ЕГЭНИЙ
egeniy.ru

физика · 9 класс · подготовка к ОГЭ

Движение тела, брошенного горизонтально

Занятие 90 минут: теория, два разобранных примера, 41 задание от простого к формату ОГЭ. Ответы — в конце.

g = 10 м/с² | сопротивление воздуха не учитываем | калькулятор можно, как на ОГЭ

Фамилия, имя _____ Дата _____

0–8	8–22	22–30	30–44	44–56	56–64	64–76	76–90
Разминка	Теория и примеры	A. Понимание	B. Время и дальность	C. Скорость и угол	D. По рисунку	E. Формат ОГЭ	F. Задачи с решением

Разминка — Вспоминаем свободное падение и равномерное движение

8 мин

Устно или в одну строку. Формулы: $v = gt$, $h = \frac{gt^2}{2}$, $s = vt$.

P1 Камень падает без начальной скорости. Какую скорость он наберёт за 2 с?

Ответ: _____

P2 Какой путь пройдёт свободно падающее тело за 3 с?

Ответ: _____

P3 За какое время тело упадёт с высоты 80 м?

Ответ: _____

P4 Велосипедист едет равномерно со скоростью 6 м/с. Какой путь он проедет за 2,5 с?

Ответ: _____

P5 Тело падает с высоты 20 м. С какой скоростью оно ударится о землю?

Ответ: _____

P6 За какое время падающее тело наберёт скорость 15 м/с?

Ответ: _____

P7 Какой путь проходит свободно падающее тело за третью секунду падения?

Ответ: _____

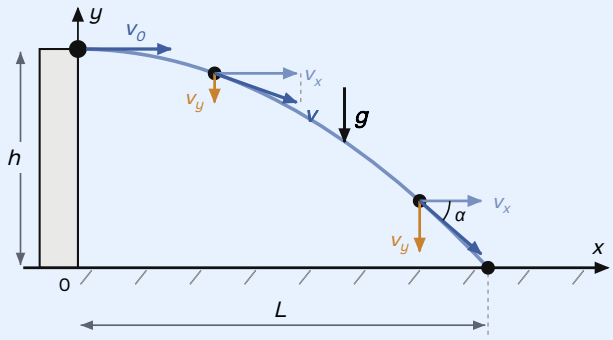
P8 Лодка плывёт поперёк реки со скоростью 3 м/с относительно воды, течение 4 м/с. Какова скорость лодки относительно берега?

Ответ: _____

Теория

Два движения в одном

14 мин



Главная идея

На летящее тело действует только сила тяжести, и направлена она вертикально вниз. Поэтому движение раскладывается на два независимых:

по горизонтали — равномерное: сила вдоль Ox не действует, $v_x = v_0$ весь полёт;

по вертикали — свободное падение без начальной вертикальной скорости, как у камня, который просто уронили.

Опыт: шарик, брошенный горизонтально, и шарик, отпущенный с той же высоты в тот же момент, падают на пол **одновременно**.

	По горизонтали (Ox)	По вертикали (вниз)
Ускорение	$a_x = 0$	$a_y = g = 10$ м/с^2
Скорость	$v_x = v_0 = \text{const}$	$v_y = gt$
Перемещение	$x = v_0 t$	опустилось на $\frac{gt^2}{2}$, высота над землёй $y = h - \frac{gt^2}{2}$

время полёта
$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

дальность полёта
$$L = v_0 t = v_0\sqrt{\frac{2h}{g}}$$

модуль скорости
$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

угол скорости с горизонтом
$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0}$$

скорость при падении (энергия)
$$v = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$$

траектория — ветвь параболы
$$y = h - \frac{g\,x^2}{2v_0^2}$$

Алгоритм решения

1) Рисунок: точка броска, h, L, оси. 2) Время полёта ищем по вертикали: $h = \frac{gt^2}{2}$. 3) Это же время подставляем в горизонталь: $L = v_0 t$. 4) Скорость в любой момент — по теореме Пифагора из v_x и v_y. 5) Проверка: время полёта зависит только от высоты; дальность растёт пропорционально v_0 и пропорционально $\sqrt{h}$.

Пример 1

С обрыва высотой 45 м горизонтально бросили камень со скоростью 40 м/с. Найдите время полёта, дальность и скорость при падении.

