

1.5. Движение тела, брошенного вертикально

1.5.1. Спортсмен прыгает с вышки в воду. На сколько сопротивление воздуха увеличивает время падения, если высота вышки $h = 10$ м, а время падения $t = 1,8$ с?

1.5.2. Какое время и с какой высоты падало тело, если последние $\Delta h = 60$ м пути оно прошло за время $\Delta t = 2$ с?

1.5.3. Камень, свободно падая с некоторой высоты, перед ударом о землю достиг скорости $v = 14$ м/с. В какой момент времени после начала падения он находился на половине от первоначальной высоты?

1.5.4. Тело свободно падает с высоты $h = 196$ м. Найдите среднюю скорость падения на второй половине пути.

1.5.5. Тело, свободно падающее с некоторой высоты, первый участок пути проходит за время $t_1 = 4$ с, а такой же последний — за время $t_2 = 2$ с. Найдите высоту и время падения тела.

1.5.6. Тело, свободно падающее с некоторой высоты, за время $t = 2$ с после начала движения проходит путь в $n = 4$ раза меньший, чем за такой же промежуток времени в конце движения. Найдите высоту и время падения тела.

1.5.7. Тело брошено вертикально вниз с высоты $h = 20$ м со скоростью $v_0 = 10$ м/с. Найдите скорость тела к моменту его падения на землю.

1.5.8. С какой начальной скоростью нужно бросить вертикально вниз тело с высоты $h = 39,2$ м, чтобы оно упало на $\Delta t = 2$ с быстрее тела, свободно падающего с этой высоты?

• **1.5.9.** С крыши дома оторвалась маленькая сосулька и пролетела мимо окна, высота которого $h = 1,5$ м, за время $t = 0,2$ с. С какой высоты H относительно верхнего края окна она оторвалась?

1.5.10. Мяч бросают вертикально вверх со скоростью $v = 9,8$ м/с. Найдите максимальную высоту подъема мяча. Во сколько раз надо увеличить скорость мяча, чтобы увеличить высоту его наибольшего подъема в 9 раз?

• **1.5.11.** Тело брошено вертикально вверх со скоростью $v_0 = 19,6$ м/с. Сколько времени оно будет находиться на высоте, большей $h = 14,7$ м?

• **1.5.12.** Мяч брошен вертикально вверх. На высоте $h = 10$ м он побывал дважды с интервалом времени $\Delta t = 2$ с. Определите начальную скорость мяча и его максимальную высоту подъема.

• **1.5.13.** Тело брошено вертикально вверх со скоростью $v_0 = 19,6$ м/с. В какой момент времени модуль скорости станет в $n = 2$ раза меньшим?

1.5.14. Тело, брошенное вертикально вверх, проходит за первую секунду ($t_1 = 1$ с) половину высоты подъема. Найдите: а) время полета тела; б) путь, пройденный телом за последнюю секунду падения.

1.5.15. Какова максимальная высота, на которую поднимается камень, брошенный вертикально вверх, если через $\Delta t = 1,5$ с скорость его уменьшилась в $n = 2$ раза?

1.5.16. Человек, находящийся в лифте, который поднимается равномерно, с высоты $h = 0,98$ м от пола роняет мяч. Определите промежуток времени между двумя последовательными ударами о пол лифта, считая их абсолютно упругими.

• **1.5.17.** Два шарика падают с одинаковой высоты на землю. Первый шарик падает свободно. Второй, пролетев половину своего пути, пробивает тонкую пластинку, теряя половину скорости. Во сколько раз скорость падения на землю первого шарика больше скорости падения второго?

• **1.5.18.** С вертолета, находящегося на высоте $h = 300$ м, сброшен груз. Спустя какое время груз достигнет земли, если вертолет: а) неподвижен; б) опускается со скоростью $v = 5$ м/с; в) поднимается со скоростью $v = 5$ м/с?

1.5.19. Звук выстрела и пуля одновременно достигли высоты $h = 990$ м. Выстрел произведен вертикально вверх. Какова начальная скорость пули? Скорость звука в воздухе $v = 330$ м/с.

1.5.20. Камень падает в ущелье. Через $\Delta t = 6$ с слышен звук удара камня о дно ущелья. Определите время падения камня. Скорость звука $v = 330$ м/с.

1.5.21. Два тела, расположенные на одной вертикали на расстоянии $l = 19,6$ м друг от друга, начинают одновременно свободно падать вниз. Найдите расстояние между телами через $\Delta t = 2$ с после начала их падения.

1.5.22. Два тела, расположенные на одной высоте, начинают свободно падать с интервалом времени $\Delta t_1 = 2$ с. Каким будет расстояние между ними через $\Delta t_2 = 4$ с после начала падения первого тела?

• **1.5.23.** С крыши дома через каждые $\tau = 0,2$ с падают капли воды. На каком расстоянии друг от друга будут находиться первая и четвертая капли в момент отрыва десятой капли? С какой скоростью первая капля движется относительно четвертой?

1.5.24. Два парашютиста сделали затыжной прыжок с одной и той же высоты, один вслед за другим через $t = 6$ с. В какой момент времени, считая от прыжка первого парашютиста, расстояние между ними по вертикали будет $h = 294$ м?

1.5.25. Одно тело свободно падает с высоты $h = 392$ м. Одновременно другое тело брошено с земли вертикально вверх со скоростью $v = 78,4$ м/с. Когда и на какой высоте тела встретятся?

