

## Szilárd Leó Verseny kísérleti és szimulációs forduló

### Általános tanácsok jegyzőkönyv íráshoz

Az elfogadható jegyzőkönyv olyan, ami alapján a mérés megismételhető, tehát minden lényeges információ, paraméter és adat megtalálható benne. A beadott jegyzőkönyvnek tartalmaznia kell:

- ☐ A versenyző kódszámát;
- ☐ A mérés célját, és ha lehetséges, az előzetes várakozásokat;
- ☐ A mérés eszközeit (felsorolás);
- ☐ A méréshez használt módszert, annak indoklását;
- ☐ A mérés körülményeit, a mérés menetét, a megismétléshez szükséges paramétereket (itt részletesen le kell írni a mérés során végzett tevékenységeket, alkalmazott módszereket);
- ☐ A mért adatokat (praktikus lehet a mért értékekből számított eredményekkel egy táblázatba);
- ☐ A mért adatokból számított / kikövetkeztetett adatokat és a számítás menetét;
- ☐ Ha szükséges, ábrá(ka)t;
- ☐ A mérési bizonytalanság és különböző típusú hibák becslését (lásd következő oldal);
- ☐ Összehasonlítást az előzetes várakozással, mérés céljával;
- ☐ A mért eredmények szöveges értékelését, a levont konklúziókat;
- ☐ Egyéb megjegyzések, érdekességek.

Az elmúlt évek tapasztalata alapján egy maximális pontot érő tömör, ugyanakkor minden lényeges információt tartalmazó jegyzőkönyv nem kell feltétlenül hosszabb legyen körülbelül 2-3 oldalnál (adatokkal, ábrákkal stb. együtt).

A jegyzőkönyv beadható papíron és elektronikus formátumban is a versenyző döntésétől függően (egyik sem jelent pontbeli megkülönböztetést). Amennyiben a jegyzőkönyv egyébként rendezett, olvasható, értelmezhető, és tartalmazza a fentebb javasolt pontokat, úgy a külalak és extra formázás szintén nem jelent pontbeli előnyt, ezzel a versenyen ne töltsünk időt!

Mellékelhetők elektronikus fájlok (pl. szöveges dokumentum, a versenyző által írt program, táblázat, képernyőkép stb.), de csak ha a fájlnev egyértelműen tartalmazza a versenyző kódját. A fájlok olvashatóságáért és megnyithatóságáért a versenyző felel. Ha egynél több elektronikus fájlt adunk be, azokat helyezzük egy mappába a munkaasztalon, ahol a mappa neve a kódunk. Amennyiben csak elektronikus fájlokat adunk be, a papír jegyzőkönyvet akkor is KÖTELEZŐ beadni, ezesetben írjuk rá hogy „**A jegyzőkönyvet lásd: <fájlnev>**” vagy „... **<mappanév>**”.

A verseny során explicit pontbeli előnyt nem jelent az elektronikusan végzett adatrögzítés, számítás, ábrázolás, függvényillesztés vagy jegyzőkönyvírás. Viszont ezzel általában időt lehet spórolni, illetve csökkenteni lehet a hibák számát (pl. elütés számológépen). Ezért bátorítanánk minden versenyzőt, hogy éljen a számítógépen található programok adta előnyökkel! Gyakorolni MS Office programokon felül ingyenes eszközökkel (OpenOffice család, Google Docs, stb.) is lehet, ezek alapfunkcionalitásukat és kezelésüket tekintve gyakorlatilag ekvivalensek.

A mérési eredményeket csak annyi számjegyre érdemes feltüntetni, ahány jegyre pontosságuk (lásd hibabecslés, következő oldal) terjed. Papíron ne írjunk több tizedesjegyet mint ami szükséges és értelmes. Elektronikus fájlok (pl. táblázat) beadása esetén viszont nem szükséges időt tölteni extra formázással (pl. a táblázatkezelő program alapbeállítása szerinti esetleg túl sok tizedesjegy csökkentésével).

Lásd továbbá:

Ujvári Sándor, „A Szilárd Leó Országos Fizikaverseny kísérleti feladataiból”, Nukleon VI 145 (2013)  
[http://nuklearis.hu/sites/default/files/nukleon/Nukleon\\_6\\_3\\_145-Ujvari.pdf](http://nuklearis.hu/sites/default/files/nukleon/Nukleon_6_3_145-Ujvari.pdf)

„Országos Szilárd Leó Fizikaverseny 2011-2016” c. kötet gyakorlati része

<https://szilardverseny.hu/cikkek/orszagos-szilard-leo-fizikaversenyek-2011-2016>

„Országos Szilárd Leó Fizikaverseny 2017-2022” c. kötet gyakorlati része (letölthető)

