

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.

21

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 Δt . Определите это время. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

$$\Delta t = \frac{6}{v_0^2} = 4\Delta$$

ЗАДАЧА 3. (МОШ, 2014, 9–10) Тело, брошенное вертикально вверх, через секунду оказалось на высоте 20 м. Ускорение свободного падения составляет 10 м/с².

- А) Какова начальная скорость тела?
 В) Сколько времени продлился полёт тела?
 С) Какова максимальная высота полёта?

$$\text{A) } 25 \text{ м/с; В) } 5 \text{ с; С) } 31,25 \text{ м}$$

ЗАДАЧА 4. («Физтех», 2018, 9) Девочка бросает мячик вертикально вверх. Когда мячик достигает максимальной высоты своего полёта, девочка бросает вверх второй мячик, с той же скоростью и с того же места, что и первый. В результате мячики сталкиваются на высоте $H = 1,8$ м от места броска. Какой максимальной высоты H_0 , считая от места броска, достигал в своём полёте первый мячик? Сопротивление воздуха не учитывать.

$$H_0 = 2,4 \text{ м}$$

ЗАДАЧА 5. («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/с².

$$h = 20 \text{ м}$$

ЗАДАЧА 6. (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/с².

$$t = \frac{v_1 + v_2 - g\tau}{g} = 3 \text{ с; } h = \frac{v_1^2 + v_2^2 - g^2\tau^2}{2g} = 45 \text{ м}$$

ЗАДАЧА 7. (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/с².

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

ЗАДАЧА 8. (Всеросс., 2018, МЭ, 10) Два шарика брошены одновременно навстречу друг другу с одинаковыми начальными скоростями: один — с поверхности земли вертикально вверх, другой — с высоты H вертикально вниз. Найдите эти скорости, если известно, что шарики встретились на высоте $H/4$.

$$\frac{v}{H^2} = a$$

ЗАДАЧА 9. (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/с², сопротивлением воздуха можно пренебречь.

$$H = 4,5 \text{ м}$$

ЗАДАЧА 10. (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/с², сопротивление воздуха не учитывайте.

$$v_0 = 12 \text{ м/с}; H_{\max} = 9 \text{ м}; t_{\max} = 1,2 \text{ с}; H_{\text{забор}} = 4,05 \text{ м}; H_{\text{ниже}} = 7,2 \text{ м}$$

ЗАДАЧА 11. (МФТИ, 1981) За последнюю секунду свободно падающее тело пролетело $3/4$ своего пути. Сколько времени падало тело?

$$t = 3 \text{ с}$$

ЗАДАЧА 12. («Курчатов», 2018, 9) Тело свободно падает без начальной скорости с некоторой высоты H и за последнюю секунду своего падения проходит путь в 3 раза больший, чем за всё остальное время падения. Вычислите высоту H . Ускорение свободного падения примите равным $g = 10$ м/с², сопротивление воздуха не учитывайте.

$$H = 20 \text{ м}$$

ЗАДАЧА 13. («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 Δt — на высоте $h/4$. С какой высоты падало тело?

$$\frac{z}{z} \left(\frac{z}{z} - \frac{z \Delta t}{z^2} \right) \frac{z}{z} + z = H$$

ЗАДАЧА 14. («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/с².

$$v_0 \Delta t = \frac{z_0 \Delta t}{z} - z_0 = z_0 \Delta t$$

ЗАДАЧА 15. («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?

$$\frac{z}{z}$$

ЗАДАЧА 16. («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 произошёл на высоте $H = 10$ м.

$$v_0 = \sqrt{2gH} + g\tau$$

ЗАДАЧА 17. («Росатом», 2011, 10) Тело бросили с высоты H вертикально вниз с начальной скоростью v_0 . За какое время тело пройдёт вторую четверть пути?

$$\frac{z}{z} \sqrt{2gH + v_0^2} - \frac{z}{z} \sqrt{2gH} = z$$

ЗАДАЧА 18. (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 τ после броска скорость летящего вверх мяча уменьшилась на 25%? Сопротивление воздуха не учитывать.

$$z = \frac{v_0^2}{2g}$$

ЗАДАЧА 19. (МФТИ, 2008) С балкона вертикально вверх бросают камень. Через время τ 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.

$$z = \frac{v_0^2}{2g}$$

ЗАДАЧА 20. (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 τ . Какова начальная скорость камней? Сопротивление воздуха не учитывать.

$$\frac{z}{z} = v_0$$

Задача 21. (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.

$$v \frac{g}{v} = H$$

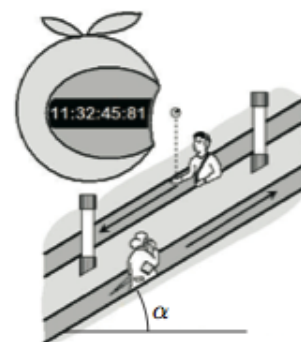
Задача 22. (МОШ, 2011, 9) Находясь на краю глубокого обрыва, турист бросает камень вертикально вверх. При последующем движении вниз камень проходит точку бросания и падает в обрыв. Известно, что за промежуток времени $t = 1$ с, отсчитываемый от момента броска, камень прошел путь $S = 2,9$ м. Определите начальную скорость камня, сообщённую ему при броске. Ускорение свободного падения считать равным $g = 10$ м/с². Сопротивлением воздуха пренебречь.

$$v_0 \frac{g}{v_0} = S \left(\frac{v_0}{g} - \frac{t}{2} \right) + \frac{g}{2} t^2$$

Задача 23. (МОШ, 2014, 9) Геодезическая ракета стартует по вертикали и движется с ускорением $a = 50$ м/с². 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/с². Сопротивлением воздуха и изменением величины g с высотой пренебречь.

$$H = \frac{c^2}{2a} \left(1 - \frac{c}{c + a\tau} \right)^2$$

Задача 24. (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/с².



$$u = \frac{g}{4 \sin^2 \alpha} = n$$

Задача 25. (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 26. (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/с². Сопротивлением воздуха пренебречь, ботинки считать точечными!

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