

Топологічні аспекти електронної структури полярного напівпровідника ВіТел

Студент кафедри прикладної фізики
та нано-матеріалів
Київського Академічного Університету

Куйбаров Андрій Вячеславович

Науковий керівник: др. фіз.-мат. наук, чл.-кор. НАН України Кордюк О.А.



Thanks to:

ARPES Team : Sergiy Borisenko, Volodymyr Bezguba,
Yevhen Kushnirenko, Alexandr Fedorov



Single crystals: Helmuth Berger



Experiments: HZB BESSY II



Grant: UKRATOP, BMBF



Чому ВіТел цікавий?

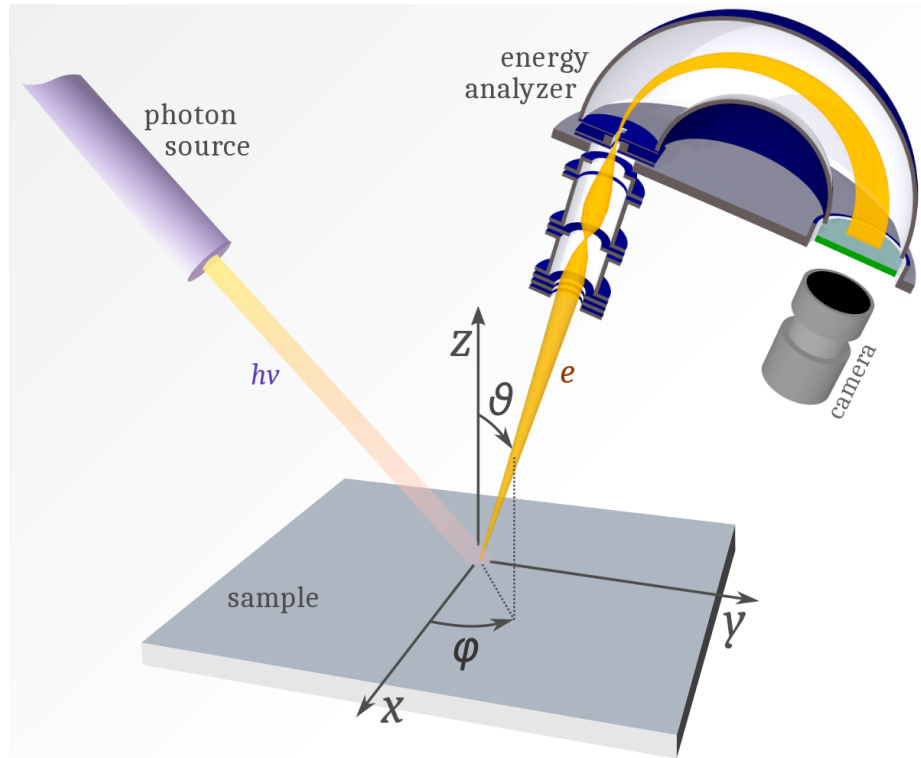
- Ві тяжкий елемент, а як відомо чим важче елемент тим сильніше спін-орбіта
- Багато цікавих сполук з «схожим» складом: Bi_2Se_3 , Bi_2Te_3
- Цікавий для можливих прикладних застосувань із-за Гігантського ефекту Рашби. Є можливим кандидатом для створення спін-поляризованого струму
- Було показано, що під тиском перетворюється на топологічний ізолятор!



ARPES

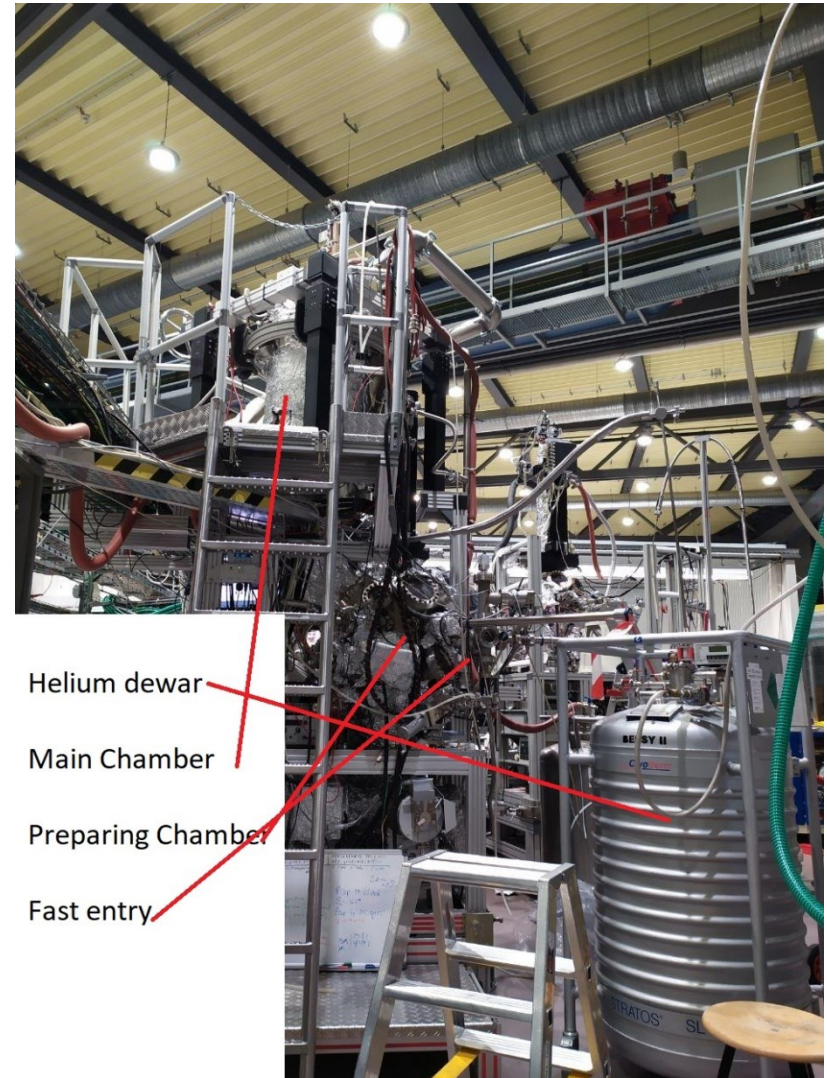
Angle-resolved photoemission spectroscopy

