

Experimento 2: Estudo Dirigido sobre Efeito Fotoelétrico

Larissa Simões – 232028230
Turma 01

Thiago Ferreira – 231025717
Turma 01

Resumo—Este relatório aborda o estudo do efeito fotoelétrico, fenômeno no qual elétrons são emitidos de uma superfície metálica quando exposta à radiação eletromagnética de frequência suficientemente elevada. O propósito do experimento foi estimar a constante de Planck, a função trabalho da fotocélula e a frequência de corte da radiação incidente. Para isso, foram utilizados uma lâmpada de mercúrio, rede de difração, filtros e uma fotocélula. Os resultados obtidos possibilitaram a análise da ordem de grandeza da constante de Planck e a discussão de limitações inerentes ao processo experimental.

Index Terms—efeito fotoelétrico, constante de Planck, função trabalho, frequência de corte

I. INTRODUÇÃO

O efeito fotoelétrico corresponde à liberação de elétrons de um material metálico quando iluminado por radiação eletromagnética cuja frequência ultrapassa um valor mínimo, conhecido como frequência de corte. Esse fenômeno foi fundamental para o avanço da mecânica quântica, visto que não pode ser descrito adequadamente pelos modelos da física clássica.

A. Objetivos do Experimento:

- Determinar experimentalmente a constante de Planck (h);
- Calcular a função trabalho (ϕ) da fotocélula utilizada;
- Identificar a frequência de corte (f_0) da radiação.

II. MATERIAIS E MONTAGEM

- Fotocélula;
- Rede de difração (600 linhas/mm);
- Filtros de cor: 580 nm e 525 nm;
- Fenda de abertura ajustável;
- Lente convergente ($f = +100$ mm);
- Lâmpada de mercúrio;
- Trilho de sustentação;
- Amplificador universal de medição (configurado como eletrômetro);
- Multímetro digital.

III. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Inicialmente, a lâmpada foi posicionada em uma das extremidades do trilho e a fotocélula na outra. A fenda foi ajustada a uma distância de 9 cm da fonte, e a lente, a aproximadamente

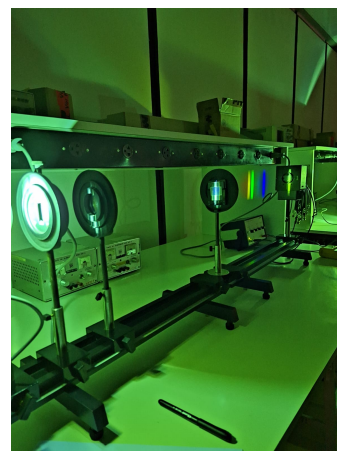


Figura 1. Montagem experimental utilizada para o estudo do efeito fotoelétrico.

20 cm da fenda. O voltímetro foi configurado na escala de 2 V DC. Em seguida, selecionou-se o feixe monocromático por meio da rede de difração. Com a janela da fotocélula inicialmente fechada, realizou-se o ajuste de zero no amplificador. Após a estabilização, a janela foi aberta para registrar a tensão correspondente, sendo fechada ao final de cada medição.

Algumas precauções foram necessárias: o sistema foi ligado 15 minutos antes das medições; manteve-se distância do bulbo devido à temperatura elevada (acima de 100 °C); e evitou-se a observação direta da lâmpada devido à emissão de radiação ultravioleta.

IV. RESULTADOS EXPERIMENTAIS

A relação fundamental para a frequência (f) em função do ângulo de difração (θ), do espaçamento da rede (d) e da velocidade da luz (c) é dada por:

$$\lambda = d \cdot \sin(\theta) \quad (1)$$

(2)

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{c}{d \cdot \sin(\theta)} \quad (3)$$

Tabela I

MEDIÇÕES DE TENSÃO DE PARADA PARA DIFERENTES FREQUÊNCIAS.

Medida	$\theta / ^\circ$	$f / 10^{14} \text{ Hz}$	V / V
Azul 1	11	8,218	1,64
Azul 2	13	6,949	1,33
Roxo	18	6,735	1,28
Verde	20	5,368	0,96
Laranja	21	5,125	0,91

B. Análise

A energia cinética máxima (K_{max}) dos fotoelétrons é linearmente dependente da frequência (f) da luz incidente, conforme a equação de Einstein:

$$K_{max} = h \cdot f - \phi \quad (4)$$

onde h é a constante de Planck e ϕ é a função trabalho do material. A energia K_{max} pode ser determinada pelo potencial de retardo (V_0), tal que $K_{max} = e \cdot V_0$. Portanto, a relação para o potencial de retardo é:

$$V_0(f) = \frac{h}{e} \cdot f - \frac{\phi}{e} \quad (5)$$

A partir de um ajuste linear dos dados da Tabela I, foram obtidos os seguintes valores experimentais:

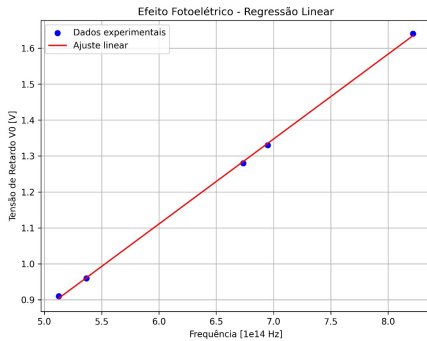


Figura 2. Gráfico de pontos com regressão linear.

- **Constante de Planck experimental:**

$$h_{exp} = 3,783 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

- **Função trabalho:**

$$\phi = 0,306 \text{ eV}$$

Para fins de comparação, o valor teórico da constante de Planck é:

$$h_{real} = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

A frequência de corte (f_0), que é a frequência mínima para a ocorrência do efeito, foi calculada como:

$$f_0 = \frac{\phi}{h_{exp}} = 1,295 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

A. Questões Propostas:

- 1) **Compare o valor da constante de Planck obtido no experimento com o valor encontrado nos livros. Comente a precisão do experimento destacando as possíveis fontes de erro.**

- Valor da constante de Planck obtido experimentalmente:

$$h_{exp} = 3,783 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

- O valor esperado:

$$h_{real} = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

O valor encontrado se aproxima em magnitude do valor presente na literatura.

- 2) **Explique como o potencial de retardo pode afetar o valor de h obtido no experimento.**

A luz em alta frequência incide sobre o cátodo e, portanto, ocorre o efeito fotoelétrico. Os fótons em forma de onda, fornecem energia para os elétrons do material. Se a energia da onda for maior que a função trabalho, elétrons são ejetados com k_{max} .

- 3) **Podemos utilizar o valor da função trabalho encontrado para caracterizar o material do catodo? Explique porque.**

Podemos utilizar a função trabalho para caracterizar o material, dado que a função trabalho é a energia mínima necessária para remover um elétron da superfície de um material específico. Dado que os fotoelétrons em direção ao cátodo, criam uma corrente elétrica dentro da célula.

- 4) **Explique utilizando conceitos de física quântica, porque o fenômeno da emissão fotoelétrica não ocorre para frequências abaixo da frequência de corte. É possível explicar o experimento utilizando apenas a física clássica? Explique.**

A física quântica fundamenta o efeito fotoelétrico de forma em que a luz não é uma onda contínua, mas sim pacotes discretos de energia, os fótons. Seguindo que $E = hf$, que implica diretamente na ejeção de elétrons, dado que é definido k_{max} para ejetar os elétrons. No entanto, ao observar a física clássica, conclui-se que não é possível explicar o fenômeno, dado que a emissão de elétrons depende, exclusivamente, da intensidade da luz.

- 5) **Explique o que ocorre na célula fotoelétrica desde o momento em que é descarregada, até o momento que a leitura do multímetro é máxima.**

A luz atinge a célula descarregada, elétrons são ejetados do cátodo e viajam para o ânodo, gerando corrente, que faz com que haja diferença de potencial entre as placas. A tensão possui um campo elétrico, que atua como freio, dificultando a passagem de elétrons subsequentes. À medida que o potencial de frenagem aumenta, a corrente diminui até que a leitura do multímetro atinge seu valor máximo.

- 6) **Os elétrons que absorvem fótons com a frequência de corte poderiam contribuir para o aumento da tensão obtida com o voltímetro?**

Não, os elétrons absorvem os fótons com a frequência de corte. Isso se explica pela equação do efeito fotoelétrico, a energia cinética máxima de um elétron ejetado é a energia do fóton (hf) menos a energia gasta para escapar do material (função trabalho). Então, compreende-se que os fótons ficariam próximos ao átomo de origem e, conseqüentemente, seriam reabsorvidos.

VI. CONCLUSÃO

A prática experimental possibilitou determinar aproximadamente a constante de Planck, a análise da função trabalho e a identificação da frequência de corte da radiação incidente. Apesar de limitações instrumentais e de algumas discrepâncias em relação ao material da fotocélula, o estudo cumpriu seu objetivo didático, demonstrando a validade do modelo quântico da luz.

REFERÊNCIAS

- [1] A. Ceschin, *Materiais Elétricos e Magnéticos*. Brasília, DF, 226 p.
- [2] W. M. Haynes (ed.), *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, 97ª ed. Boca Raton: CRC Press, 2016.