

# FOTOEFFEKTUS BEMUTATÁSA »HÁZILAG«

Härtlein Károly  
BME Fizikai Intézet

## Egy kis történelem

Heinrich Hertz megfigyelte, hogy ultraibolya fénnel megvilágított elektródok között könnyebben keletkezik szikra. Erről tanúskodik 1887-ben írt cikke [1]. A jelenség létezését megerősítette és azt részletesebben írta le egy évvel később [2, 3], 1888-ban *Wilhelm Hallwachs*. Kísérleteiben higanygőzlámpával alkáli fémeket világított meg, ennek hatására negatív töltésű részecskék kilépését tapasztalta. *Lénárd Fülöp* 1900-ban írt cikkéből [4] megtudhattuk, hogy ezek a részecskék elektronok. Szintén az *Annalen der Physik* folyóiratban látott napvilágot 1905. március 18-án egy cikk [5], szerzője *Albert Einstein* volt. Az írás a jelenség magyarázatát adta meg, amiért 1921-ben Nobel-díjat kapott.

## Szükséges eszközök

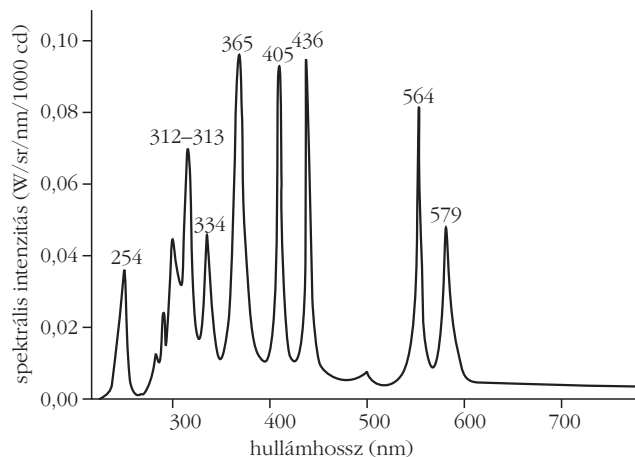
A jelenség bemutatásához elektrosztatikai eszközökre, elektrozkópra, ebonit rúdra, macskaprémre,<sup>1</sup> üvegrúdra és bőrre, valamint csiszoló papírra van szükségünk. Ezek szinte minden szertárban megtalálhatók. Amit általában nem találunk a szertárban, az a cinklemez és az UV-fény előállításához szükséges fényforrás. Cinklemezhez könnyen hozzájuthatunk, hiszen az utóbbi időben nem horganyzott, hanem horgany (cink) lemezekből készítik az ereszeket, az esővízlefolyó rendszereket. Egy ilyen szakipari cég oldalán olvastam: „Igaz, hogy nem tartozik az olcsó anyagok közé, de ha a horgany ereszcsonornánál maradunk, egy igazán tartós, esztétikus anyagot fogunk választani. A horganyzott ereszcsonorna jellemzői: A legnagyobb előnye, hogy nem rozsdásodik. Az élettartama 40 év.” Nekünk mindössze egy tenyérnyi da-

<sup>1</sup> Azért választok macskaprémet az ebonitrúdra, mert ezzel dörzsölve az ebonitot az negatívra töltődik. Nyúlprémmel dörzsölve az ebonitot pozitív lesz a töltése. Az elektrosztatikus sorban ugyanis a macskaprém és a nyúlprém között található az ebonit.

rabra lesz szükségünk, amely ára nem éri el a száz forintot sem, és megvásárolható egy bádogosnál, szerencsés esetben a hulladékként ingyen is megkaphatjuk. Ezt kell rögzíteni az elektrozkópba, és közvetlenül a kísérlet bemutatása előtt fémtisztára kell csiszolni az egyik oldalát. A fém cink kilépési munkája  $4,3 \text{ eV} = 6,889 \cdot 10^{-18} \text{ J}$ , határfrekvenciája  $1,039 \cdot 10^{16} \text{ Hz}$  (ami  $288 \text{ nm}$  hullámhossz).

