

# Experimento 3

## Estudo dirigido sobre estruturas cristalinas

Carlos E. da S. Papa – 232013390, Robson Lima De Oliveira – 211067362, Ronan Cunha Freitas – 232013425

Turma 01

### 1. OBJETIVOS

Os objetivos são: estudo do efeito fotoelétrico, determinação da constante de Planck, determinação da função trabalho da fotocélula e determinação da frequência de corte para a fotocélula.

### 2. MATERIAIS e EQUIPAMENTO UTILIZADOS

- Fotocélula;
- Rede de difração, 600 linhas/mm;
- Filtros, 580 nm e 525 nm;
- Fenda de abertura ajustável;
- Lente convergente,  $f + 100$  nm;
- Lâmpada de mercúrio;
- Trilho de sustentação;
- Amplificador universal de medição;
- Multímetro digital.

### 3. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Faça-se a montagem do experimento como indicado na figura (1) com a lâmpada de mercúrio e a fotocélula nas extremidades do trilho. E então posiciona-se a fenda ajustável a aproximadamente 9 cm da lâmpada, e a lente a 20cm da mesma.

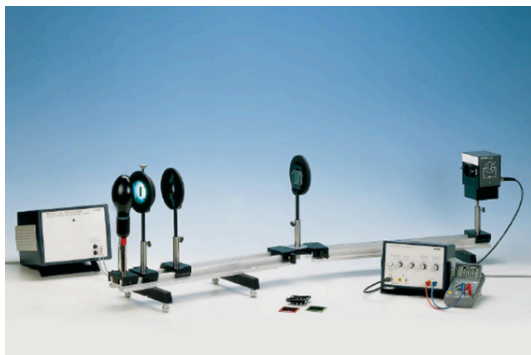


Figure 1: Montagem do experimento

Posteriormente, liga-se a lâmpada e focalizando o feixe de luz na fotocélula, movimentando-se o suporte da lente sobre o trilho. Certifica-se que a janela da fotocélula esteja fechada. Então, ajusta-se a abertura da fenda para que a imagem formada na fotocélula tenha a largura a cerca de 1 cm.

Antes de conectar a fotocélula ao amplificador deve-se:

- Amplificador
  - Modo de operação: eletrômetro ( $R_e > 10^{13} \Omega$ ).
  - Amplificação: 100.
  - Constante de tempo: 0.
- Voltímetro
  - Escala 2V DC.

Em seguida, ajusta-se o zero do amplificador atuando-se no botão "0" mantendo o botão de descarga da fotocélula pressionado, acompanhando o valor da saída com o voltímetro. E por fim, para realizar a medição segue-se os seguintes passos:

- Movimente o trilho para selecionar a faixa monocromática desejada.
- Com a janela da fotocélula fechada, verifique o zero do amplificador.
- Abra a janela e espere alguns segundos para o valor de tensão no voltímetro se estabilizar e faça a leitura.
- Feche a janela da fotocélula.

Durante todo o processo deve-se lembrar das seguintes observações:

- Liga-se os equipamentos 15 minutos antes de fazer as medidas.
- Evite desligar a lâmpada, pois uma vez desligada, só será possível religa-la após seu resfriamento. O que leva aproximadamente 10 minutos.
- Não toque na lâmpada, a temperatura do bulbo pode ultrapassar 100°C.
- Nunca olhe diretamente para a abertura da lâmpada, a radiação ultravioleta é nociva a sua visão.
- Só abra a janela da fotocélula durante as medições. Fora desta condição a janela deve ficar sempre fechada.

#### 4. RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Seguindo o procedimento experimental obtemos os seguintes resultados no laboratório:

Table 1: Medições de Tensão em Função da Corrente DC

Faixa Monocromática	Ângulo [°]	Tensão [V]
Azul 1	12	0.65
Azul 2	14	0.52
Azul 3	16	0.51
Verde	20	0.32
Laranja	21	0.20

Partindo do Princípio de Huygens temos a seguinte relação:

$$n \lambda = d \sin \theta$$

Em que  $\lambda$  é o comprimento da onda eletromagnética no vácuo e  $d$  a distância entre as linhas da rede de difração:

$$\lambda = \frac{c}{v}$$

$$d = \frac{1}{600} \cdot 10^{-3} [m] = 1.667 \cdot 10^{-6} [m]$$

Durante este experimento tomamos os dados do primeiro harmônico. Assim, utilizamos a seguinte relação para obter as frequências de cada faixa:

$$v = \frac{c}{d \sin \theta}, \quad c = 299'792'458 \left[ \frac{m}{s} \right]$$

E assim preenchemos a seguinte tabela:

Table 2: Medições de Tensão em Função da Corrente DC

Faixa Monocromática	Frequência [Hz]	Tensão [V]
Azul 1	$8.651532 \cdot 10^{14}$	0.65
Azul 2	$7.435271 \cdot 10^{14}$	0.52
Azul 3	$6.525802 \cdot 10^{14}$	0.51
Verde	$5.259207 \cdot 10^{14}$	0.32
Laranja	$5.019296 \cdot 10^{14}$	0.20

Foi realizada a regressão linear, como mostra a seguinte figura:

## PLOTAR GRÁFICO

Só preciso saber como os dados se relacionam aí eu mesmo ploto.

