

A 2014. évi fizikai Nobel díj kapcsán

A kék LED,

kicsit csapongva.

Vass László

Percept kft

www.percept.hu

2014. évi fizikai Nobel díj, 1/3



Isamu Akasaki

Született: 1929, Chiran, Japan

A Meijo University, Nagoya, és Nagoya University, Nagoya professzora.

1973-tól foglalkozik a nitrid anyagokkal,

Az 1980-as évek közepétől, már Amano-val közösen, sikerült jó minőségű GaN kristályt előállítani.

1989 és 1990 során a rekombinációs foton keltés

hatásfokának növelése már az indukált foton

kibocsátást is lehetővé tette, ami az ibolya színű LD

(lézer dióda) és kék színű LED előállítását

eredményezte.

Az 1990-es évek második felében az ibolya és a kék LD-k fejlesztésével foglalkozott.

2014. évi fizikai Nobel díj, 1/3



Hiroshi Amano

Született: 1960, Hamamatsu,
Japan

Nagoya University, Nagoya,
Japan

Kristálynövesztéssel (GaN)
illetve epitaxiális rétegek
növesztésével foglalkozott.

Az anyagszerkezeti kutatásokat
főleg a kék és ibolya LD-k
fejlesztésére használta.

2014. évi fizikai Nobel díj, 1/3



Shuji Nakamura

Született: 1954, Ikata, Japan

1999-től a University of California, Santa Barbara, CA, USA-ban dolgozik

1980-as évek végén és az 1990-es évek elején a Nichia (Tokushima) nevű cégnél kidolgozta a GaN alapú LED-k gyártását. A Nichia eredetileg finom vegyszerekkel és fényporok gyártásával foglalkozott **1993**-ban készítette el a nagy fényerejű kék LED-t, amelyet megfelelő sárga fényporral bevonva a kék fény egy részét átalakítva, fehér fényt állított elő **1997**-ben.

Ekkor jutott eszembe..

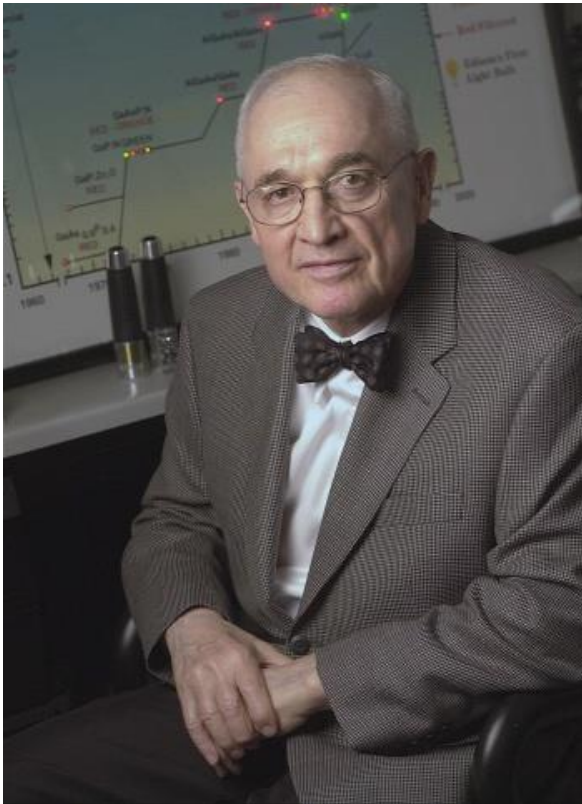


- Ildi kislány
barikákat
számol

Egy hiányzik!



