

<sup>1</sup> A méréshez viszonylag hosszú (legalább 50–60 cm-es), elég merev, de ugyanakkor nem túl nagy (nem nagy „hőkapacitású”) papírhengerre volt szükség. Ezek a követelmények egymásnak részben ellentmondóak, ezért nem is olyan könnyű az alkalmas mérőeszköz kiválasztása. Ha túlságosan rövid hengert használunk, akkor a sörétszemek nem esnek sokat, emiatt hiába forgatjuk, mérhetetlenül kicsit, vagy csak nagyon pontatlanul mérhetően melegedik fel a sörét. Ha viszont hosszú hengert választunk, annak mechanikai szilárdságával lehet baj (szétszakadhat), vagy pedig a vastag fala von el sok hőt a sörétől, és emiatt lesz pontatlan a mérés.

*Ivány Balázs* (Kazincbarcika, Ságvári E. Gimn. II. o.t.) egy 51 cm-es irattartó hengert használt. A zárókupakot méretre vágott hungarocell lemezzel és folpack fóliával bélelte, hogy a hőveszteséget csökkentse. (A henger oldalfalát, amellyel alig érintkezik a sörét, elég jó hőszigetelőnek ítélte.)

A „sörét” beszerzéséért a versenyzők általában horgászboltba, vagy fegyverboltba mentek, de volt aki egyszerűen acélgolyócskát szórt a dobozba. (A mérési feladatok ilyen jellegű „átértelmezése” megengedett, nem kell a kitűzött feladathoz szó szerint ragaszkodni, ha az eszközök beszerzése ezt indokolja.)

A hőmérséklet mérése ugyancsak kényes feladat. A hőmérőt (ami általában higanyos, vagy alkoholos hőmérő volt) nem célszerű a hengerbe beépíteni, mert a sörét összetörheti. Legtöbben az egyik zárókupakot átfúrták, s alkalmanként ott dugták be a hőmérőt a sörét közé. Ez nyilván hőveszteséget okoz, amit azonban a kiértékelésnél figyelembe lehet venni. A mérés alatt (a forgatás közben és a hőmérő behelyezése során) a sörét egy kicsit lehűl. *Ivány Balázs megmérte*, hogy az előzetesen felmelegített „rendszer” 10 percnél kb. 1,5 °C-kal hűl le, és a kiértékelésnél ezt is figyelembe vette. Ily módon sikerült a leginkább zavaró szisztematikus hibát kiküszöbölni, vagy legalábbis csökkentenie.

Voltak akik kaloriméterrel próbálták meg a hőmérséklet mérését pontosabbá tenni. A kicsit felmelegedett (ismert tömegű) sörétet ismert tömegű vízbe dobták, és a víz hőmérsékletváltozásából következtettek a sörét hőfokára. Ezzel az eljárással az a baj, hogy az eredetileg sem túl nagy hőmérsékletváltozást tovább csökkentti, még nehezebben mérhetővé teszi.

A mérési adatokat (egy  $h$  hosszú cső  $n$  átfordítása után megmért  $\Delta T$  hőmérsékletváltozást) a gondos versenyzők áttekinthető táblázatba foglalták. Voltak, akik sok mérési sorozat adatait figyelve észrevették, hogy  $\Delta T$  közelítőleg arányos  $n$ -nel, ha az átfordítások száma nem túl nagy, de ha többszázszor forgatták meg a hengert, az egyenes arányosságtól eltérést tapasztaltak. (Ez feltehetően a hőveszteségekre fogható.)

A kiértékelés elve a következő:  $n$  átfordítás során az  $m$  tömegű sörét helyzeti energiáját  $nmg$ -val növeljük, s ha ez mind a sörét melegítésére fordítódik, akkor a  $c$  fajhőjű anyag belső energiájának  $cm\Delta T$  változásával egyezik meg. Innen a keresett fajhő:  $c = nmg/\Delta T$ . Látható, hogy a sörét tömege kiesik, ennek ellenére érdemes megmérni és a mérési jegyzőkönyvben rögzíteni, mert belőle is lehet következtetni a hőveszteségekre. (Senki nem vizsgálta, hogy miként függ a felmelegedés mértéke a sörét tömegétől, pedig abból az elvezetett hő mennyiségére lehetett volna következtetni.)

A mérés eredménye mellett nagyon fontos a mérési hiba *nagyságrendjének* számszerű megadása is. (Nem fogadható el hibabecslésnek a „mérés meglehetősen pontatlan” kijelentés!) Jelen esetben a hőmérséklet mérésének pontossága kb. 0,5 fok, bár sokan tized-, vagy századfokokat is megadtak, nem részletezve, hogy milyen módszerrel jutottak ilyen pontos adatokhoz. A távolság mérésénél 1/2 cm-es hibát véthetünk. (Ha nem vesszük figyelembe a sörétréteg vastagságát, akkor még nagyobb a hiba.) A legnagyobb hibátényező a hőveszteség, ez szabja meg az egész mérés pontosságát. Sajnos ezt a szisztematikus hibát még sokszori ismétléssel és az adatok kiátlagolásával sem lehet csökkenteni, csak gondos elemzéssel vehetjük figyelembe a hatását. Mindezek együttes hatására a mért fajhő inkább csak nagyságrendi becslésnek, tájékozódásnak tekinthető, az „irodalmi értéktől” akár 50%-kal is eltérhet. Ez a nagy pontatlanság a módszer jellegéből adódik. Természetesen léteznek eljárások a fajhő sokkal pontosabb meghatározására is.

---

<sup>1</sup> A pontversenyben résztvevők biztatására előre hoztuk a szeptemberi számunkban kitűzött mérési feladat megoldását. A 178–180. mérési feladatok megoldását később közöljük. (– A szerk.)