

A mérés elvégzése előtt először tisztázni kell, mit is jelent az ütközési szám? Ez a mennyiség két test ütközésének rugalmasságára, illetve rugalmatlanságára jellemző dimenziótlan arányszám. Ha a centrálisan ütköző testek tömegközépponti koordináta-rendszerében az ütközés előtt p , utána pedig p' a testek impulzusa, akkor az ütközési szám

$$k = \frac{p'}{p}.$$

Ez a mennyiség – amelyik rugalmatlan ütközésnél 0, tökéletesen rugalmasnál pedig 1 – jó közelítéssel független az ütköző testek sebességétől és tömegétől, csak az anyagi minőségüktől függ. (Részletesebben lásd a Függvénytáblázat 114. oldalán, vagy Fizika, szerk. Holics L., I. kötet 248 old.)

Jelen esetben az egyik ütköző test – a Föld – igen nagy tömegű, így az ütközési szám egyszerűen

$$k = \frac{v'}{v},$$

ahol v a labda sebessége az ütközés előtt, v' pedig utána.

A mérés megvalósítására többféle lehetőség kínálkozott. Bizonyos h magasságból elejtve a labdát a földretérés sebessége (feltéve, hogy a közegellenállás elhanyagolható) $v = \sqrt{2gh}$, az ütközés utáni sebessége $v' = kv$, a felpattanás magassága pedig $h' = v'^2/(2g)$. Ezekből az ütközési szám

$$k = \sqrt{\frac{h'}{h}}.$$

Nehézséget okoz h' pontos mérése. *Wekszli Mária* (Csorna, Hunyadi J. Gimn., III. o. t.) milliméterpapírt erősített a falra, és a labdát egy nagyteljesítményű izzóval világította meg. A lámpát körülbelül olyan magasra helyezte, amennyire felpattant a labda, így a kivetített árnykép torzításmentesen jelezte h' értékét. *Hadnagy Éva* (Komárom, Jókai M. Gimn., IV. o. t.) videofelvételt készített a pattogó labdáról, majd a visszajátzás kimerevített képeiről olvasta le a megfelelő magasságokat. *Dömötör Ákos* (Bp., Fazekas M. Gyak. Gimn., II. o. t.) fototranzisztorokat kapcsolt egy ZX-Spectrum számítógéphez, ezekkel mérte a felpattanás magasságát, majd az adatokat rögtön a számítógéppel értékelte ki.

Voltak akik nem távolság-, hanem időméréssel határozták meg a labda sebességét. *Tatai Sándor* (Csorna, Hunyadi J. Gimn., III. o. t.) fénykapukból és egy 10^{-6} s méréshatárú digitális órából összeállított berendezéssel közvetlenül a padló közelében egy rövid szakaszon mérte a labda sebességét, s ezáltal a légellenállás elhanyagolhatóságának kérdésével nem kellett foglalkoznia. *Hauer Tamás* (Bp., Apáczai Csere J. Gyak. Gimn., IV. o. t.) kb. 3 m magasból ejtett labda első és harmadik földetérése közt eltelt időt mérte, s ebből számítással következtetett az ütközési számra. Az időt egymás fölé helyezett alumínium fóliákkal vezérelt kvarcóra segítségével próbálta mérni, de kézi időmérést is végzett.

Valamennyi mérési módszernél meg kellett határozni a futball-labda belsejében levő levegő nyomását (túlnyomását). Legtöbbször higanyos barométerhez, vagy autós nyomásmérőhöz egy tűszerű csatlakozást erősítettek, s ennek segítségével mérték a nyomást. *Hauer Tamás* úgy csökkentette a nyomásmérés szisztematikus hibáját (amit a mérés során kiáramló levegő okoz), hogy a pattogtatás előtt is és utána is megmérte a légnyomást. Akik nem jutottak nyomásmérő műszerhez, azok általában a teljesen leeresztett labdát autópumpával felfújva a „nyomások” számát jegyezték föl, és feltételezték, hogy a nyomás változása ezzel arányos mennyiség.

1988-04-191-1.eps

Valamennyi mérési módszernél a hiba kb. 5 – 10 %-os volt, a pontosságot több mérés eredményének átlagolásával lehetett növelni. Az ütközési szám és a nyomás (a légköri nyomáson felüli túlnyomás) kapcsolatát az ábrán látható függvénnyel írhatjuk le. A számszerű értékek természetesen függenek a labda és a talaj minőségétől is.

Megjegyzés. Sajnos a feladat kitűzésénél az ütközési szám pontos definícióját megadó hivatkozásba nyomdahiba került, így néhányan félreértették a feladatot. Ők az ütközési számot – nem teljesen indokolatlanul – a labda pattogásainak számával, illetve a labdában levő levegő molekuláinak egységnyi idő alatt bekövetkező ütközéseinek számával azonosították. Akinek a dolgozata jó ötletekről és gondosan megvalósított mérésről számolt be, természetesen több-kevesebb pontot is kapott.