Spadek swobodny

droga w spadku swobodnym ····· $h = \frac{gt^2}{2}$

Warunki [1]

prędkość w spadku swobodnym ····· $v = gt$

Warunki [1]

prędkość po spadku z wysokości h ····· $v = \sqrt{2gh}$

Warunki [1]

Rzut pionowy w dół

droga przebyta w czasie t ····· $s = v_0 t + \frac{gt^2}{2}$

Pomijamy opór powietrza. Rozpatrujemy ruch blisko powierzchni Ziemi, przy pomijalnej zmianie g z wysokością. Rzut pionowy w dół; v_0 to wartość prędkości początkowej skierowanej w dół.

Rzut pionowy w górę

W tej sekcji: Pomijamy opór powietrza. Rozpatrujemy ruch blisko powierzchni Ziemi, przy pomijalnej zmianie g z wysokością.

wysokość po czasie t ····· $h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$

h liczymy od punktu wyrzutu w górę; po minięciu tego punktu w drodze w dół h jest ujemne. Wzór działa do chwili, gdy ciało uderzy w ziemię albo w przeszkodę.

wysokość maksymalna ★ ····· $h_{\max} = \frac{v_0^2}{2g}$

Rzut pionowy w górę; $h_{\max}$ to wysokość nad punktem wyrzutu.

czas wznoszenia ····· $t_w = \frac{v_0}{g}$

Rzut pionowy w górę. W rzucie ukośnym zamiast v_0 wstawiamy składową pionową $v_0 \sin\alpha$.

Rzut poziomy

wysokość nad ziemią po czasie t ····· $h = H - \frac{gt^2}{2}$

Pomijamy opór powietrza. Rozpatrujemy ruch blisko powierzchni Ziemi, przy pomijalnej zmianie g z wysokością. Wzór opisuje ruch do chwili zetknięcia z ziemią: $0 \le t \le \sqrt{(2H/g)}$, przy $H \ge 0$.

zasięg ····· $z = v_0 t$

Warunki [2]

czas spadania ····· $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$

Pomijamy opór powietrza. Rozpatrujemy ruch blisko powierzchni Ziemi, przy pomijalnej zmianie g z wysokością. Ciało puszczone albo rzucone poziomo (bez prędkości pionowej na starcie); H to wysokość nad miejscem lądowania.

Rzut ukośny

początkowa składowa prędkości w poziomie

$$v_{0x} = v_0 \cos\alpha$$

Pomijamy opór powietrza. Rozpatrujemy ruch blisko powierzchni Ziemi, przy pomijalnej zmianie g z wysokością. W zadaniu wyznaczającym prędkość z całkowitego czasu lotu t_c zakładamy jednakową wysokość wyrzutu i lądowania.

początkowa składowa prędkości w pionie

$$v_{0y} = v_0 \sin\alpha$$

Warunki [2]

położenie w poziomie ····· $x = v_{0x} t$

Pomijamy opór powietrza. Rozpatrujemy ruch blisko powierzchni Ziemi, przy pomijalnej zmianie g z wysokością. x mierzymy od punktu wyrzutu.

położenie w pionie ····· $y = v_{0y} t - \frac{gt^2}{2}$

Pomijamy opór powietrza. Rozpatrujemy ruch blisko powierzchni Ziemi, przy pomijalnej zmianie g z wysokością. Początek osi w punkcie wyrzutu, oś y skierowana w górę. Wysokość nad ziemią to y plus wysokość punktu wyrzutu.

zasięg ★ ····· $z = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$

Warunki [3]

wysokość maksymalna ····· $h_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$

Pomijamy opór powietrza. Rozpatrujemy ruch blisko powierzchni Ziemi, przy pomijalnej zmianie g z wysokością. Wzory na zasięg i czas całego lotu w rzucie ukośnym dotyczą powrotu na wysokość wyrzutu. Maksymalny przyrost wysokości nie wymaga takiego miejsca lądowania, o ile ciało osiąga wierzchołek toru przed lądowaniem. Wyrzut w górę lub poziomo: początkowa składowa pionowa $v_0 \sin\alpha \ge 0$. $h_{\max}$ jest maksymalną wysokością nad punktem wyrzutu. Przy wyrzucie w dół najwyższym punktem późniejszego lotu jest punkt wyrzutu.

czas lotu ····· $t_c = \frac{2v_0 \sin\alpha}{g}$

Warunki [3]

[1] Pomijamy opór powietrza. Rozpatrujemy ruch blisko powierzchni Ziemi, przy pomijalnej zmianie g z wysokością. Ciało spada bez prędkości początkowej i działa na nie tylko ciężar. Co sekundę jego prędkość rośnie o ok. 9,81 m/s.

[2] Pomijamy opór powietrza. Rozpatrujemy ruch blisko powierzchni Ziemi, przy pomijalnej zmianie g z wysokością.

[3] Pomijamy opór powietrza. Rozpatrujemy ruch blisko powierzchni Ziemi, przy pomijalnej zmianie g z wysokością. Wzory na zasięg i czas całego lotu w rzucie ukośnym dotyczą powrotu na wysokość wyrzutu. Maksymalny przyrost wysokości nie wymaga takiego miejsca lądowania, o ile ciało osiąga wierzchołek toru przed lądowaniem. Kąt wyrzutu α mierzymy od poziomu: 0° < α < 90°.

Symbole i jednostki

symbol	znaczenie	jednostka
g	przyspieszenie ziemskie ≈ 9,81	$\mathrm{m/s^2}$
h	wysokość	m
$h_{\max}$	wysokość maksymalna	m
H	wysokość początkowa (nad ziemią)	m
s	droga przebyta w czasie t (po całym spadku równa wysokości)	m
t	czas	s
t_c	całkowity czas lotu	s
t_w	czas wznoszenia	s

symbol	znaczenie	jednostka
v	prędkość	$\mathrm{m/s}$
v_0	prędkość początkowa	$\mathrm{m/s}$
v_{0x}	prędkość początkowa w poziomie	$\mathrm{m/s}$
v_{0y}	prędkość początkowa w pionie	$\mathrm{m/s}$
x	położenie w poziomie	m
y	położenie w pionie	m
z	zasięg	m
α	kąt wyrzutu względem poziomu	rad