

A gyufásdoboz kiütésének idejét *Szilágyi Péter* (Debreceni Egyetem Kossuth L. Gyak. Gimn., 10. évf.) a gyufásdoboz és a vonalzó érintkezésének kezdete, valamint a gyufásdoboz és a pohár érintkezésének megszűnése között eltelt időtartamként értelmezte.

Ezt az időtartamot a legtöbben a pohár mérhető elmozdulásából határozták meg. Szilágyi Péter szerint ez az elmozdulás két részből tehető össze:

– egy egyenletesen gyorsuló szakaszból, amely a gyufásdoboz és a pohár között fellépő súrlódási erő következtében μg gyorsulással jellemezhető, és éppen a keresett τ ideig tart,

– a pohárnak a gyufásdoboz h magasságából történő leesése alatti vízszintes „repüléséből”. (Többen is azt észlelték, hogy a pohár a leérkezés pillanatában gyakorlatilag megáll, tehát az ezt követő csúszástól el lehet tekinteni.)

A pohár elmozdulása tehát

$$\Delta s = \frac{1}{2}\mu g\tau^2 + vt, \quad \text{ahol } v = \mu g \cdot \tau \quad \text{és} \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}}.$$

Így a keresett τ időtartam az

$$\frac{1}{2}\mu g\tau^2 + \mu g\sqrt{\frac{2h}{g}} \cdot \tau - \Delta s = 0$$

másodfokú egyenlet (pozitív) megoldásaként adódik. (Voltak néhányan, akik a pohár elmozdulását vagy csak gyorsulás ideje alatti elmozdulással, vagy csak a repülés ideje alatt történő vízszintes elmozdulással azonosították.) Ennek meghatározásához a Δs elmozduláson kívül meg kell mérni a pohár és a gyufásdoboz közötti csúszási súrlódási együttható értékét is. Ez utóbbit „klasszikus módszerekkel” mérték a versenyzők:

– Rugós erőmérő segítségével létrehozott egyenletes mozgással. *Geresdi Attila* (Pécs, Árpád Fejedelem Gimn., 12. évf.) szétvágta és kiterítette a gyufásdobozt, hogy a húzási távolságot megnövelve csökkenjen a mérési hiba.

– Lejtőn való mozgással. *Vigh Máté* (Pécs, Babits M. Gimn., 10. évf.) több gyufásdoboz levágott fedőlapját egy farostlemezzel ragasztotta, majd fokozatosan változtatva a farostlemez hajlásszögét megnézte, hogy mekkora az a legkisebb hajlásszög, amelynél a pohár – egy kicsiny oldalirányú kezdősebességgel indítva – végigcsúszik a lejtőn. A súrlódási együttható: $\mu = \tan \alpha_{\min}$.

Vigh Máté úgy akarta megoldani a „kiütést”, hogy az „pontosan azonos” körülmények között többször is megismételhető legyen. Ennek érdekében egyik végén tengelyezett falécezt használt, amelyet nem kézzel, hanem a lécszabvány végéhez erősített zsinagrára akasztott nehezékekkel mozgatott. *Mózer Tamás* (Hévíz, Bibó I. Gimn., 10. évf.) a gyufásdobozra szerelt cérna végére akasztott nehezékekkel rántotta ki a dobozt a pohár alól.

Ketten alternatív (második) mérésnek a modern technika lehetőségeit kihasználó mérési módszereket is alkalmaztak. Szilágyi Péter a mérés közben fellépő hangjelenségeket mikrofonnal felvette, majd a számítógépre vitt „hangképet” elemezte. A digitális hangkép alapján (a számítógép belső órája segítségével) meghatározta a két jellegzetes hanghatás (a vonalzó hozzacsapódása a gyufásdobozhoz, illetve a pohár ütődése a munkalaphoz) között eltelt időt. Vigh Máté videokamerával felvette a történeteket, majd „a filmet visszajátszva, kikockázva” meghatározta a kiütés időtartamát.

A közönséges gyufásdoboznak a közönséges pohár alól történő kiütésekor (néhányan másfajta dobozt is használtak) a nagyon különböző helyeken és elég változatos mérési módszerekkel meghatározott „kiütési időtartamok” érdekes (de talán nem meglepő) módon szépen egyeznek: 30–60 ms közötti értéknek adódtak. Hasonló nagyságrendű, de ettől kicsit eltérő (általában nagyobb) értékeket kaptak azok, akik a pohár elmozdulását az említett (hibás) módszer valamelyike szerint értelmezték.

A mérés hibáját főleg az elmozdulás mérésének pontatlansága okozta. Szisztematikus hibát okoz a kiértékelés során tett elméleti feltevések (például az egyenletesen gyorsulónak tekintett mozgás) megkérdőjelezhetősége. A kiütési idő mért értékének relatív hibáját a versenyzők általában 10–25% közötti értékre becsülték.