

## Движение в поле силы тяжести. Свободное падение тела

**Свободным падением называют падение тела в вакууме под действием притяжения к планете.** Ускорение свободного падения в средних широтах Земли  $g = 9,8 \frac{м}{с^2}$ .

Если в условии задачи сказано, что тело падает, надо решить, как оно падает: свободно или нет. Об этом иногда можно догадаться, исходя из самого условия. Падение пловца, прыгнувшего с вышки, мяча, камня, снаряда смело можно считать свободным, если о сопротивлении среды ничего не сказано в условии, а вот падение парашютиста (если, конечно, парашют раскрыт) считать свободным уже никак нельзя. Если говорится: «Тело падает с высоты...» и ничего не сказано о его начальной скорости, то смело можно считать ее равной нулю. А если сказано, что в процессе падения тело оказалось на такой-то высоте, то на этой высоте его скорость не равна нулю и в процессе падения все время нарастает. Если говорится, что тело упало на землю, то в момент падения его скорость ни в коем случае не равна нулю, а наоборот, она максимальна. Если говорится о теле, брошенном вверх, то его скорость в момент броска - это его начальная скорость и является наибольшей, а по мере взлета тела его скорость будет уменьшаться, поскольку ускорение свободного падения при этом антинаправлено перемещению и тело движется равнозамедленно. Если в условии сказано, что брошенное вверх тело оказалось на такой-то высоте, то следует хорошенько подумать, является ли эта высота максимальной или это просто какая-то промежуточная высота и тело полетело еще выше. Это очень важно, потому что если это высота наибольшего подъема, то конечная скорость тела на этой высоте равна нулю и решение задачи существенно упрощается. А если это промежуточная высота, то там скорость не равна нулю и ее необходимо учитывать.

Падающее тело может участвовать в разных типах движения на разных высотах падения. Например, парашютист в затяжном прыжке падает свободно, а когда он раскрывает парашют, то его ускорение резко уменьшается и может стать равным нулю. Тогда он будет падать равномерно. При этом конечная скорость на одном участке падения является начальной на другом. Решая такую задачу, следует для каждого участка падения записать свои уравнения и ни в коем случае не подставлять всю высоту в какое-нибудь из этих уравнений, а следует ее представить как сумму высот, соответствующих каждому типу движения.

Если два тела, например, падающее и брошенное вверх, встретились на какой-то высоте, значит, у них при этом координата  $y$  стала одинаковой. Такие задачи удобно решать, используя уравнение координат

$$y = y_0 \pm v_0 t \pm \frac{gt^2}{2}$$

Перед начальной скоростью тоже может стоять знак «-», даже когда перед членом  $\frac{gt^2}{2}$  «плюс». Так бывает, когда начальная скорость тела антинаправлена оси  $OY$  или будущему перемещению тела. Например, если какое-то тело взлетало и на некоторой высоте в процессе подъема от него отвалилась часть или из него выпал какой-то предмет, то в этот момент начальная скорость падающего предмета равна скорости взлетающего тела и антинаправлена перемещению предмета, и если перед членом  $\frac{gt^2}{2}$  поставить знак «плюс», то перед  $v_0 t$  следует поставить знак «минус». Тогда уравнение пути для такого случая примет вид:

$$S = -v_0 t + \frac{gt^2}{2}$$

а уравнение координаты  $y = y_0 - v_0 t + \frac{gt^2}{2}$  и при этом ось  $OY$  направлена вниз. Знак перед начальной координатой определяется ее положением на оси  $OY$  относительно начала отсчета.

Уравнения  $v = v_0 - gt$ ,  $y = y_0 + v_0 t - \frac{gt^2}{2}$ ,  $h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$  применимы не только к равнозамедленному движению тела вверх, но и к последующему его падению с максимальной высоты после остановки в высшей точке, поскольку величина ускорения тела остается прежней. Но нужно помнить, что при этом под  $h$  следует понимать модуль перемещения тела, т.е. расстояние от его координаты в данный момент времени до его начальной координаты в момент броска.

**Из-за того, что ускорение имеет значение  $10 \frac{м}{с^2}$ , большое количество задач можно считать устно!**

Тело свободно падает вниз		Тело свободно брошено вверх	
Начальная скорость равна нулю	Начальная скорость не равна нулю	Конечная скорость равна нулю	Конечная скорость не равна нулю
$v_0 = 0$	$v_0 \neq 0$	$v = 0$	$v \neq 0$
$v = gt$	$v = v_0 + gt$	$v_0 = gt$	$v = v_0 - gt$
$h = \frac{gt^2}{2}$	$h = v_0 t + \frac{gt^2}{2}$	$h = \frac{gt^2}{2}$	$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$
$v^2 = 2gh$	$v^2 - v_0^2 = 2gh$	$v_0^2 = 2gh$	$v^2 - v_0^2 = -2gh$
$h = v_{cp} t$	$h = v_{cp} t$	$h = v_{cp} t$	$h = v_{cp} t$
$v_{cp} = \frac{v}{2}$	$v_{cp} = \frac{v + v_0}{2}$	$v_{cp} = \frac{v_0}{2}$	$v_{cp} = \frac{v + v_0}{2}$
$y = y_0 + \frac{gt^2}{2}$	$y = y_0 + v_{0y} t + \frac{gt^2}{2}$	$y = y_0 + \frac{gt^2}{2}$	$y = y_0 + v_{0y} t - \frac{gt^2}{2}$

	Горизонтальный бросок	Бросок под углом к горизонту
Проекция начальной скорости	$v_{0x} = v_0, v_{0y} = 0$	$v_{0x} = v_0 \cos \alpha, v_{0y} = v_0 \sin \alpha$
Проекция ускорения свободного падения	$g_x = 0; g_y = -g$	$g_x = 0; g_y = -g$
Проекция мгновенной скорости	$v_x = v_0; v_y = -gt$	$v_x = v_0 \cos \alpha; v_y = v_0 \sin \alpha - gt$
Модуль мгновенной скорости	$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + (gt)^2}$	$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$
Минимальная скорость	$v_{min} = v_0$	$v_{min} = v_0 \cos \alpha = v_h$ скорость в верхней точке траектории
Максимальная скорость (конечная скорость при падении)	$v_{max} = v$	$v_{max} = v_0 = v$ начальная скорость, конечная скорость
Горизонтальное смещение	$x = v_0 t$	$x = v_0 t \cos \alpha$
Мгновенная высота	$y = h_0 - \frac{gt^2}{2}$	$y = v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}$
Время падения (подъема ( $v_y = 0$ ))	$t_{max} = \sqrt{\frac{2h_0}{g}}$	$t_{под} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$
Дальность полета	$l = v_0 t_{max} = v_0 \sqrt{\frac{2h_0}{g}}$	$l = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$
Полное время (время полета)		$t_{полн} = 2t_{под} = 2 \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$
Наибольшая высота подъема		$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$