Решение. $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 45}{10}} = 3$ с.

$L = v_0 t = 40 \cdot 3 = 120$ м.

$v_y = gt = 30$ м/с, $v = \sqrt{40^2 + 30^2} = 50$ м/с.

Ответ: 3 с; 120 м; 50 м/с.

Пример 2 (обратная задача)

Мяч, брошенный горизонтально с высоты 1,8 м, упал на расстоянии 4,8 м. С какой скоростью его бросили и с какой скоростью он упал?

Решение. $t = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}8}{10}} = 0{,}6$ с.

$v_0 = \frac{L}{t} = \frac{4{,}8}{0{,}6} = 8$ м/с.

$v_y = gt = 6$ м/с, $v = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10$ м/с.

Ответ: 8 м/с; 10 м/с.

Блок A Понимание

8 мин

A1 С края стола одновременно: шарик 1 соскальзывает и падает вертикально, шарик 2 сталкивают щелчком горизонтально. Какой шарик упадёт на пол раньше?

1) шарик 1
2) шарик 2
3) оба одновременно
4) зависит от масс шариков

Ответ: _____

A2 Мяч брошен горизонтально. Как направлено и чему равно его ускорение в середине полёта? В момент перед падением?

Ответ: _____

A3 Какая из составляющих скорости — горизонтальная или вертикальная — сохраняется во время полёта? Почему?

Ответ: _____

A4 Начальную скорость увеличили в 3 раза, высота броска та же. Как изменятся время полёта и дальность?

Ответ: _____

A5 Высоту броска увеличили в 4 раза, начальная скорость та же. Как изменятся время полёта и дальность?

Ответ: _____

A6 Самолёт летит горизонтально с постоянной скоростью и сбрасывает груз. Где окажется груз в момент падения относительно самолёта? Какова траектория груза относительно самолёта и относительно Земли?

Ответ: _____

Блок B Время, дальность, высота

14 мин

B1 Тело брошено горизонтально с высоты 20 м. Сколько времени оно летит?

Ответ: _____

B2 Камень брошен горизонтально со скоростью 15 м/с с высоты 5 м. Найдите дальность полёта.

Ответ: _____

B3 Мяч брошен горизонтально с балкона высотой 3,2 м со скоростью 5 м/с. На каком расстоянии от дома он упадёт?

Ответ: _____

B4 Тело брошено горизонтально и упало через 3 с на расстоянии 36 м. Найдите начальную скорость и высоту броска.

Ответ: _____

B5 Камень брошен горизонтально со скоростью 10 м/с и упал на расстоянии 20 м. С какой высоты его бросили?

Ответ: _____

B6 С какой скоростью нужно бросить горизонтально мяч с высоты 1,25 м, чтобы он пролетел 3 м?

Ответ: _____

B7 Шланг закреплён горизонтально на высоте 0,8 м, струя падает на землю в 2 м от конца шланга. С какой скоростью вытекает вода?

Ответ: _____

B8 Тело брошено горизонтально со скоростью 6 м/с с высоты 45 м. Начало координат — на земле под точкой броска. Найдите координаты тела $(x;\ y)$ через 2 с.

Ответ: _____

Блок C Скорость и её направление

12 мин

Скорость складывается как стороны прямоугольного треугольника: $v = \sqrt{v_0^2 + (gt)^2}$.

C1 Камень брошен горизонтально со скоростью 3 м/с. Найдите модуль его скорости через 0,4 с.

Ответ: _____

C2 Тело брошено горизонтально со скоростью 15 м/с с высоты 20 м. С какой скоростью оно упадёт?

Ответ: _____

C3 Мяч брошен горизонтально со скоростью 12 м/с. Через какое время вертикальная составляющая скорости сравняется с горизонтальной? Под каким углом к горизонту направлена скорость в этот момент?

Ответ: _____

C4 Через 2 с после горизонтального броска скорость тела стала 25 м/с. С какой скоростью его бросили?

Ответ: _____

C5 Тело брошено горизонтально со скоростью 10 м/с. В момент падения его скорость направлена под углом 45° к горизонту. С какой высоты бросили тело?

