - 18 = -6$ м/с: после остановки тело движется в обратную сторону, против оси.

Ответ: 12 м/с, −3 м/с²; 4 с; −6 м/с

D · Перемещение при равноускоренном движении

D1 $s = \frac{at^2}{2} = \frac{3 \cdot 16}{2} = 24$ м.

Ответ: 24 м

D2 216 км/ч = 60 м/с. $a = \frac{60}{30} = 2$ м/с². $s = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t = \frac{0 + 60}{2} \cdot 30 = 900$ м.

Ответ: 2 м/с²; 900 м

D3 72 км/ч = 20 м/с, конечная скорость 0. $s = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{400}{8} = 50$ м.

Ответ: 50 м

D4 $s = \frac{v^2}{2a} \Rightarrow a = \frac{v^2}{2s} = \frac{400}{200} = 2$ м/с². $t = \frac{v}{a} = \frac{20}{2} = 10$ с.

Ответ: 2 м/с²; 10 с

D5 $1 = \frac{a \cdot 1^2}{2} \Rightarrow a = 2$ м/с². $s(5) = \frac{2 \cdot 25}{2} = 25$ м, $s(4) = 16$ м. За пятую секунду: 25 − 16 = 9 м. (Пути за последовательные секунды относятся как 1 : 3 : 5 : 7 : 9.)

Ответ: 2 м/с²; 25 м; 9 м

D6 0–4 с: $a = \frac{10 - 2}{4} = 2$ м/с²; 4–8 с: $a = 0$; 8–10 с: $a = \frac{0 - 10}{2} = -5$ м/с². Площадь: трапеция $\frac{2 + 10}{2} \cdot 4 = 24$ м, прямоугольник $10 \cdot 4 = 40$ м, треугольник $\frac{10 \cdot 2}{2} = 10$ м; всего 74 м. $v_{ср} = \frac{74}{10} = 7{,}4$ м/с.

Ответ: 2; 0; −5 м/с²; 74 м; 7,4 м/с

E · Уравнение равноускоренного движения $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$

E1 Сравниваем с $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$: $x_0 = 5$ м, $v_{0x} = 4$ м/с, $\frac{a_x}{2} = 1 \Rightarrow a_x = 2$ м/с². $v_x = 4 + 2t$. $x(3) = 5 + 12 + 9 = 26$ м; $v_x(3) = 10$ м/с.

Ответ: 5 м, 4 м/с, 2 м/с²; $v_x = 4 + 2t$; 26 м, 10 м/с

E2 $x_0 = 30$ м, $v_{0x} = -8$ м/с, $a_x = 4$ м/с². $v_x = -8 + 4t = 0 \Rightarrow t = 2$ с; $x(2) = 30 - 16 + 8 = 22$ м. $x(5) = 30 - 40 + 50 = 40$ м; $v_x(5) = -8 + 20 = 12$ м/с (тело развернулось и движется по оси).

Ответ: 30 м, −8 м/с, 4 м/с²; 2 с, 22 м; 40 м, 12 м/с

E3 $v_{0x} = -6$ м/с, $a_x = 2$ м/с²: $x = 10 - 6t + t^2$, $v_x = -6 + 2t$. Наименьшая координата — в момент разворота ($v_x = 0$): $t = 3$ с, $x = 10 - 18 + 9 = 1$ м. $x(6) = 10 - 36 + 36 = 10$ м — тело вернулось в начальную точку.

Ответ: x = 10 − 6t + t²; 1 м; 10 м

E4 Автомобиль: $x_1 = t^2$; грузовик: $x_2 = 10t$. $t^2 = 10t \Rightarrow t = 10$ с ($t = 0$ — момент старта). $x = 100$ м. Скорость автомобиля $2 \cdot 10 = 20$ м/с — вдвое больше скорости грузовика.

Ответ: 10 с, 100 м, 20 м/с

E5 $2t + t^2 = 48 - 6t \Rightarrow t^2 + 8t - 48 = 0 \Rightarrow (t + 12)(t - 4) = 0$. Подходит $t = 4$ с; $x = 8 + 16 = 24$ м (проверка: 48 − 24 = 24 м).

Ответ: 4 с, 24 м

E6 $s = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t$, $v = 3v_0$: $40 = \frac{4v_0}{2} \cdot 4 = 8v_0 \Rightarrow v_0 = 5$ м/с, $v = 15$ м/с. $a = \frac{15 - 5}{4} = 2{,}5$ м/с².

Ответ: 5 м/с; 15 м/с; 2,5 м/с²

F · Свободное падение (g = 10 м/с², сопротивлением воздуха пренебречь)

F1 $h = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 45}{10}} = \sqrt{9} = 3$ с. $v = gt = 30$ м/с.

Ответ: 3 с; 30 м/с

F2 Время подъёма $t = \frac{v_0}{g} = 2$ с. $h = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{400}{20} = 20$ м. Подъём и спуск занимают одинаковое время: полёт 4 с.

Ответ: 20 м; 2 с; 4 с

F3 $s(4) = \frac{10 \cdot 16}{2} = 80$ м, $s(3) = \frac{10 \cdot 9}{2} = 45$ м. За четвёртую секунду: 80 − 45 = 35 м.

Ответ: 35 м

F4 Ось Oy вверх, начало — у земли: $y = 15 + 10t - 5t^2$. $y = 0$: $t^2 - 2t - 3 = 0 \Rightarrow t = 3$ с (корень −1 не подходит). $v_y = 10 - 10 \cdot 3 = -20$ м/с, модуль 20 м/с.

Ответ: 3 с; 20 м/с

★ · Задачи повышенной сложности

★1 Первый участок: $24 = 4v_0 + \frac{a \cdot 16}{2} = 4v_0 + 8a$. Весь путь 48 м за 6 с: $48 = 6v_0 + 18a$. Из первого $v_0 = 6 - 2a$; подставляем: $36 - 12a + 18a = 48 \Rightarrow a = 2$ м/с², $v_0 = 2$ м/с.

Ответ: 2 м/с; 2 м/с²

★2 Подъём от 25 м до верхней точки и спуск обратно длятся одинаково — по 2 с. Значит, на высоте 25 м скорость $v = g \cdot 2 = 20$ м/с. $v_0^2 = v^2 + 2gh = 400 + 500 = 900 \Rightarrow v_0 = 30$ м/с. $H = \frac{900}{20} = 45$ м.

Ответ: 30 м/с; 45 м

★3 Первый шарик падает на 1 с дольше: $\Delta h = 5(t+1)^2 - 5t^2 = 10t + 5$. $10t + 5 = 25 \Rightarrow t = 2$ с.

Ответ: 2 с

★4 Сначала проверяем время остановки: $t_{ост} = \frac{12}{3} = 4$ с < 6 с. После остановки автомобиль стоит, поэтому путь — это тормозной путь: $s = \frac{12^2}{2 \cdot 3} = 24$ м. Подстановка $t = 6$ с в формулу даёт 18 м: формула описала бы движение назад, которого нет.

Ответ: 24 м