

MEDIDA DA MENOR ENERGIA DE EXCITAÇÃO DO ÁTOMO DE MERCÚRIO NO EXPERIMENTO DE FRANCK-HERTZ

Antônio Barbosa¹, Neusa Santos² e Paulo da Silva³

1. Curso de Engenharia Elétrica da Escola Politécnica da USP (No USP: 000000).
2. Curso de Engenharia Elétrica da Escola Politécnica da USP (No USP: 111111).
3. Curso de Engenharia Elétrica da Escola Politécnica da USP (No USP: 222222).

Resumo

Neste trabalho foi medido a menor energia de excitação do átomo de mercúrio em um tubo de Franck-Hertz. Essa energia foi obtida através da medição da dependência da corrente anódica pelo potencial acelerador. Neste experimento foi obtido a diferença de energia entre os níveis 3P_0 e 1S_0 para a temperatura $182 \pm 5^\circ C$ sendo encontrado os valores de $4,55 \pm 0,02 eV$ para os picos e $4,72 \pm 0,03 eV$ para os vales. A partir dos resultados obtidos para picos e vales foi encontrado o valor médio para essa energia sendo este valor igual a $4,64 \pm 0,04 eV$. A partir dos valores da energia para os picos e vales foi possível estimar o livre caminho médio e a seção de choque para os elétrons no gás de mercúrio. Os resultados encontrados estão em desacordo com o valor esperado em apenas 0,6 % o que indica que, em geral, os resultados obtidos no experimento são bastantes satisfatórios.

Obs1: Nesta parte do relatório deve ser apresentado um pequeno resumo do experimento com os principais resultados obtidos e deve também ser comentados se os resultados obtidos são compatíveis com as previsões teóricas e portanto as incertezas devem sempre ser expressas corretamente. **Obs:** o resumo deve ser pequeno e conter somente as informações mais importantes relacionadas ao trabalho.

0.1 Resultados

A figura 1 abaixo mostra a dependência da corrente do anodo com o potencial acelerador onde os picos e os vales foram enumerados. Essa curva foi obtida através da média para 10 aquisições distintas. Já na tabela 1 é mostrado o potencial associado aos picos, assim como a diferença de potencial entre picos consecutivos e a respectiva incerteza na diferença.

Obs2: Não esqueça de enumerar os picos que aparecem na figura 1. Para saber corretamente a ordem do pico, lembre-se que o primeiro pico deve aparecer por volta de 7V e segundo em 7+5 V e assim sucessivamente.

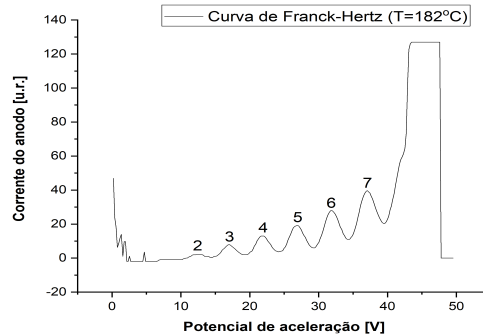


Figura 1 - Ordem de aparecimento dos picos de corrente na curva $I(V_A)$.

Com a intenção de melhor determinar a posição dos máximos, foi feito inicialmente um ajuste parabólicos para se subtrair a tendencia de crescimento da curva e em seguida um ajuste não linear com uma função gaussiana do tipo $y(x) = y_0 + A/(w\sqrt{\pi/2}\exp\left[-2\left(\frac{x-x_C}{w}\right)^2\right]$. Portanto a posição do pico foi determinada a partir do valor de x_C ajustado.

Temperatura 182 C				Temperatura 182 C		
Ordem dos picos	Potencial associado ao pico [V]	Diferença de potencial $d_{i,j}$ entre os picos [V]	Incerteza em $d_{i,j}$ [V]	Ordem dos vales	Potencial associado ao vale [V]	Diferença de potencial $d_{i,j}$ entre os vales [V]
1	—	—	—	1	—	—
2	11,92	4,81	0,10	2	14,56	4,87
3	16,73	5,02	0,07	3	19,43	4,92
4	21,75	4,81	0,08	4	24,35	4,97
5	26,56	5,02	0,05	5	29,32	5,07
6	31,58	5,02	0,10	6	34,38	5,16
7	36,60			7	39,54	

Tabela 1- Potencial, diferença de potencial entre picos e vales consecutivos e incertezas associadas aos picos e vales.

Obs3: Escrever essas grandezas da tabela acima com apenas duas casas decimais.