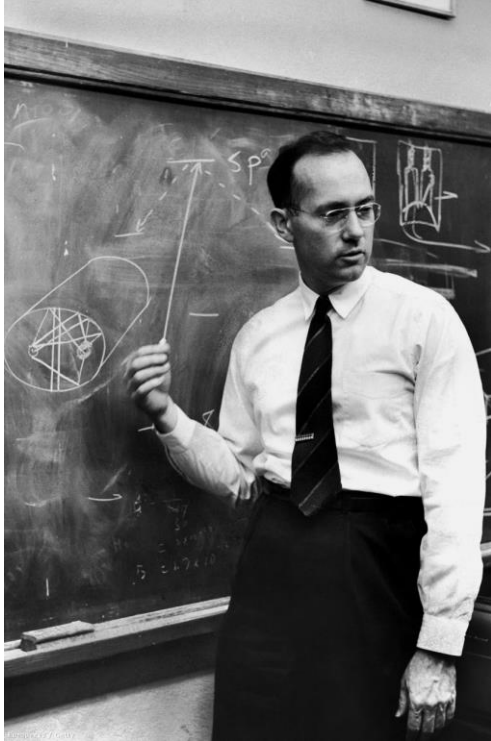
**Aki most hiányzik:
Kimaradt a 2014. évi fizikai Nobel díjból, pedig**



Nick Holonyak Jr.,
az első látható, vörös fényt kibocsátó dióda, a LED
működését bejelentő tanulmányát **1962**-ben közölte az
Applied Physics Letters szakfolyóirat, társszerzője S.
F.Bevacqua volt.

A kereskedelmi forgalomban 1967-ben voltak kaphatóak a
vörös LED-ek

Most már más is hiányzik (2015 január)



- Meghalt Charles Townes
- Nobel-díjas fizikus, a lézer egyik feltalálója

2014. évi fizikai Nobel díj, 1/3



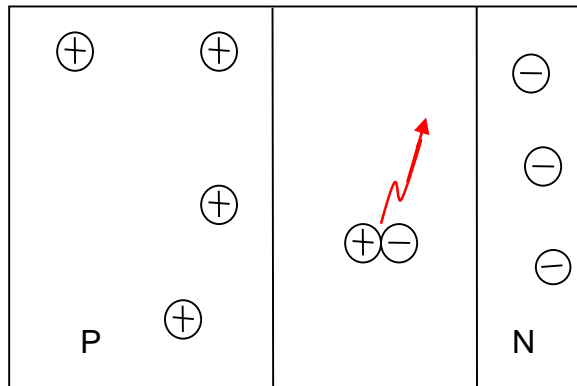
Pár szót még **Shuji Nakamuráról**

1980-as évek végén és az 1990-es évek elején a Nichia (Tokushima) nevű cégnél kidolgozta a GaN alapú LED-k gyártását. A Nichia eredetileg finom vegyszerekkel és fényporok gyártásával foglalkozott **1993**-ban készítette el a nagy fényerejű kék LED-t, amelyet megfelelő sárga fényporral bevonva a kék fény egy részét átalakítva, fehér fényt állított elő **1997**-ben. Jegyezzük meg ezt a dátumot, később visszatérek rá.

A Nichiával való kapcsolata nem volt felhőtlen, 1999-ben átigazolt az University of California, Santa Barbara-ba, majd vitája támadt a Nichiával a szerzői jogokról. Végül peren kívül egyeztek meg, ha jól tudom, 6 millió dollárban.

Elevenítsük fel a LED működését.

Ha a "p-n" átmenetben megfelelő irányú külső térrel egymás felé mozdítjuk a töltéshordozókat, az elektron „belepotyog” a lyukba, a gap-nek megfelelő energia felszabadul. Ezt rekombináció –nak hívjuk.



Ez az energia fordítódhat a kristály melegítésére, de bizonyos valószínűséggel foton is keletkezhet, aminek energiája, vagyis a színe megfelel a gap-nek.

