



Magyar Tudományos Akadémia Természettudományi Kutatóközpont  
Anyag- és Környezetkémiai Intézet  
Budapest, II. kerület, Pusztaszeri út 59-67.

# ELEKTRONOK AZ ANYAGTUDOMÁNYBAN

# ELECTRONS IN MATERIALS SCIENCE

Csibi Levente

Varga Katalin Gimnázium, Szolnok



Minjoon Kim

American International School of Budapest



Dr. Hakkel Orsolya

Dr. Pászti Zoltán

# Munkánk célja

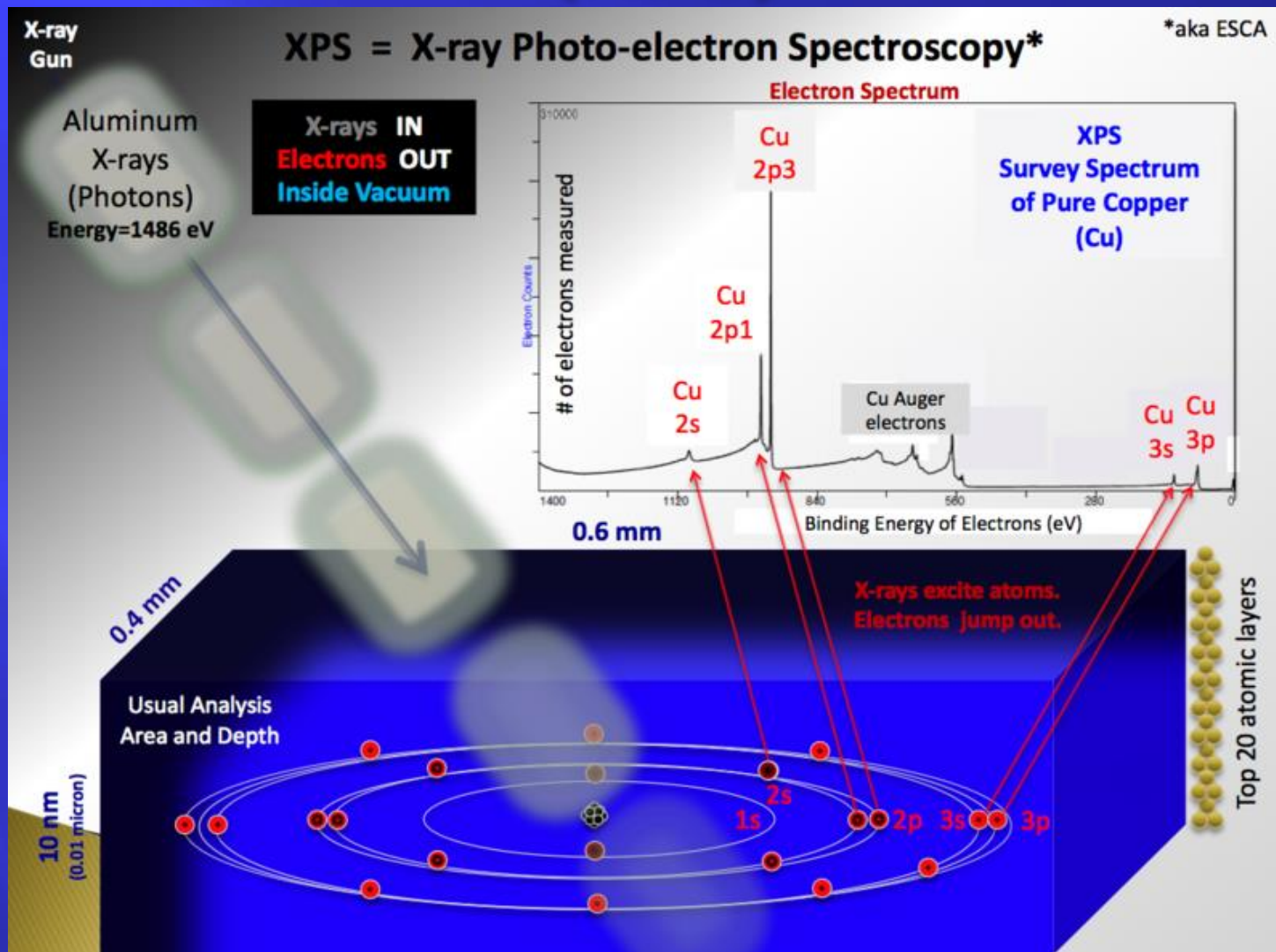
- ▣ modellkatalizátor kialakítása Si felületén megújuló energiaforrások minél teljesebb kihasználására
- ▣ etanol-reformáló modellkatalizátor előállítása (Ni nanorészecskék  $\text{CeO}_2$  vékonyrétegen)
  - ▣  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  (etanol)  $\rightarrow \text{H}_2 + \text{CO}_2$