Ответ: _____

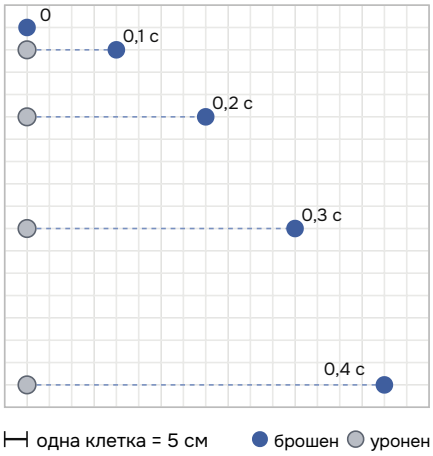
C6 Камень брошен горизонтально со скоростью 6 м/с с высоты 3,2 м. Найдите скорость при падении двумя способами: через v_x и v_y и через закон сохранения энергии.

Ответ: _____

Блок D Работа с рисунком

8 мин

D1



На стробоскопическом снимке положения двух шариков сняты через каждые 0,1 с. Один шарик уронили, другой в тот же момент бросили горизонтально из той же точки.

а) Определите горизонтальную скорость брошенного шарика.

а) _____

б) На сколько сантиметров опустился брошенный шарик за первые 0,3 с? Сравните с упавшим шариком.

б) _____

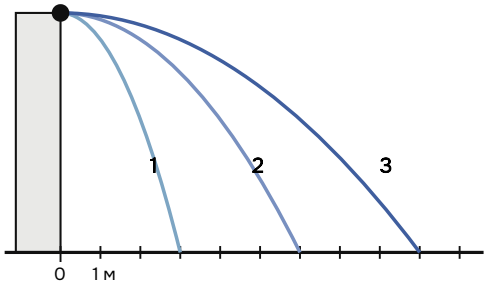
в) На сколько сантиметров он опустился за промежуток от 0,3 с до 0,4 с? Найдите отношение вертикальных перемещений за четыре последовательных промежутка.

в) _____

г) Рассчитайте по снимку ускорение свободного падения.

г) _____

D2



С края стола горизонтально бросили три одинаковых мяча с разными скоростями. Цена деления на полу — 1 м (масштаб по вертикали другой).

а) Какой мяч упал первым?

а) _____

б) Во сколько раз начальная скорость мяча 3 больше, чем мяча 1?

б) _____

в) Высота стола 1,25 м. С какой скоростью бросили мяч 2?

в) _____

Блок E Формат ОГЭ

12 мин

E1 Тело брошено горизонтально со скоростью v_0 с высоты h. Установите соответствие между физическими величинами и формулами для их расчёта. К каждой позиции первого столбца подберите позицию из второго.

ВЕЛИЧИНЫ

А) время полёта

Б) дальность полёта

В) модуль скорости в момент падения

ФОРМУЛЫ

1) $v_0\sqrt{\dfrac{2h}{g}}$

2) $\sqrt{\dfrac{2h}{g}}$

3) $\sqrt{v_0^2+2gh}$

4) v_0+gt

5) $\dfrac{2h}{g}$

А	Б	В

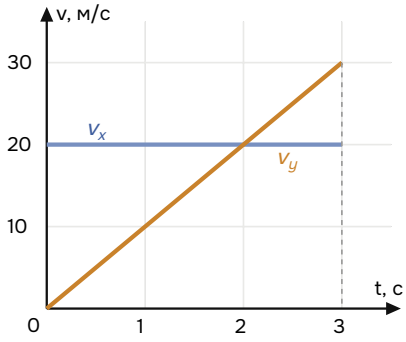
E2 Мяч бросают горизонтально с одной и той же высоты, увеличив его начальную скорость. Как изменятся время полёта, дальность полёта и ускорение мяча? Для каждой величины: 1) увеличится; 2) уменьшится; 3) не изменится. Цифры могут повторяться.

время	дальность	ускорение

E3 Камень брошен горизонтально с крыши. Как изменяются во время полёта горизонтальная составляющая скорости, модуль скорости и потенциальная энергия камня? Для каждой величины: 1) увеличивается; 2) уменьшается; 3) не изменяется.

v_x	модуль v	$E_\text{п}$

E4



На графике — зависимость горизонтальной v_x и вертикальной v_y составляющих скорости тела, брошенного горизонтально, от времени. Через 3 с тело упало на землю. Выберите **два** верных утверждения.