A négy tudós eredménye:

**Ha a fotonkeltés valószínűsége elég nagy,
Ha gap nagysága megfelelő,
Ha a megfelelő fényport használjuk,**

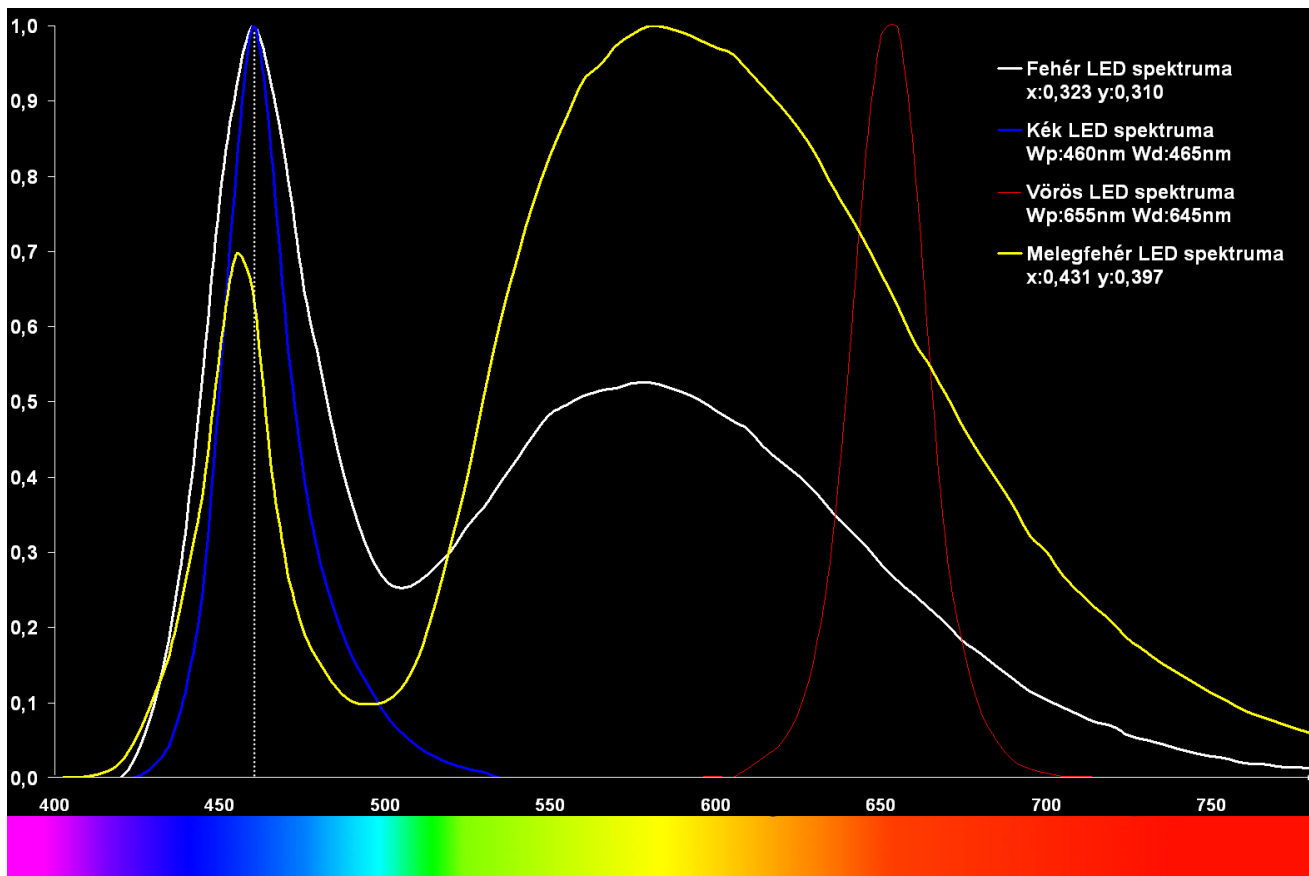
**készen van a LED.
készen van a kék LED
készen van a fehér fény.**

Merthogy fehér LED egyelőre nincs. Igen jó hatásfokú kék LED van, az energia átalakítás hatásfoka már jóval 50% fölött lehet. A fényporok hatásfoka 70—80% körüli, így a fehér fényt sugárzó LED-ek energia hatásfoka közeledik az 50%-hoz.