Scheme of ARPES electron analyzer

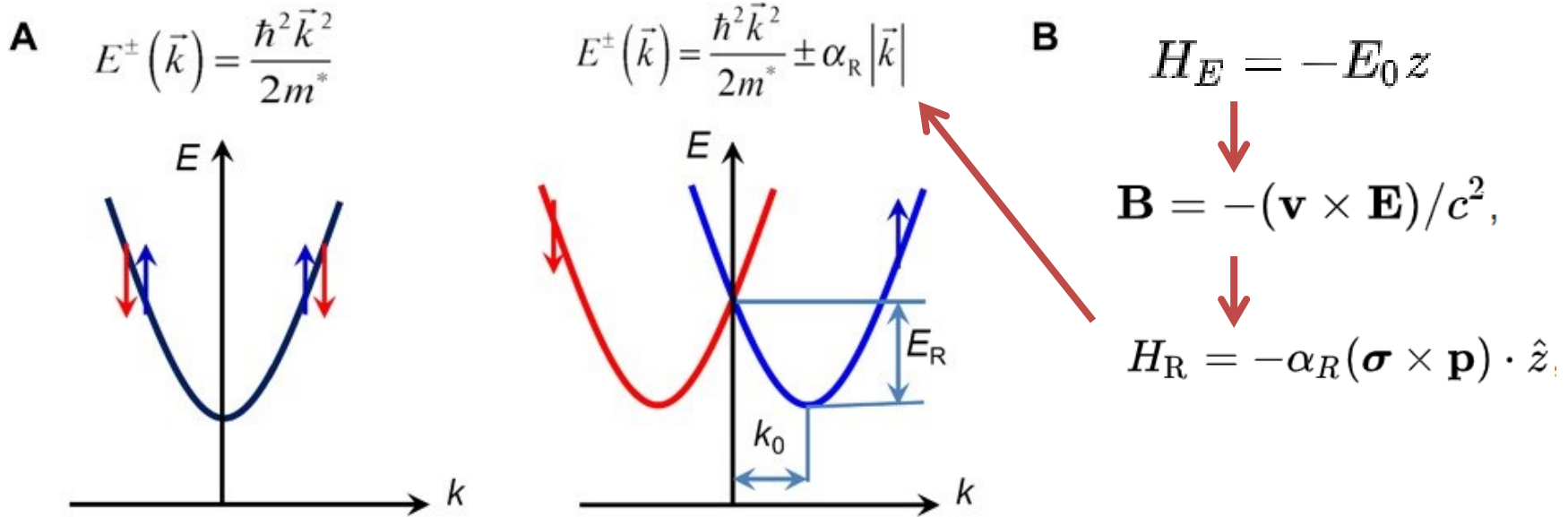


*wiki

One cube station at BESSY II



Rashba-Effect

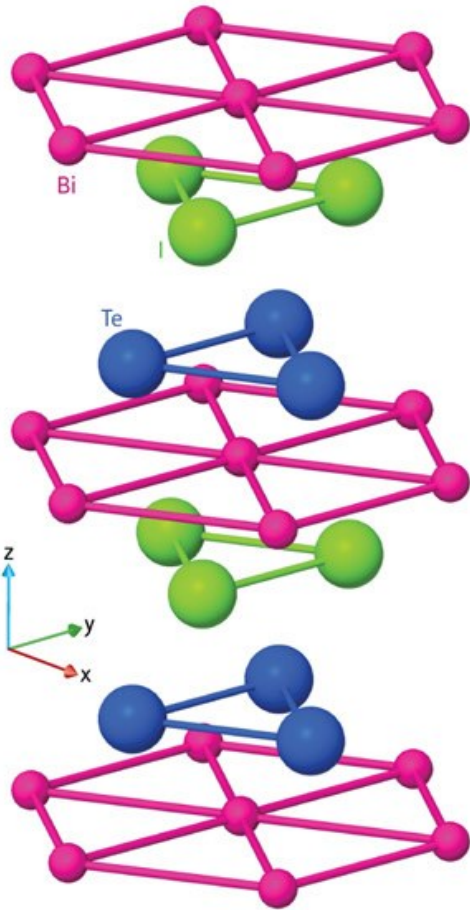


Spin degeneracy is lifted

Чисто релятивістський ефект.

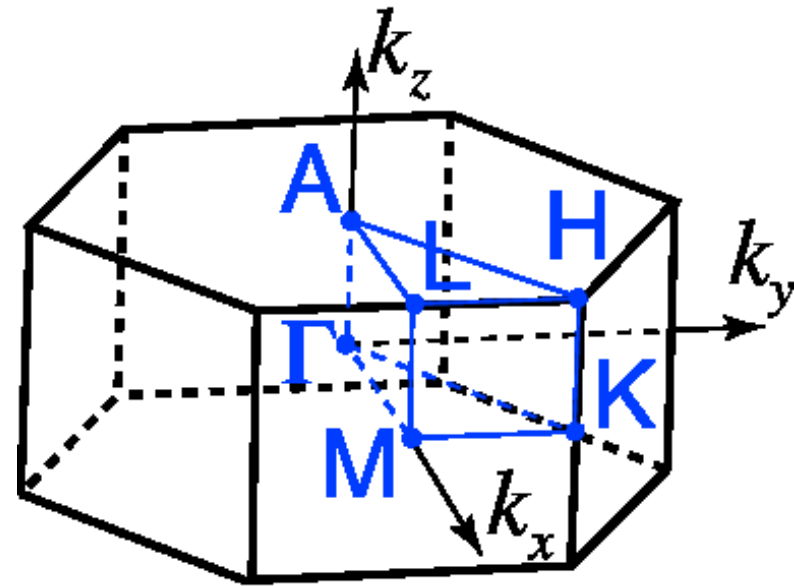
Рухаючись в електричному полі, електрони створюють своїм рухом магнітне поле, яке і знімає виродження по спіну.

Crystal structure of BiTeI



Crystal lattice of BiTeI

Lack of
inversion
symmetry
along c axis

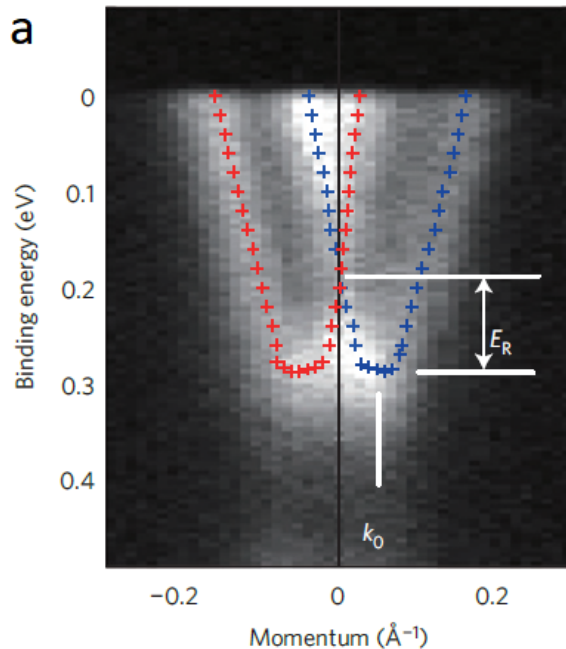


Reciprocal lattice of
BiTeI

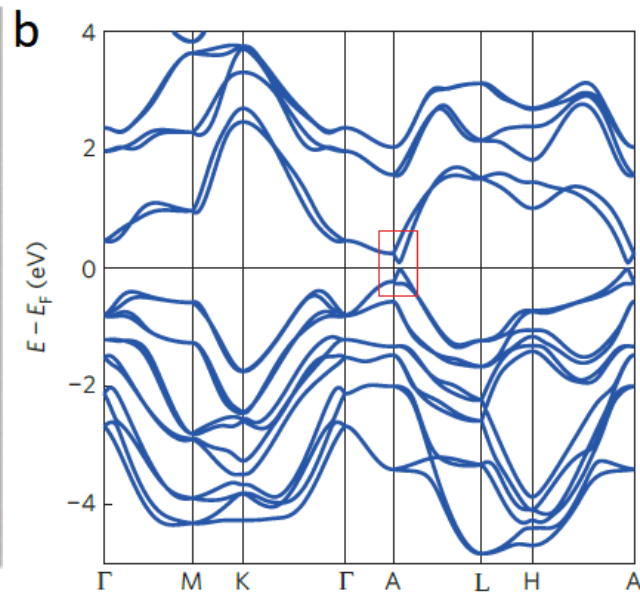
*Giant Rashba-type spin
splitting in bulk BiTeI / K.
Ishizaka, Et al. **Nature
Materials**. — 2011.



