

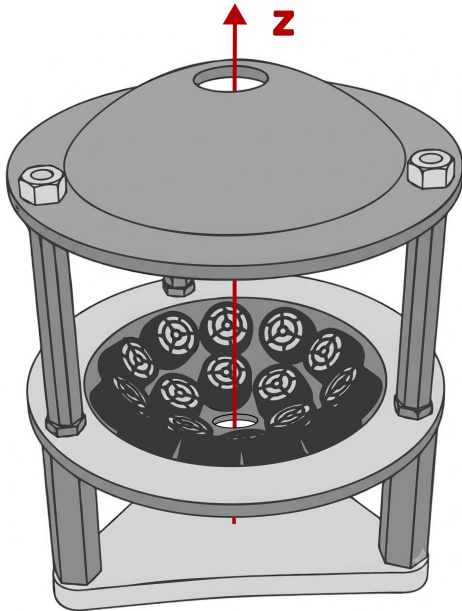
Akusztikus lebegtetés (20 pont)

Egy akusztikus lebegtető olyan átalakítókat (transducer) tartalmaz, amelyek elektromos jelet alakítanak át erős hanghullámokká. A keletkező interferencia-mintázatban a hangnyomás a mintázat csomópontjai közelében lévő apró tárgyakat lebegtetni képes.

Figyelem! Ügyelj arra, hogy ne zárd rövidre a lebegtető felső és alsó csatlakozásait.

Az E1–E7. feladatok eredményei függetlenek egymástól. Azokat a feladatokat, amelyekkel nehezen boldogulsz, kihagyhatod.

A következő feladatoknál csak a z tengelyen lévő csomópontokat vegyed figyelembe. Az E3-as és az azt követő feladatoknál csak a középső csomópontot használd. Az elektromos egységen (F) található *Mode X* kapcsolónak (utolsó oldal 1. ábra) **O** állásban kell lennie.



Task E1: Az akusztikus mező vizsgálata (1 pont)

Az akusztikus mező megismeréséhez készíts olyan eszközt a zöld LED-ek (A) és az átalakító (B) segítségével, amely a lokális akusztikus intenzitásnak megfelelően bocsát ki fényt. Az átalakító egy olyan kondenzátor, amelynek töltése a rá ható mechanikai nyomástól függ.

- Vázold az eszközöd kapcsolási rajzát! (0,5 pont)
- Az eszközöd segítségével becsüld meg, hogy kb. mekkora távolságra van két szomszédos csomópont a lebegtető közepén a z -tengely mentén! (0,5 pont)

Task E2: Az akusztikus lebegtető tulajdonságai (4 pont)

A következőkben egy kis szilárd test lebegtetéséhez a csatlakoztatott tápegység feszültségét kezdetben magas értékre, például 17V-ra állíthatod. A tárgyat

csipesszel helyezheted el a csomópontokra. Megjegyezzük, hogy a lebegő test a légörvények miatt vízszintesen rezeghet; várj egy kicsit, amíg a helyzet stabilizálódik. A kis rezgések nem befolyásolják hátrányosan a mérési eredményeket.

a) Tervezz meg, vázolj fel és használj egy kísérleti elrendezést, amellyel a lehető legpontosabban meghatározhatod az átalakító frekvenciáját! A hang sebessége a levegőben $v \approx 340$ m/s. (2,0 pont)

b) Állítsd az elektromos egységen (F) a *Mode X* kapcsolót **I** állásba, hogy átváltson egy másik üzemmódra, amelyben a lebegtető felső felében található érzékelők kissé eltérő frekvenciát ($f + \Delta f$) kapnak, mint az alsó felében lévőek. Írd le a lebegő testek megváltozott viselkedését ebben az üzemmódban, és határozd meg a Δf frekvenciakülönbséget és annak előjelét! (2,0 pont)

Ne felejtse el a *Mode X* kapcsolót újra **O állásba állítani a további feladatokhoz!**

Task E3: Szilárd golyócskák sűrűsége (3 pont)

A lebegtetett tárgyak a nehézségi erő miatt kicsivel a csomópontok alatt lesznek. A testre ható \vec{F} visszatérítő akusztikus erő arányos P^2 -tel, ahol $P \propto U$ az akusztikus nyomásamplitúdó a duzzadóhelyeken, és U a tápegység feszültsége.

