

### TAREFAS

- Medição da corrente de receptor  $I$  como função da tensão  $U$  entre cátodo e grade.
- Determinação da distância  $\Delta U$  da máxima ou mínima de corrente.
- Comparação da distância de tensão com a energia de excitação dos átomos de mercúrio.

### OBJETIVO

Registro e análise da curva de Franck-Hertz no mercúrio

### RESUMO

Com a experiência Franck-Hertz com mercúrio pode-se observar a transferência de energia de elétrons através de choque inelástico ao atravessar vapor de mercúrio. A transferência de energia ocorre gradualmente, já que por causa do choque há transferência de energia nos átomos de mercúrio. A experiência fornece assim uma comprovação do modelo atômico de Bohr e do nível de energia discreto nos átomos nele contido.

### APARELHOS NECESSÁRIOS

Número	Instrumentos	Artigo N°
1	Tubo de Franck-Hertz com preenchimento Hg e forno de aquecimento (230 V, 50/60 Hz)	U8482550-230 ou
	Tubo de Franck-Hertz com preenchimento Hg e forno de aquecimento (115 V, 50/60 Hz)	U8482550-115
1	Aparelho para a experiência de Franck-Hertz (230 V, 50/60 Hz)	U8482530-230 ou
	Aparelho para a experiência de Franck-Hertz (115 V, 50/60 Hz)	U8482530-115
1	Osciloscópio analógico, 2x30 MHz	U11175
1	Multímetro digital P3340	U118091
1	Cabo HF	U11255
2	Cabo HF, BNC / conector de 4 mm	U11257
1	Conjunto de 15 cabos de segurança para experiências, 75 cm	U138021



### FUNDAMENTOS GERAIS

Em 1914 James Franck e Gustav Hertz informam que os elétrons soltam a sua energia gradualmente ao atravessar vapor de mercúrio, e que ao mesmo tempo observa-se a emissão da linha ultra-violeta ( $\lambda = 254 \text{ nm}$ ) do mercúrio. Vários meses depois, Niels Bohr reconheceu nisso uma comprovação do modelo atômico por ele desenvolvido. A experiência de Franck-Hertz com o mercúrio é por isso uma experiência clássica para a comprovação da teoria quântica:

Num tubo de vidro evacuado, encontram-se um após o outro, um cátodo aquecido C, uma grade G e um eletrodo receptor A (ver Fig. 1). Elétrons escapam do cátodo e são acelerados através de uma tensão  $U$  em direção à grade. Eles atravessam a grade e chegam ao receptor contribuindo para a corrente  $I$  de receptor caso a sua energia cinética seja suficiente para superar a tensão contrária  $U_{GA}$  entre a grade e o receptor. Adicionalmente, encontra-se uma gota de mercúrio no tubo de vidro que é aquecido a uma pressão de vapor de aproximadamente 15 hPa. Com o aumento tensão  $U$  também aumenta num primeiro tempo a corrente de receptor  $I$ , já que cada vez mais elétrons são absorvidos pelo campo elétrico da nuvem de corrente ambiente em torno de cátodo.

Porém, ao atingir um valor determinado  $U = U_1$  os elétrons adquirem suficiente energia cinética logo antes da grade para poder transferir a energia necessária para a excitação de um átomo de mercúrio através dos choques inelásticos. A corrente de receptor cai a quase zero, já que os elétrons após o choque não conseguem mais superar a tensão contrária ao receptor. Ao aumentar ainda mais a tensão, os elétrons adquirem a energia necessária para o choque excitador dos átomos de mercúrio cada vez mais cedo antes da grade. Após o choque eles são novamente acelerados e recebem a energia cinética suficiente para chegar ao receptor. A corrente de receptor aumenta novamente.

Com uma tensão  $U = U_2$  ainda mais alta, os elétrons absorvem pela segunda vez tanta energia após o choque que eles podem excitar um segundo átomo de mercúrio. A corrente de receptor também cai drasticamente com essa tensão, para logo, com o aumento da tensão, voltar a subir até que ela pela terceira vez e com uma tensão ainda maior volte a cair várias vezes.

### OBSERVAÇÃO

O primeiro valor de tensão  $U_1$  não é de 4,9 V, mas é deslocado na proporção da chamada tensão de contato entre o cátodo e a grade.

### ANÁLISE

As tensões  $U_1, U_2, U_3, \dots$ , nas quais a corrente medida na linha de reconhecimento  $I(U)$  cai drasticamente, apresentam a distância constante  $\Delta U = 4,9 \text{ V}$ . Esta distância corresponde à energia de excitação  $E_{Hg} = 4,9 \text{ eV}$  ( $\lambda = 254 \text{ nm}$ ) do átomo de mercúrio a partir do estado inicial  $^1S_0$  no primeiro estado  $^3P_1$ . É válido:

$$(1) \quad E_{Hg} = e \cdot \Delta U$$

$e$ : Carga elementar

O resultado da medição é assim explicado pela recepção de energia discreta do átomo de mercúrio com o choque inelástico e a transferência de uma quantidade determinada de energia correspondente pelos elétrons.

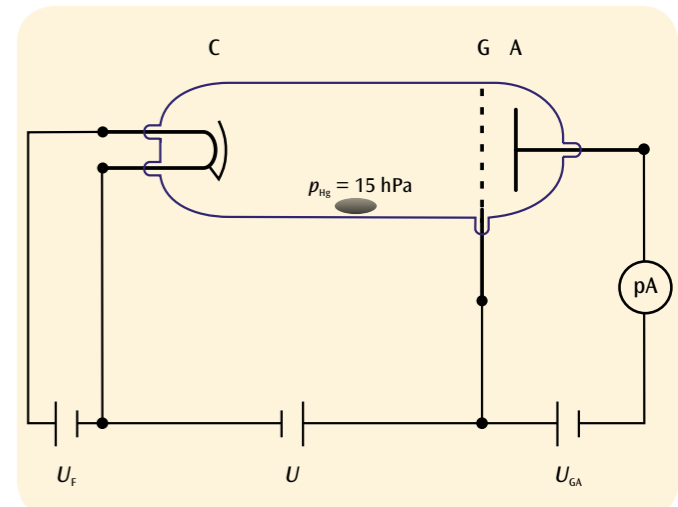


Fig. 1: Estrutura esquemática para o registro da curva de Franck-Hertz no mercúrio

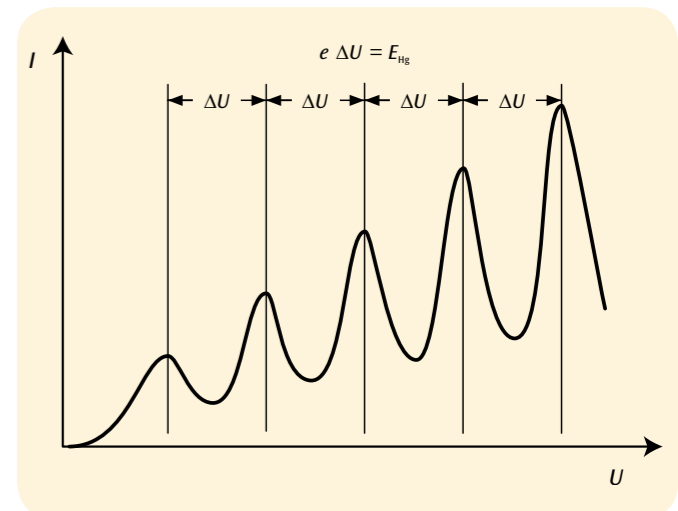


Fig. 2: Corrente de receptor  $I$  em função da tensão de aceleração  $U$