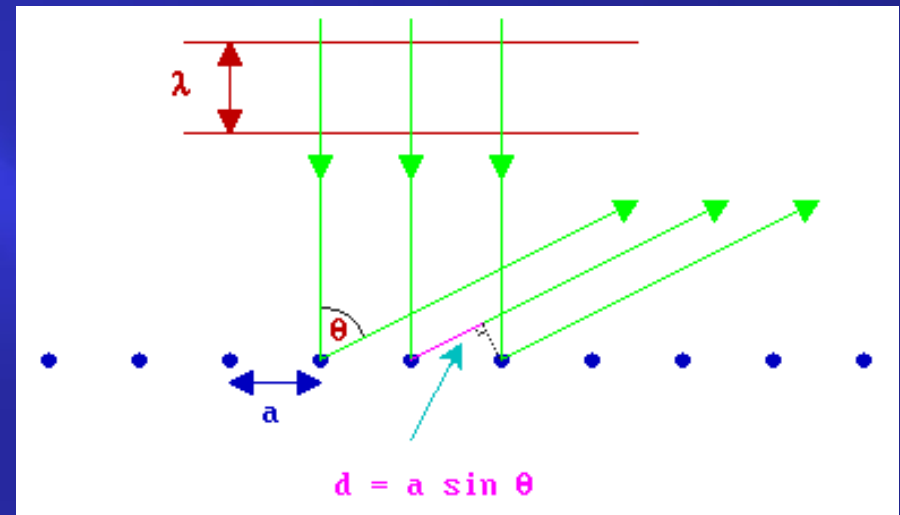
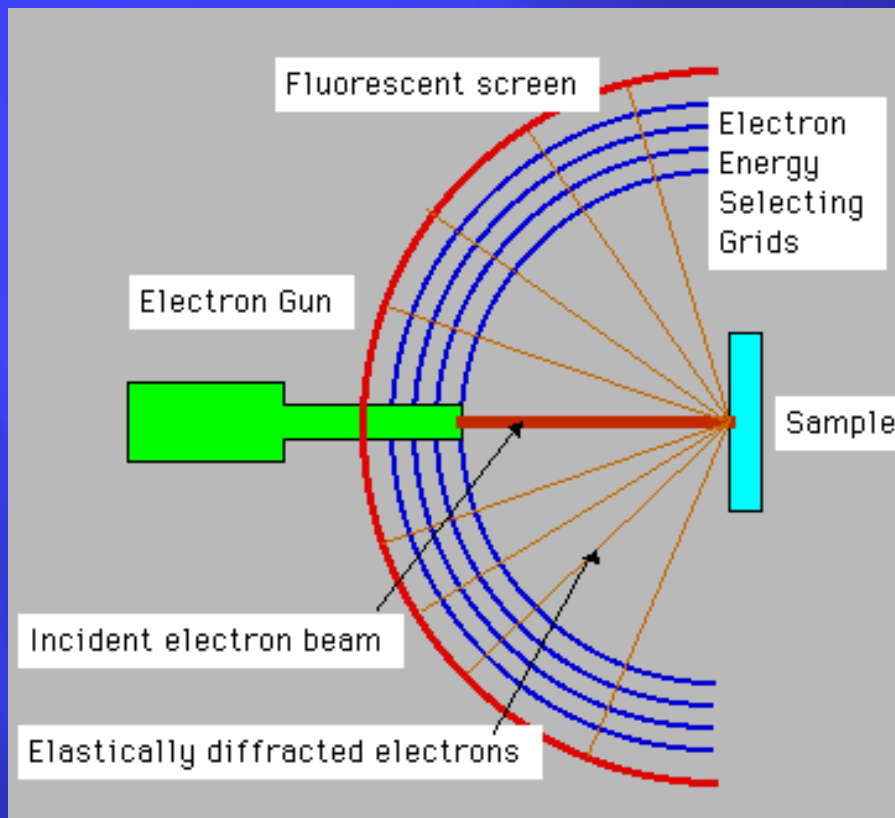
# Alkalmazott módszerek

