

PROCEDURA APERTA PER LA FORNITURA DI UN SISTEMA STM IN ULTRA VUOTO REFRIGERATO MEDIANTE ELIO LIQUIDO CON SCHERMATURA TERMICA A BASE DI AZOTO LIQUIDO E COMPLETAMENTE EQUIPAGGIATO CON CAMERA DI PREPARAZIONE /ANALISI E SISTEMA XPS NELL'AMBITO DELL'ACCORDO DI PROGRAMMA PER IL POTENZIAMENTO DELLA SCUOLA SUPERIORE ISUFI - TARGET B/2 (REALIZZAZIONE DI UN LABORATORIO DIDATTICO - SCIENTIFICO PER GLI STUDENTI DELL'AREA DI SCIENZE NATURALI). - CODICE CIG: 5920141EE3

CAPITOLATO TECNICO

- Sistema STM in ultra alto vuoto refrigerato mediante elio liquido con schermatura termica a base di azoto liquido e completamente equipaggiato con camera di preparazione/analisi e sistema XPS:

- **Microscopio STM (low temperature STM):**

- dotato di scanner piezoelettrico a singolo tubo per il movimento di punta o campione (range di scansione minimi XYZ=5x5x1µm (300K), 2.5x2.5x0.4µm (77k), 1.2x1.2x0.2µm (5K));
- capace di risoluzione atomica su superfici cristalline (es. Au(111)) a tutte le temperature accessibili (risoluzione Z ≤ 10 pm);
- caratterizzato da drift massimo in x/y ≤ 0.5 nm/h a bassa temperatura nell'acquisizione di immagini multiple;
- dotato di preamplificatori (basso rumore, alta velocità) dedicati ed ottimizzati per compensazioni offset e per operare l'STM a correnti basse ≤ 1pA ed in modalità di spettroscopia a modulazione;
- configurato/ottimizzato per effettuare misure di spettroscopia avanzate (STS, CITS, IETS, etc) ed acquisire mappe di conduttanza;
- dotato di sistema motorizzato con controllo 3D per posizionare la punta (range di almeno 3 mm x 3mm x 7 mm) e permetterne il cambio anche a basse temperature;
- dotato di CCD camera per monitorare l'approccio della punta sul campione;
- dotato di apparato per isolare dalle vibrazioni.

- **Range di temperature:**

- temperatura base sul campione ≤ 5 K, stabilità ± 0.2K;
- capacità di lavorare a bassa temperatura (≤ 5 K) per almeno 50 ore tra due successivi refilling di liquido criogenico;
- consumi limitati di liquidi criogenici: ≤ 0.15 l/h per LHe;
- tempo tipico di raffreddamento da 300 K a 10 K ≤ 12 h
- controllore di temperatura digitale con sensori di temperatura, funzione PID ed allarme, interfacce IEEE-488 e USB;
- misuratore di livello per l'elio liquido (inclusi alimentatore e display).

- **Campione e portacampione:**

- portacampione dotato di riscaldatore e sensore di temperatura che permetta di incrementare di circa 50 K la temperatura base di elio e azoto (temperatura variabile con sistema per il controllo digitale della temperatura);
- portacampione (sample reception stage) con 4 contatti con corrispondente alloggiamento nell'STM (e la necessaria cablatura) in modo da poter applicare voltaggi/correnti dall'esterno;
- magnete superconduttore per applicare un campo magnetico verticale (DC fino a 400 Gauss o AC fino a 4000 G, in base alla successiva scelta del cliente, da comunicare all'atto del contratto). Tutta l'elettronica necessaria per applicare (e misurare) il campo magnetico deve essere fornita. La temperatura minima sul campione deve essere solo minimamente modificata dalla presenza del campo (quantificare).

- **Elettronica/Software di controllo:**

- elettronica di controllo SPM con schede digitali di ultima generazione a basso rumore per scansione, regolazione e acquisizione dati; almeno 24 canali di misura interni e 6 esterni; connettori per input esterni per spettroscopia a modulazione; connettori BNC sul front panel per facile monitoraggio/visualizzazione dei segnali di controllo;
- software di controllo per l'STM: microscopia e spettroscopia in varie modalità, in particolare mappatura funzioni d'onda, manipolazione atomica, routine di preparazione per la punta (tutte

le modalità di spettroscopia e imaging devono essere interscambiabili senza dover riavviare il software o l'hardware);

- software di analisi e rielaborazione immagini/dati; plugin di esportazione dati (inclusi esempi con codice sorgente per altri formati come ASCII); accesso ai raw data per routine personalizzate di analisi dati (es. mediante Matlab);
- possibilità di accesso all'interfaccia di programmazione e controllo mediante Labview (con fornitura driver);
- upgrade software gratuiti per almeno due anni dalla data di acquisto;
- computer desktop di ultima generazione con un monitor di almeno 27";
- rack per l'alloggiamento dell'elettronica.