Határozd meg az (O) ismeretlen golyócskák sűrűségét olyan pontosan, ahogy csak lehet. A (P) üveggolyócskák sűrűsége $\rho_{\text{glass}} = 2500$ kg/m³. Az (O) és (P) golyócskák mérete megegyezik. (3,0 pont)

Tanács: Gömb alakú testeknél a csomóponttól való kis Δz távolság esetén használhatod a következő közelítést:

$$\vec{F} = -f(R)P^2\Delta z \quad (1)$$

Itt $f(R)$ a lebegtetett test R sugarának valamilyen ismeretlen függvénye.

Task E4: Párolgotatás (3 pont)

A további feladatok során folyadékokat fogsz lebegtetni, amelyek apró cseppeket képeznek a csomópontokban. A tüvel (S) ellátott fecskendő (R) segítségével helyezd a cseppeket a lebegtetőbe. A szennyeződés elkerülése érdekében minden folyadékhoz külön fecskendőt használj. A legtöbb cseppméret esetében a megfelelő kezdőfeszültség 8–12 V; magasabb feszültség esetén a cseppek szétpukkanhatnak.

Figyelem! Ne önts folyadékot az elektronikus alkatrészekre és az érzékelőkre! A lebegtető alján lévő fémhálót (L) tartsd a helyén; ha nedves lesz, vedd le és hagyd megszáradni. Ha úgy tűnik, hogy az érzékelők nem működnek megfelelően, emeld fel a „HELP” táblát.

A lebegő cseppek pontos alakja bonyolult lehet. A mérsékelten deformált cseppeket a , b , c féltengelyű ellipszoidként lehet közelíteni, amelynek térfogata:

$$V = \frac{4\pi}{3}abc \quad (2)$$

Ebben a feladatban a lebegtetőben lévő folyadék-csepp párolgását fogod vizsgálni. Az $D \gtrsim 1,5$ mm átmérőjű csepp párolgásának egyszerűsített leírása szerint:

$$\frac{d(D^2)}{dt} = -\gamma, \quad (3)$$

ahol D a csepp ekvivalens átmérője, azaz egy olyan gömb átmérője, amelynek V térfogata megegyezik a valódi csepp térfogatával, és γ a párolgási állandó.

Ebben a feladatban csak az I-es folyadékot vizsgálád és tartsd a feszültséget állandó értéken.

a) Határozd meg a γ párolgási állandót m^2/s mértékegységben olyan cseppek esetében, amelyek ekvivalens átmérője $D \gtrsim 1,5$ mm! (2,5 pont)

b) Az a) pontban kapott eredmény alapján túlbecsüléd vagy alulbecsüléd azt az időt, amíg egy csepp teljesen elpárolog? (0,5 pont)

Task E5: Felületi feszültség (2,5 pont)

A csepp alakja kizárólag a V térfogatától és a P^2/σ aránytól függ, ahol σ a folyadék felületi feszültsége.

a) Végezz el egy mérést annak megállapítására, hogy melyik folyadék (az I-es vagy a II-es) felületi feszültsége a kisebb! (0,5 pont)

b) Méréssel határozd meg az I-es folyadék felületi feszültségét, ha tudjuk, hogy a II-es folyadéké $0,073 \text{ N/m}$! (2,0 pont)

Task E6: Szétpukkanás (4 pont)

Ha az akusztikus nyomás túl nagy, a lebegtetett csepp szétpukkad. Az elméleti összefüggés a maximális feszültségre, amely még a csepp széttöréséhez nélkül alkalmazható:

$$U_{\max} = \sqrt{\frac{\alpha}{D} + \beta} \quad (4)$$

ahol α és β valamilyen állandók.

Ebben a feladatban csak a II-es folyadékot vizsgálád!

a) Határozd meg az α és β állandókat $\text{V}^2 \cdot \text{mm}$, illetve V^2 egységekben! (2,0 pont)

b) Határozd meg a még lebegtethető csepp maximális átmérőjét! (2,0 pont)

Task E7: Rejtélyes vonal (2,5 pont)

Azt a lebegtető feszültséget, amikor a lebegtetett csepp nagyon lapos lesz, úgy határozhatod meg, hogy a piros LED fénye a cseppen áthaladva egy éles vízszintes vonalat formál az ernyőn.