1) Начальная скорость тела равна нулю.
2) Тело брошено с высоты 45 м.
3) Дальность полёта равна 60 м.
4) Ускорение тела равно 20 м/с².
5) В момент падения скорость тела равна 30 м/с.

Ответ: _____

E5 Из одной точки на одной высоте одновременно отпускают одну пулю и выстреливают горизонтально другую. Пули падают на горизонтальную землю практически одновременно. Выберите верное объяснение.

1) Быстрая пуля почти не испытывает действия силы тяжести, поэтому падает медленнее.
2) Обе пули по вертикали движутся с одинаковым ускорением g без начальной вертикальной скорости; горизонтальная скорость на вертикальное движение не влияет.
3) Пули имеют одинаковую массу, поэтому одинаковы и времена падения.
4) На обе пули действует одинаковая сила сопротивления воздуха.

Ответ: _____

Блок F Расчётные задачи с полным решением

14 мин

Оформление как на ОГЭ: «Дано», все исходные формулы отдельно, промежуточные результаты с единицами.

F1 Вертолёт летит горизонтально на высоте 125 м со скоростью 40 м/с. На каком расстоянии от цели по горизонтали нужно сбросить груз, чтобы он попал в цель?

Ответ: _____

F2 Из окна на высоте 20 м мальчик бросил мяч горизонтально. Мяч упал на расстоянии 30 м от стены дома. С какой скоростью бросили мяч и с какой скоростью он ударился о землю?

Ответ: _____

F3 Теннисист подаёт мяч горизонтально с высоты 2,5 м. Сетка высотой 0,7 м находится на расстоянии 12 м от точки удара. С какой наименьшей скоростью нужно подать мяч, чтобы он перелетел сетку? На каком расстоянии за сеткой мяч коснётся корта при этой скорости? (Округлите до десятых.)

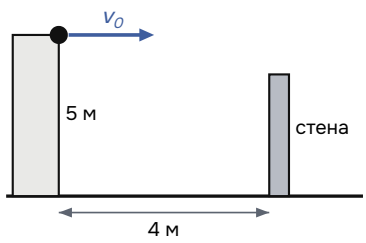
Ответ: _____

F4 Свинцовый шарик бросили горизонтально со скоростью 20 м/с с высоты 6 м. Он ударился о каменную плиту, и 50 % его кинетической энергии в момент удара пошло на нагревание шарика. На сколько градусов нагрелся шарик? Удельная теплоёмкость свинца 130 Дж/(кг·°C).

Ответ: _____

★ Резерв Если осталось время, или домой

★1



Мяч бросили горизонтально со скоростью 10 м/с с высоты 5 м в сторону вертикальной стены, стоящей в 4 м. Удар о стену упругий: горизонтальная составляющая скорости меняет направление, сохраняя величину, вертикальная не меняется. На какой высоте мяч ударится о стену? На каком расстоянии от стены он упадёт на землю?

Ответ: _____

★2



Шарик скатывается с верхней площадки лестницы, имея горизонтальную скорость 3 м/с. Высота и ширина каждой ступеньки 25 см. На какую по счёту ступеньку он упадёт впервые? *Подсказка: линия, проходящая через углы ступенек, — прямая* $y = x$.