1.5.26. С высоты $H = 10$ м над землей свободно начинает падать мяч. Одновременно с земли бросают вертикально вверх камень, и они сталкиваются на высоте $h = 1$ м. С какой скоростью был брошен камень?

• **1.5.27.** С воздушного шара, опускающегося с постоянной скоростью $v = 4$ м/с, бросили вертикально вверх груз со скоростью $u = 20$ м/с относительно шара. Определите расстояние между грузом и шаром в тот момент, когда груз достигает высшей точки подъема. Спустя какое время после броска груз пролетит мимо шара?

1.5.28. Аэростат стартует с поверхности земли с ускорением $a = 2$ м/с². Через $\Delta t = 5$ с после старта с него сброшен балласт без начальной скорости относительно аэростата. Какое время балласт будет падать на землю? Какова его скорость в момент соприкосновения с землей?

1.5.29. Парашютист, спускающийся равномерно со скоростью $v = 4,9$ м/с, бросает вертикально вверх небольшое тело со скоростью v_0 относительно себя.

1. Через какое время после броска тело и парашютист окажутся на одной высоте?

2. На какой высоте относительно точки броска это произойдет?

3. Чему равно максимальное расстояние между телом и парашютистом?

1.5.30. Парашютист, спускающийся равномерно со скоростью $v = 4,9$ м/с, в момент, когда он находился на высоте $h = 98$ м над поверхностью земли, бросил вертикально вниз небольшое тело со скоростью $v_0 = 9,8$ м/с относительно себя. Какой промежуток времени разделяет моменты приземления тела и парашютиста?

1.5.31. Жонглер через равные промежутки времени бросает вертикально вверх с одинаковой начальной скоростью шары. Известно, что в тот момент, когда он бросает пятый шар, первый находится от пятого на расстоянии $h = 3$ м. Какой должна быть минимальная начальная скорость шара, чтобы можно было жонглировать при таком условии пятью ($n = 5$) шарами?

Ответы:

$$1.5.1. \text{ На } \Delta t = t - \sqrt{\frac{2h}{g}} \approx 0,4 \text{ с.}$$

$$1.5.2. t = \frac{\Delta h}{gt} + \frac{\Delta t}{2} \approx 4 \text{ с;}$$

$$h = \frac{1}{2g} \left(\frac{\Delta h}{\Delta t} - \frac{g\Delta t}{2} \right)^2 + \Delta h \approx 81 \text{ м.}$$

$$1.5.3. t = \frac{v}{g\sqrt{2}} = 1 \text{ с.}$$

$$1.5.4. \langle v \rangle = \frac{\sqrt{gh}(\sqrt{2} + 1)}{2} \approx 52,8 \text{ м/с.}$$

$$1.5.5. h = \frac{g}{2} \left(\frac{t_1^2 + t_2^2}{2t_2} \right)^2 = 122,5 \text{ м;}$$

$$t = \frac{t_1^2 + t_2^2}{2t_2} = 5 \text{ с.}$$

$$1.5.6. h = \frac{g(n+1)^2 t^2}{8} = 122,5 \text{ м;}$$

$$t_0 = \frac{(n+1)t}{2} = 5 \text{ с.}$$

$$1.5.7. v = \sqrt{v_0^2 + 2gh} \approx 22,2 \text{ м/с.}$$

$$1.5.8. v = \frac{g\Delta t(2\sqrt{2gh} - g\Delta t)}{2(\sqrt{2gh} - g\Delta t)} \approx 43,4 \text{ м/с.}$$

$$1.5.10. h = \frac{v^2}{2g} = 4,9 \text{ м. В три раза.}$$

$$1.5.14. \text{ а) } t = 2(2 + \sqrt{2})t_1 = 6,8 \text{ с;}$$

$$\text{ б) } s = \frac{gt_1^2}{2} (3 + 2\sqrt{2}) = 28,5 \text{ м.}$$

$$1.5.15. h = \frac{g}{2} \left(\frac{n\Delta t}{n-1} \right)^2 = 44,1 \text{ м.}$$

$$1.5.16. t = 2\sqrt{\frac{2h}{g}} \approx 0,89 \text{ с.}$$

$$1.5.19. v_0 = v + \frac{gh}{2v} = 344,7 \text{ м/с.}$$

1.5.20.

$$h = \frac{v}{g} (gt + v - \sqrt{v^2 + 2gtv}) = 404 \text{ м.}$$

$$1.5.21. s = 19,6 \text{ м.}$$

$$1.5.22. h = \frac{g\Delta t_1}{2} (2\Delta t_2 - \Delta t_1) = 58,8 \text{ м.}$$

$$1.5.24. \text{ Через } 8 \text{ с.}$$

$$1.5.25. 5 \text{ с; } 269,5 \text{ м.}$$

$$1.5.26. v = 7,5 \text{ м/с.}$$

$$1.5.28. t = \frac{a\Delta t}{g} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{g}{a}} \right) = 3,5 \text{ с; } v = a\Delta t \sqrt{1 + \frac{g}{a}} = 24,3 \text{ м/с.}$$

$$1.5.29. \text{ 1) } t = \frac{2v_0}{g} = 3 \text{ с; 2) } h = \frac{2vv_0}{g} = 14,7 \text{ м; 3) } s_{\max} = \frac{v_0^2}{2g} = 11 \text{ м.}$$

$$1.5.30. \Delta t = 50,6 \text{ с.}$$

$$1.5.31. v_0 = \sqrt{\frac{ghn^2}{2(n-1)}} \approx 9,6 \text{ м/с.}$$