- **Camere da vuoto e pressione**

- tre camere in acciaio non magnetico: una per l'STM, una seconda di preparazione/analisi ed una terza pre-camera (load-lock) per l'ingresso del campione mediante un apposito trasportatore accoppiato magneticamente. Le varie aree devono essere separate da apposite valvole. Il sistema deve includere tutte le pompe rotative, turbomolecolari, ioniche ed a sublimazione di Titanio (TSP) necessarie per raggiungere e mantenere le condizioni di UHV (pressione base nella camera STM ed in quella di preparazione: $\leq 1 \times 10^{-10}$ mbar; nella pre-camera $\leq 5 \times 10^{-8}$ mbar). Tutti i vari sensori per la lettura della pressione nei vari range (dalla pressione atmosferica alla più bassa raggiungibile) devono essere forniti. Le camere STM e di preparazione/analisi devono essere collegate alla pompa ionica, alla TSP ed ai misuratori di pressione; le due camere devono essere separate da una valvola e messe in collegamento da un manipolatore (incluso nella fornitura). La camera di preparazione/analisi deve essere collegata ad una pompa turbo molecolare adoperabile durante le fasi di preparazione di campione/punta. La precamera (load-lock) deve essere evacuabile mediante una pompa turbomolecolare accoppiata con una pompa a secco priva di olii e dotata di un manipolatore magnetico per spostare campioni/punte nella camera di preparazione/analisi.
- La camera UHV dell'STM deve essere servita da manipolatore e dotata di wobble sticks e porte che garantiscano lo spostamento in vuoto di campioni e punte. Deve contenere un carosello per il loro alloggiamento/stoccaggio in condizioni UHV (fino ad almeno 6 campioni/punte). Deve inoltre essere disegnata per permettere l'accesso ottico per esperimenti di STL (scanning tunneling luminescence).
- Il manipolatore sulla camera di preparazione/analisi deve permettere rotazione del campione di 360° , spostamento in direzioni x/y di almeno 10 mm e movimento lungo z di almeno 60 cm. Il manipolatore deve permettere il riscaldamento del campione fino a 1400°C (temperatura misurata con termocoppia integrata) e deve essere fornita l'elettronica necessaria.
- La camera UHV di preparazione/analisi deve avere flange per montaggio delle sorgenti di deposizione (specificate di seguito) e disegnate per permettere coevaporazione sul campione. Deve inoltre essere progettata per permettere l'accesso/caratterizzazione del campione mediante spettroscopia XPS, UPS, Auger, ESCA, LEED, RHEED, spettrometro di massa, Questa camera deve anche prevedere una flangia addizionale per poter montare (in futuro) una camera per deposizione di molecole non evaporabili mediante l'uso di pulse valve o nebulizzatore supersonico.
- La precamera (load-lock) deve prevedere anche una flangia per montare la cella di effusione (descritta di seguito) in modo da poter evaporare anche in questa camera le molecole sul campione;
- L'intero sistema deve essere montato su "air legs" pneumatiche per limitare le vibrazioni e deve essere dotato di valvole di venting e linee di vista (viewports, almeno 4).

- **Sistemi di deposizione/pulizia:**

- Evaporatore a fascio elettronico completamente equipaggiato per la deposizione controllata ed estremamente pulita di sub-monolayers e multilayers di film sottili (es. NaCl, su area di deposizione fino a 20 mm) che include anche shutter rotante, sistema di monitoraggio del flusso, alcuni crogiuoli e filamenti, power supply digitale (con potenza di uscita di almeno 300W), ogni elettronica/software di controllo remoto necessario per una crescita automatizzata di multistrati;
- Cella di effusione per deposizione a bassa temperatura di materiali organici (es. porfirine in submonolayer o multilayers) con: metallo liquido come conduttore termico, controllo preciso di temperatura (PID) da 15°C a 300°C , crogiuolo in quarzo, shutter rotante, sistema di raffreddamento, elettronica di controllo e sistema per il ricaricamento dei materiali da evaporare

- (re-load components) senza la necessità di aprire la camera di preparazione/analisi;
- sistema di sputtering a catodo freddo per la pulizia delle superfici: energia del fascio controllabile da 0.3 keV a 5 keV, corrente fino a 80 μ A, dimensione dello spot aggiustabile, sistema di alimentazione/controllo;
 - Microbilancia al quarzo (o sistema equivalente) per misurare i rate di crescita e gli spessori dei film depositati sul campione posto sul manipolatore.