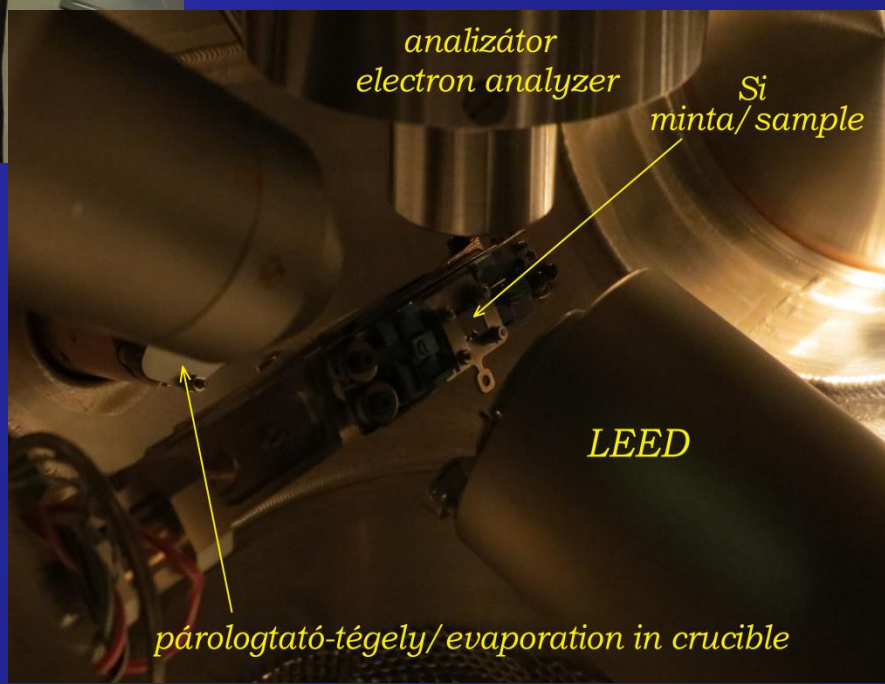
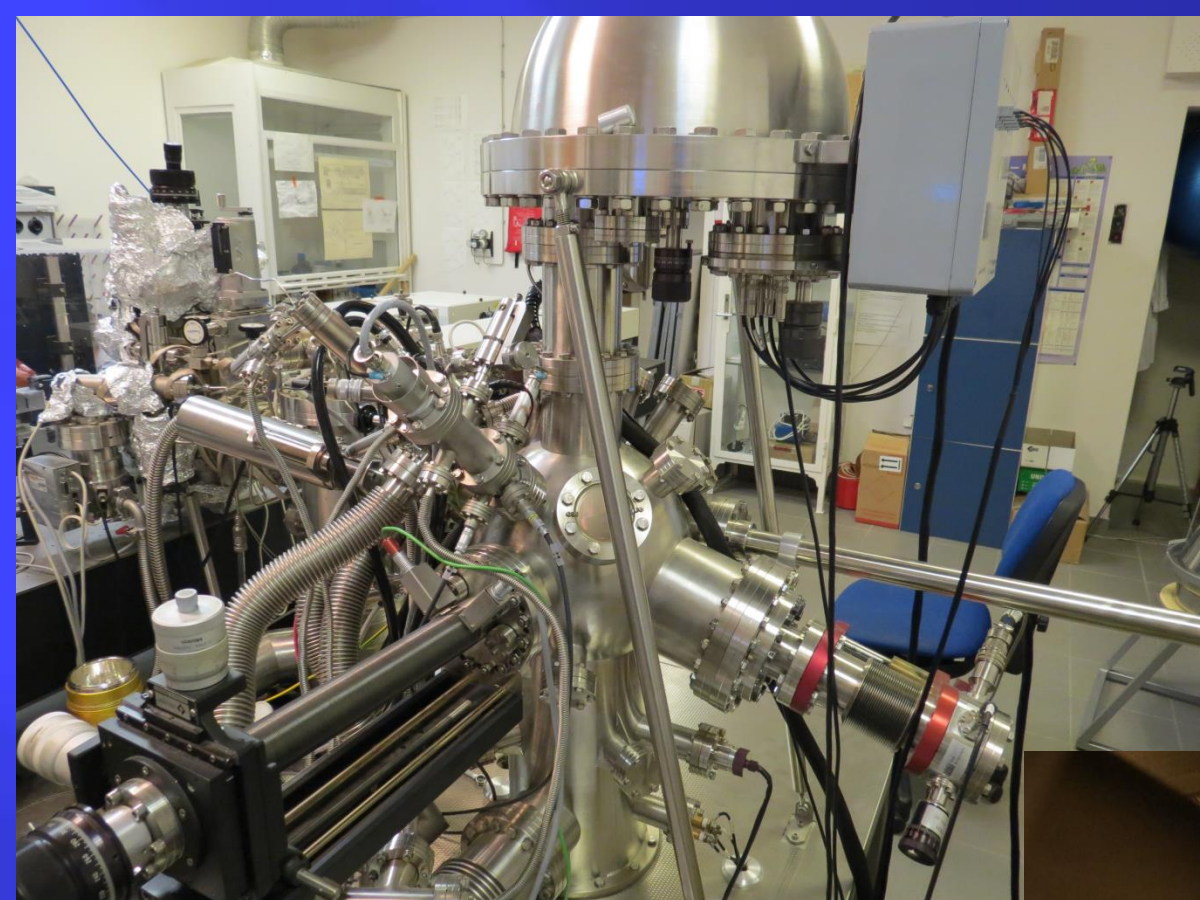
- ▣ Fotoelektron-spektroszkópia
- ▣ Kisenergiájú elektrondiffrakció
- ▣ Elektronsugaras párologtatás