Ebben a feladatban csak a III-as folyadékot vizsgálád!

Készíts egy vázlatot arról, hogyan terjed a fénysugár a cseppben, amikor megjelenik a vonal! A fent leírt jelenség segítségével határozd meg a III-as folyadék n törésmutatóját! (2,5 pont)

Tanács: Ahhoz, hogy lásd a vonalat, a LED-et pontosan a csepphez kell beállítanod, lásd a 2. ábrát.

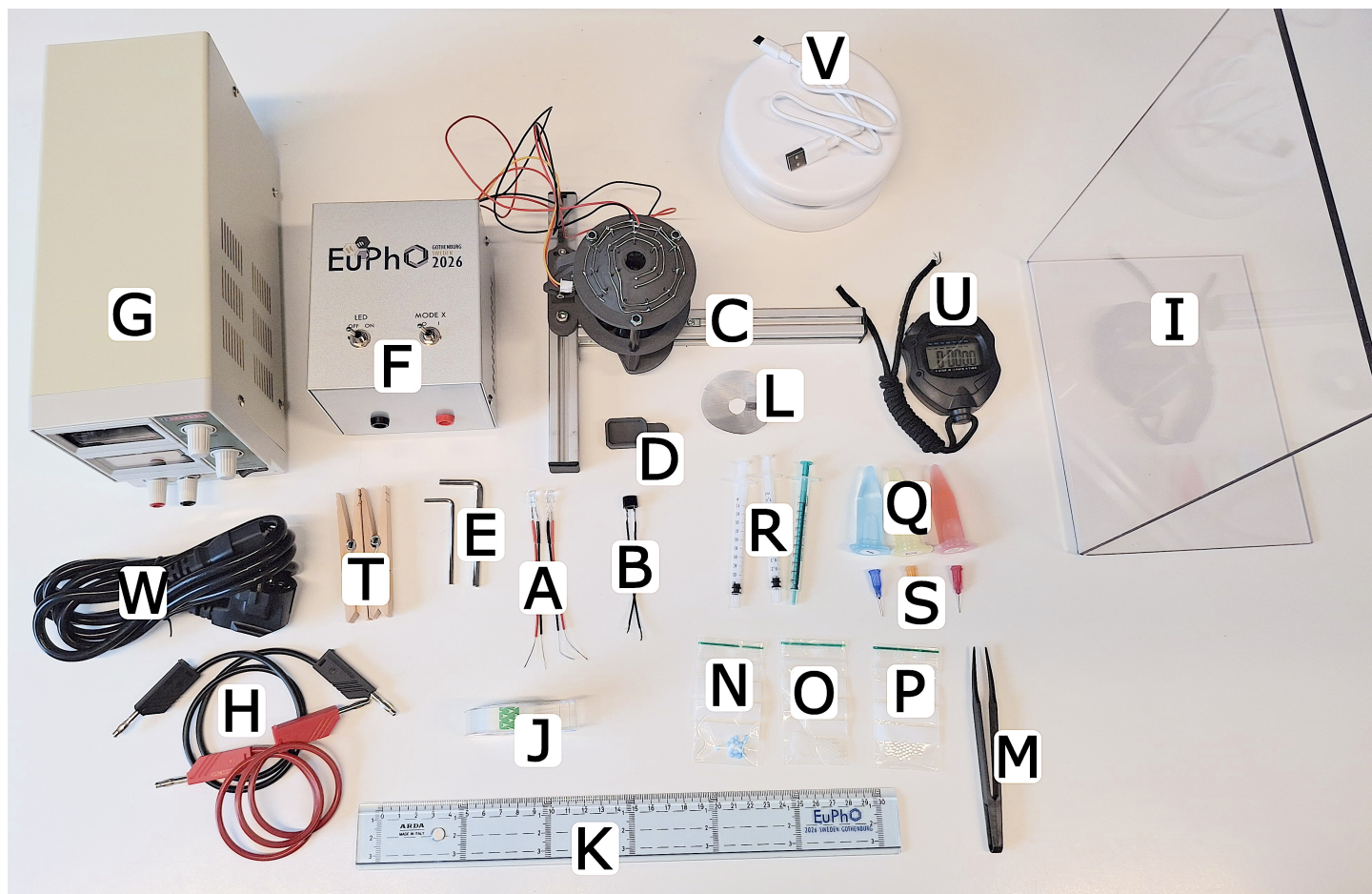
Task E8: Szándékos rongálásért járó büntetés (-0,5 pont)

