

## Вертикальное движение

ЗАДАЧА 1. («Физтех», 2016, 9) Камень, брошенный вертикально вверх с поверхности Земли с некоторой скоростью, упал на Землю через 2 с. Через какое время упадет камень, брошенный вертикально вверх с той же скоростью на Луне? Ускорение свободного падения на Луне в 6 раз меньше, чем на Земле.

12 с

ЗАДАЧА 2. (Всеросс., 2014, ШЭ, 10) Домашняя кошка любит валяться на полу и играть в мячик, бросая его задними лапами вертикально вверх и ловя его после удара о потолок. Скорость мячика перед абсолютно упругим ударом о потолок обычно равна  $v_0 = 5$  м/с. Однажды кошка стала так же играть, лёжа на лужайке. Она привычными движениями бросала мячик вверх, а вот ловить его приходилось позже на время  $\Delta t$ . Определите это время. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

$\Delta t = \frac{6}{v_0^2} = 4$  с

ЗАДАЧА 3. («Физтех», 2014, 11) Камень, брошенный с крыши сарая почти вертикально вверх со скоростью 15 м/с, упал на землю через 4 с. Найдите высоту крыши. Ускорение свободного падения 10 м/с<sup>2</sup>.

4 м

ЗАДАЧА 4. (МОШ, 2014, 9–10) Тело, брошенное вертикально вверх, через секунду оказалось на высоте 20 м. Ускорение свободного падения составляет 10 м/с<sup>2</sup>.

- А) Какова начальная скорость тела? Ответ представьте в м/с и округлите до целых.  
 В) Сколько времени продлился полёт тела? Ответ представьте в секундах и округлите до десятых.  
 С) Какова максимальная высота полёта? Ответ представьте в метрах и округлите до целых.

А) 25; В) 2,5; С) 31 м

ЗАДАЧА 5. (Всеросс., 2015, ШЭ, 10–11) Два одинаковых пластилиновых шарика при помощи пружинного пистолета подбрасывают из одной точки вертикально вверх вдоль одной прямой с промежутком в  $\tau = 2$  с. Начальные скорости первого и второго шариков равны  $v_1 = 30$  м/с и  $v_2 = 50$  м/с соответственно. Через какое время  $t$  после момента бросания первого шарика они столкнутся? На какой высоте это произойдёт? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

$t = \frac{v_1 + v_2}{g} = 4$  с;  $h = \frac{v_1^2 + v_2^2}{2g} = 45$  м

ЗАДАЧА 6. (*Всеросс., 2017, МЭ, 9*) Массивная горизонтальная плита движется вниз с постоянной скоростью  $V = 4$  м/с. Над плитой на нити неподвижно относительно земли висит мячик. В тот момент, когда расстояние между плитой и мячиком было равно  $h = 1$  м, нить оборвалась.

- 1) Через какое время после обрыва нити мячик догонит плиту?
- 2) На какое максимальное расстояние от плиты удалится мячик после абсолютно упругого отскока?
- 3) Через какое время после первого удара о плиту мячик во второй раз догонит её? Ускорение свободного падения принять равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

$$t_1 = \frac{h}{V} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ с}$$

ЗАДАЧА 7. (*МОШ, 2015, 10*) Тело бросили с поверхности земли вертикально вверх. Спустя 2 секунды после броска тело ещё двигалось вверх, а спустя 6 секунд после броска — уже находилось на земле. На какой высоте могло находиться тело в верхней точке траектории? Столкновение тела с землёй считайте абсолютно неупругим, ускорение свободного падения  $10$  м/с<sup>2</sup>, сопротивлением воздуха можно пренебречь.

$$h = 1,5 \text{ м}$$

ЗАДАЧА 8. (*МОШ, 2013, 9*) Камень, брошенный вертикально вверх с поверхности земли, через промежуток времени  $\tau = 1$  с после начала движения оказался выше забора высотой  $h = 4$  м, а ещё через этот же промежуток времени  $\tau = 1$  с — ниже этого забора. Какой могла быть начальная скорость камня? В какой момент времени от начала движения могла быть достигнута максимальная высота подъёма камня? До какой максимальной высоты мог подняться камень? Ускорение свободного падения считайте равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>, сопротивление воздуха не учитывайте.

