

Estudo espectroscópico das diferentes fases elétricas encontradas no diagrama de fase do $\text{La}_2\text{CuO}_{4+\delta}$

Pesquisador responsável: Pedro Schio de N Muniz / Marco Guarise

Unidade: Laboratório Nacional de Luz Síncrotron

Supercondutores são os materiais que apresentam resistência elétrica nula e expulsão do campo magnético. Resistência elétrica é indesejável pois produz perdas de energia através do material. Nos materiais supercondutores, uma vez a corrente elétrica sendo injetada, ela perdura indefinidamente. Devido ao caráter quântico da explicação do fenômeno, cientistas dizem que supercondutividade é um fenômeno quântico macroscópico. Supercondutividade é um dos fenômenos físicos mais surpreendentes dos sólidos e já rendeu 5 prêmios Nobel relacionados ao tema e ainda assim possui vários temas não solucionados.

Dentre os materiais que apresentam supercondutividade, os cupratos supercondutores são bastante estudados devido à alta temperatura de transição. Tais materiais possuem estruturas perovskitas distorcidas e podem ser parcialmente deficientes em oxigênio. Uma estrutura do composto $\text{La}_2\text{CuO}_{4+\delta}$ pode ser observada na figura 1a. A deficiência em oxigênio é fundamental no comportamento elétrico destes compostos. Na Figura 1b temos representado o diagrama de fase típico destes materiais supercondutores. Na figura 1b cada lado do gráfico é válido para dopagem com buracos ou com elétrons.

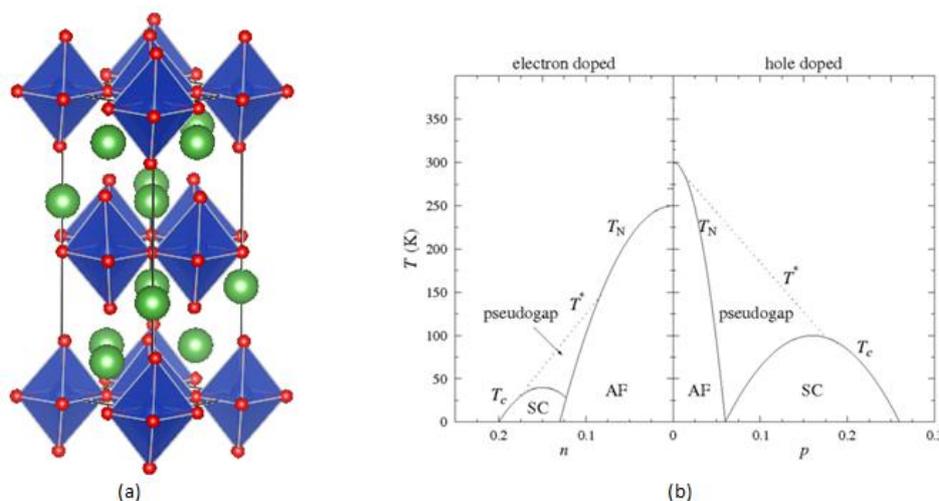


Figura 1 – (a) Estrutura cristalina do $\text{La}_2\text{CuO}_{4+\delta}$ (b) Diagrama de fases típico de um cuprato supercondutor para dopagem por elétrons a direita e por buracos a esquerda

Objetivos do trabalho

Esse projeto de iniciação científica propõe o estudo de filmes finos de $\text{La}_2\text{CuO}_{4+d}$ crescidos através da técnica de ablação por laser pulsado (do inglês *Pulsed Laser deposition - PLD*) e estudar os estados de superfície formados nestes materiais através da técnica de espectroscopia de foto-elétrons com resolução angular (do inglês *Angular resolved photo-electron spectroscopy - ARPES*).

A técnica de PLD consiste em utilizar um laser de comprimento de onda na faixa de nanômetros para pulverizar um material que deseja depositar. O laser possui intensidade suficiente para gerar um plasma do material. Colocando-se um substrato frente a este plasma ocorre a formação de um filme fino do material pulverizado sobre o substrato. A técnica é bastante versátil, sobretudo para crescimento de óxidos, devido à possibilidade de se trabalhar com atmosfera controlada na câmara de deposição.

ARPES é uma técnica experimental direta que permite observar a distribuição dos elétrons em bandas de energia nos sólidos. Arpes fornece informação da direção, velocidade e do processo de espalhamento dos elétrons de valência da amostra estudada. Desta maneira a técnica oferece momento e energia dos elétrons resultando em informações sobre a dispersão de bandas do material e da superfície de Fermi.

Estado da arte

ARPES tem sido uma ferramenta ideal para estudar cupratos supercondutores pois oferece informação direta função espectral no espaço dos momentos. Desta maneira, ARPES foi essencial para revelar algumas propriedades do gap supercondutor incluindo: existência de um gap na banda d dos cupratos; visualização do pseudo-gap acima T_c ; e determinação do acoplamento elétron-boson.

A linha U11-PGM do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, à qual esse projeto será associado, dispõe de um equipamento ARPES e uma câmara de deposição por PLD, ambos de última geração. A câmara de PLD é totalmente adaptada para o crescimento dos filmes desejados inclusive com a possibilidade de realizar RHEED, uma técnica de reflexão de elétrons que permite acompanhar o crescimento do filme durante a fabricação. No caso de nossa câmara, graças a um sistema de bombeamento diferencial a técnica pode ser empregada mesmo a altas pressões. Entre câmara de crescimento e a estação para medidas de ARPES existe a possibilidade de transferência dos filmes sobre atmosfera de ultra alto vácuo. O sistema de medidas ARPES possui 0.05° de resolução angular e 20 meV de resolução em energia.

Metodologia

- Crescimento de filmes finos de $\text{La}_2\text{CuO}_{4+\delta}$ sobre substrato de SrTiO_3 , variando pressão parcial de Oxigênio e temperatura do substrato durante a

deposição. Durante o crescimento existe a possibilidade de acompanhar o crescimento através da técnica de RHEED;

- Estudo dos filmes crescidos por técnicas de difração de raios-X para verificar a estrutura cristalina; resistividade elétrica em função da temperatura para avaliar o caráter supercondutor;
- Para filmes selecionados, medidas de foto-emissão resolvida em ângulo.

Além do projeto a ser desenvolvido ao longo desse projeto o(a) estudante poderá ter contato com diversas técnicas modernas de crescimento e caracterização de amostras, tais como epitaxia por feixe molecular (MBE, Molecular Beam Epitaxy), microscopias de tunelamento e força atômica (STM, Scanning Tunneling Microscopy; AFM, Atomic Force Microscopy), espectroscopia de fotoemissão e de absorção de raios X, entre outros.

Referencias

A. Damascelli, Z. Hussain, and Z.-X. Shen, Rev. Mod. Phys. 75, 473 (2003)

I M Vishik *et al* New J. Phys. 12 105008 (2010)

Para saber mais :

<http://en.wikipedia.org/wiki/Superconductivity>

http://en.wikipedia.org/wiki/Angle-resolved_photoemission_spectroscopy