Világítástechnikai egységekben kifejezve ez kb. 180—200 lumen/W-t jelent. A teljes, 100%-os átalakítás színárnyalattól függően 360—400 lumen/W fényhasznosítást jelentene.

A hagyományos izzóé kb. 13 lumen/W

A vízszintes tengelyen a hullámhossz nm egységben van,
a függőleges tengelyen a fényintenzitás 1-re normálva.



A kék színű görbe egy kék LED spektruma,
a fehér színű görbe egy „hideg fehér” LED spektruma,
A sárga színű görbe egy „meleg fehér” LED spektruma
Figyeljük meg, hogy az 500 nm-nél hosszabb hullámhosszakat a fénypor állítja elő.

Jelentősége.

Durván 20 év munkája volt, hogy célirányos fejlesztéssel előálljon a fehér fényű fényforrás, de utána szinte robbant. **1997**-ben készült el a „fehér LED”, és **2000**-ben már a gödöllői HÉV vonal közúti átjáróinak villogó fehér jelzőlámpáiban Taiwanon tokozott Nichia gyártmányú fehér LED-ek kerültek. Azóta is üzemelnek.

A világ elektromos energia termelésének kb. 15—18%-át fordítják világításra. Ez évente nagyon sok milliárd dollár. A LEDek alkalmazása igen komoly megtakarítást jelenthet.

A jól tervezett és jól üzemeltetett LED fényforrások fényhasznosítása jelenleg 70—110 lumen/W, és folyamatosan növekszik. Várhatóan 4-5 év múlva 180—200 lumen/W-nál tetőzni fog.

A szilárdtest fizika ereje

- A megvalósítás sebessége → 1997-től csak három év kellett
- A félvezetők az iparban és a mindennapi életben már döntő szerepet játszanak.
- Itt említem meg a szilárdtest fizika egyéb alkalmazásait, pl. nanoszerkezetek.

Kitérő!

Vegyünk számba az emberiség néhány sikeres, nagyszámú termékét:

- 1., Búzaszemekből a történelem folyamán eddig kb. 3×10^{18} szemet állítottunk elő;
A sakktáblára elhelyezett szemek száma: $\sum_{i=0}^{63} (2^i) = 2^{64} - 1$
ami $\sim \lg(2) \times 64 \sim 1,84 \times 10^{19}$ búzaszem,
-> hiányzik kb. 3 mező;
- 2., „P-N” átmenetekből szerény becslés szerint is már 10^{20} — 10^{21} -t készítettünk
(egy pendrive-ban kb. 6×10^{10} „p-n” átmenet található),
-> a táblán túl következő 3 mezőt is betöltöttük.

Még nagyobb kitérő

A számolásnál logaritmust használtunk . Az első logaritmustáblát Horst Jürgi órásmester készítette Kepler számára, Prágában.

Kitérők vége



- Akasaki és Amano dolgozták ki a kék és ibolya indukált emisszióra is alkalmas (lézer) félvezetős „p-n” átmenetet, (blue ray) aminek szintén óriási alkalmazási területe és gazdasági jelentősége van.
- Az idei **Nobel díj a szilárdtestfizika** eredményeit hasznosító **félvezető technológia** hatalmas gyakorlati—gazdasági hatását ismeri el.

Vass László
Percept kft
2014 október
Budapest

Irodalom

www.vilagitas.org

www.percept.hu

Gyártói honlapok

www.cree.com

www.luxeon.com

www.zled.com

Szakdolgozatok

Varga Károly, Mérési módszer kifejlesztése LED-ek ellenőrző vizsgálatához

2003

Szakdolgozat

Takács Gábor, LED alapú világítás

2007

Szakdolgozat

Fizikai paraméterek mérése

ELTE TTK Szilárdtestfizikai tanszék, Világítódioda lámpatestek fejlesztése

2002-2004 Kutatói jelentések

Schanda J, Muray K, Kránicz B.

