

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.

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

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?

А) 25 м/с; В) 5 с; С) 31,25 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 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.

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

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.

$$t_2 = \frac{h}{V} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2g}{V^2} h} \right) = 1,2 \text{ (I)}$$

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. («Физтех», 2021, 9) Девочка бросает вертикально вверх мяч. В момент, когда мяч достиг максимальной высоты, девочка бросает вертикально вверх второй мяч, с того же места и с той же скоростью, что и первый. В результате мячи столкнулись через время τ после броска второго мяча. Сопротивление воздуха не учитывать.

1. Какой максимальной высоты, считая от места броска, достиг первый мяч?
2. На какой высоте, считая от места броска, столкнулись мячи?
3. Найти отношение путей, пройденных мячами до столкновения.

$$\frac{v}{g} = \frac{2g}{v} \left(g \tau + \frac{v}{g} \tau \right) = H \left(2 \tau + \frac{v}{g} \tau \right) = v \text{ (I)}$$

ЗАДАЧА 10. («Физтех», 2021, 10) Мальчик бросает вертикально вверх мяч. В момент, когда мяч достиг максимальной высоты, мальчик бросает вертикально вверх второй мяч, с того же места и с той же скоростью, что и первый. В результате мячи столкнулись на высоте H от места броска. Сопротивление воздуха не учитывать.

1. Найти время полёта второго мяча до столкновения.
2. Найти начальную скорость мячей.
3. Какой путь прошёл первый мяч до столкновения?

$$H \frac{v}{g} = v \left(g \tau + \frac{v}{g} \tau \right) \Rightarrow \tau = \frac{2g}{v} \left(\frac{v}{g} \tau \right) = \frac{2v}{g} \tau = \tau \text{ (I)}$$

ЗАДАЧА 11. (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.

$$0,2 \text{ м}$$

ЗАДАЧА 12. (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.

$$v_0 \geq 4 \text{ м/с}, \tau_1 \geq H/2g, \tau_2 \geq H/2g$$

ЗАДАЧА 13. (МФТИ, 1981) За последнюю секунду свободно падающее тело пролетело $3/4$ своего пути. Сколько времени падало тело?

$$t = 2 \text{ с}$$

ЗАДАЧА 14. («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 15. («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?

$$H = \frac{6h}{1} + \frac{g(\Delta t)^2}{2}$$

ЗАДАЧА 16. («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.

$$H = \frac{g(\Delta t)^2}{2} + \frac{v_0^2}{2g}$$

ЗАДАЧА 17. («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 18. («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.

$$v_0 = \sqrt{H/g}$$

ЗАДАЧА 19. («Росатом», 2011, 10) Тело бросили с высоты H вертикально вниз с начальной скоростью v_0 . За какое время тело пройдёт вторую четверть пути?

$$\frac{b}{\sqrt{Hb + \frac{v_0^2}{2g}} \sqrt{Hb + \frac{v_0^2}{2g}}} = \frac{1}{2}$$

ЗАДАЧА 20. (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.

$$\tau^2 b g = v$$

ЗАДАЧА 21. (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.

$$\tau^2 b 0 g = v$$

ЗАДАЧА 22. (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.

$$\frac{\tau}{2b} = 0a$$

ЗАДАЧА 23. (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.

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

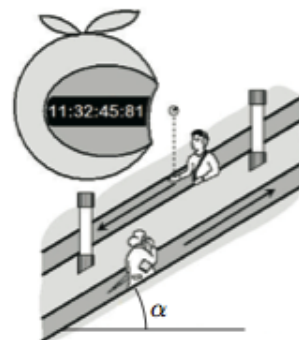
ЗАДАЧА 24. (МОШ, 2011, 9) Находясь на краю глубокого обрыва, турист бросает камень вертикально вверх. При последующем движении вниз камень проходит точку бросания и падает в обрыв. Известно, что за промежуток времени $t = 1$ с, отсчитываемый от момента броска, камень прошёл путь $S = 2,9$ м. Определите начальную скорость камня, сообщённую ему при броске. Ускорение свободного падения считать равным $g = 10$ м/с². Сопротивлением воздуха пренебречь.

$$v/\pi \text{ или } v/\pi g : \left(\frac{v}{g} - \frac{b}{g} \sqrt{\frac{v}{g}} \mp \frac{v}{g} \right) b = 0a$$

ЗАДАЧА 25. (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.

$$v g g g g = H : v/\pi 0 g g = \left(1 - \frac{v}{c} + 1/\sqrt{g} \right) v = A$$

Задача 26. (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 Марьяванна, 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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.



$$v/\pi \cdot 2'0 = \frac{v \sin \alpha}{g} = n$$

Задача 27. (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?

$$v/\pi \text{ кад/сек } 021 \approx 0.5 \cdot 24 \cdot N = 1N$$

Задача 28. (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 $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивлением воздуха пренебречь, ботинки считать точечными!

$$v/\pi \cdot 9'0 = \frac{L}{D} = 1$$