# 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$^0$)
   Čez koliko časa in v kateri smeri pade na tla? (3,2 s; 57,7$^0$)

*Rešitev:*

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

$tg(\varphi) = \dfrac{v_y}{v_x} = \dfrac{gt}{v_0} = \dfrac{1}{2} \quad \rightarrow \quad \varphi = 26{,}6^o$

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

$tg(\varphi) = \dfrac{v_y}{v_x} = \dfrac{\sqrt{2gh}}{v_0} \quad \rightarrow \quad \varphi = 57{,}7^o$

**2.** Z vlaka, ki se giblje premo s konstantno hitrostjo $v_v$= 72 km/h, vržemo kamen v vodoravni smeri s hitrostjo $v_k$= 10 m/s, pravokotno na smer gibanja vlaka. Kamen vržemo z višine $h$=2 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 konstantno hitrostjo, velja:

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

pri čemer je $t_p$ čas padanja, ki ga potrebuje kamen, da pade z višine $h$=2 m.
Ob upoštevanju enakomerno pospešenega gibanja s pospeškom $a$=$g$, dobimo čas padanja:

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

V kolikor vstavimo enačbo 2 v enačbo 1, dobimo razdaljo od tira, kamor je padel kamen na tla:

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

**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:

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

Ker so vsi trije vektorji med seboj pravokotni, velja:

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

**3.** Istočasno vržemo z istega mesta dva kamna z začetno hitrostjo 20 m/s. Prvi kamen vržemo pod kotom 30$^0$, drugega pa pod kotom 60$^0$ 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? ($45^0$)

*Rešitev:*

$D = \frac{v_0^2 \sin(2\varphi)}{g}$. Maksimalni domet je, ko je: $\sin(2\varphi) = 1 \rightarrow \varphi = 45^0$

**5.** Fant lahko vrže žogico največ 50 m daleč. Kako visoko lahko največ vrže fant žogico? Predpostavi, da je v obeh primerih vrgel 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 najvišji višini leta? ($76^0$)

*Rešitev:*

$D = \frac{v_0^2 \sin(2\varphi)}{g}$; $H = \frac{v_0^2 \sin^2(\varphi)}{2g}$; $H$=$D$ $\rightarrow tg(\varphi) = 4 \rightarrow \varphi = 76^0$

**7.** Na razdalji 60 m od topa stoji sovražno vozilo. V trenutku, ko top izstreli granato pod kotom $60^0$, začne vozilo pospeševati proti topu s stalnim pospeškom 4 m/s$^2$. S kolikšno hitrostjo moramo izstreliti granato? (20 m/s)

*Rešitev:*

$s=s_1+s_2$, pri čemer je:

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

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

**8.** S pomola, z višine $h$=5 m nad vodo, vržemo kamen v vodo. Kamen vržemo z začetno hitrostjo $v_0$=20 m/s pod kotom $\varphi$=$40^0$ poševno navzgor. Kako daleč od pomola pade kamen v vodo? (45,3 m)

*Rešitev:*

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

(rešitev kvadratne enačbe)

$D = v_0 \cos(\varphi)t$ =45,3 m.