LED Colorimetry

Horváth Árpád: Csillagnézők

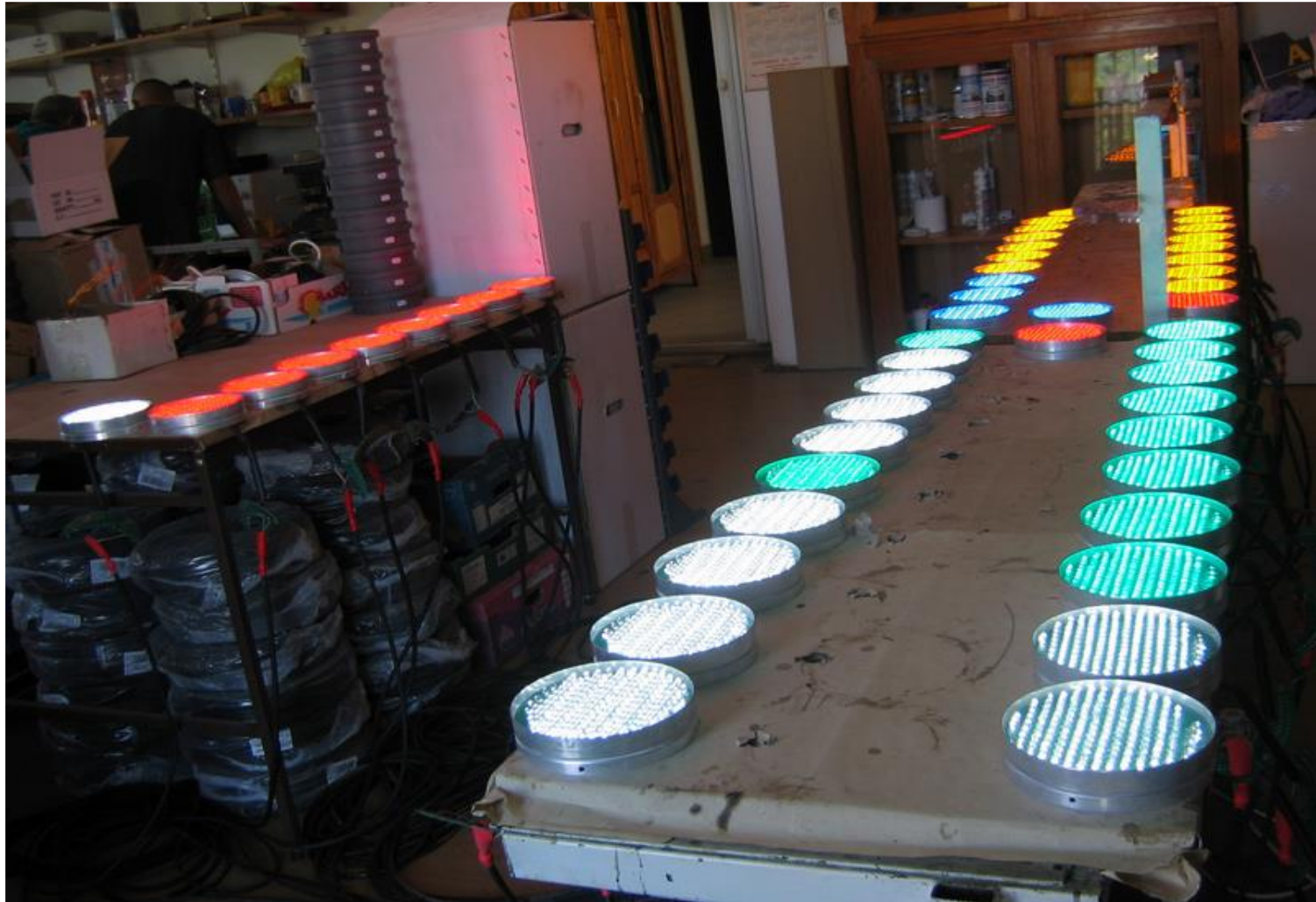
Próbaüzem Tihanyban.