- **Sistema XPS completamente equipaggiato che include:**

- Spettrometro elettronico emisferico per misure ESCA e Auger con deflettori elettrostatici integrati per effettuare XPS: area di analisi da un minimo di 70 μ m in diametro ad un massimo di almeno 10 mm, spot piccoli e possibilità di imaging XPS, ampio angolo di raccolta, detector a multicanale capace di operare in varie modalità di acquisizione (es. scanning e snapshot), tutti gli accessori necessari devono essere inclusi (elettronica, cavi e software di acquisizione ed analisi); Il detector deve avere una risposta lineare e count rate (conteggi/secondo) elevati in modalità XPS: ≥ 8 Mcps @ 1.00 eV FWHM (su Ag 3d_{5/2} eccitato con sorgente Mg-Kalfa a 300W);
- Sorgente raggi X a doppio anodo (Al/Mg) capace di operare fino ad almeno 15 kV e 400 W di potenza (incluso generatore ad alto voltaggio e sistema di raffreddamento, software di controllo ed ogni accessorio eventualmente necessario al funzionamento);
- Flange/finestre per schermatura raggi X;
- Manipolatori e allineatori di porte necessari per effettuare le misure;
- Sistema di raffreddamento necessario per sorgente/analizzatore.

- L'intero sistema deve essere "bakeable" con temperature per un efficace bakeout non superiori a 150°C e tutta l'attrezzatura necessaria per il bake (cover, riscaldatore, controllore) deve essere fornita. Il supporto meccanico dell'STM deve essere fornito.

- Almeno 12 mesi di garanzia

- Data la complessità della strumentazione, è richiesto che la ditta abbia fornito negli ultimi cinque anni almeno 10 sistemi simili a quello richiesto.

- Data la complessità della strumentazione, è altresì richiesto un test di un sistema simile presso la ditta (3 giorni) su campioni specificati dal cliente entro 1 mese dall'aggiudicazione ed un ulteriore test funzionale (3 giorni) prima della fornitura in modo da verificare preliminarmente sul campo l'aderenza al capitolato del sistema che verrà fornito.

PROCEDURA APERTA PER LA FORNITURA DI UN SISTEMA STM IN ULTRA VUOTO REFRIGERATO MEDIANTE ELIO LIQUIDO CON SCHERMATURA TERMICA A BASE DI AZOTO LIQUIDO E COMPLETAMENTE EQUIPAGGIATO CON CAMERA DI PREPARAZIONE /ANALISI E SISTEMA XPS NELL'AMBITO DELL'ACCORDO DI PROGRAMMA PER IL POTENZIAMENTO DELLA SCUOLA SUPERIORE ISUFI - TARGET B/2 (REALIZZAZIONE DI UN LABORATORIO DIDATTICO - SCIENTIFICO PER GLI STUDENTI DELL'AREA DI SCIENZE NATURALI). - CODICE CIG: 5920141EE3

CAPITOLATO TECNICO

- Sistema STM in ultra alto vuoto refrigerato mediante elio liquido con schermatura termica a base di azoto liquido e completamente equipaggiato con camera di preparazione/analisi e sistema XPS:

- **Microscopio STM (low temperature STM):**

- dotato di scanner piezoelettrico a singolo tubo per il movimento di punta o campione (range di scansione minimi XYZ=5x5x1µm (300K), 2.5x2.5x0.4µm (77k), 1.2x1.2x0.2µm (5K));
- capace di risoluzione atomica su superfici cristalline (es. Au(111)) a tutte le temperatura accessibili (risoluzione Z ≤ 10 pm);
- caratterizzato da drift massimo in x/y ≤ 0.5 nm/h a bassa temperatura nell'acquisizione di immagini multiple;
- dotato di preamplificatori (basso rumore, alta velocità) dedicati ed ottimizzati per compensazioni offset e per operare l'STM a correnti basse ≤ 1pA ed in modalità di spettroscopia a modulazione;
- configurato/ottimizzato per effettuare misure di spettroscopia avanzate (STS, CITS, IETS, etc) ed acquisire mappe di conduttanza;
- dotato di sistema motorizzato con controllo 3D per posizionare la punta (range di almeno 3 mm x 3mm x 7 mm) e permetterne il cambio anche a basse temperature;
- dotato di CCD camera per monitorare l'approccio della punta sul campione;
- dotato di apparato per isolare dalle vibrazioni.