$$v_0 = 10 \text{ м/с}, t = 0,5 \text{ с}, H = 4,05 \text{ м}$$

ЗАДАЧА 9. (*«Росатом», 2017, 9–10*) Тело падает с некоторой высоты без начальной скорости. В некоторый момент времени оно оказалось на высоте  $h$  над землёй, а спустя интервал времени  $\Delta t$  — на высоте  $h/4$ . С какой высоты падало тело?

$$H = \frac{g \Delta t^2}{2} \left( \frac{2}{1} - \frac{1}{4} \right) = 1,5 g \Delta t^2$$

ЗАДАЧА 10. (*«Росатом», 2014, 9–10*) Два тела находятся в точках, расположенных на одной вертикали на некоторой высоте над поверхностью земли. Расстояние между этими точками  $h = 100$  м. Тела одновременно бросают вертикально вверх: тело, которое находится ниже, — с начальной скоростью  $2v_0$ , второе — с начальной скоростью  $v_0$  ( $v_0 = 10$  м/с). В какой точке тела столкнутся? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

$$h = 2v_0^2/g = 200 \text{ м}$$

ЗАДАЧА 11. (*«Росатом», 2013, 9–10*) Тело падает с высоты  $h$  на землю без начальной скорости. Какое расстояние пройдёт тело за вторую четверть полного времени движения до поверхности земли?

$$\frac{3h}{4}$$

ЗАДАЧА 12. («Росатом», 2011, 9) С поверхности земли бросают вверх камень, через  $\tau = 2$  секунды ещё один камень из той же точки с той же скоростью. Найдите эту скорость, если удар произошел на высоте  $H = 10$  м.

$$\frac{v_0}{m} \approx \frac{H}{\tau^2} + \frac{g}{2} \tau = 0$$

ЗАДАЧА 13. («Росатом», 2011, 10) Тело бросили с высоты  $H$  вертикально вниз с начальной скоростью  $v_0$ . За какое время тело пройдёт вторую четверть пути?

$$\frac{v_0}{H} \approx \frac{g}{2} \tau = \frac{v_0}{H} \tau^2 + \frac{g}{2} \tau^3 = 0$$

ЗАДАЧА 14. (МФТИ, 1981) За последнюю секунду свободно падающее тело пролетело  $3/4$  своего пути. Сколько времени падало тело?

$$\tau = t$$

ЗАДАЧА 15. (МФТИ, 2008) Мяч, брошенный с поверхности земли почти вертикально вверх, через некоторое время упал на балкон со скоростью, вдвое меньшей начальной. На какой высоте над землёй находилась точка падения, если за время  $\tau$  после броска скорость летящего вверх мяча уменьшилась на 25%? Сопротивление воздуха не учитывать.

$$\tau^2 g = v_0$$

ЗАДАЧА 16. (МФТИ, 2008) С балкона вертикально вверх бросают камень. Через время  $\tau$  скорость летящего вверх камня уменьшается на 10%. С какой высоты был произведён бросок, если максимальная высота подъёма камня над поверхностью земли вдвое больше начальной? Сопротивление воздуха не учитывать.

$$\tau^2 g = v_0$$

ЗАДАЧА 17. (МФТИ, 1997) Два камня были брошены из одной точки с одинаковыми скоростями: один — вертикально вверх, другой — вертикально вниз. Они упали на землю с интервалом времени  $\tau$ . Какова начальная скорость камней? Сопротивление воздуха не учитывать.

$$\frac{v_0}{g} = \tau$$

ЗАДАЧА 18. (МФТИ, 1997) Из одной точки на высоте  $h$  от поверхности земли брошены с одинаковыми скоростями камень  $A$  вертикально вверх и камень  $B$  вертикально вниз. Известно, что камень  $A$  достиг верхней точки своей траектории одновременно с падением камня  $B$  на землю. Какой максимальной высоты (считая от поверхности земли) достиг камень  $A$ ? Сопротивление воздуха не учитывать.