Ledes és hagyományos fényforrás éjszaka. Figyeljük meg a színeket.

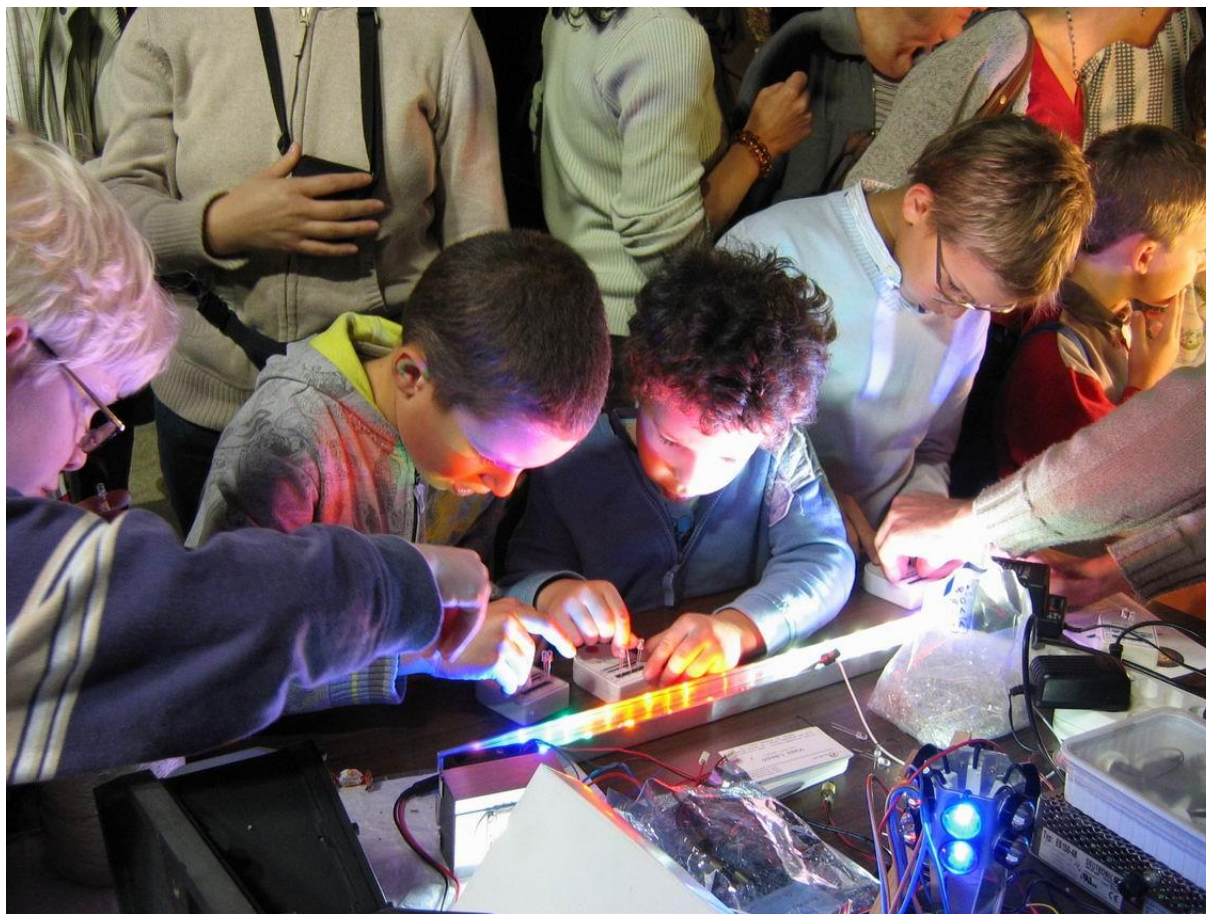


A gödöllői HÉV vonal útátjárója