# Fotoelektron-spektroszkópia (XPS)



# Kisenergiájú elektrondiffrakció (LEED)





# Modellkatalizátor előállítási folyamata

- ▣ Si hordozó tisztítása
- ▣  $\text{CaF}_2$  réteg felvitele
- ▣  $\text{CeO}_2$  réteg felvitele
- ▣ Ni nanorészecskék felvitele

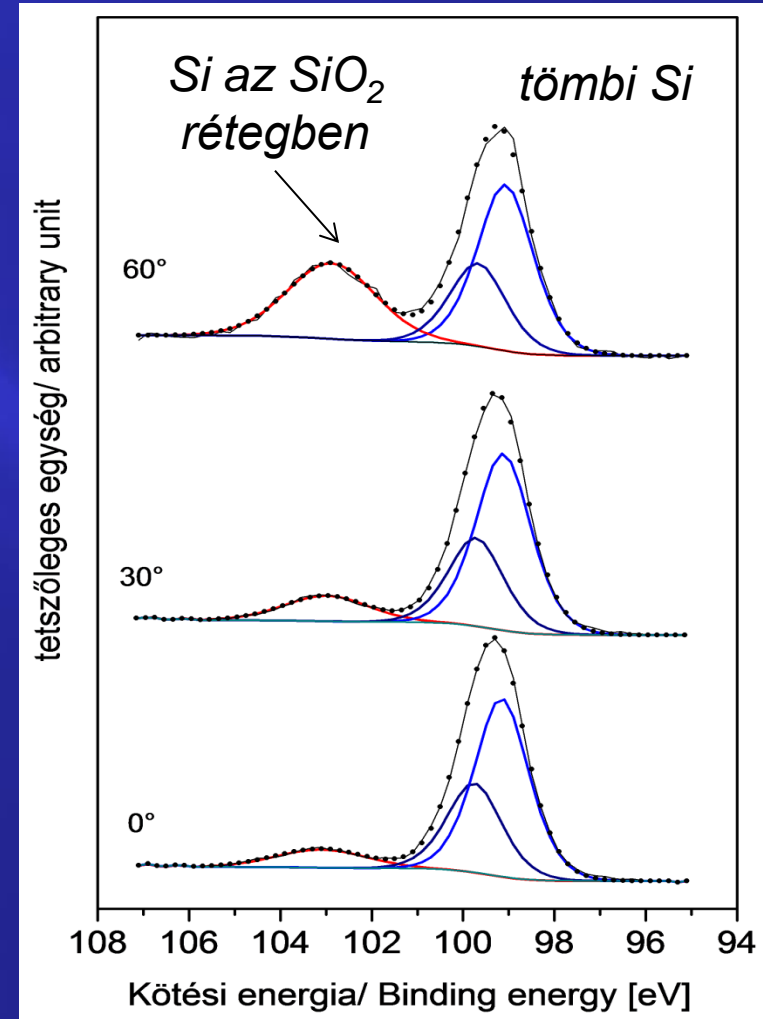
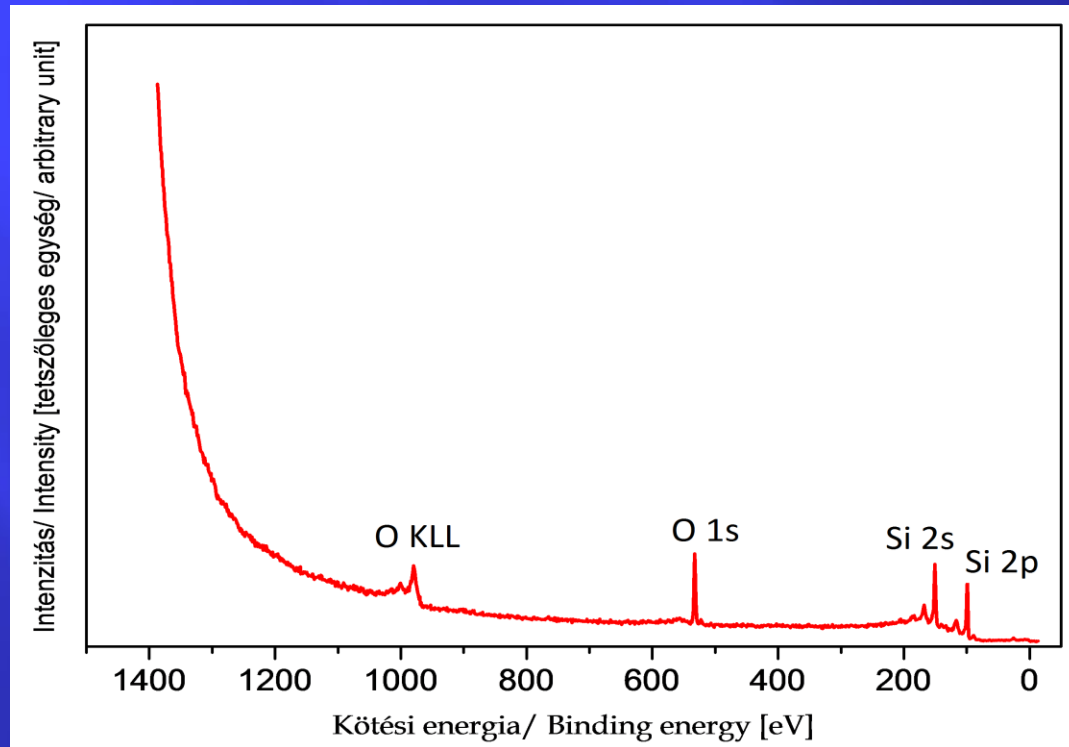
# 1. Tiszta felület létrehozása