- **Range di temperature:**

- temperatura base sul campione ≤ 5 K, stabilità ± 0.2K;
- capacità di lavorare a bassa temperatura (≤ 5 K) per almeno 50 ore tra due successivi refilling di liquido criogenico;
- consumi limitati di liquidi criogenici: ≤ 0.15 l/h per LHe;
- tempo tipico di raffreddamento da 300 K a 10 K ≤ 12 h
- controllore di temperatura digitale con sensori di temperatura, funzione PID ed allarme, interfacce IEEE-488 e USB;
- misuratore di livello per l'elio liquido (inclusi alimentatore e display).

- **Campione e portacampione:**

- portacampione dotato di riscaldatore e sensore di temperatura che permetta di incrementare di circa 50 K la temperatura base di elio e azoto (temperatura variabile con sistema per il controllo digitale della temperatura);
- portacampione (sample reception stage) con 4 contatti con corrispondente alloggiamento nell'STM (e la necessaria cablatura) in modo da poter applicare voltaggi/correnti dall'esterno;
- magnete superconduttore per applicare un campo magnetico verticale (DC fino a 400 Gauss o AC fino a 4000 G, in base alla successiva scelta del cliente, da comunicare all'atto del contratto). Tutta l'elettronica necessaria per applicare (e misurare) il campo magnetico deve essere fornita. La temperatura minima sul campione deve essere solo minimamente modificata dalla presenza del campo (quantificare).

- **Elettronica/Software di controllo:**

- elettronica di controllo SPM con schede digitali di ultima generazione a basso rumore per scansione, regolazione e acquisizione dati; almeno 24 canali di misura interni e 6 esterni; connettori per input esterni per spettroscopia a modulazione; connettori BNC sul front panel per facile monitoraggio/visualizzazione dei segnali di controllo;
- software di controllo per l'STM: microscopia e spettroscopia in varie modalità, in particolare mappatura funzioni d'onda, manipolazione atomica, routine di preparazione per la punta (tutte

le modalità di spettroscopia e imaging devono esser interscambiabili senza dover riavviare il software o l'hardware);

- software di analisi e rielaborazione immagini/dati; plugin di esportazione dati (inclusi esempi con codice sorgente per altri formati come ASCII); accesso ai raw data per routine personalizzate di analisi dati (es. mediante Matlab);
- possibilità di accesso all'interfaccia di programmazione e controllo mediante Labview (con fornitura driver);
- upgrade software gratuiti per almeno due anni dalla data di acquisto;
- computer desktop di ultima generazione con un monitor di almeno 27";
- rack per l'alloggiamento dell'elettronica.

- Camere da vuoto e pressione

- tre camere in acciaio non magnetico: una per l'STM, una seconda di preparazione/analisi ed una terza pre-camera (load-lock) per l'ingresso del campione mediante un apposito trasportatore accoppiato magneticamente. Le varie aree devono essere separate da apposite valvole. Il sistema deve includere tutte le pompe rotative, turbomolecolari, ioniche ed a sublimazione di Titanio (TSP) necessarie per raggiungere e mantenere le condizioni di UHV (pressione base nella camera STM ed in quella di preparazione: $\leq 1 \times 10^{-10}$ mbar; nella pre-camera $\leq 5 \times 10^{-8}$ mbar). Tutti i vari sensori per la lettura della pressione nei vari range (dalla pressione atmosferica alla più bassa raggiungibile) devono essere forniti. Le camere STM e di preparazione/analisi devono essere collegate alla pompa ionica, alla TSP ed ai misuratori di pressione; le due camere devono essere separate da una valvola e messe in collegamento da un manipolatore (incluso nella fornitura). La camera di preparazione/analisi deve essere collegata ad una pompa turbo molecolare adoperabile durante le fasi di preparazione di campione/punta. La precamera (load-lock) deve essere evacuabile mediante una pompa turbomolecolare accoppiata con una pompa a secco priva di olii e dotata di un manipolatore magnetico per spostare campioni/punte nella camera di preparazione/analisi.
- La camera UHV dell'STM deve essere servita da manipolatore e dotata di wobble sticks e porte che garantiscano lo spostamento in vuoto di campioni e punte. Deve contenere un carosello per il loro alloggiamento/stoccaggio in condizioni UHV (fino ad almeno 6 campioni/punte). Deve inoltre essere disegnata per permettere l'accesso ottico per esperimenti di STL (scanning tunneling luminescence).
- Il manipolatore sulla camera di preparazione/analisi deve permettere rotazione del campione di 360° , spostamento in direzioni x/y di almeno 10 mm e movimento lungo z di almeno 60 cm. Il manipolatore deve permettere il riscaldamento del campione fino a 1400°C (temperatura misurata con termocoppia integrata) e deve esser fornita l'elettronica necessaria.
- La camera UHV di preparazione/analisi deve avere flange per montaggio delle sorgenti di deposizione (specificate di seguito) e disegnate per permettere coevaporazione sul campione. Deve inoltre essere progettata per permettere l'accesso/caratterizzazione del campione mediante spettroscopia XPS, UPS, Auger, ESCA, LEED, RHEED, spettrometro di massa, Questa camera deve anche prevedere una flangia addizionale per poter montare (in futuro) una camera per deposizione di molecole non evaporabili mediante l'uso di pulse valve o nebulizzatore supersonico.
- La precamera (load-lock) deve prevedere anche una flangia per montare la cella di effusione (descritta di seguito) in modo da poter evaporare anche in questa camera le molecole sul campione;
- L'intero sistema deve essere montato su "air legs" pneumatiche per limitare le vibrazioni e deve esser dotato di valvole di venting e linee di vista (viewports, almeno 4).

