

МЕХАНИКА

КИНЕМАТИКА

Равномерное прямолинейное движение

Равномерное движение – это движение, при котором тело за любые равные промежутки времени совершает равные перемещения.

Проекция скорости	$v_x = \frac{S_x}{t}, v_x = const$
Проекция перемещения	$S_x = v_x t$
Координата	$x = x_0 + v_x t$

Графики кинематических величин

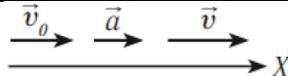
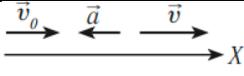
<p>График проекции скорости $v_x = v_x(t).$</p>	<p>График скорости при равномерном движении – прямая, параллельная оси времени. График 1 лежит над осью t, тело движется по направлению оси OX. Графики 2 и 3 лежат под осью t, тело движется против оси OX.</p>
<p>График проекции перемещения $S_x = S_x(t).$</p>	<p>График перемещения при равномерном движении – прямая, выходящая из начала координат. График 1 лежит над осью t, тело движется по направлению оси OX. Графики 2 и 3 лежат под осью t, тело движется против оси OX.</p>
<p>График пути</p> <p>$v_1 > v_2$, т.к. $tg \alpha_1 > tg \alpha_2$</p>	<p>Путь – скалярная величина, поэтому график зависимости пути от времени всегда лежит выше оси t. График зависимости пути всегда начинается из начала координат. График зависимости пути от времени не может быть наклонен вниз, т.к. в процессе движения путь только увеличивается.</p>
<p>График координаты</p>	<p>График координаты при равномерном движении – прямая. График 1 направлен вверх, тело движется по направлению оси OX:</p> $v_{1x} = tg \alpha$ <p>График 2 параллелен оси OX, тело покоится. График 3 направлен вниз, тело движется против оси OX:</p> $v_{3x} = tg \beta$

Прямолинейное равноускоренное движение

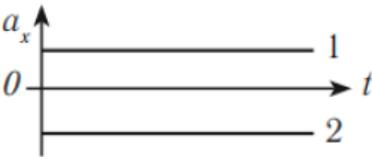
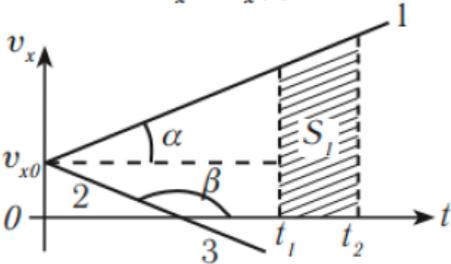
Прямолинейное равноускоренное движение – это движение по прямой, при котором тело движется с постоянным ускорением. При движении с ускорением скорость может как увеличиваться, так и уменьшаться.

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t.$$

$$v_x = v_{0x} + a_x t.$$

При разгоне (в проекциях на ось OX) – ускорение направлено также, как и скорость: $v = v_0 + at, a_x > 0$	При торможении (в проекциях на ось OX) – ускорение направлено против вектора скорости: $v = v_0 - at, a_x < 0$
	

Графики кинематических величин

<p>График ускорения (проекция ускорения) при равноускоренном движении $a_x = a_x(t).$</p> 	<p>График ускорения при равноускоренном движении – прямая, параллельная оси времени.</p> <p>График 1 лежит над осью t, тело разгоняется, $a_x > 0$.</p> <p>График 2 лежит под осью t, тело тормозит, $a_x < 0$.</p>
<p>График скорости (проекция скорости) $v_x = v_x(t).$</p> 	<p>График скорости при равноускоренном движении – прямая. График 1 направлен вверх, тело движется равноускоренно в положительном направлении оси OX, $v_{0x} >, a_{1x} > 0, a_{1x} = tg\alpha.$</p> <p>График 2 направлен вниз, тело движется равнозамедленно вначале положительном направлении оси OX, потом останавливается и начинает движение против оси OX, но уже равноускоренно $v_{0x} >, a_{2x} < 0, a_{2x} = tg\beta$</p>

Проекция перемещения при прямолинейном равноускоренном движении		
$s_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$	$s_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}$	$s_x = \frac{v_x + v_{0x}}{2} \cdot t$

Уравнение координаты тела при равноускоренном движении:

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$$

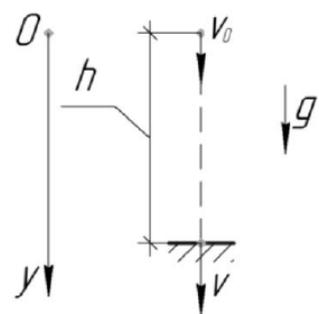
Движение тел с постоянным ускорением свободного падения