<https://szilardverseny.hu/cikkek/orszagos-szilard-leo-fizikaverseny-2017-2022>

## Egy oldalas útmutató a mérések bizonytalanságáról

A méréssel meghatározott fizikai mennyiségek szükségképpen véges pontosságúak. Az ismételt mérések valamilyen mértékben mindig eltérnek egymástól. A mért értékek bizonytalansága különböző forrásokból származhat, pl. a mérőberendezések tökéletlensége, ismeretlen környezeti hatások, vagy a vizsgált jelenségek sztochasztikus jellege. Ezért a mérés csak akkor tekinthető teljesnek, ha a legvalószínűbbnek tartott érték mellett megadjuk annak várható bizonytalanságát is. **A mérési bizonytalanság legalább közelítő meghatározása nélkül a mérési eredmény információ tartalma vitatható!**

Eredetük szerint két fő hibafajtát különböztetünk meg:

- (1) **Szisztematikus hiba:** Azonos körülmények között végzett méréseknél nagysága és előjele nem változik. Ilyenek pl. a mérőeszköz tökéletlenségéből származó hibák, a mérési módszerek specifikus hibái, vagy az elhanyagolt külső hatásokból eredő bizonytalanság. Ha hatásukra és mértékükre becslést tudunk adni, úgy hatásuk sok esetben korrigálható.

**A mérések számának növelésével hatásuk nem átlagolódik ki.**

- (2) **Statisztikus hiba:** A mérést befolyásoló sokfajta külső ok együttes következményeként lép fel. Minden egyes mérésnél másképp jelentkezik. Előjele negatív és pozitív egyaránt lehet. Ilyen eredményre vezetnek pl. a véletlenszerűen fellépő környezeti hatások, alkatrészek kotyogása, beállítási- és leolvasási pontatlanságok, stb. A véletlen hibák teljes kiküszöbölésére nincs mód, számításba venni csak átlagos hatásukat lehet.

**Közös jellemzőjük, hogy a mérések számának növelésével átlagos hatások csökken.**

- (2b) **Statisztikus bizonytalanság:** A statisztikus hiba speciális esete: nagyszámú, egymástól független esemény megfigyelésekor lép fel. Ilyen például a részecskeszámlálásnál észlelt hiba. Ha  $t$  idő alatt  $N$  független esemény következett be, ez nem jelenti azt, hogy  $t$  idő alatt minden esetben  $N$  az események bekövetkezésének száma: egyszer több, másszor kevesebb. Ez a *statisztikus ingadozás*. A valószínűségszámítás szerint, ha az észlelt események száma meghatározott idő alatt középértékben  $N$ , akkor ez az érték  $\pm\sigma_N = \sqrt{N}$  statisztikus ingadozást mutat. Ez a valószínű statisztikus bizonytalanság. A statisztikusan ingadozó mennyiségek relatív bizonytalansága úgy csökkenthető, hogy a megfigyelést lehetőleg hosszú időre ill. nagyszámú eseményre terjesztjük ki. A  $\pm\sqrt{N}/N = \pm 1/\sqrt{N}$  relatív bizonytalanság mértéke ugyanis  $N$  növelésével csökken.

A verseny során az alapvető elvárás a mérést befolyásoló hibák és bizonytalanságok felismerése, amennyiben lehet, úgy forrásának felderítése, és a hatásuk diszkutálása. Nagyságukra elegendő egy reális becslést adni, és ennek keretein belül a mérési eredményt értékelni.

**Felhívjuk a figyelmet, hogy egy adott mérés hibája nem egyenlő a mért és az irodalmi adat (amennyiben elérhető) különbségével!** Ha ismert az irodalmi érték, és ez beleesik a hibaintervallumba, akkor valószínűleg reális a hibabecslés is. Ha nem, akkor vagy rossz a mérés, vagy túl kicsire becsültük a hibát, vagy van elhanyagolt szisztematikus effektus. Ilyenkor próbáljuk meghatározni, hogy vajon melyik eset forog fenn és miért. A pontok nem az irodalmi adattól való eltéréstől függnek, de az eltérés ne legyen irreálisan nagy (pl. nagyságrendek).

A verseny során részecskeszámláláson alapuló mérés vagy szimuláció esetén,  $N$  beütésszám mellett a beütésszámok szórása a fentebb is közölt

$$\pm\sigma_N = \sqrt{N}$$

képlettel becsülhető. Ha célzott mértékére nincs külön utalás, akkor törekedjünk arra, hogy a mérési bizonytalanság kellően kicsi legyen az aktuálisan vizsgált effektushoz mérten. Pl. ha az általunk vizsgált effektus 10% körüli várható változást okoz a beütésszámban, akkor a relatív bizonytalanságot jóval 10% alá kell vinnünk a forraserősség és/vagy mérési idő növelésével.