Nas figuras 2 e 3 são mostrados as dependências da variação da energia entre picos e vales consecutivos na curva de Franck-Hertz. A partir das curvas ajustadas foi possível determinar a menor energia de excitação dos átomos de mercúrio, assim como o livre caminho médio e a seção de choque. Esses resultados estão resumidos na tabela 2.

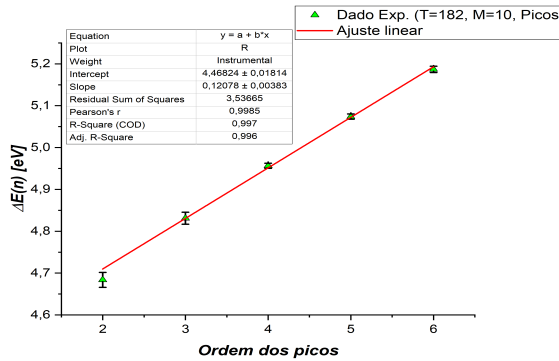


Figura 2 - Ajuste linear da diferença de energia entre dois picos consecutivos em função da ordem de aparecimento dos picos.

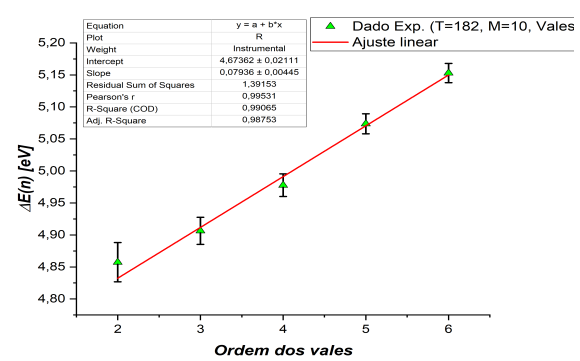


Figura 3 - Ajuste linear da diferença de energia entre dois vales consecutivos em função da ordem de aparecimento dos vales.

A tabela 2 mostra um resumo dos principais valores encontrados neste experimento para a energia mínima de excitação do mercúrio, o livre caminho médio e a seção de choque obtidos a partir da curva de Franck-Hertz para os picos e vales.

Temperatura [°C]	Energia de excitação (picos) [eV]	Energia de excitação (vales) [eV]	Livre caminho médio (picos) [m]	Seção de choque (picos) [m ²]	Livre caminho médio (vales) [m]	Seção de choque (vales) [m ²]
182 ± 5	$4,55 \pm 0,02$	$4,72 \pm 0,03$	$(103 \pm 3) \cdot 10^{-6}$	$(0,2 \pm 0,1) \cdot 10^{-20}$	$(66 \pm 5) \cdot 10^{-6}$	$(0,24 \pm 0,10) \cdot 10^{-20}$

Tabela 2- Energia mínima de excitação, livre caminho médio e seção de choque para picos e vales.

Na tabela 3 estão expostos os valores da energia mínima de excitação do mercúrio, o livre caminho médio e a seção de choque obtidos a partir da média entre os valores obtidos para os picos e vales.

Temperatura [°C]	Energia de excitação (valor médio) [eV]	Energia de excitação (valor esperado) [eV]	Livre caminho médio (valor médio) [m]	Livre caminho médio (valor esperado) [m]	Seção de choque (valor médio) [m ²]	Seção de choque (valor esperado) [m ²]
182 ± 5	$4,64 \pm 0,04$	4,67	$(85 \pm 6) \cdot 10^{-6}$	$31,078 \cdot 10^{-6}$	$(0,22 \pm 0,10) \cdot 10^{-20}$	$0,5 \cdot 10^{-20}$

Tabela 3- Valores médios e esperados para a energia mínima de excitação do mercúrio, livre caminho médio e seção de choque.

Obs4: Valores esperados para a menor energia de excitação do átomo de mercúrio, livre caminho médio e seção de choque são os seguintes:

$$E_a = 4,67\text{eV}$$

$$\sigma_T = 0,5.10^{-20}m^2$$

$$\lambda = \frac{k_B T}{p \cdot \sigma_T} = \frac{1,38.10^{-23}T}{8,7.10^{(10,5-3110/T)}.0,5.10^{-20}}$$

Na expressão para o livre caminho médio esperado, substitua o valor da temperatura média em que foram obtido os dados.

0.2 Discussão dos resultados e conclusão

Nesta parte do relatório tente discutir os resultados obtidos. Em sua análise tente comparar os resultados obtidos com os valores previstos pela teoria e verifique em quantos desvios padrão se dá a divergência. Lembre que é esperado que o resultado experimental divirja do resultado teorico em no máximo 3σ (3 desvios padrão).

Referências

- [1] Deve ser indicada todo o material bibliográfico utilizado na confecção desse relatório, isto inclui não só livros como artigos mas também sites da internet.