

**Megoldás.** Az űrállomáshoz rögzített forgó koordináta-rendszerben fellépő centrifugális erő nagysága akkor egyezik meg a földi gravitációs erővel, ha

$$mR\omega^2 = mg, \quad \text{azaz} \quad \omega = \omega_{\max} = \sqrt{\frac{g}{R}} = 0,99 \frac{1}{s} \approx 1 \frac{1}{s}.$$

A „mesterséges gravitáció” akkor csökken a szokásos érték felére, ha a szögsebességet

$$\omega = \omega_{\min} = \sqrt{\frac{g}{2R}} = 0,70 \frac{1}{s}$$

értékre változtatják. A szőnyegek akkor nem csúsznak el a padlón, ha a tapadási súrlódási erő legnagyobb értéke elegendő a szőnyegek lassításához:

$$mR|\beta| \leq \mu \cdot mR\omega^2,$$

azaz az állandónak feltételezett szöggyorsulás nagysága

$$|\beta| \leq \mu\omega_{\min}^2 = \frac{\mu g}{2R} = 0,05 \frac{1}{s^2}.$$

(A szőnyegek megcsúszása szempontjából a legkisebb szögsebesség elérésének pillanata, vagyis a fékezés legvége a kritikus.) A fékezés ideje

$$T = \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{|\beta|} \approx 5,9 \text{ s.}$$

Ha nem ragaszkodunk az egyenletes lassításhoz, akkor kezdetben – amikor a szögsebesség még nagy – erősebben fékezhethetjük a tornatermet, s csak később, fokozatosan kell a szöggyorsulás nagyságát lecsökkentenünk. Ezzel a fékezés ideje nyilván lerövidíthető. Ha minden pillanatban éppen olyan ütemben csökkentjük a forgás szögsebességét, hogy a szőnyegek a megcsúszás határán legyenek, akkor a „szöglassulás”  $|\beta| = -\frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \mu\omega^2$ , ahol  $\omega$  a pillanatnyi szögsebesség ( $\omega_{\max} \geq \omega \geq \omega_{\min}$ ). Osszuk fel gondolatban a kezdeti és a végső szögsebesség különbségét  $n$  egyenlő részre, és számítsuk ki, hogy az egyes szögsebesség-intervallumokon a „megengedett” legnagyobb fékezéssel számolva összesen mennyi időre van szükségünk a fékezéshez! Az  $i$ -edik intervallumban  $|\beta_i| = \mu\omega_i^2$ -tel számolva

$$T = \sum_{i=1}^n \Delta t_i = \frac{1}{\mu} \sum_{i=1}^n \frac{\omega_{i+1} - \omega_i}{\omega_i^2} \approx \int_{\omega_{\min}}^{\omega_{\max}} \frac{1}{\omega^2} d\omega = \frac{1}{\mu} \left( \frac{1}{\omega_{\min}} - \frac{1}{\omega_{\max}} \right) = 4,2 \text{ s.}$$

A fenti képletből az is leolvasható, hogy az  $\omega_{\min} = 0$  esetnek megfelelő teljes súlytalanság véges hosszú fékezési idő alatt *nem* érhető el! ( )  
*Sepsi Örs* (Debreceni Ref. Koll. Gimnáziuma, 12. o.t.)  
 dolgozata alapján

*Megjegyzések.* 1. A leggyorsabb megcsúszásmentes fékezés feltétele (vagyis hogy a szögsebesség idő szerinti deriváltja arányos a szögsebesség négyzetével) az  $\omega(t)$  függvényre nézve egy differenciálegyenlet. Ennek megoldása módszeresen is meghatározható, de találgatással (pl. hatványfüggvények körében keresve) is megkapható. A megoldás:  $\omega(t) = 1/(\mu t)$ , ha az időt nem a lassítás megkezdésének pillanatától, hanem egy korábbi (a kezdeti szögsebesség által megszabott) időponttól mérjük. Látható, hogy a szögsebesség ilyen feltételek mellett soha nem csökken nullára, de tetszőlegesen megközelítheti a tökéletes súlytalanságnak megfelelő állapotot.

2. A feladatban szereplő űrtornateremnek még egyenletes forgás esetén is kellemetlen „mellékhatásai” lehetnek. Ha a tornaterem a földi  $g$ -nek megfelelő szögsebességgel forog, akkor a kerületi sebessége kb. 10 m/s. Ha valaki magasugróversenyt rendez ebben az űrtornateremben, akkor tanácsos, hogy a nekifutó pályát a henger egyik alkotója mentén, vagyis a forgástengellyel párhuzamosan jelölje ki. Ellenkező esetben az eredmények nem lennének hitelesek, ugyanis a hengerpalást belső felületén (a forgástengelyre merőleges irányban) „körbefutva” jelentős súlycsökkenést (vagy éppen súlynövekedést) lehetne elérni. Ha pl. a forgásiránnyal szemben haladva 6 m/s sebességgel sprintelünk (erre még egy átlagember is képes), a sebességünk az inerciarendszerhez képest 4 m/s-ra, a „nehézségi gyorsulás” pedig 1,6 m/s<sup>2</sup>-re csökken. Egy jó sportoló jól tapadó cipőben, megfelelő technikával elvileg még a teljes súlytalanság elérésére is képes!

( )

*Sótér Anna* (Székesfehérvár, Ciszterci Szent István Gimn., 11. o.t.)