

Avaliação Final de Bases Experimentais em Mecânica Quântica

Você estava trabalhando em um laboratório de pesquisa quando acidentalmente esqueceu um pote de sal de cozinha próximo a um tubo de raios x. Após irradiar uma amostra você observou que o sal esquecido próximo ao tubo ficou amarelo! Curioso sobre o fato observado, você resolveu irradiar com raios X o sal de cozinha e outros sais que haviam no laboratório e observou que cada sal adquiria uma coloração diferente, como na Figura abaixo:

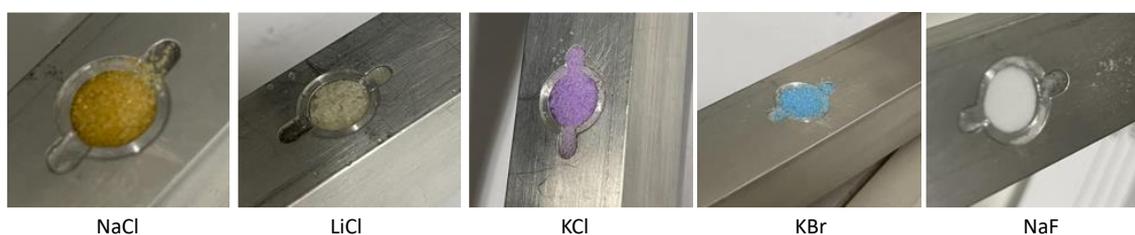


Figura 1: Haletos alcalinos após irradiação com raios-X. Todos os sais são brancos quando não irradiados.

Certo de que ganharia o prêmio Nobel com tamanha descoberta, você correu para mostrar os sais coloridos para seu orientador. Porém, observou no meio do caminho que os sais perdiam a coloração alguns minutos depois da irradiação (Figura 2).

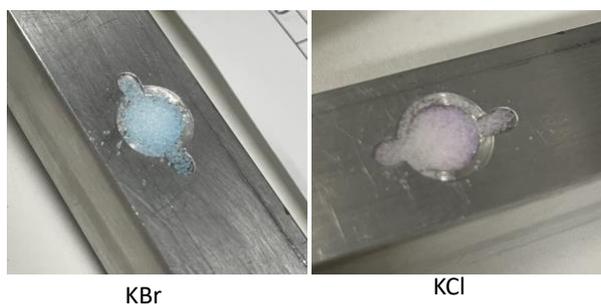


Figura 2: Descoloração dos sais alguns instantes após o término da irradiação com raios x.

Intrigado com essa observação experimental você resolveu investigar essas amostras irradiadas com as técnicas experimentais que haviam no laboratório: Difração de Raios-

X, Espectroscopia da região do UV-Visível, e termoluminescência. Use os dados fornecidos, o roteiro abaixo, e as referências listadas para explicar esse fenômeno quântico que é de extrema importância para a Física Médica!

1) Difração de Raios-X.

- 1.1) Explique a difração de raios-X. Use esquemas e ilustrações e deduza a lei de Bragg. (Dica: Livro Callister Cap 3)
- 1.2) Sabendo que a difração de raios x fornece informações sobre a estrutura cristalina dos materiais, explique o que são células unitárias, direções e planos cristalográficos, índices de Miller, Redes Bravais e parâmetros de rede. (Dica: Livro Callister Cap 3)
- 1.3) Faça uma busca por artigos científicos (use as plataformas google scholar ou ISI web of Knowledge) e descubra qual é a estrutura cristalina dos sais. Plote os difratogramas e atribua os índices de Muller para cada pico presente no difratograma de raios X.
- 1.4) Utilize o pico mais intenso do difratograma e calcule o espaçamento interplanar dos respectivos planos cristalográficos usando a lei de Bragg. Você deve dividir por dois o valor do ângulo presente no difratograma. Explique o porquê. O comprimento de onda do raio x utilizado foi de 1.541 Å.
- 1.5) Calcule o parâmetro de rede (constante de rede/ Lattice constant) usando o valor do espaçamento interplanar calculado anteriormente e os respectivos índices de Miller. Compare com os valores encontrados na literatura.

2. Espectroscopia UV-Vis

2.1 Plote os espectros de reflectância de cada sal irradiado.

2.2 Explique o que são defeitos cristalinos, os tipos de defeito, e o que é o centro F (centro de cor). (Dica: Utilize o livro Kittel – Cap 18 – Defeitos Pontuais.)

2.2 O centro F pode ser aproximado pelo modelo do poço potencial quadrado infinito – elétron em uma caixa. Deduza a expressão que relaciona a energia com o tamanho da caixa nesse modelo quântico. Que parâmetro obtido pela difração de raio X pode ser utilizado como sendo o tamanho da caixa?

2.3 Determine o pico de máxima reflectância para cada sal e determine a energia correspondente em Joule e elétron-volt. Faça uma tabela.

2.4 Plote a energia dos picos em função dos parâmetros de rede calculados para cada sal e dos valores obtidos na literatura.

2.5 Com base na equação da energia do poço potencial quadrado infinito, faça a linearização pertinente e obtenha experimentalmente a relação entre a energia de máxima reflectância e o parâmetro de rede.

2.6 Discuta seus resultados correlacionando o tamanho da caixa com o parâmetro de rede, com raio atômico, com as cores/comprimentos de onda/energia das reflectâncias.

3. Espectros Termoluminescentes (TL)

3.1 Explique a termoluminescência e correlacione os defeitos cristalinos com as armadilhas eletrônicas que produzem os espectro TL. Use o Livro Attix de 2017.

3.2 Como a termoluminescência pode ser usada para detectar radiação ionizante?

3.2 Faça uma tabela com a temperatura do pico de máxima intensidade de cada espectro TL em função do parâmetro de rede do respectivo sal. O que você pode concluir? Discuta.

3.3 Explique como a temperatura do pico TL se relaciona com a profundidade da armadilha/caixa e com a estabilidade do sinal TL. Correlacione com a descoloração do sal mostrada da Figura 2.

3.3 Com base na explicação do item anterior, explique porque o fluoreto de lítio é o melhor material TL dentre os haletos alcalinos.

Referências:

1. Callister, Ciência e Engenharia de Materiais Uma Introdução.
2. Kittel, Introdução à Física do Estado Sólido.
3. Attix, Fundamentals of Ionizing Radiation Dosimetry
4. <http://physicsopenlab.org/2018/01/22/sodium-chloride-nacl-crystal/>
5. https://en.wikipedia.org/wiki/Lattice_constant