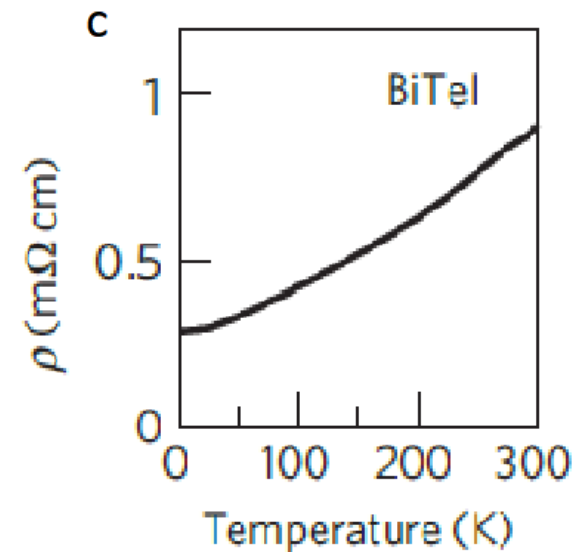
Electronic structure of BiTeI



ARPES



DFT

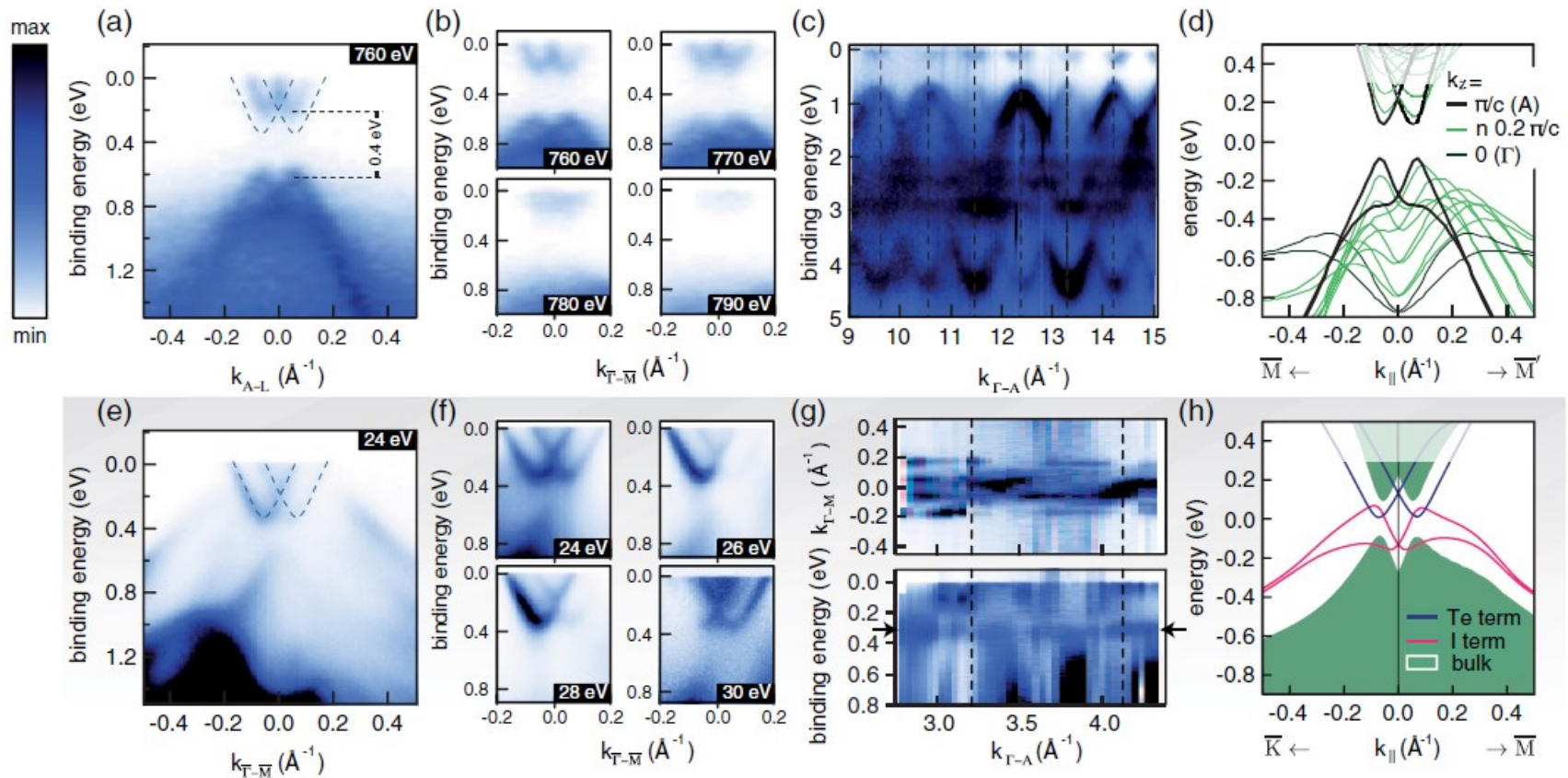


Metallic transport

*Giant Rashba-type spin splitting
in bulk BiTeI / K. Ishizaka, Et al.
Nature Materials. — 2011.

