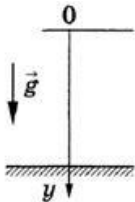
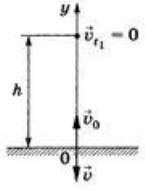


Қосымша

Дененің еркін түсуі

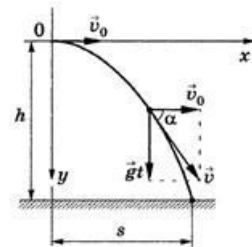
Алғашқы мәліметтер	Ауа кедергісі ескерілмей ауырлық күшінің әсерінен іске асырылатын қозғалыс.		
	Жер бетінен h биіктікте орналасқан ($h \ll R$, R -жер радиусы) дене тұрақты g үдеумен түседі (мұндағы $g=9,81$ м/с ² - дененің еркін түсу үдеуі).		
Қозғалыстың кинематикалық теңдеуі	$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g} t^2}{2},$ $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g} t,$ $\vec{a} = \vec{g}$	Бұл векторлық теңдеулердің біріншісі \vec{r}_0 нүктесінен \vec{g} тұрақты үдеумен, бастапқы \vec{v}_0 жылдамдықпен еркін түсетін дененің кинематикалық теңдеуі	
Кинематикалық теңдеулердің уақыттың кез-келген сәтіндегі y осіне проекциялары	$y = v_0 t + \frac{g t^2}{2},$ $v = v_0 + g t,$ $a = g$	y осі тік төмен бағытталған. Қозғалыстың бас нүктесі қозғалыстың басталу нүктесіне орналастырылған. <div style="text-align: center;">  </div>	
Уақыттың t сәтіндегі еркін түсетін дененің жүрген жолы	$h = v_0 t + \frac{g t^2}{2}$ $\vec{v}_0 = 0 \text{ кезде}$ $h = \frac{g t^2}{2}$	Дененің бастапқы жылдамдықсыз еркін түсуі $(\vec{v}_0 = 0)$	Еркін түсудің ұзақтығы $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ <hr/> Жылдамдығы $v = \sqrt{2gh}$

Тік (вертикаль) жоғары лақтырылған дененің қозғалысы

<p>Алғашқы мәліметтер</p>	<p>Дене бастапқы \vec{v}_0 жылдамдықпен тік (вертикаль) қозғалады. Егер ауаның кедергісін ескермейтін болсақ, онда уақыттың кез-келген сәтіндегі үдеуі дененің еркін түсу үдеуіне $\vec{a} = \vec{g}$ тең болады. Қозғалыстың ең жоғарғы нүктесіне жеткенге дейінгі дене қозғалысы бірқалыпты кемімелі, ал оны жеткеннен кейінгі қозғалысы - бастапқы жылдамдықсыз еркін түсу.</p>		
<p>Қозғалыстың кинематикалық теңдеулері</p>	$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g} t^2}{2},$ $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g} t,$ $\vec{a} = \vec{g}$	<p>Бұл теңдеулердің біріншісі - \vec{r}_0 нүктесінен \vec{g} тұрақты үдеумен, бастапқы \vec{v}_0 жылдамдықпен қозғалысын сипаттайтын жалпы векторлық теңдік</p>	
<p>Кинематикалық теңдеулердің уақыттың кез-келген сәтіндегі у осіне проекциялары</p>	$y = v_0 t - \frac{g t^2}{2},$ $v = v_0 - g t,$ $a = -g$	<p>у осі тік жоғары (вертикаль) бағытталған. Санак басы қозғалыстың басталу нүктесіне орналастырылған.</p>	
<p>Көтерілу уақыты</p>	$t_1 = \frac{v_0}{g}$	<p>Ең жоғары нүктеде $v = 0$, яғни $0 = v_0 - g t_1$</p>	
<p>Көтерілу биіктігі</p>	$h = \frac{v_0^2}{g}$	$h = y_{\max} = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g}$	
<p>Қозғалыстың жалпы уақыты</p>	$t = \frac{2v_0}{g}$	<p>Жер бетіне түскен кезде $y(t) = 0$, онда $0 = v_0 t - \frac{g t^2}{2}$</p>	
<p>Түсу уақыты</p>	$t_2 = \frac{v_0}{g}$	<p>Көтерілу уақытына тең</p>	
<p>Қозғалыстың соңғы жылдамдығы</p>	$v = -v_0$	<p>$v = v_0 - g t = v_0 - g \frac{2v_0}{g} = -v_0$. Соңғы жылдамдық модулі бойынша бастапқы жылдамдыққа тең.</p>	

