

## Technická specifikace pro Fotoemisní systém pro studium povrchové elektronové struktury kvantových materiálů na atomové úrovni

Západočeská univerzita v Plzni vyjadřuje zájem pořídit fotoemisní systém založený na principu mikroskopie hybnosti za účelem studia povrchu kvantových materiálů v ultravysokém vakuu (UHV) se základním tlakem  $\leq 3.0 \times 10^{-10}$  mbar. Zamýšlené experimenty budou navrženy zejména k výzkumu vlivu fotoemisních geometrií a k dichroickým studiím zkoumajícím vliv polarizace světla během experimentu. Systém musí mít prostorové rozlišení  $\leq 38$  nm spolu s energetickým rozlišením  $\leq 30$  meV. Před instalací musí být provedena vibrační studie v laboratořích, aby se zajistilo řádné odizolování vibrací a systém byl náležitě vybaven tlumiči.

Systém musí být připraven na možnost budoucího rozšíření například formou připojení dalšího zdroje rentgenového záření k analytické komoře a přidáním spin-detektoru kompatibilního s detektorem používaným k měření hybnosti, včetně možného rozšíření analyzátoru v případě potřeby.

Celý systém musí být navržen tak, aby bylo možné ho připojit ke stávajícímu systému „SARPES“ v laboratoři NTC. Připojení musí být kompatibilní pro přenos současně využívaných držáků vzorků (tzv. flag style sample plates).

Součástí dodávky musí být i tzv. vypékací stan pro snadnější dosažení UHV tvarově přizpůsobený velikosti systému „Nano-ARPES“ včetně částí pro vkládání a přenos vzorků.

Celý systém „Nano-ARPES“ musí podstoupit tovární test sloužící ke kontrole, zda je systém schopný naplnit požadované technické parametry. Po doručení a sestavení systému v laboratoři NTC musí proběhnout obdobné testování s dosažením stejných výsledků.

Systém musí také disponovat možností připojit ve vhodném místě UHV kufr (již přítomný na NTC) pomocí příruby DN40CF včetně připojení k turbomolekulární vývěvě.

### Specifikace pro analytickou komoru pro PES a XPS:

Analytická komora musí být vyrobena z  $\mu$ -metal oceli nebo nerezové oceli s  $\mu$ -metalovým pláštěm (zbytkové magnetické pole  $< 0,5 \mu\text{T}$  v poloze vzorku) alespoň o průměru 20 cm a osazena potřebnými přírubami pro analyzátor energie/hybnosti, zdroj UV, manipulátorem vzorků, systémem pro vkládání vzorků, systémem vakuových vývěv, měřením tlaku, pozorovacími okny a přírubami pro budoucí použití. Součástí systému musí být i příruba DN63CF, která bude později osazena zdrojem rentgenového záření. Všechna pozorovací okna také musí být vybavena oloveným povlakem pro ochranu před zářením.

Základní tlak musí činit alespoň  $3,0 \times 10^{-10}$  mbar. Plně provázaný systém vakuových vývěv musí být dodán včetně dostatečně dimenzované systémové konstrukce a vybavení na vypékání komory včetně elektronické jednotky řízení teploty a doby vypékání. Vedle 2 turbomolekulárních vývěv (s rychlostí alespoň 200 l/s a



60 l/s) a bezolejové primární vývěvy musí být systém osazen iontovou getrovou vývěvou. Primární vývěvy musí splňovat hlučnost pod 55 dB. Součástí systému musí být i ventily sloužící k uzavření turbomolekulárních pump a jejich vypnutí z důvodu snížení vibrací během měření.

Vodní chlazení turbomolekulárních pump a zdroje UV záření musí být součástí dodávky.

Analytická komora musí také obsahovat systém pro skladování 10 vzorků.

Tato komora musí obsahovat minimálně níže uvedené nástroje na charakterizaci povrchu:

Musí být osazen vhodným počítačem řízený a motorizovaný UHV manipulátor. Manipulátor musí být kompatibilní s chlazením pomocí tekutého dusíku a helia. V případě tekutého helia musí být dosažitelná teplota  $\leq 20$  K. Manipulátor musí disponovat výhřevem do 400 K. Posuv v osách x, y, z musí být v minimálním rozsahu  $\pm 5$  mm a azimutová rotace v minimálním rozsahu  $\pm 50^\circ$ . Všechny tyto posuvy musí být kontrolovatelné pomocí softwaru nainstalovaného k systému „Nano-ARPES“. Polární rotace není nutná, nicméně deflektory musí být schopné kompenzovat malé náklony domén vzorku. Pracovní plocha manipulátoru kde je vzorek ukotven, musí obsahovat elektrické připojení umožňující tzv. „operando“ měření, včetně elektrických průchodek zajišťujících připojení externích zdrojů pracujících v atmosférickém tlaku do UHV. Průchodky musí být stavěné aspoň na napětí 40 V.

Součástí systému musí být také analyzátor hybnosti elektronů se zobrazením v reálném i reciprokém prostoru. Rozlišení v reálném prostoru musí být  $\leq 38$  nm, v reciprokém prostoru musí být  $\leq 0,006$  Ang.<sup>-1</sup>, zatímco maximální zorné pole reciprokého prostoru musí být v rozsahu  $\geq \pm 2,3$  Ang.<sup>-1</sup>. Přiblížení v tomto zorném poli musí být možné v celém rozsahu k-prostoru, ne jen uprostřed. Energetické rozlišení elektronů s energií od 0 do  $\geq 190$  eV musí být  $\leq 30$  meV. Při měření v režimu PEEM musí být zorné pole alespoň 4  $\mu$ m. Systém extrakční čočky mikroskopu by měl být schopen fungovat alespoň v rozsahu 80 eV až 18 keV.