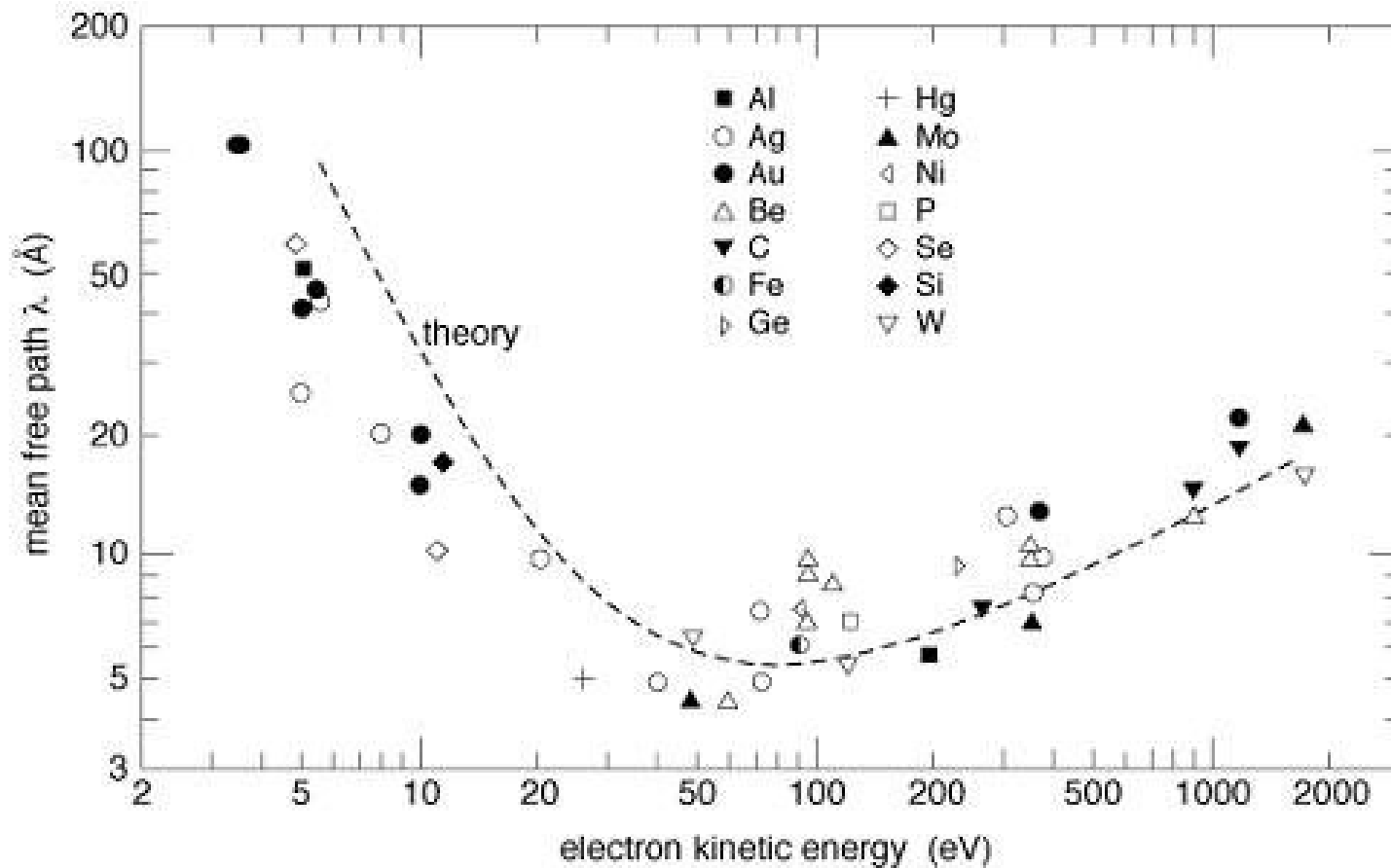


Surface or bulk?

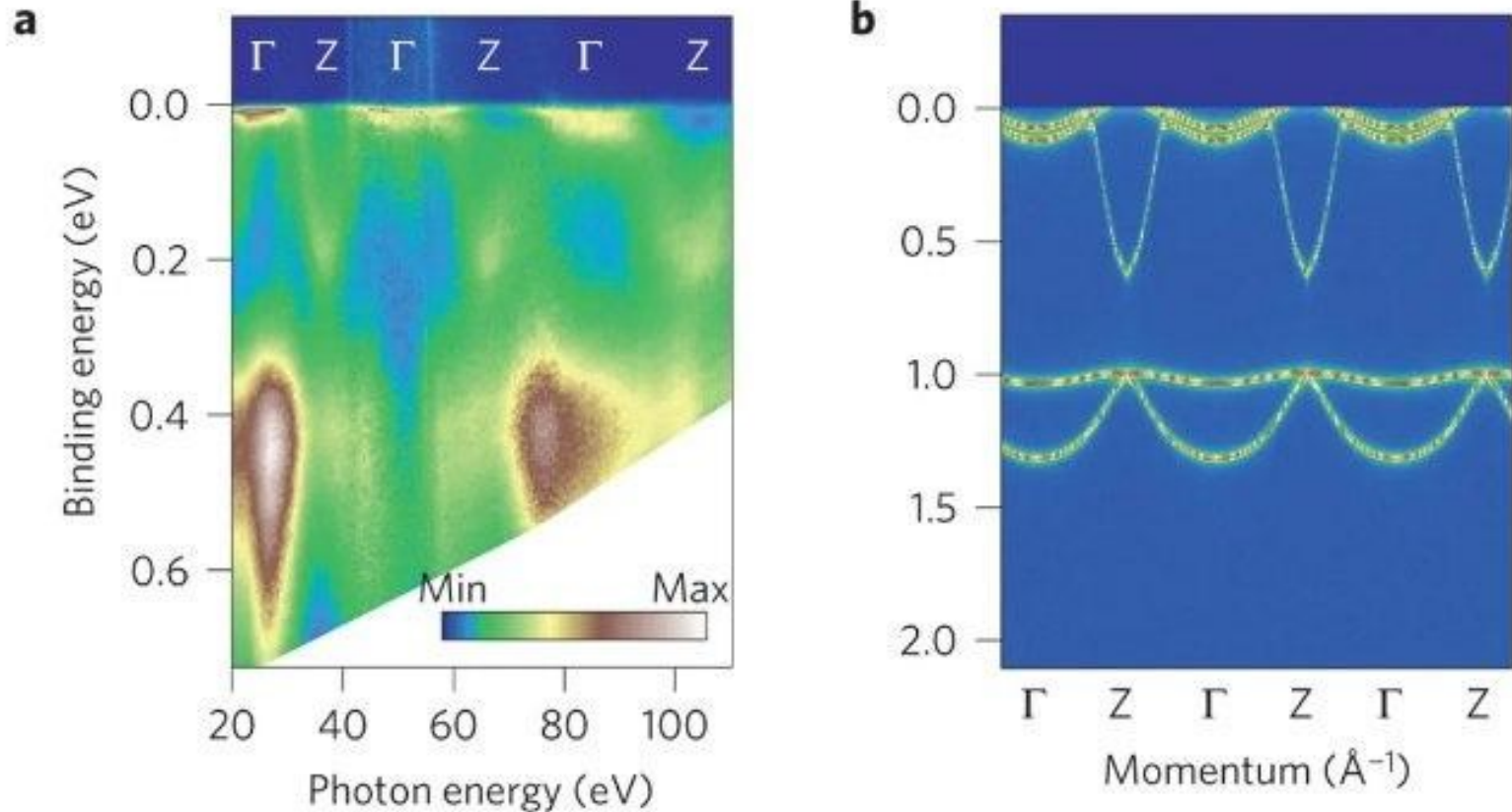


*Disentanglement of Surface and Bulk Rashba Spin Splittings in Noncentrosymmetric BiTeI. \ G. Landolt , At el. **Physical Review Letters**