$$v_0^2 = 2gh$$

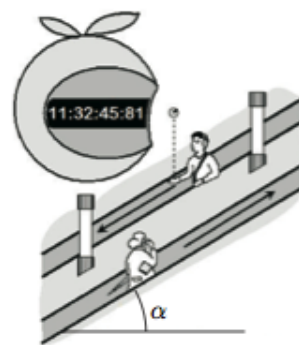
ЗАДАЧА 19. (МОШ, 2011, 9) Находясь на краю глубокого обрыва, турист бросает камень вертикально вверх. При последующем движении вниз камень проходит точку бросания и падает в обрыв. Известно, что за промежуток времени  $t = 1$  с, отсчитываемый от момента броска, камень прошел путь  $S = 2,9$  м. Определите начальную скорость камня, сообщённую ему при броске. Ускорение свободного падения считать равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивлением воздуха пренебречь.

$$v_0 = \frac{S}{t} + \frac{g t^2}{2} = 2,9 + \frac{10 \cdot 1^2}{2} = 3,9 + 5 = 8,9 \text{ м/с}$$

ЗАДАЧА 20. (МОШ, 2014, 9) Геодезическая ракета стартует по вертикали и движется с ускорением  $a = 50$  м/с<sup>2</sup>. Через некоторое время происходит отсечка (прекращение работы) двигателя. Звук на земле в точке старта перестал быть слышен спустя время  $\tau = 1$  мин 55,5 с после старта. Какую скорость  $V$  приобрёл установленный на ракете исследовательский зонд к моменту отключения двигателя? На какую максимальную высоту  $H$  он поднимется? Скорость звука принять равной  $c = 330$  м/с, ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивлением воздуха и изменением величины  $g$  с высотой пренебречь.

$$H = \frac{c^2}{2g} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2g\tau}{c}} \right)^2 = 169,35 \text{ м}$$

ЗАДАЧА 21. (Всеросс., 2013, РЭ, 9) Побывав на компьютерной выставке, Вовочка в качестве сувенира получил электронные часы в форме яблока, способные показывать время с точностью до сотых долей секунды. Стоя на эскалаторе, движущемся вниз, он подкинул яблоко вверх, и заметил, что в верхней точке траектории часы показали 11 : 32 : 45 : 81 (см. рисунок). Между тем его учительница Марьиванна, поднимающаяся в это время на соседнем эскалаторе, заметила, что в верхней точке часы показали 11 : 32 : 45 : 74. Определите по этим данным скорость движения эскалаторов  $u$ , если известно, что они движутся с одинаковой скоростью и наклонены под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту. Сопротивлением воздуха пренебречь. Примите  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



$$u = \frac{g \Delta t}{2} = \frac{10 \cdot 0,07}{2} = 0,35 \text{ м/с}$$

ЗАДАЧА 22. (Всеросс., 2010, РЭ, 9) При съёмке художественного фильма потребовалось заснять эпизод с падением вагонов поезда с моста в реку. Для этого был построен макет железной дороги, моста и вагонов в масштабе 1 : 50. С какой частотой кадров  $N_1$  необходимо снимать этот эпизод, чтобы при просмотре кадров со стандартной частотой  $N_0 = 24$  кадра/с ситуация выглядела правдоподобно?

$$N_1 = N_0 \sqrt{50} \approx 170 \text{ кадров/с}$$

Задача 23. (МОШ, 2014, 9) С ветки дерева, расположенной на высоте  $H = 5$  м, с интервалом  $\tau = 0,5$  с отрываются капли воды и падают на тротуар. С какой минимальной скоростью  $V$  должен идти худой пешеход, чтобы, не замочившись, проскочить опасное место? Считать, что рост пешехода  $h = 180$  см, диаметр его шляпы  $D = 30$  см, ширина шага  $L = 60$  см, ботинки в крайних положениях по горизонтали выступают из-под шляпы симметричным образом, ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивлением воздуха пренебречь, ботинки считать точечными!

$$\frac{v}{\pi} g'0 = \frac{L}{d} = \Lambda$$