



A fordulatszámokra vonatkozó kérdésre  $m$  tömeg mozgásának részletesebb ismerete nélkül, pusztán geometriai alapon válaszolhatunk.  $m$  tömeg süllyedésekor az I. mozgócsigának fel kell emelkednie, mert a fonálhossz adott, állandó érték. Ha az I. mozgócsiga középpontja  $AB = s$  darabbal emelkedik (l. az ábrát), akkor a 10 cm rádiuszú I. mozgócsiga  $s/10$  radiánban mért szöggel fordul el, mert a felemelkedés végeztével az I. csiga  $C$  pontja érintkezik a fonál  $B$  pontjával. Az elfordulás megtörténtével az  $s$  hosszúságú fonáldarab az I. csigát tartó mindkét fonálból hiányzik, tehát a II. állócsigán  $2s$  hosszúságú fonál vonul el és  $2s/10$  radiánban mért szögelfordulást okoz. A III. mozgócsigát tartó fonál jobb oldali része  $ED = s$  darabbal emelkedett, ugyanekkor a III. csigát tartó bal oldali fonál  $FG = 2s$  darabbal süllyedt, tehát a III. csigát tartó fonalak együttesen  $2s - s = s$  darabbal lettek hosszabbak, így a két fonálon lógó III. mozgócsiga középpontja  $s/2$  távolsággal jutott mélyebbre. Ezalatt a III. csiga  $H$  pontja eljutott  $K$ -ba, vagyis a középponthez viszonyítva a kerületi pontok  $s + s/2 = 3s/2$  darabbal fordultak el, és a III. csiga elfordulási szöge  $3s/(2 \cdot 15) = s/10$  radián. Az elfordulási szögek arányosak a fordulatszámokkal, így az I., II. és III. csigák fordulatszámainak aránya:

$$1 : 2 : 1.$$

Az  $m$  tömeg mozgásának tanulmányozásakor vegyük figyelembe, hogy helyzeti energiája mozgási energiává lesz. De az elhanyagolható tömegű csigák sem magasságuk változtatásával, sem forgásukkal nem tudnak mozgási energiát felvenni, a mozgási energia csakis  $m$  tömeg sebességét fokozhatja. Ebből következik, hogy  $m$  tömeg  $g$  gyorsulással szabadesést végez. Geometriai okokból következik, hogy az I. mozgócsiga  $2g$  gyorsulással mozog függőlegesen felfelé.

Márkus András (Sopron, Széchenyi g. III. o. t.)

*Megjegyzések.* A feladat megoldható volna abban az esetben is, ha figyelembe vennénk a csigák tömegeit; ekkor természetesen  $m$  tömeg  $g$ -nél kisebb gyorsulással mozog lefelé. Ha az energiatétel helyett fonálerőkkel számolunk, az eredmény ugyanaz: az  $L$ -ben tapasztalható fonálerőnek a  $D$ -pontbeli fonálerő felének kellene lennie, de másrészt  $L$ -ben,  $G$ -ben és  $D$ -ben egyenlő fonálerőknek kellene lenniük. Ez az ellentmondás csak akkor oldódik fel, ha valamennyi fonálerő nulla, és valóban így van, ha az  $m$  tömeg szabadon esik. A feladat csak a csigák csapágysúrlódását kívánja elhanyagolhatónak venni, a kerület menti súrlódásnak meg kell maradnia, ha azt akarjuk, hogy a csigák forogjanak. Helyesen jegyzi meg Treer Ferenc (Bp. Piarista Gimnázium), hogy hiába van meg a csigák kerületének súrlódó képessége, ha nincs fonálerő, mégsem forognak. Az a helyzet, hogy a csigák közül a mozgócsigák magassága változik ugyan, de egyik csiga sem forog. Minden fizikai feladatban szokott lenni valamilyen közelítés. A jelen esetben a csigák tömegeit csökkentve hamarabb válik elhanyagolhatóvá az általuk felvett mozgási energia, mint a kerületük mentén mutató súrlódás (ezt könnyen elvégezhető kísérlet is mutatja), így nem kell elvetnünk azt a feleletet, amely  $1 : 2 : 1$  fordulatszámarányt ad válaszul.