Universal curve

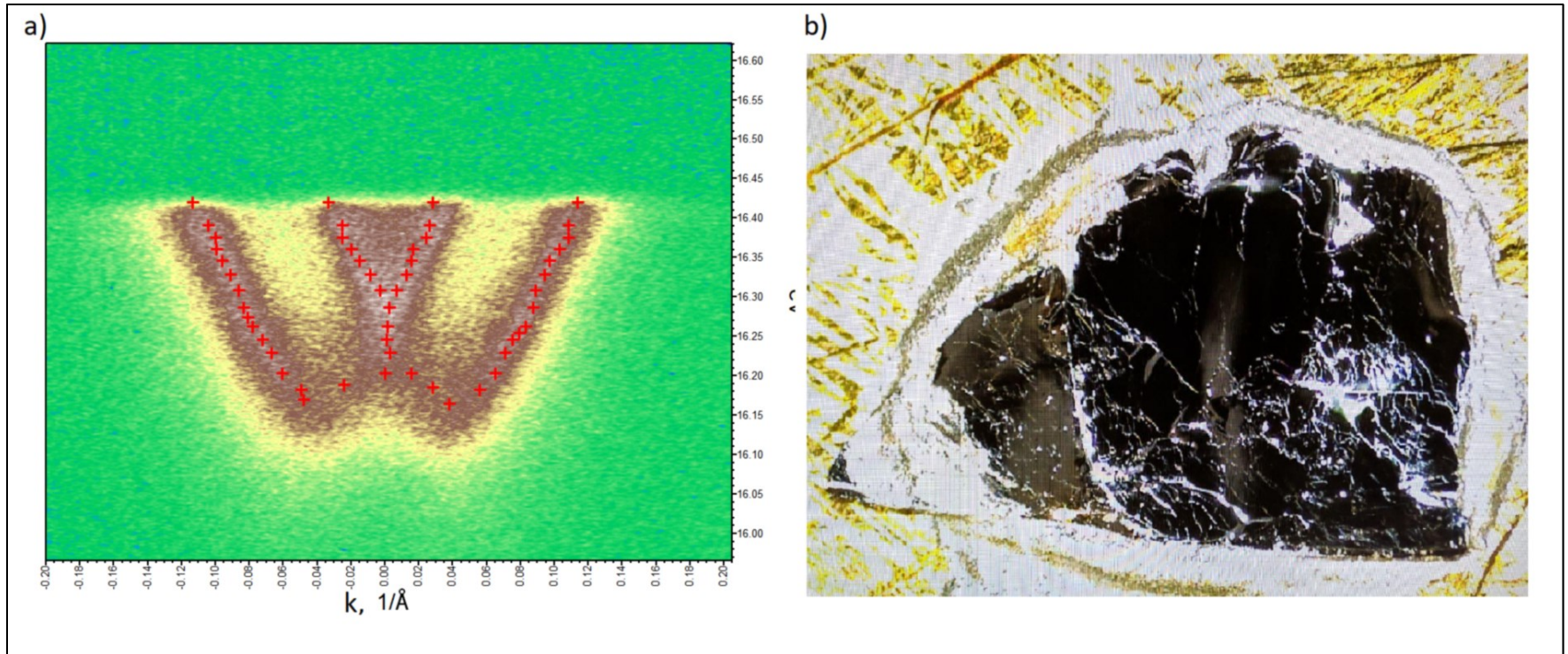


LiFeAs Kz dispersion



*Direct observation of spin-orbit coupling in iron-based superconductors **S. V. Borisenko, Et al., Nature Physics. — 2016**

My ARPES experiment at BESSY II



BULK!

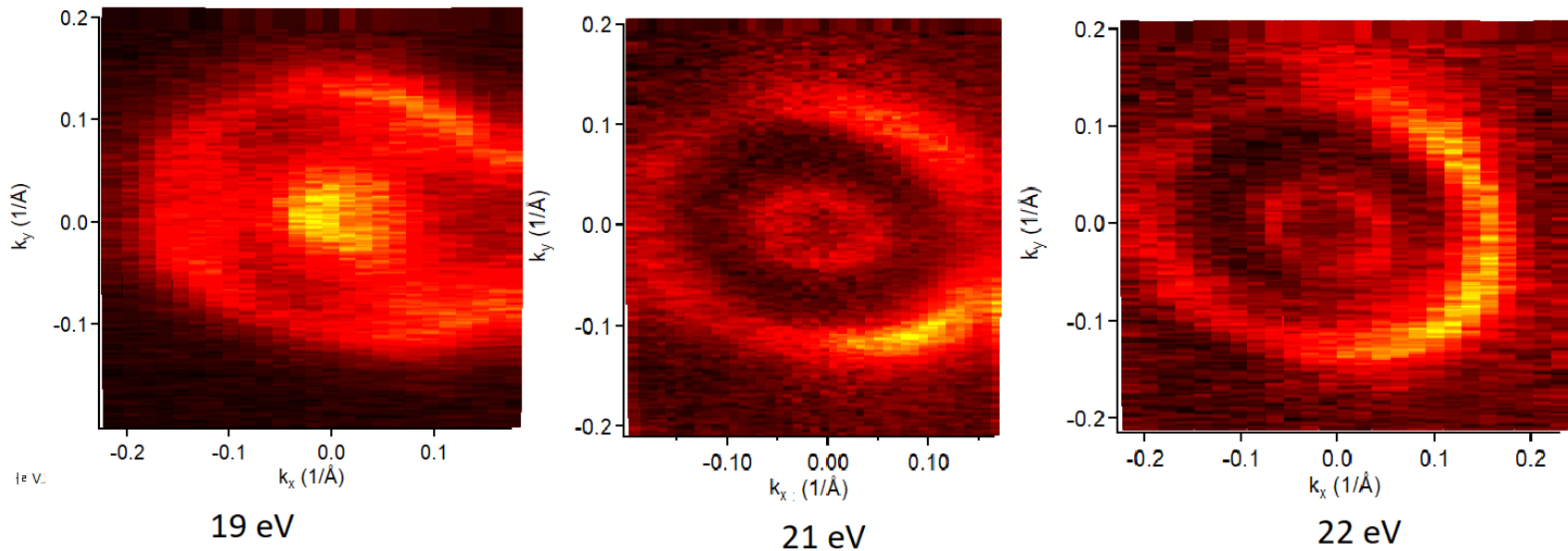
$$E_R = 76.4 \text{ meV}, \quad k_0 = 0.0381/\text{\AA}$$