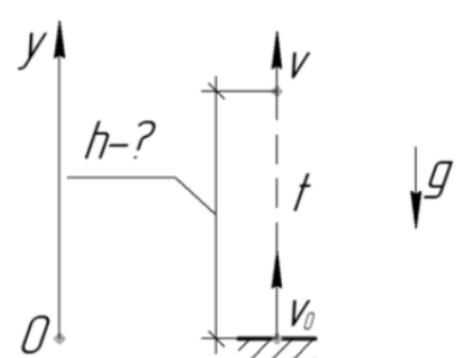
Важно! $g = 9,8 \text{ м/с}^2$, но при решении задач считается, что $g = 10 \text{ м/с}^2$.

$$v_x = v_{0x} + g_x t$$

$$s_x = v_{0x} t + \frac{g_x t^2}{2}, s_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2g_x}, s_x = \frac{v_x + v_{0x}}{2} \cdot t$$

$$x = x_0 + v_{0x} t + \frac{g_x t^2}{2}$$

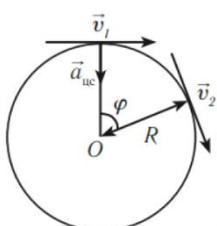
Свободное падение	
 <p>Если $v_0 = 0$, то время падения</p> $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$	<p>Уравнения в модулях</p> $v = v_0 + gt,$ $s = v_0 t + \frac{gt^2}{2},$ $s = \frac{v^2 - v_0^2}{2g},$ $s = \frac{v + v_0}{2} \cdot t$ $x = x_0 + v_0 t + \frac{gt^2}{2}$ <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; margin-top: 10px;"> Если в задаче сказано, что тело падает свободно, то $v_0 = 0$. </div>

Движение тела, брошенного вертикально вниз	
 <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; margin-top: 10px;"> Время подъема равно времени падения. </div> <p>Время подъема: $t = \frac{v_0}{g} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$.</p> <p>Все время движения: $t = \frac{2v_0}{g} = 2\sqrt{\frac{2h}{g}}$</p> <p>Высота подъема: $h = \frac{v_0^2}{2g}$</p>	<p>Уравнения в модулях</p> $v_x = v_0 - gt,$ $s = v_0 t + \frac{gt^2}{2},$ $s = \frac{v_x^2 - v_0^2}{-2g} = \frac{v_0^2 - v_x^2}{2g},$ $s = \frac{v + v_0}{2} \cdot t$ $x = x_0 + v_0 t - \frac{gt^2}{2}$ <p>В формулах намеренно оставлена проекция скорости, т.к. скорость тела направлена вверх при подъеме и вниз при обратном движении, а значит ее проекция может быть, как положительной, так и отрицательной в зависимости от условия задачи.</p>

Движение тела, брошенного горизонтально	
	<p>Начиная с этого движения задачи обычно решают с помощью координат, но можно использовать и формулы перемещения.</p> $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{g_x t^2}{2} = v_0 t,$ $y = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2} = \frac{gt^2}{2}.$ <p>Дальность полета (S) – координата x. Высота падения (H) – координата y.</p> <p>Уравнение траектории</p> $y = \frac{g}{2v_0^2} x^2 \text{ (парабола)}$ <p>Скорость тела в любой момент времени</p> $v = \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}$ <p>Тангенс угла наклона скорости тела к горизонту в произвольный момент времени</p> $tg\alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0}$
<p>Любое движение можно представить как сумму двух независимых: в данном случае в направлении оси OX – движение равномерное со скоростью v_0, а в направлении оси OY – равноускоренное с ускорением g</p> $v_x = v_0,$ $v_y = gt.$	

Движение тела, брошенного под углом к горизонту	
	<p>Уравнения координат</p> $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{g_x t^2}{2} = v_0 \cos \alpha t,$ $y = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2} = v_0 \sin \alpha t + \frac{gt^2}{2}.$ $v_x = v_{0x} + g_x t = v_0 \cos \alpha$ $v_y = v_{0y} + g_y t = v_0 \sin \alpha - gt$ <p>Модуль скорости и угол наклона скорости к горизонту определяются из соотношений</p> $tg\alpha = \frac{v_y}{v_x} \text{ и } v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ <p>Максимальная высота подъема</p> $H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$ <p>Максимальная дальность полета</p> $L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$
<p>$v_{0x} = v_0 \cos \alpha$ $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$</p> <p>Время полета равно удвоенному времени подъема</p> $t_{\text{пол}} = 2t_{\text{под}} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$	

Движение по окружности с постоянной по модулю скоростью



$$a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$$

$$T = \frac{t}{N}$$

$$v = \frac{1}{T} = \frac{N}{t}$$

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu.$$

$$v = \omega R.$$

$$v_1 = \omega r, \quad v_2 = \omega R, \quad \frac{v_1}{v_2} = \frac{r}{R}$$

$$\omega_1 = \frac{v}{R_1}, \quad \omega_2 = \frac{v}{R_2}, \quad \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{R_2}{R_1}$$