- Sistemi di deposizione/pulizia:

- Evaporatore a fascio elettronico completamente equipaggiato per la deposizione controllata ed estremamente pulita di sub-monolayers e multilayers di film sottili (es. NaCl, su area di deposizione fino a 20 mm) che include anche shutter rotante, sistema di monitoraggio del flusso, alcuni crogiuoli e filamenti, power supply digitale (con potenza di uscita di almeno 300W), ogni elettronica/software di controllo remoto necessario per una crescita automatizzata di multistrati;
- Cella di effusione per deposizione a bassa temperatura di materiali organici (es. porfirine in submonolayer o multilayers) con: metallo liquido come conduttore termico, controllo preciso di temperatura (PID) da 15°C a 300°C , crogiuolo in quarzo, shutter rotante, sistema di raffreddamento, elettronica di controllo e sistema per il ricaricamento dei materiali da evaporare

<p>(re-load components) senza la necessità di aprire la camera di preparazione/analisi;</p> <ul style="list-style-type: none">• sistema di sputtering a catodo freddo per la pulizia delle superfici: energia del fascio controllabile da 0.3 keV a 5 keV, corrente fino a 80 μA, dimensione dello spot aggiustabile, sistema di alimentazione/controllo;• Microbilancia al quarzo (o sistema equivalente) per misurare i rate di crescita e gli spessori dei film depositati sul campione posto sul manipolatore.
<p>- Sistema XPS completamente equipaggiato che include:</p> <ul style="list-style-type: none">• Spettrometro elettronico emisferico per misure ESCA e Auger con deflettori elettrostatici integrati per effettuare XPS: area di analisi da un minimo di 70 μm in diametro ad un massimo di almeno 10 mm, spot piccoli e possibilità di imaging XPS, ampio angolo di raccolta, detector a multicanale capace di operare in varie modalità di acquisizione (es. scanning e snapshot), tutti gli accessori necessari devono essere inclusi (elettronica, cavi e software di acquisizione ed analisi); Il detector deve avere una risposta lineare e count rate (conteggi/secondo) elevati in modalità XPS: ≥ 8 Mcps @ 1.00 eV FWHM (su Ag $3d_{5/2}$ eccitato con sorgente Mg-Kalfa a 300W);• Sorgente raggi X a doppio anodo (Al/Mg) capace di operare fino ad almeno 15 kV e 400 W di potenza (incluso generatore ad alto voltaggio e sistema di raffreddamento, software di controllo ed ogni accessorio eventualmente necessario al funzionamento);• Flange/finestre per schermatura raggi X;• Manipolatori e allineatori di porte necessari per effettuare le misure;• Sistema di raffreddamento necessario per sorgente/analizzatore.
<p>- L'intero sistema deve essere "bakeable" con temperature per un efficace bakeout non superiori a 150°C e tutta l'attrezzatura necessaria per il bake (cover, riscaldatore, controllore) deve essere fornita. Il supporto meccanico dell'STM deve essere fornito.</p>
<p>- Almeno 12 mesi di garanzia</p>
<p>- Data la complessità della strumentazione, è richiesto che la ditta abbia fornito negli ultimi cinque anni almeno 10 sistemi simili a quello richiesto.</p>
<p>- Data la complessità della strumentazione, è altresì richiesto un test di un sistema simile presso la ditta (3 giorni) su campioni specificati dal cliente entro 1 mese dall'aggiudicazione ed un ulteriore test funzionale (3 giorni) prima della fornitura in modo da verificare preliminarmente sul campo l'aderenza al capitolato del sistema che verrà fornito.</p>