$$\alpha_R = 2E_R/k_0 \quad \alpha_R = 3.8 \text{ eV \AA}$$

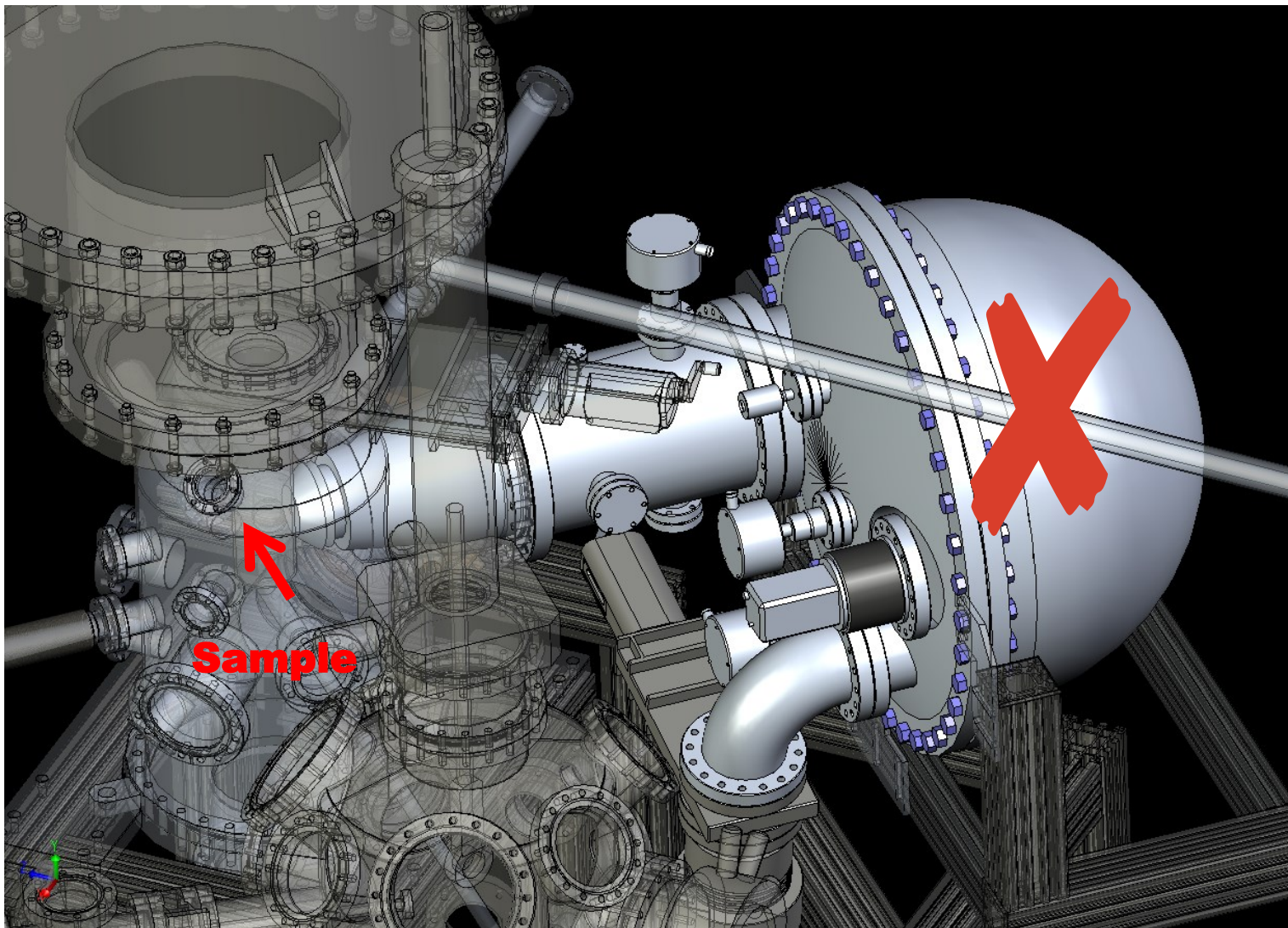
$$H_R = -\alpha_R(\boldsymbol{\sigma} \times \mathbf{p}) \cdot \hat{z}$$

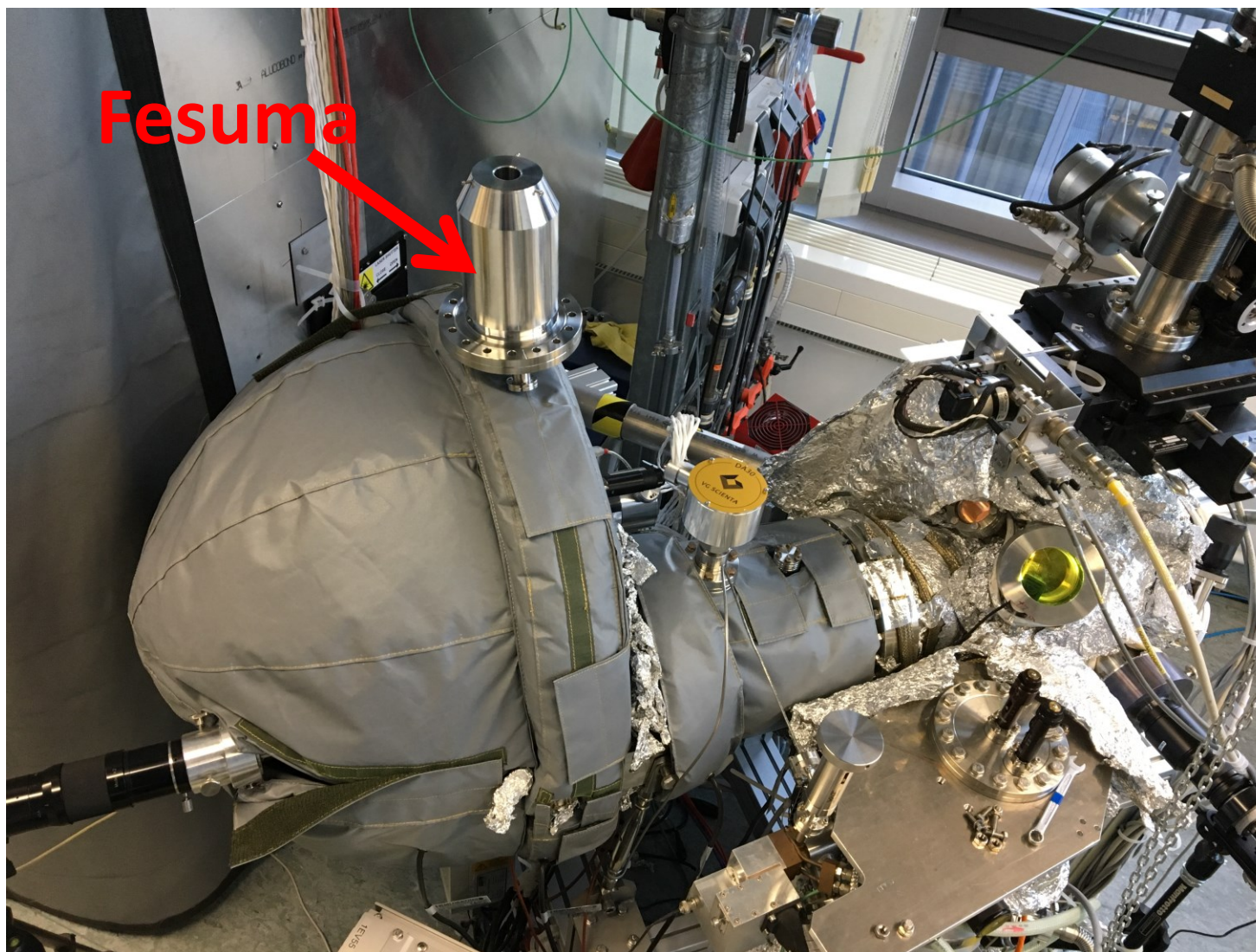


Our Fermi surfaces measured at BESSY



3 fold symmetry \rightarrow BULK





Чому ViTel цікавий?