- ▣ Kémiai tisztítás – 3 lépésben:
  - etanol – diklór-metán 1:1 arányú elegye: ultrahangos kádas rázatás → szerves molekulák eltávolítása
  - hidrogén-fluorid – víz 1:20 arányú elegye: oxidréteg eltávolítása, hidrofób felület létrehozása
  - ammónium-hidroxid – hidrogén-peroxid – víz 1:1:5 arányú elegye: melegítés 70 °C-on → tiszta, vékony SiO<sub>2</sub>-réteg kialakítása



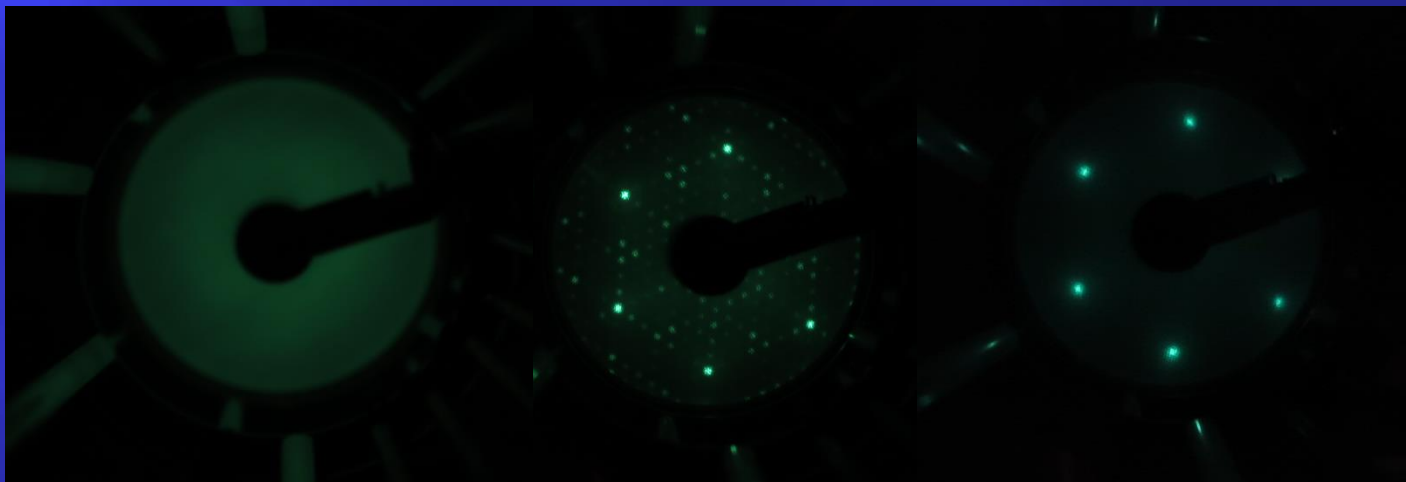
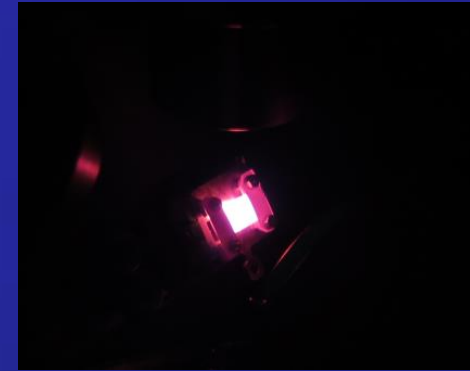
# □ A SiO<sub>2</sub>/Si mintán végzett XPS vizsgálatok eredménye

