

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).

Equipamento 01

Obs: o número do equipamento está escrito em cima do forno de Franck-Hertz

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 $180,1 \pm 0,3^\circ C$ sendo encontrado o valor médio de $4,50 \pm 0,08$. A partir do valor 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 3,6% o que indica que, em geral, os resultados obtidos no experimento são bastantes satisfatórios.

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 Introdução

Em 1914, J. Franck e G. Hertz observaram que as colisões entre elétrons pouco energéticos e átomos de mercúrio podem ser de dois tipos: a) os elétrons ao colidirem transferem uma quantidade bem definida de energia para os átomos de mercúrio e portanto sofrem colisões inelásticas; ou b) os elétrons sofrem colisões elásticas com os átomos de mercúrio mantendo sua energia inicial praticamente inalterada. Esta descoberta confirmou a hipótese de Bohr e outros que previam que os átomos possuem estados de energia bem discretos. Neste trabalho pretende-se, utilizando um equipamento semelhante ao utilizado Franck-Hertz, obter o potencial de excitação para a transição $^1S_0 \rightarrow ^3P_0$ que não foi medida originalmente no experimento inicial. Este trabalho está dividido da seguinte maneira: no item 2 é apresentado um pequeno resumo da descrição do aparato experimental; no item 3 são apresentados os resultados obtidos; no item 4 é discutido os resultados e no item 5 é feita uma conclusão.

Seria muito interessante se você mostrasse alguns detalhes teóricos que estão por de traz do experimento de Franck-Hertz com níveis de energia e possíveis transições que o átomo de mercúrio pode realizar.

0.2 Resultados

A Fig. 1 abaixo mostra a dependência da corrente do anodo com o potencial acelerador onde os picos e os vales foram enumerados. Já nas tabelas 1 e 2 são mostrados o potencial associado aos picos e vales, assim como as diferenças de potenciais entre picos/vales consecutivos e as respectivas incertezas nas diferenças.

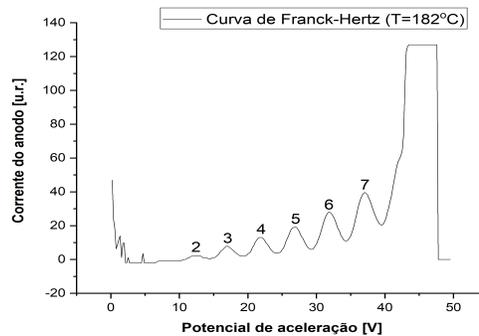


Fig. 1 - Ordem de surgimento dos picos de corrente na curva $I(V_A)$ de Franck-Hertz.

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 $180,1 \pm 0,3 \text{ } ^\circ\text{C}$				Temperatura $180,1 \pm 0,3 \text{ } ^\circ\text{C}$			
Ordem dos picos	Potencial associado ao pico [V]	Diferença de potencial entre picos [v]	Incerteza [V]	Ordem dos vales	Potencial associado ao vale [V]	Diferença de potencial entre vales [v]	Incerteza [V]
1	7,07	4,02	0,03	1	8,70	4,59	0,02
2	11,08	4,60	0,01	2	13,29	4,66	0,01
3	15,68	4,72	0,01	3	18,00	4,76	0,01
4	20,39	4,81	0,01	4	22,71	4,83	0,01
5	25,20	4,86	0,01	5	27,55	4,92	0,01
6	30,06	4,94	0,01	6	32,46	5,01	0,01
7	35,00	5,01	0,01	7	37,47		
8	40,01						

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

Temperatura $180,1 \pm 0,3 \text{ } ^\circ\text{C}$				Temperatura $180,1 \pm 0,3 \text{ } ^\circ\text{C}$			
Ordem dos picos	Potencial associado ao pico [V]	Diferença de potencial entre picos [v]	Incerteza [V]	Ordem dos vales	Potencial associado ao vale [V]	Diferença de potencial entre vales [v]	Incerteza [V]
1	6,99	4,07	0,03	1	8,57	4,70	0,03
2	11,06	4,58	0,01	2	13,26	4,68	0,01
3	15,64	4,74	0,01	3	17,94	4,77	0,01
4	20,39	4,79	0,01	4	22,71	4,83	0,01
5	25,18	4,88	0,01	5	27,54	4,93	0,01
6	30,06	4,94	0,01	6	32,47	5,00	0,01
7	35,01	5,02	0,01	7	37,47		0,01
8	40,03						

Tabela 2 - Potencial, diferença de potencial entre picos e vales consecutivos e incertezas associadas aos picos e vales para a segunda aquisição.

Nas Fig.2, Fig.3, Fig.4 e Fig.5 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. Os resultados para as duas aquisições são mostrados na tabela 3.