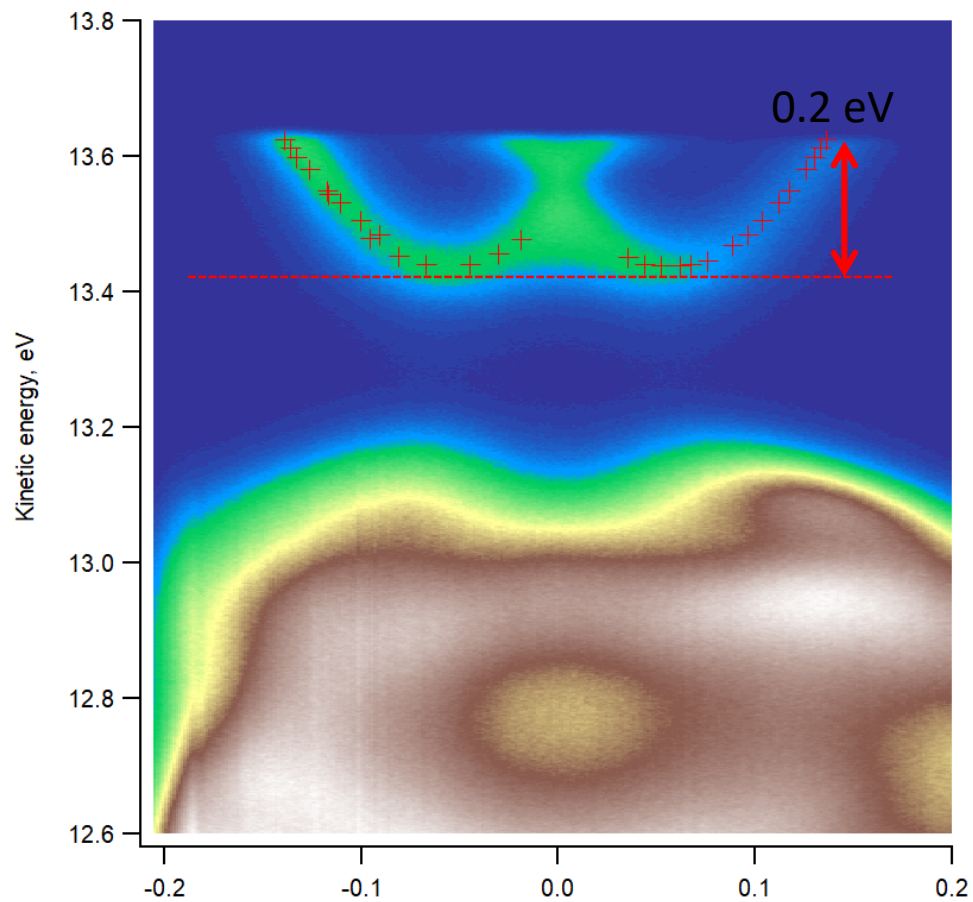
- Було показано, що під тиском перетворюється на топологічний ізолятор!

Допування – хімічний аналог тиску



Мідь-допований ВіТел

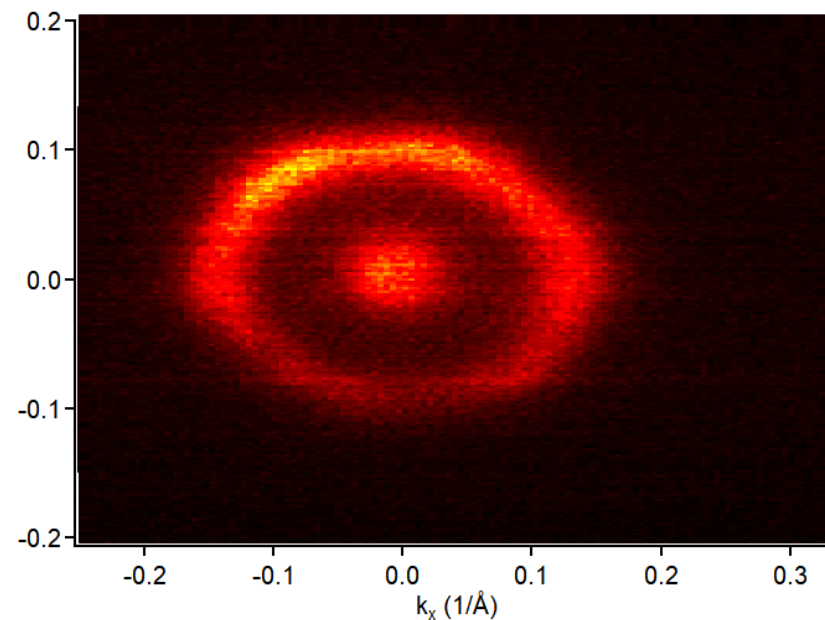
18 eV



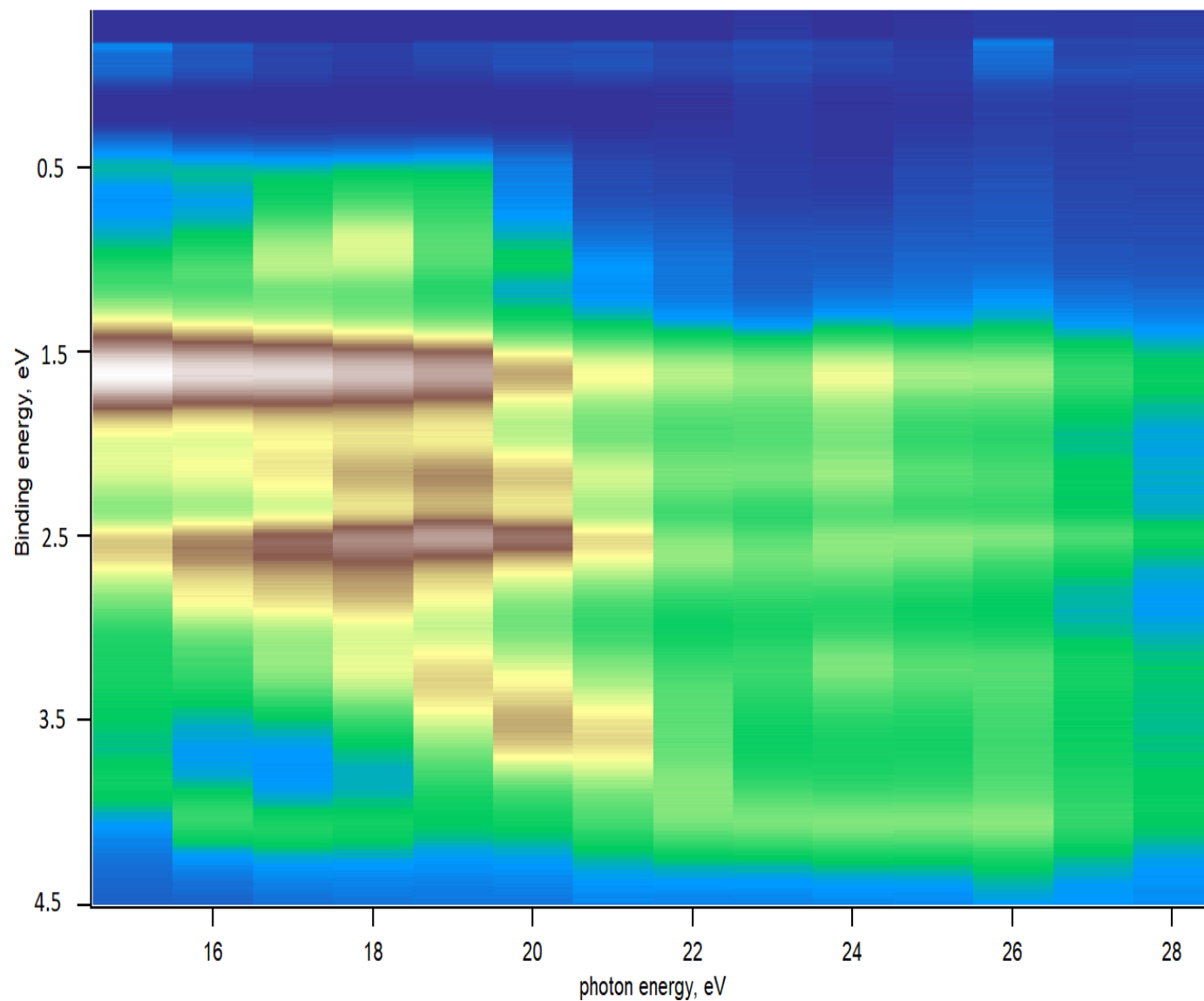
$$k_0 = 0.551/\text{\AA}, \quad k_0 = 0.551/\text{\AA},$$

