

## Zanimivosti iz zbirke SATCITANANDA – FIZIKA:

### Met kladiva

Metalec kladiva se v nekem trenutku vrti s krožno frekvenco 0.5 Hz in s konstantnim kotnim pospeškom v isti smeri  $\alpha = 2 \text{ rad/s}^2$ . S kolikšno kotno hitrostjo  $\omega$  se bo vrтел, ko bo opravil še 1.5 obrata? Kolikšno tangencialno hitrost bo imelo v tem času kladivo, če je od osi vrtenja oddaljeno za  $d = 1.5 \text{ m}$ ?

Potrebna znanja iz srednje šole:

- Poglavje srednješolske fizike: krivo gibanje – vrtenje, enakomerno pospešeno vrtenje.
- Matematika: kvadratna enačba.

Met kladiva je atletska disciplina. Teža kladiva (moški) je 7,257 kg, dolžina 121,5 cm. Svetovni rekord iz leta 1986 znaša 86,74 m (Yuriy Sedukh), slovenski pa 82,3 m (Primož Kozmus -2007). Potrebno začetno hitrost dobi kladivo s pomočjo vrtenja (rotacije) in je enaka obodni (tangencialni) hitrosti ob izmetu kladiva.



Rešitev naloge

$$\nu_0 = 0,5 \text{ s}^{-1}$$

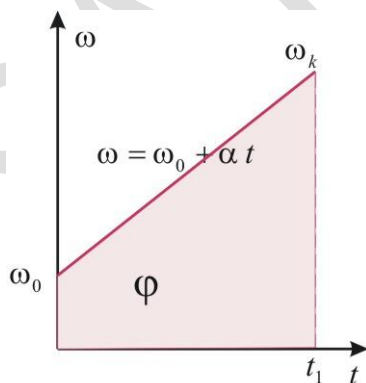
$$\alpha = 2 \text{ rad/s}^2$$

$$N = 1,5 \text{ obrata} \Rightarrow \varphi = 3\pi \text{ radianov}$$

$$r = 1,5 \text{ m}$$

$$\omega_k = ?$$

$$v_{tk} = ?$$



$$\omega_k = \omega_0 + \alpha t_1$$

$$\varphi = \omega_0 t + \frac{\alpha t^2}{2}$$

Slika 1 Kotna hitrost in kot pri enakomerno pospešenem kroženju

Kladivo ima začetno frekvenco vrtenja  $\nu_0 = 0,5s^{-1}$ .

Začetna kotna hitrost vrtenja je torej:

$$\omega_0 = 2\pi\nu_0 = 2\pi \cdot 0,5 \text{ rad/s} = \pi \text{ rad/s}$$

S časom začetna kotna hitrost vrtenja narašča po enačbi  $\omega = \omega_0 + \alpha t$  ter v času  $t_1$  doseže končno hitrost  $\omega_k = \omega_0 + \alpha t_1$

Kot, ki ga v tem času opiše radij kroga je enak ploščini pod grafom  $\omega(t)$  (glej sliko 1).

$$\varphi = \omega_0 t + \frac{\alpha t^2}{2}$$

Po podatkih iz naloge, naredi kot, ki je enak 1,5- kratnemu polnemu kotu, to je  $3\pi$  radianov.

Čas vrtenje  $t_1$  izračunamo tako, da rešimo zgornjo kvadratno enačbo:

$$\frac{\alpha}{2} t_1^2 + \omega_0 t_1 - \varphi = 0 \cdot \frac{2}{\alpha}$$

$$t_1^2 + \frac{2\omega_0}{\alpha} t_1 - \frac{2\varphi}{\alpha} = 0$$

$$t_1^2 + \frac{2\pi}{2} t_1 - \frac{2 \cdot 3\pi}{2} = 0$$

$$t_1^2 + \pi t_1 - 3\pi = 0$$

$$t_1 = -\frac{\pi}{2} \pm \sqrt{\frac{\pi^2}{4} + 3\pi} = 1,88s$$

Izračunamo še končno kotno hitrost po 1,5 obratih:

$$\omega_k = \omega_0 + \alpha t_1 = \pi + 2s^{-2} \cdot 1,88s = 6,9 \text{ rad/s}$$

in končno tangencialno (obodno) hitrost, ki je hkrati izmetna hitrost kladiva:

$$v_{ik} = \omega_k r = 6,9s^{-1} \cdot 1,5m = 10,3 \frac{m}{s}$$