Ennek megfelelő fényforrást kell választani, ami nem egyszerű feladat. Hagyományosan higanygőzlámpát szokás használni a kísérlethez, ami meglehetősen drága, ugyanis kis szériában készítik, mert különleges ablakot kell elhelyezni rajta kvarcüvegéből, amely átengedi a számunkra szükséges UV-fényt. Az E27-es foglaltba illeszkedő lámpák teljesítménye  $125 \text{ W}$ -nál kezdődik, amely bemelegedés után hatalmas mennyiségű fényt és hőt ont magából. A higanygőzlámpa működtetéséhez szükséges egy fojtótekerecs, ami tovább drágítja a megvalósítandó kísérletet. A higanygőzlámpa melegedése miatt csak kerámiafogalat jöhet szóba, ami szintén nem olcsó. Nem engedhetjük meg, hogy az UV-fény diákjaink vagy a saját szemünkbe jusson, tehát árnyékolásra is szükség van, amelynek hőálló és fényelnyelő tulajdonságokkal kell rendelkeznie, stabilan kell állnia és körülvennie a higanygőzlámpát. Szerencsés, ha található rajta egy nyitható-csukható ablak (amely a kijutó UV-fényt szabályozza). Amelyik taneszköz megfelel a fenti kritériumoknak, azt borsos áron tudjuk megvásárolni, hiszen az elkészítési nehézségeken túl elektromos érintésvédelmi és az UV-fény miatt sugárvédelmi előírásoknak is meg kell felelnie. Ezek az engedélyek is az ár növekedését okozzák.

Ennek ellenére van megoldás. A kereskedelemben a kompakt fénycsövek megjelenését követően megjelentek az UV-fényt kibocsátó kompakt fénycsövek is. Az UVA fényt kibocsátókat rovarcsapdában, műkörmöklámpában és fotokémiai eszközökben, valamint pénzvizsgálókban használják, hullámhosszuk  $350\text{--}365 \text{ nm}$ . Az UVC (Germicid) fényt kibocsátó fénycsöveket akvárium, tó és víz fertőtlenítésre, csírátlantásra,



1. ábra. A higanygőz jellegzetes színkép vonalait, [6] alapján.

EPROM törlésre használhatjuk. Kísérletezésünk szempontjából szerencsés, hogy 11, 9, 7, sőt 5 Watt teljesítményűt is választhatunk. A higanygőz jellegzetes színkép vonalait az 1. ábrán tanulmányozhatjuk.

Céljainkra válasszuk az 5 W UVC Germicid G23 GE Biax GBX5/UVC típusú kompakt fénycsövet (2. ábra) [7]. A gyári adatokból ellenőrizhetjük, hogy a cinklemezhez megfelelő-e a választott fénycső. Az UV-fény kibocsátó germicidfénycső 254 nm hullámhosszúságú fotonjának energiája:

$$E_f = h \frac{c}{\lambda} = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2,54 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = 8,11 \cdot 10^{-19} \text{ J.}$$

Ezt a fénycsövet elhelyezhetjük egy könnyen beszerezhető, pár ezer forint árú asztali lámpában, amelyet körülvehetünk dekorációs boltokban vásárolható matt fekete alufóliával.

Így egy, a fizika számára alapvető kísérlet bemutatása válik lehetővé.

## Én így mutatom be

1. Töltsük fel a frissen megcsiszolt cinklemez a macskaprémel megdörzsölt ebonitrúddal negatívra! Ha van, ívlámpával világítsuk meg a cinklemez, amely ekkor elveszti töltését.

2. Töltsük fel a frissen csiszolt cinklemez a macskaprémel megdörzsölt ebonitrúddal negatívra! A ger-



2. ábra. A kísérlethez ajánlott kompakt fénycső.

micidlámpával megvilágítva elveszti töltését. Ha az előzőekben bemutattuk az ívlámpával való kisülést, hívjuk fel a figyelmet, hogy a kompakt fénycső fényintenzitása mennyivel kisebb és ez is elég a kisüléshez.