Minden eszközt és csomagolást működőképes állapotban kell otthagyni. A gondatlan bánásmód miatt tönkretett alkatrészekért és a pirossal írt figyelmeztető szövegek figyelmen kívül hagyásáért büntetés jár. (-0,5 pont)

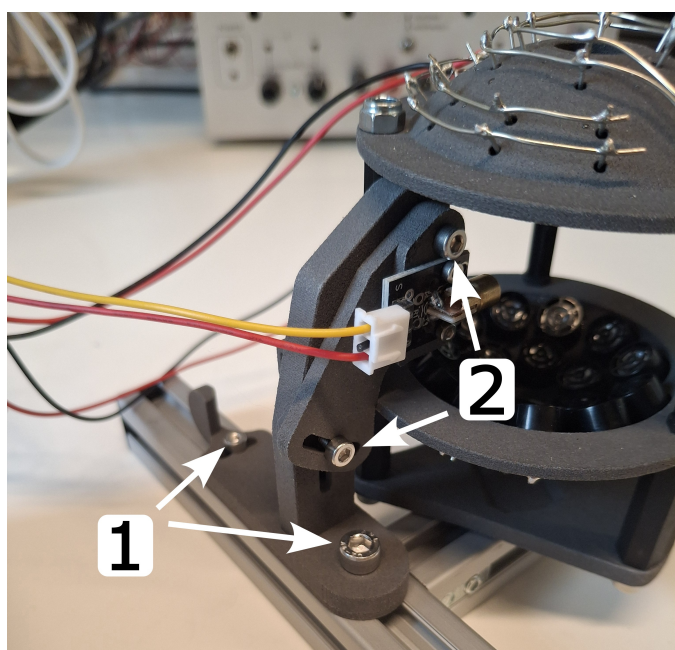
Eszközök

- Két zöld LED. Ezeket ne kösd a (G) tápegységre!
- Különálló átalakító (transducer).
- Fém tartósín a lebegtető modullal és egy piros LED-del, amelyet *pontforrásnak* tekinthetünk.
- Eszköz a leeső tárgyak elkapására.
- 2 imbuszkulcs a beállításhoz.
- Elektromos egység *LED* és *Mode X* kapcsolókkal.
- Tápegység.
- Banándugós vezetékek.
- Ernyő.
- Ragasztószalag.
- Átlátszó vonalzó.
- Fémháló.
- Csipesz.
- 15 kék polisztirol golyócska.
- Fehér, ismeretlen anyagból készült, gömb alakú golyócskák ($\varnothing 2,0$ mm).
- Átlátszó, gömb alakú üveggolyócskák ($\varnothing 2,0$ mm, $\rho_{\text{glass}} = 2500 \text{ kg m}^{-3}$).
- 3 különböző ismeretlen folyadék I, II és III jelöléssel. Veszély nélkül megérinthetők, de ne vedd a szádba.
- 3 fecskendő.
- 3 tompa végű tű a fecskendőkhöz. (Óvatosan!)
- 2 ruhacsipesz.
- Stopper.
- Lámpa.
- Tápkábel.
- Papír a fémháló szárításához (nincs a képen).

Ha úgy gondolod, valamelyik eszköz hiányzik, szólj a mérésvezetőnek!



1. ábra: Az eszközök



2. ábra: A LED-modul beállítása. Az elrendezést a csavarokkal állíthatod be az *ábrán* látható módon. Az **1**-es nyilakkal jelölt csavarokkal a LED-modul vízszintes, míg a **2**-es nyilakkal jelölt csavarokkal a függőleges elmozdítását és elforgatását állíthatod be.