Горизонталь лақтырылған дененің қозғалысы

<p>Алғашқы мәліметтер</p>	<p>Дене h биіктіктен u_0 бастапқы жылдамдықпен горизонталь лақтырылады.</p>	
	<p>Ауа кедергісін ескермен жағдайда дене үдеуі \vec{a} уақыттың кез-келген сәтінде еркін түсу үдеуіне $\vec{a} = \vec{g}$ тең болады.</p>	
<p>Қозғалыстың кинематикалық теңдеуі</p>	$\vec{r} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g} t^2}{2},$ $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g} t,$ $\vec{a} = \vec{g}$	<p>Бұл теңдеулер үшін санақ басы қозғалыстың басталу нүктесіне орналастырылған.</p>
<p>Кинематикалық теңдеулердің координат осьтеріне проекциялары</p>	<p>x осі</p> $x = u_0 t$ $v_x = u_0,$ $a_x = 0$	<p>y осі</p> $y = \frac{g t^2}{2},$ $v_y = g t,$ $a_y = g$
<p>Горизонталь лақтырылған дененің траекториясының теңдеуі</p>	$y = \frac{g}{2u_0^2} x^2$	<p>Парабола</p> <p>Жоғарыда жазылған теңдеулерден уақытты шығарып алуға болады.</p>
<p>Ұшу уақыты</p>	$t = \sqrt{\frac{gh}{g}}$	$y = h = \frac{g t^2}{2}$ теңдеуінен анықталды
<p>Ұшудың горизонтальді алшақтығы</p>	$S = u_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$	$S = x_{\max} = u_0 t = u_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$
<p>Уақыттың кез келген сәтіндегі лездік жылдамдық</p>	$v = \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}$	<p>Траекторияның кез келген нүктесіндегі лездік жылдамдық траекторияға жанаманың бойымен бағытталады.</p>



Горизонтқа (көкжиекке) бұрыш жасай лақтырылған дененің қозғалысы

Алғашқы мәліметтер	Дене көкжиекке v_0 бастапқы жылдамдықпен α бұрыш жасай лақтырылады. Ауаның кедергісін ескермеген жағдайда уақыттың кез келген сәтіндегі дененің үдеу еркін түсу үдеуіне $\vec{a} = \vec{g}$ тең болады.	
Қозғалыстың кинематикалық теңдеуі	$\vec{r} = v_0 t + \frac{\vec{g} t^2}{2},$ $\vec{v} = v_0 + \vec{g} t,$ $\vec{a} = \vec{g}$	Бұл теңдеулер үшін санақ басы қозғалыстың басталу нүктесіне орналастырылған.
Кинематикалық теңдеулердің координата осьтеріне проекциялары	<p>x осі</p> $x = v_{0x} t$ $v_x = v_{0x},$ $a_x = 0$	<p>y осі</p> $y = v_{0y} t - \frac{g t^2}{2}; v_y = v_{0y} - g t,$ $a_y = g$
Бастапқы жылдамдықтың координата осьтеріне проекциялары	<p>x осі</p> $v_{0x} = v_0 \cos \alpha$	<p>y осі</p> $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$
Көтерілу уақыты	$t_k = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$	Ең жоғарғы көтерілу нүктесінде $v_y = 0$: $0 = v_0 \sin \alpha - g t$
Ең жоғары көтерілу биіктігі	$h_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$	$h_{\max} = v_{\max} = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$
Қозғалыстың жалпы уақыты	$t_{\text{ж}} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$	Жер бетіне қайтып түскен кезде $y(t) = 0$: $0 = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2}; t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$
Түсу уақыты	$t_m = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$	$t_m = t_{\text{ж}} - t_k = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} = t_k$
Ұшу алысқтығы	$S = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$	$S = x_{\max} = v_{0x} t_{\text{ж}} = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$