3. Töltsük fel a frissen megcsiszolt cinklemez a macskaprémel megdörzsölt ebonitrúddal negatívra! Világítsuk meg egy minél nagyobb teljesítményű halogén izzóval, ekkor – még ha nagy is a fény intenzitása – nem fog kisülni a cinklemez.

4. Töltsük fel a cinklemez bőrrel megdörzsölt üvegrúddal pozitívra! A germicidlámpával megvilágítva nem veszi el a töltését.

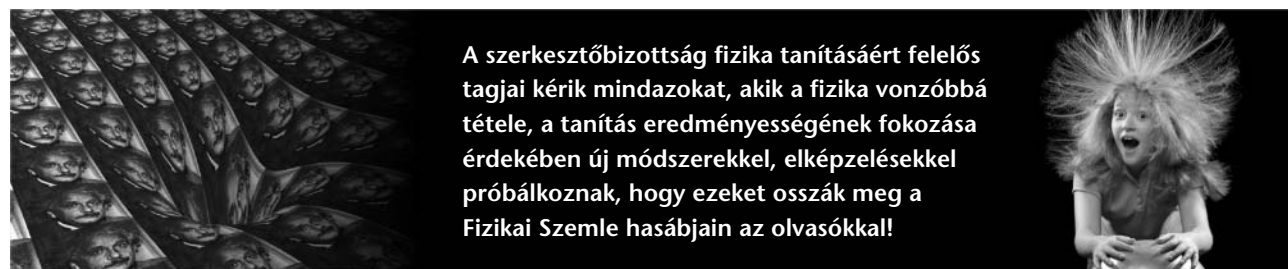
5. Töltsük fel a cinklemez a macskaprémel megdörzsölt ebonitrúddal negatívra! A germicidlámpa és a cinklemez közé tegyünk egy ablaküveget, ekkor nem fogja elveszíteni töltését. Vegyük ki az ablaküveget, ekkor kisül az elektroszkóp!

6. A cinklemez oxidos oldalán nem tudunk kisülést előidézni, sem ívlámpával, sem germicidlámpával, függetlenül, hogy milyen előjelűre töltöttük azt fel.

A kísérlet bemutatása után ne felejtjük el a látottakat értelmezni, mutassuk meg, hogy miért nem lehet a klasszikus fizikával megmagyarázni a jelenséget!

## Irodalom

- H. Hertz: Ueber den Einfluss des ultravioletten Lichtes auf die elektrische Entladung. *Annalen der Physik* 267 (1887). 983–1000.
- W. Hallwachs: Ueber den Einfluss des Lichtes auf electrostatisch geladene Koerper. *Annalen der Physik und Chemie* 269 (1888) 301–312.
- W. Hallwachs: Ueber die Electricirung von Metallplatten durch Bestrahlung mit electricischem Licht. *Annalen der Physik und Chemie* 270 (1888) 731–734.
- Ph. Lenard: Erzeugung von Kathodenstrahlen durch ultraviolettes Licht. *Annalen der Physik* 307 (1900) 359–375.
- A. Einstein: Ueber einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt. *Annalen der Physik* 322 (1905) 132–148.
- <http://zeiss-campus.magnet.fsu.edu/articles/lightsources/images/mercurylampsfigure1.jpg>
- [http://bolthely.hu/tungsram/id/00699\\_Kompakt\\_fenyecső\\_5W\\_UVC\\_Germicid\\_G23\\_GE\\_Biax\\_GBx5\\_UVC\\_](http://bolthely.hu/tungsram/id/00699_Kompakt_fenyecső_5W_UVC_Germicid_G23_GE_Biax_GBx5_UVC_)



A szerkesztőbizottság fizika tanításáért felelős tagjai kéri mindazokat, akik a fizika vonzóbbá tétele, a tanítás eredményességének fokozása érdekében új módszerekkel, elképzelésekkel próbálkoznak, hogy ezeket osszák meg a Fizikai Szemle hasábjain az olvasókkal!