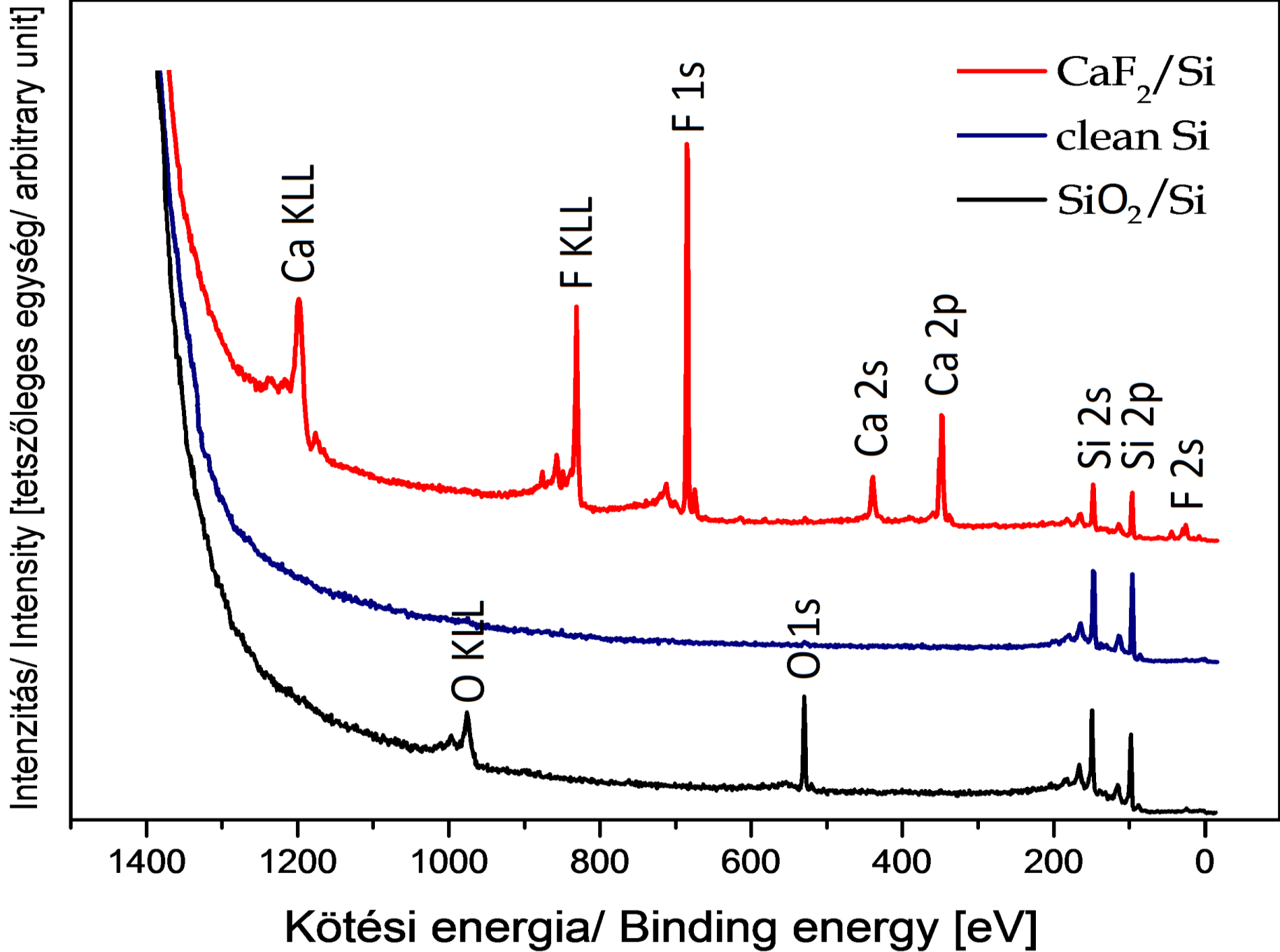
- A minta összetétele: valóban csak Si és O van jelen!
- XPS spektrum 3 különböző döntésnél → oxidréteg vastagsága meghatározható: 1 nm (3-4 atomi réteg)



## 2. CaF<sub>2</sub> réteg felvitele

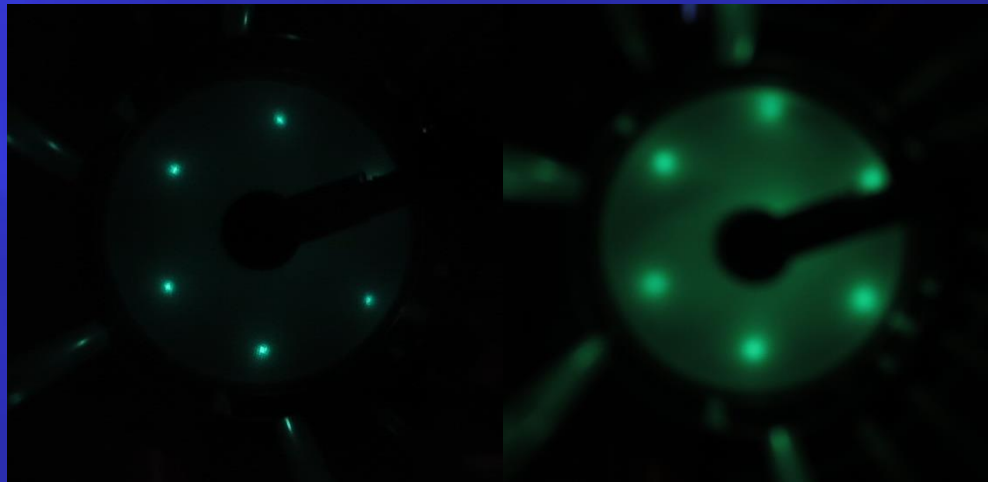
- ▣ miért? CeO<sub>2</sub> reakcióba lép Si-mal
- ▣ fűtés: 1000 °C – oxidréteg eltávolítása
- ▣ eredmény: tiszta Si felület → diffrakciós kép
- ▣ CaF<sub>2</sub> felpárolgatatása (2 nm) → új diffrakciós kép