Ответ: _____

ЕГЭНИЙ egeniy.ru ответы и решения

Ответы: тело, брошенное горизонтально

№	Ответ	№	Ответ
P1	20 м/с	B1	2 с
P2	45 м	B2	15 м (t = 1 с)
P3	4 с	B3	4 м (t = 0,8 с)
P4	15 м	B4	12 м/с; 45 м
P5	20 м/с	B5	20 м (t = 2 с)
P6	1,5 с	B6	6 м/с (t = 0,5 с)
P7	25 м (45 − 20)	B7	5 м/с (t = 0,4 с)
P8	5 м/с	B8	(12 м; 25 м)
A1	3 — одновременно	C1	5 м/с (v_y = 4 м/с)
A2	Вертикально вниз, 10 м/с² в любой точке полёта	C2	25 м/с (v_y = 20 м/с)
A3	Горизонтальная: по горизонтали сила не действует	C3	1,2 с; 45°
A4	Время не изменится, дальность ×3	C4	15 м/с (v_y = 20 м/с)
A5	Время ×2, дальность ×2	C5	5 м ($v_y = v_0$ = 10 м/с, t = 1 с)
A6	Точно под самолётом; относительно самолёта — вертикальная прямая, относительно Земли — парабола	C6	10 м/с обоими способами: $\sqrt{6^2+8^2}$ и $\sqrt{36+64}$
D1	а) 2 м/с (4 клетки = 20 см за 0,1 с); б) 45 см, столько же, сколько у упавшего; в) 35 см; 1 : 3 : 5 : 7; г) 10 м/с² (80 см за 0,4 с)	D2	а) все одновременно; б) в 3 раза (9 м и 3 м); в) 12 м/с (t = 0,5 с, L = 6 м)
E1	213	E2	313
E3	312	E4	23 (5 неверно: $v = \sqrt{20^2+30^2} \approx 36$ м/с)
E5	2	F1	200 м
F2	15 м/с; 25 м/с	F3	20 м/с; ≈ 2,1 м
F4	на 1 °C	★1	4,2 м; 6 м (на 2 м позади точки броска)
★2	на 8-ю		

Решения Блок F и задачи со звёздочкой

F1

$t = \sqrt{\dfrac{2h}{g}} = \sqrt{\dfrac{2 \cdot 125}{10}} = 5$ с. За это время груз смещается по горизонтали вместе с вертолётом: $L = v_0 t = 40 \cdot 5 = 200$ м.

F2

$t = \sqrt{\dfrac{2 \cdot 20}{10}} = 2$ с; $v_0 = \dfrac{L}{t} = \dfrac{30}{2} = 15$ м/с.
$v_y = gt = 20$ м/с; $v = \sqrt{15^2 + 20^2} = 25$ м/с.

F3

До сетки мяч может опуститься на $2{,}5 - 0{,}7 = 1{,}8$ м: $t_1 = \sqrt{\dfrac{2 \cdot 1{,}8}{10}} = 0{,}6$ с, $v_{\min} = \dfrac{12}{0{,}6} = 20$ м/с.

Полёт до корта: $t = \sqrt{\dfrac{2 \cdot 2{,}5}{10}} = \sqrt{0{,}5} \approx 0{,}707$ с; $L = 20 \cdot 0{,}707 \approx 14{,}1$ м; за сеткой $14{,}1 - 12 \approx 2{,}1$ м.

F4

$v^2 = v_0^2 + 2gh = 400 + 120 = 520$ м^2/с^2.
$Q = 0{,}5 \cdot \dfrac{mv^2}{2}$, $Q = cm\Delta t \Rightarrow \Delta t = \dfrac{0{,}5\,v^2}{2c} = \dfrac{0{,}5 \cdot 520}{2 \cdot 130} = 1$ °C. Масса сокращается.

★1

До стены: $t_1 = \dfrac{4}{10} = 0{,}4$ с, мяч опустился на $\dfrac{10 \cdot 0{,}4^2}{2} = 0{,}8$ м — удар на высоте 4,2 м.

Весь полёт $t = \sqrt{\dfrac{2 \cdot 5}{10}} = 1$ с, по горизонтали пройдено $10 \cdot 1 = 10$ м: 4 м до стены и 6 м обратно.

Мяч падает в 6 м от стены, то есть на 2 м позади точки броска.

★2

Опускание при смещении x: $y = \dfrac{gx^2}{2v_0^2} = \dfrac{10x^2}{18}$. Траектория пересекает линию углов $y = x$ при $x = \dfrac{2v_0^2}{g} = 1{,}8$ м. До этого она проходит выше всех углов ступенек.

$1{,}8 : 0{,}25 = 7{,}2 \Rightarrow$ пересечение над 8-й ступенькой (её край от 1,75 до 2,0 м). Глубины 2,0 м шарик достигает при $x \approx 1{,}90$ м — это 8-я ступенька.

Для преподавателя. В кодификаторе ОГЭ горизонтальный бросок отдельным элементом не выделен (п. 1.5 — свободное падение по вертикали). Задания опираются на п. 1.4, 1.5, 1.18–1.19 и повторяют формы линий КИМ ОГЭ 2025: соответствие (1), выбор объяснения (5), число (6–7), изменение величин (12), два из пяти по графику (14), расчётные задачи (20–22, F4 — комбинированная механика + теплота). Все ответы проверены программно.