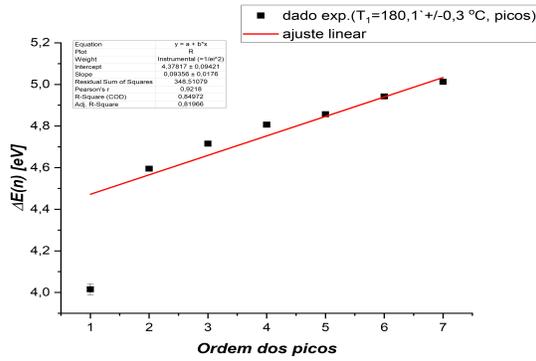


Fig. 2 Ajuste linear da diferença de energia entre dois picos consecutivos pela ordem dos picos referente a primeira aquisição.

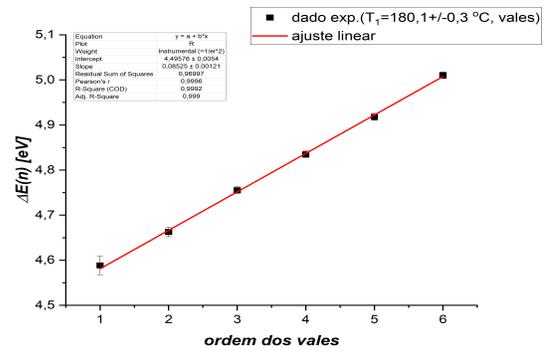


Fig. 3 Ajuste linear da diferença de energia entre dois vales consecutivos pela ordem dos picos referente a primeira aquisição.

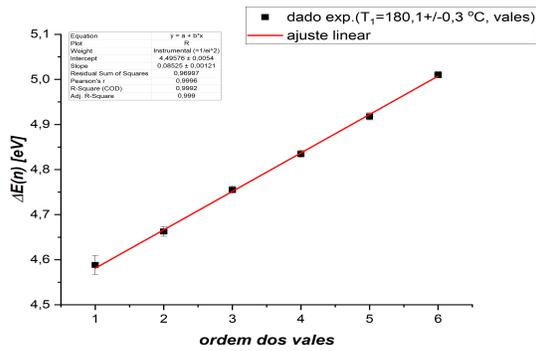


Fig. 4 Ajuste linear da diferença de energia entre dois picos consecutivos pela ordem dos picos referente a segunda aquisição.

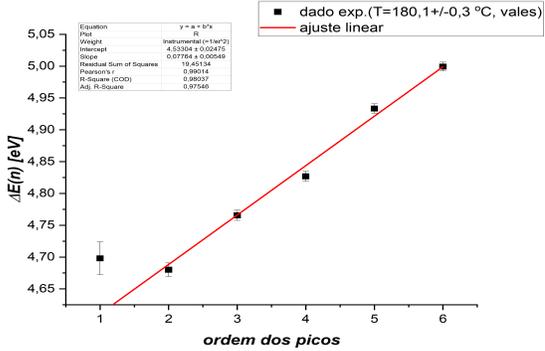


Fig. 5 Ajuste linear da diferença de energia entre dois vales consecutivos pela ordem dos picos referente a segunda aquisição.

A tabela 3 mostra um resumo dos principais valores encontrados para a menor energia de excitação do átomo de mercúrio, o livre caminho médio e a seção de choque para as duas aquisições obtidas no experimento 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]
180,1 ± 0,3	4,43 ± 0,10	4,55 ± 0,01	(84,91).10 ⁻⁶	(1,94).10 ⁻²¹	(74,73).10 ⁻⁶	(2,20).10 ⁻²¹
180,1 ± 0,3	4,44 ± 0,09	4,57 ± 0,03	(84,68).10 ⁻⁶	(1,95).10 ⁻²¹	(68,27).10 ⁻⁶	(2,42).10 ⁻²¹

Tabela 3 - Energia mínima de excitação, livre caminho médio e seção de choque para picos e vales.

Na tabela 4 estão expostos os valores médios da energia de excitação do mercúrio, o livre caminho médio e a seção de choque.

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]
180,1 ± 0,3	4,50 ± 0,08	4,67	(78 ± 8) · 10 ⁻⁶	33 · 10 ⁻⁶	(2,1 ± 0,2) · 10 ⁻²¹	5,0 · 10 ⁻²¹

Tabela 4 - Valores médio e esperado para a menor energia de excitação do átomo de mercúrio, livre caminho médio e seção de choque.

0.3 Discussão e conclusão dos resultados.

Nesta parte do relatório tente discutir os resultados obtidos. Em sua análise tente comparar os resultados obtidos com os valores previstos pela teoria. Apresente também um breve resumo do experimento com os principais resultados obtidos.

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.