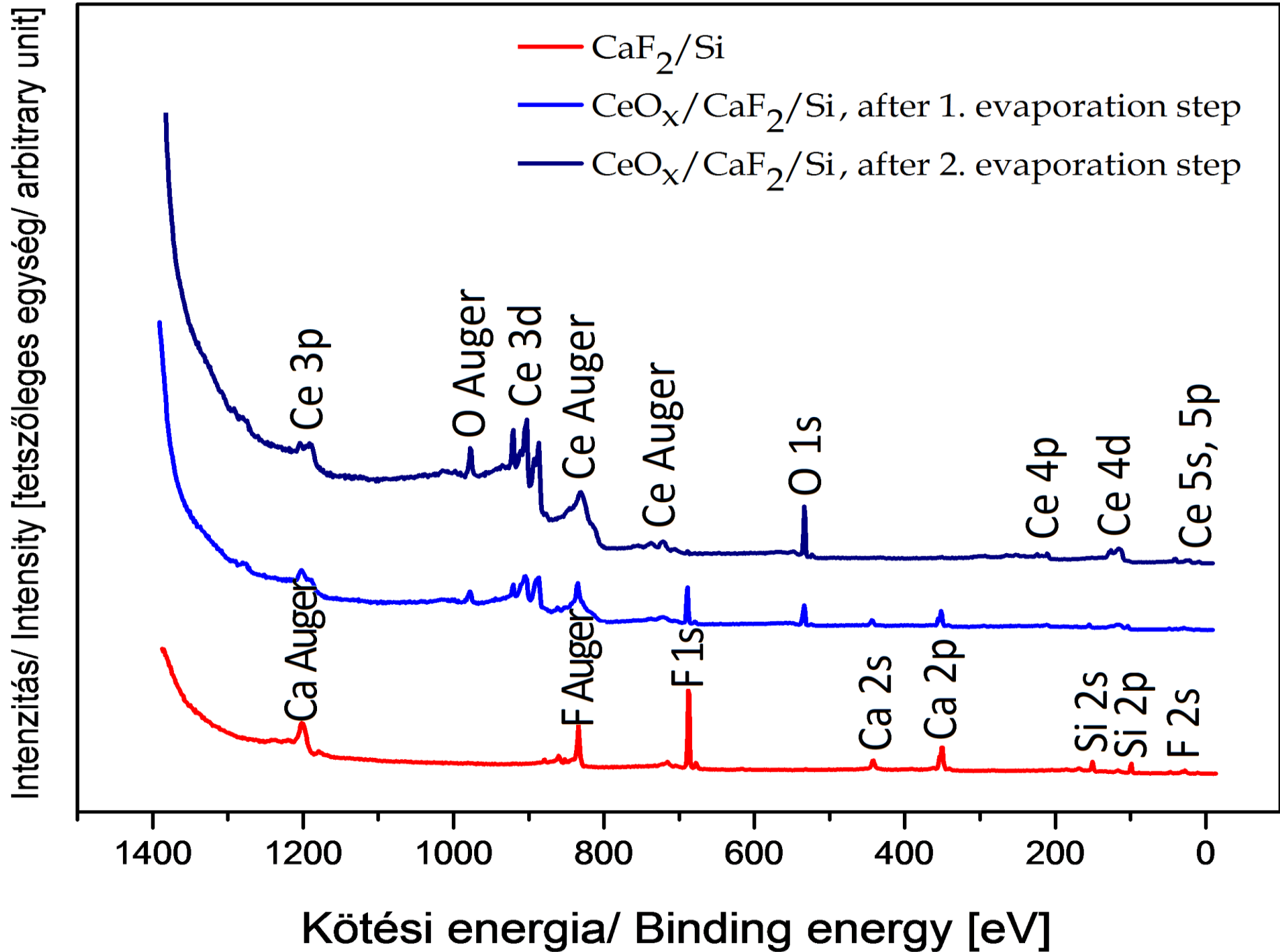




# 3. CeO<sub>2</sub> réteg felvitele

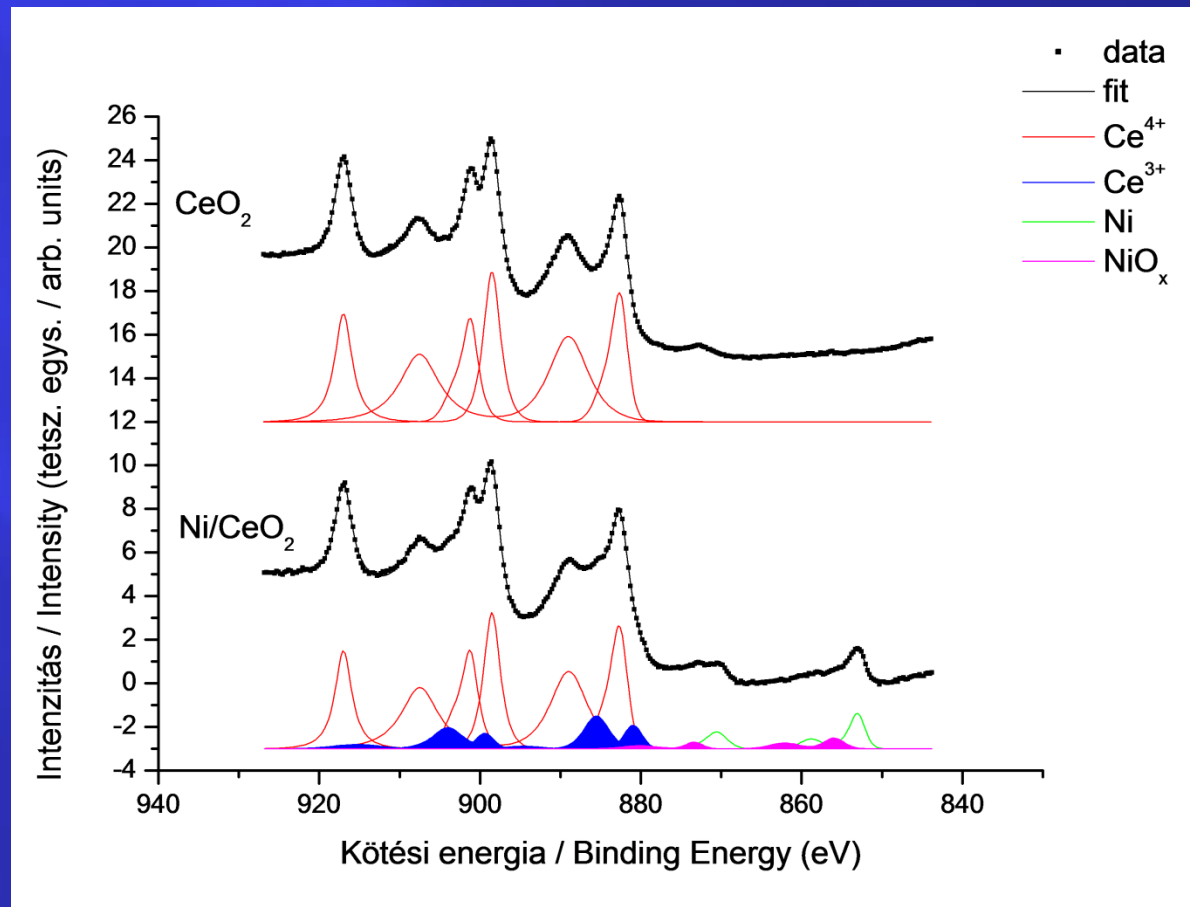
- ▣ CeO<sub>x</sub> párologtatása oxigéngáz jelenlétében, több lépésben, 250 °C-ra melegített mintára:
  - Ce<sup>3+</sup> és Ce<sup>4+</sup> oxidációs állapot még vegyesen,
  - döntően Ce<sup>4+</sup> oxidációs állapot!
- ▣ eredmény: vékony, rendezett CeO<sub>2</sub> réteg alakul ki a felületen





# 4. Ni nanorészecskék felvitele

- ▣ Ni felpárolgatatása a felületre – 40 másodperc
- ▣ A katalizátor elkészült!



# Összegzés

- ▣ A tábor során valódi kutatói légkörbe nyerhettünk bepillantást,
  - megtisztítottunk Si felületet,
  - rendezett  $\text{CaF}_2$  és  $\text{CeO}_2$  réteget alakítottunk ki,
  - Ni nanorészecskéket vittünk fel a felületre,
  - és kimutattuk, hogy a Ni a felületen a  $\text{CeO}_2$  redukciójához vezet.
- ▣ Mindeközben megismertük
  - a vékonyréteg-technológia alapjait,
  - spektroszkópiai mérések rejtelseit,
  - adatok feldolgozását és kiértékelését.
- ▣ Lehetőségünk volt megismerkedni és együtt dolgozni új emberekkel.

# Köszönetnyilvánítás

- ▣ Szeretnénk köszönetet mondani
  - Hakkel Orsolya és Pásztai Zoltán témavezetőinknek a munka során nyújtott segítségükért,
  - Lendvayné Győrik Gabriellának a tábor megszervezéséért,
  - Igrinyi Krisztina és Mr. Booker kémia tanáraink számára,
  - illetve szüleinknek támogatásukért.

**Köszönjük a figyelmet!**  
**Thank you for your attention!**