Analyzátor musí být vybaven moderní kamerou na principu CCD technologie s vysokým poměrem signálu a šumu, která je plně ovladatelná pomocí poskytnutého softwaru.

Analyzátoru musí být složen ze dvou na sebe navazujících hemisfér a musí zahrnovat možnost souběžného běhu obou jeho částí v energeticky disperzním režimu. Rovněž musí být možné, aby druhá hemisféra mohla běžet v režimu, který kompenzuje odchylky způsobené první hemisférou v režimu disperze energie.

Funkční parametry z hlediska energetického rozlišení, rozlišení hybnosti a reálného prostoru, dostupný rozsah teplot vzorku i ostatní parametry odpovídající standardům pro techniku výrobce musí být ověřeny testy z výroby a přijímací zkouškou přímo na místě. Přijímací zkouška může být provedena bez připojení pro přenos vzorků se stávajícím systémem „SARPES“.

Společně se systémem musí být poskytnut odpovídající software pro ovládání analyzátoru a jeho snadné využití na denní bázi s možností programovatelných sekvencí měření. Software musí také poskytovat plnou kontrolu nad všemi zdroji příslušného analyzátoru a musí umožňovat automatické přizpůsobení systému



Spolufinancováno  
Evropskou unií



čoček jak při použití nízkého pole v řádu několika eV, tak i při běžných pracovních podmínkách v řádu několika keV. Software musí také umět rychlou základní analýzu naměřených dat, vhodný export a musí být kompatibilní s měřicí kamerou. Bezplatné aktualizace softwaru musí být zajištěny minimálně do roku 2028. Software bude nainstalován na dodaném počítači s veškerým nezbytným hardwarem. Software musí mít flexibilní strukturu v tom smyslu, že by mělo být možné jej propojit s externími přístroji a měl by také umožňovat propojení nového spektrometru s externími řídicími systémy.

Spektrometr pro měření hybnosti musí být připraven na možné rozšíření o zobrazovací spin-filtr.

Dodávka také zahrnuje zdroj ultrafialového (UV) záření využívající excitaci vzácných plynů (He, Ar, Kr, Xe) a kompatibilní s UHV. Intenzita zdroje UV záření musí být  $\geq 6,0 \times 10^{12}$  fotonů za sekundu na  $\text{mm}^2$  a průměr ozářené oblasti  $\leq 250 \mu\text{m}$ . Záření musí být lineárně polarizované. Během probíhajícího měření musí vývěvy s diferenciálním čerpáním zajistit základní tlak v analytické komoře  $\leq 2 \times 10^{-9}$  mbar. Součástí jsou ventily, které umožňují izolovat zdroj UV záření od analytické komory, pokud neprobíhá měření.

Další zdroj UV záření využívající Hg kompatibilní s UHV, jehož energie odpovídá 4,9 eV a výkonová hustota je  $\geq 0,8 \text{ W/cm}^2$ .

Systém musí být připraven na instalaci zrcadla s kolmým dopadem do analyzátoru, které zajišťuje dopad světla přes osu mikroskopu.

Všechny výše zmíněné parametry jsou průkazně dosaženy na systémech již dříve sestavených dodavatelem.

#### **Specifikace komory pro vkládání vzorků do vakua včetně systému vývěv a přenosu:**

Součástí musí být komora pro vkládání vzorků do vakua (Load Lock). Komora pro vkládání vzorků do vakua musí mít přístupový panel DN63CF. Musí být připojena turbomolekulární vývěva předčerpávaná bezolejovou primární vývěvou. Základní tlak musí činit alespoň  $5,0 \times 10^{-8}$  mbar. Komora musí obsahovat tlakovou měрку a prvek pro manipulaci se vzorkem.

#### **Specifikace spojení umožňující i přenos vzorků se stávajícím systémem „SARPES“ v laboratoři NTC:**

Dodavatel poskytne pomoc při návrhu přenosového systému mezi novým systémem „Nano-ARPES“ a stávajícím systémem „SARPES“ včetně výkresů kombinovaných systémů a jasných odkazů na všechny různé části, které je třeba přidat. K tomu budou poskytnuty výkresy systému „SARPES“ a rozměry laboratoře. Systém „SARPES“ zůstane na své současné pozici. Spojení nového systému „Nano-ARPES“ a stávajícího systému „SARPES“ musí umožňovat přenos vzorků mezi systémy v UHV se základním tlakem  $5,0 \times 10^{-10}$  mbar. Dále musí být přítomen vibrační tlumič, který zabráni přenosu vibrací do systému „Nano-ARPES“ a zachová tak jeho prostorové rozlišení (požadavky na vibrace nejsou splněny na stávajícím systému „SARPES“). Navrhnuté spojení obou systémů musí počítat s dostatečným prostorem pro budoucí rozšíření například spin-filtr nebo zdroj rentgenového záření pro „Nano-ARPES“ systém.



Spolufinancováno  
Evropskou unií