$$\alpha_R = 3.45 \text{ eV}\text{\AA},$$

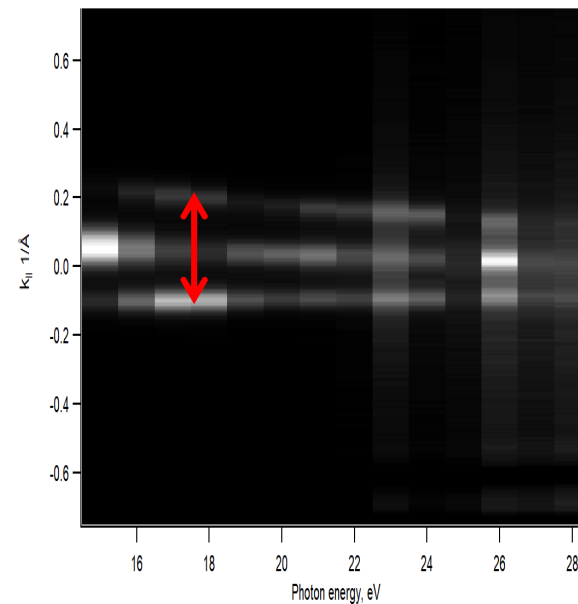
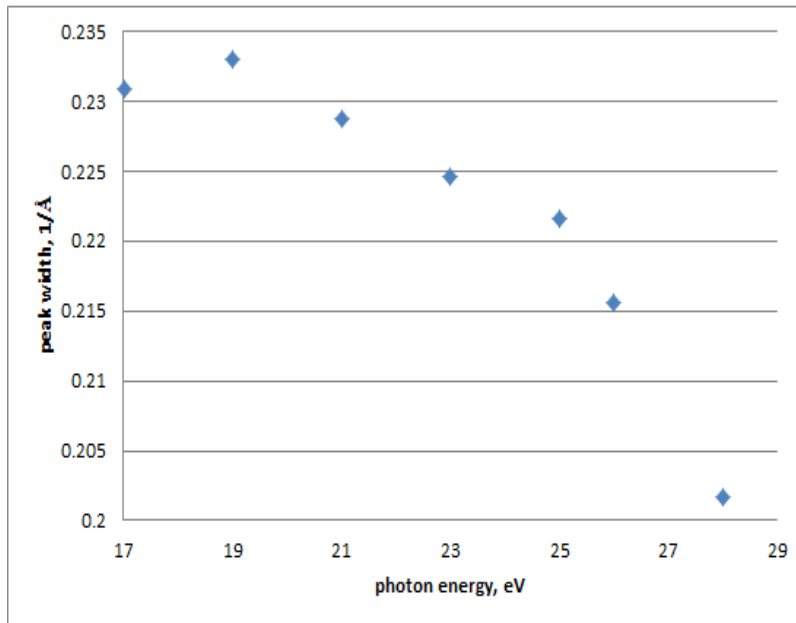
23 eV map



Kz дисперсія



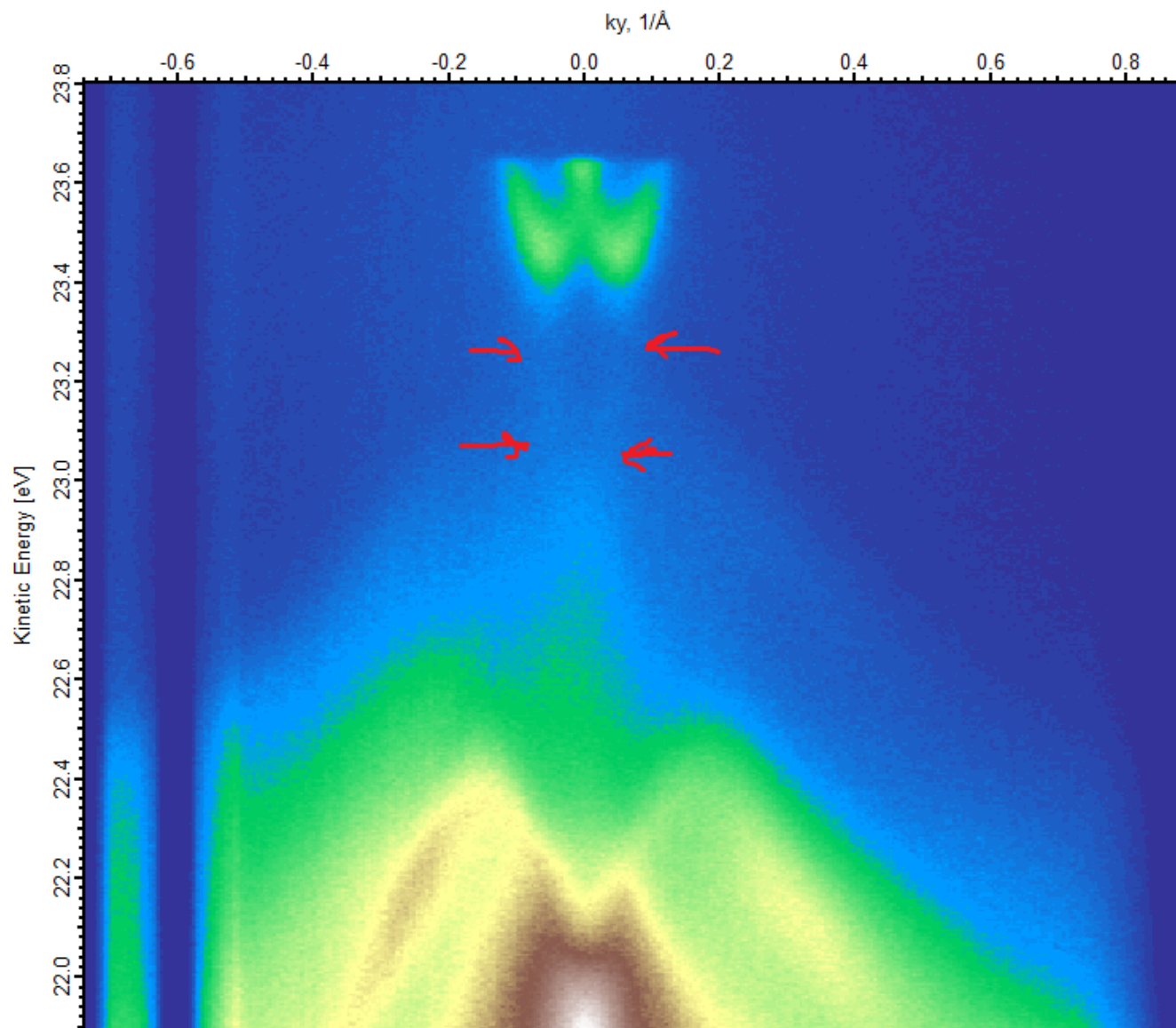
K α dispersion



Peak width vs photon energy

Change is roughly 6%

Топологія В ВіTeIСu



Summary

- Приведено докази того, що розщеплені стани є об'ємними.
- Поміряно Фермі карти BiTel на новому обладнанні Fesuma.
- Отримано перші ARPES спектри BiTel мідь-допованого BiTel, фермі карти.
- Виміряно K_z залежність, яка підтверджує гіпотезу про об'ємні стани
- Знайдено діраківські стани в забороненій зоні



Thank you for your attention!

