

GIBANJE – KRIVO GIBANJE – POŠEVNI MET

1. Kamen vržemo v vodoravni smeri s hitrostjo 20 m/s s 50 m visokega stolpa.

- a) Kolikšno hitrost ima po 1 s in v kateri smeri leti? (22,4 m/s; 26,6°)
Čez koliko časa in v kateri smeri pade na tla? (3,2 s; 57,7°)

Rešitev:

$$\text{a) } v^2 = v_x^2 + v_y^2 = v_0^2 + (gt)^2 \quad \rightarrow \quad v = 22,4 \text{ m/s}$$

$$\text{tg } \varphi = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0} = \frac{1}{2} \quad \rightarrow \quad \varphi = 26,6^\circ$$

$$\text{b) } h = \frac{gt^2}{2} \quad \rightarrow \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 3,2 \text{ s}$$

$$\text{tg } \varphi = \frac{v_y}{v_x} = \frac{\sqrt{2gh}}{v_0} \quad \rightarrow \quad \varphi = 57,7^\circ$$

2. Z vlaka, ki se giblje premo s stalno hitrostjo $v_v = 72 \text{ km/h}$, vržemo kamen v vodoravni smeri s hitrostjo $v_k = 10 \text{ m/s}$, pravokotno na smer gibanja vlaka. Kamen vržemo z višine $h = 2 \text{ m}$ od tal.

- a) Kako daleč od tira pade kamen na tla? (6,3 m)
b) S kolikšno hitrostjo pade kamen na tla? (23 m/s)

Rešitev:

a) Ker se kamen od tira oddaljuje enakomerno s stalno hitrostjo, velja:

$$x = v_k t_p, \quad (1)$$

pri čemer je t_p čas padanja, ki ga potrebuje kamen, da pade z višine $h = 2 \text{ m}$.

Zaradi enakomerno pospešenega gibanja s pospeškom $a = g$ dobimo čas padanja:

$$t_p = \sqrt{\frac{2h}{g}}. \quad (2)$$

Če vstavimo enačbo 2 v enačbo 1, dobimo razdaljo od tira, kjer je padel kamen na tla:

$$x = v_k t_p = v_k \sqrt{\frac{2h}{g}} = 6,3 \text{ m}. \quad (3)$$

b) Hitrost, s katero pade kamen na tla, je vektorska vsota posameznih hitrosti. Nastopajo trije vektorji hitrosti. Hitrost v smeri gibanja vlaka (v_v), hitrost v smeri meta (pravokotno na smer gibanja vlaka) (v_k), hitrost v navpični smeri (v_z), ki je posledica enakomerno pospešenega gibanja s pospeškom g v navpični smeri. Ker kamen v navpični smeri prepotuje pot h , je hitrost:

$$v_z = \sqrt{2gh}. \quad (4)$$

Ker so vsi trije vektorji med seboj pravokotni, velja:

$$v = \sqrt{v_v^2 + v_k^2 + v_z^2} = \sqrt{v_v^2 + v_k^2 + 2gh} = 23 \text{ m/s}. \quad (5)$$

3. Istočasno vržemo z istega mesta dva kamna z začetno hitrostjo 20 m/s. Prvi kamen vržemo pod kotom 30° , drugega pa pod kotom 60° glede na vodoravnico.

- a) Kako daleč narazen sta kamna po 1 s? (10,3 m)
b) Kako daleč narazen padeta kamna nazaj na vodoravna tla? (0 m)

4. Pod kolikšnim kotom moramo vreči kamen, da bo domet kamna največji? (45°)

Rešitev:

$$D = \frac{v_0^2 \sin 2\varphi}{g}. \text{ Maksimalni domet je, ko je: } \sin 2\varphi = 1 \rightarrow \varphi = 45^\circ$$

5. Fant lahko vrže žogico največ 50 m daleč. Kako visoko lahko največ vrže fant žogico? Predpostavi, da je v obeh primerih vrigel žogico z enako začetno hitrostjo (25 m)

6. Pod kolikšnim kotom moramo vreči kamen, da bo domet kamna, ki pade nazaj na vodoravna tla, enak največji višini leta? (76°)

Rešitev:

$$D = \frac{v_0^2 \sin 2\varphi}{g}; H = \frac{v_0^2 \sin^2 \varphi}{2g}; H=D \rightarrow \operatorname{tg} \varphi = 4 \rightarrow \varphi = 76^\circ$$

7. Na razdalji 60 m od topa stoji sovražno vozilo. Ko top izstrelji granato pod kotom 60°, začne vozilo pospeševati proti topu s stalnim pospeškom 4 m/s². Kolikšna je bila hitrost granate ob izstrelitvi, če je zadela sovražno vozilo? (20 m/s)

Rešitev:

$s = s_1 + s_2$, pri čemer je:

$$s_1 = D = \frac{v_0^2 \sin 2\varphi}{g} \text{ in } s_2 = \frac{aT^2}{2}. \text{ Čas leta granate je: } T = \frac{2v_0 \sin \varphi}{g}.$$

$$v_0 = g \sqrt{\frac{s}{g \sin 2\varphi + 2a \sin^2 \varphi}} = 20 \text{ m/s}.$$

8. S pomola, z višine $h=5$ m nad vodo, vržemo kamen v vodo. Vržemo ga z začetno hitrostjo $v_0=20$ m/s pod kotom $\varphi=40^\circ$ poševno navzgor. Kako daleč od pomola pade kamen v vodo? (45,3 m)

Rešitev:

$$-h = v_0 t \sin \varphi - \frac{gt^2}{2} \rightarrow \text{Čas padanja kamna: } t = \frac{-v_0 \sin \varphi - \sqrt{(v_0 \sin \varphi)^2 + 4 \frac{g}{2} h}}{-g} = 2,96 \text{ s (rešitev kvadratne$$

enačbe)

$$D = v_0 t \cos \varphi = 45,3 \text{ m}.$$

Animacije:

1. Poševni met: Izberi začetno višino, začetno hitrost in začetni kot projektila. Opazuj (lahko tudi upočasnjeno: Zeitlupe) tir projektila (Koordinaten), hitrost (Geschwindigkeit) ali pospešek (Beschleunigung) (desni graf) pred zaviranjem in po zaviranju!
<http://www.walter-fendt.de/ph11d/wurf.htm>
2. Poševni met; vpliv upora zraka: Izberi začetno hitrost in začetni kot ter maso projektila. Opazuj tire (sledi) projektila (show trails) brez upoštevanja ali z upoštevanjem zračnega upora (air resistance)
http://galileo.phys.virginia.edu/classes/109N/more_stuff/Applets/ProjectileMotion/jarapplet.html
3. Primerjava navpičnega in poševnega meta (neodvisnost gibanja v vodoravni in navpični smeri): Višina meta je odvisna le od začetne hitrosti v navpični smeri.
http://webphysics.davidson.edu/physlet_resources/bu_semester1/c4_maxheight.html
4. Primerjava prostega pada in vodoravnega meta: Višini obeh teles sta ves čas enaki.
http://webphysics.davidson.edu/physlet_resources/bu_semester1/c3_independence.html