



DETERMINAÇÃO DO ENRIQUECIMENTO ISOTÓPICO DE ÁGUA E OXIGÊNIO UTILIZADOS EM INVESTIGAÇÕES DE TRAÇAGEM ISOTÓPICA

Anderson Bordin^{1*} e Cláudio Radtke²
*anderson.bordin@ufrgs.br



1 - Instituto de Física, UFRGS, 91509-900 Porto Alegre, RS
2 - Instituto de Química, UFRGS, 91509-900 Porto Alegre, RS

Introdução

O estudo de ciências dos materiais envolve o conhecimento sobre física de altas energias na execução de técnicas de análises de materiais por feixe de íons, algumas sensíveis a presença de diferentes isótopos. A determinação do nível de enriquecimento de uma fonte gasosa enriquecida em certo isótopo nos permite utilizá-lo como ferramenta de investigação de fenômenos físico-químicos durante etapas do processamento de materiais através de *traçagem isotópica*.

Motivação: investigar o nível de enriquecimento no isótopo ¹⁸O de fonte utilizada em tratamentos térmicos..

Metodologia

Amostras de Si foram previamente limpas de acordo com estudos anteriores^{1,2}, com posterior oxidação térmica em atmosferas estáticas de ¹⁸O₂ e D₂¹⁸O a diferentes períodos de tempo, gerando SiO₂. Com feixe de prótons incidentes, que rompem o potencial coulombiano dos isótopos, provoca-se uma reação nuclear; a espécie instável formada decai em partículas α (fig1), sendo a quantidade detectada proporcional a concentração ¹⁸O.

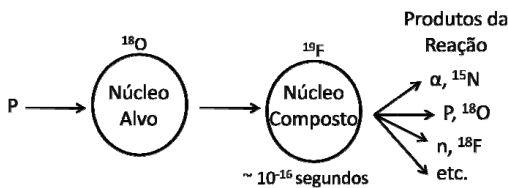


Figura 1: Produtos da reação nuclear com ¹⁸O.

Análises por Reação Nuclear (NRA, em inglês)³ opera numa região de platô (730 keV) - secção de choque (probabilidade de reação) constante (fig2). Desta, obtém-se informação a respeito da concentração do isótopo ¹⁸O presente na amostra pela comparação com padrão.

A Perfilometria por Reação Nuclear (NRP, em inglês)³ determina a presença de ¹⁸O em função da profundidade (espessura real do óxido); prótons de 151 keV (ressonância da secção de choque) incidem na amostra; varrendo-se a energia do feixe, produz-se partículas α desde a superfície até diferentes profundidades⁴.

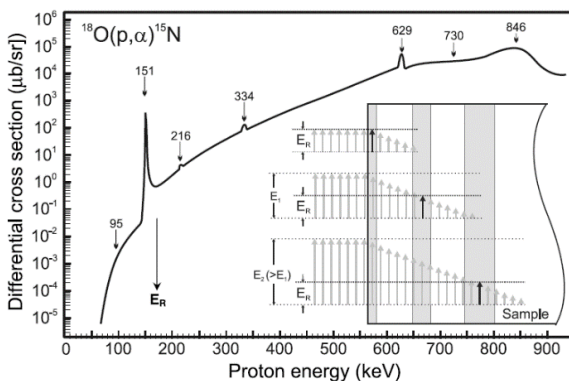


Figura 2: curva da secção de choque diferencial; no detalhe, ilustração da técnica NRP.

Conhecidos alguns parâmetros de análise, determina-se a quantidade de ¹⁸O (NRA). A diferença entre supor o filme estequiométrico (espessura nominal) e o experimental (NRP) representa a porcentagem de enriquecimento.

Resultados e Discussões

Os resultados de NRA nos fornecem uma curva, cuja integral é proporcional a área de ¹⁸O, a ser comparada com padrão.

Os dados coletados em experimentos de NRP são analisados em um software de simulação⁵ de perda de energia na matéria (fig3), permitindo sua interpretação;

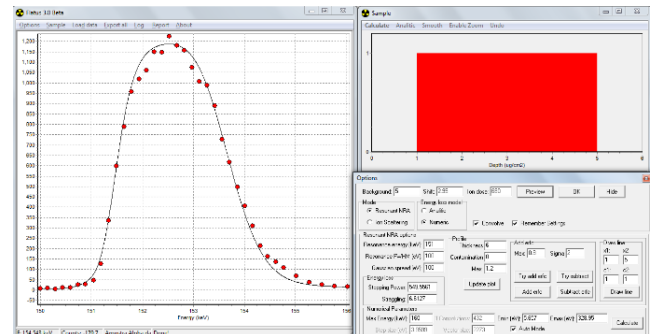


Figura 3: Simulação dados NRP pelo software Flatus; perfil pode ser transformado em espessura física do filme.

INFORMAÇÕES:

- NRA → densidade areal (átomo/cm²) de ¹⁸O → padrão: quantidade e espessura conhecida (3.047E+16).
- NRP → espessura do filme → (μg/cm²) * (1/densidade) = (μg/cm²) * (cm³/g) = **xx_10⁻⁸ m**

Amostra	atm/cm2	NRA [nm]	NRP [nm]	%
D ₂ ¹⁸ O ₂ 1000°C 30min	3.90E+16	8.1	7.5	53.90
D ₂ ¹⁸ O ₂ 1000°C 1h30min	8.27E+16	16.8	15.8	53.25
D ₂ ¹⁸ O ₂ 1000°C 2h30min	1.12E+17	32.3	25.3	63.80
D ₂ ¹⁸ O ₂ 1000°C 6h30min	1.80E+17	52.0	42.3	61.43
¹⁸ O ₂ 950°C 30min	4.07E+16	11.8	6.6	89.46
¹⁸ O ₂ 950°C 1h30min	7.97E+16	23.0	12.8	90.17
¹⁸ O ₂ 950°C 2h30min	1.13E+17	32.8	17.5	93.82
¹⁸ O ₂ 950°C 6h30min	2.02E+17	58.5	32.5	90.00

Conclusão

Foi investigada o enriquecimento no isótopo raro ¹⁸O. O valor obtido fica entre 55 e 60 %, que nos indica que a grau de enriquecimento foi perdido ao longo dos anos devido a troca isotópica natural com o ambiente.

Referências

1. Okumura, H.; Akane, T.; Matsumoto. *Applied Surface Science*. 1998, 125, 125.
2. Kern, W.; Puotinen, D. A.. *This Week's Citation Classic*. 1970, 31, 187.
3. *The use of narrow nuclear resonances in the study of alternative metal-oxide-semiconductor structures* - Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 249 (2006) 278–285.
4. Rollim, G. K.. *Efeito do Eletrodo de Platina e da Passivação com Enxofre na Formação de Filmes Dielétricos sobre Germânio*. Porto Alegre, 2014.
5. Flatus 3.0.0.3 – Rafael Pezzi Produções