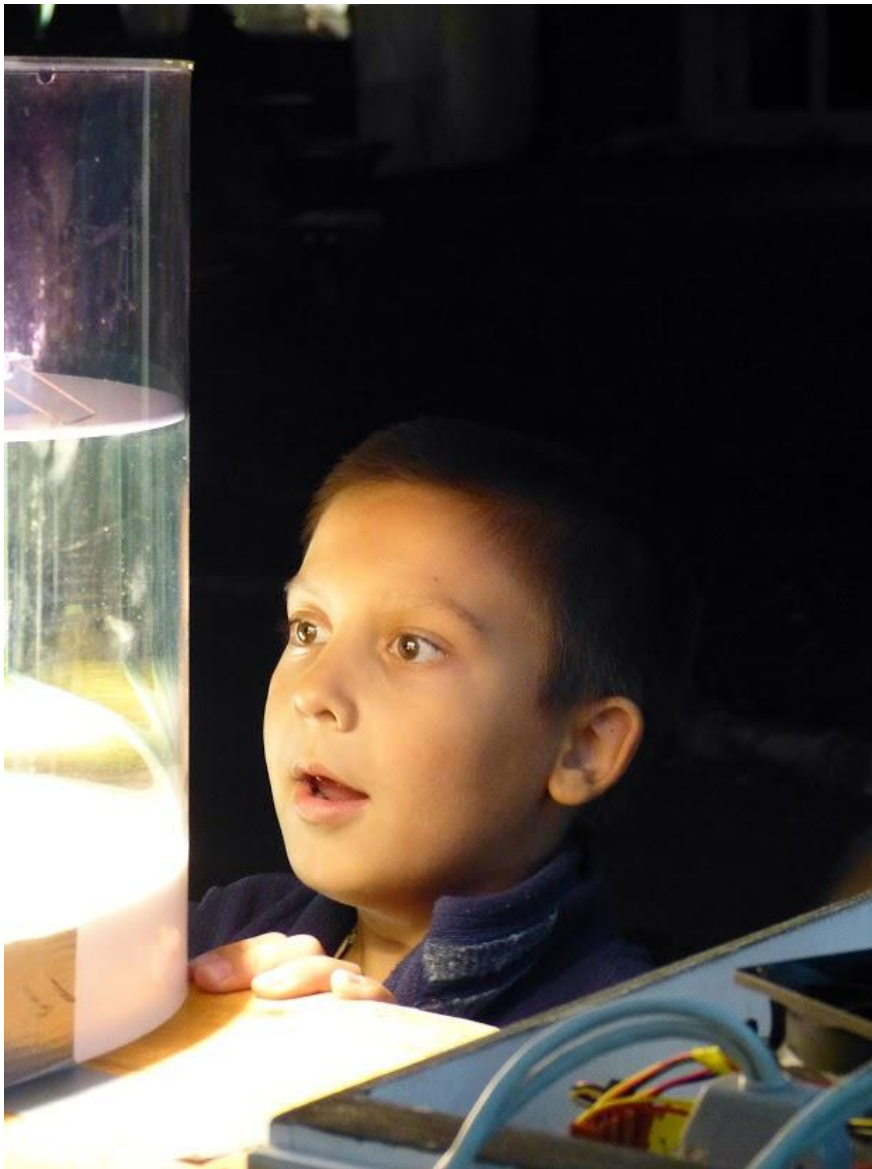
Jelzőlámpa gyártás

Lelkesedés



- Kutatók éjszakája 2011

Csodálat



- Kutatók éjszakája
2013

dr Szabó Zoltán
szívességéből