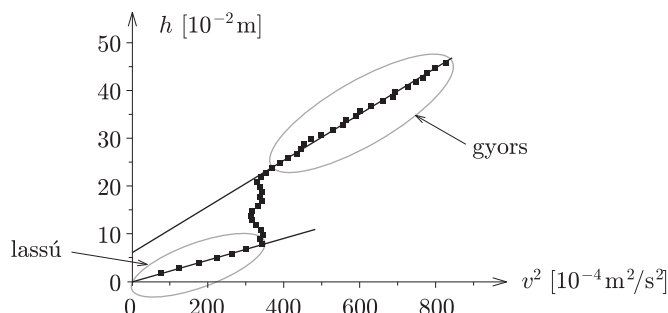


A kísérleti feladat megoldása

A feladatban egy úgynevezett „mechanikai fekete doboz” fizikai paramétereit kellett meghatározni. A „mechanikai fekete doboz” egy lezárt csőből állt, melyben egy golyó helyezkedett el. A golyó két rugó segítségével a cső két végéhez volt erősítve. A feladat lényegében az volt, hogy meg kellett mérni a golyó tömegét és a két rugóállandót (természetesen a lezárt cső felnyitása nélkül).

Mérleggel határozhatjuk meg a cső-golyó rendszer együttes tömegét. Vízszintes helyzetben a csövet kiegyensúlyozva (kétoldalú emelőként használva), megkaphatjuk a cső-golyó rendszer tömegközéppontját (hány centiméterre van a cső közepétől). Egyszerű forgatónyomaték egyensúlyból kiszámíthatjuk a golyó tömegének és a cső középpontjától mért távolságának a szorzatát. Ezzel túljutunk az első részfeladaton.

A golyó tömegének meghatározásához a csövet forgóasztalra kell tenni, melyet egy csigán átvett fonálhoz rögzített test segítségével hozhatunk forgásba. Ha a test függőleges elmozdulását ábrázoljuk a test sebesség-négyzetének a függvényében, akkor a következő grafikonhoz juthatunk:



Az ábrán három szakaszt különböztethetünk meg: a lassú, az átmeneti és a gyors szakaszt. Lassú mozgáskor a tapadási súrlódás megakadályozza a golyó elmozdulását a csőben, az átmeneti szakaszban a golyó fokozatosan kijebb csúszik, a gyors mozgáskor viszont a cső végénél megakad. A grafikon alapján megállapíthatjuk, hogy a lassú forgás tartományában h egyenesen arányos v^2 -tel ($h = Cv^2$), míg a gyors forgás tartományában $h = Av^2 + B$ egyenlettel írható le. Az A , B és C együtthatók mérhetőek.

A forgó mozgás energetikai leírásával olyan egyenletekhez juthatunk, melyek segítségével az A , B és C együtthatók meghatározhatók, illetve az előző részben megkapott tömeg-távolság szorzat segítségével a golyó tömege is kiszámítható.

A rugóállandókat úgy kaphatjuk meg, ha a „mechanikai fekete dobozt”, vagyis a csövet előbb egyik, majd másik végénél felfüggesztjük, és fizikai ingaként lengetjük. Megmutatható, hogy a golyó vízszintes egyensúlyi helyzetéből történő elmozdulása ugyanakkora, akármelyik vége körül lengetjük a csövet. A mért lengésidekből ez az elmozdulás, majd ebből a két rugó úgynevezett effektív rugóállandója meghatározható.

A két rugóállandót külön-külön úgy számíthatjuk ki, ha figyelembe vesszük az effektív rugóállandót, továbbá azt is, hogy az előző vizsgálatok nyomán már kiszámíthatjuk a golyó pontos egyensúlyi helyét a cső vízszintes helyzetében.

Összefoglalásképpen érdemes megemlítenünk, hogy ez a feladat mérés technikailag nem volt könnyű, szokatlan volt a digitális óra használata, önállóan kellett létrehozni az egyes elrendezéseket, ám ezek a mérési nehézségek eltörpültek a feladat által megkívánt igen szövevényes elméleti számítások okozta gondokhoz képest.