Assim obtivemos a seguinte equação:

## \*VER\* EQUAÇÕES

Regressão Linear: Efeito Fotoelétrico ( $V_0$  vs Frequência)

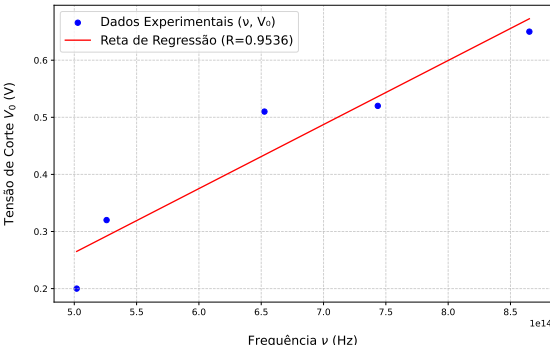


Figure 2: Resultados distribuido graficamente

Não sei da onde veio esses valores e essas equações.

$$V_0 = 8.651532 \cdot 10^{14} \cdot v - 0.29793812$$

Multiplicando a equação acima pela carga do elétron ( $e = 1.6 \cdot 10^{-19} [C]$ ), temos:

$$K_{\max} = eV_0 = 1.7211 \cdot 10^{-34} v - 0.225054003 e$$

Sabendo que  $K_{\max} = h v - \Phi$ , obtemos a constante de Planck e a função trabalho:

$$h = 1.7211 \cdot 10^{-34} [J \cdot s]$$

$$\Phi = 0.225054003 e$$

Por fim, a frequência de corte é obtida quando  $K_{\max} = 0$ :

$$v_0 = 2.09218 \cdot 10^{14} Hz$$

#### 5. ANALISE DOS RESULTADOS EXPERIMENTAIS

A. Sobre o valor da constante de Planck e potencial de retardo

O valor teórico da constante de Planck é em torno de:

$$h = 6.63 \cdot 10^{-34} [J \cdot s]$$

Ao comparar esse valor com o resultado obtido experimentalmente percebemos uma pequena perda devido a sensibilidade da fotocélula, além da impossibilidade de limitar a entrada de luz em uma única frequência. Mesmo assim, o valor permanece na mesma ordem de grandeza do esperado.

Além disso, pelos cálculos da seção anterior vemos que materiais de potencial de retardo maiores gerariam valores maiores da constante de Planck, ou seja, utilizando-se lâmpadas de materiais com potenciais de retardo maior geraria um resultado mais preciso.

#### *B. Sobre a função trabalho e frequência de corte*

A função trabalho é a energia mínima necessária para que um elétron se desprenda de um material. Portanto, podemos utilizar a função trabalho para caracterizar o material da fotocélula.

A frequência de corte está relacionada a função trabalho do material e é a frequência mínima necessária para que a energia do fóton absorvido pelo elétron seja o suficiente para que o mesmo seja emitido do material.

Não conseguimos explicar o efeito fotoelétrico utilizando apenas a física clássica pois a teoria clássica não abrange a dualidade onda-partícula do elétron.

#### *C. Sobre a célula fotoelétrica e a relação de absorção de fótons na frequência de corte e a tensão medida.*

A Luz que passa através de uma janela de quartzo cai sobre uma placa de metal e libera elétrons, chamados de fotoelétrons. Esses elétrons podem ser detectados na forma de corrente se forem atraídos para o coletor metálico, por conta de uma diferença de potencial entre a placa metálica e o coletor metálico. Se a tensão  $V$  aplicada é muito grande, a corrente fotoelétrica atinge um valor limite no qual todos os fotoelétrons emitidos pela placa de metal são coletados pelo coletor.

A frequência de corte é o limiar onde o efeito fotoelétrico deixa de ocorrer para frequências menores que ela. Se houver luz sobre o catodo, e a frequência dela for maior que a de corte, haverá pelo menos um fóton que o atinge, e esse fóton será imediatamente absorvido por algum átomo causando a emissão imediata de um fotoelétron.

## **6. Conclusão**

Durante o experimento, foi possível observar o efeito fotoelétrico com o auxílio dos conceitos da física quântica.

Por meio desse experimento foi visto que a energia da emissão do elétron da fotocélula esta associada diretamente com a frequência e não com a intensidade da luz emitida no material. Por meio dessa relação entre a frequência e o efeito fotoelétrico, foi possível encontrar a frequência de corte da célula fotoelétrica.

As características observadas durante o experimento só foram possíveis de se explicar, levando em conta a dualidade do comportamento da luz, que se propaga como onda e interage com a matéria como partícula.

## **7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

1. CESCHIN, Artemis M. Apostila de materiais eletricos e magneticos.
2. REZENDE, Sergio M. Materiais e Dispositivos Eletrônicos. 2ª ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2004.
3. HAYT, W. H. Jr. Eletromagnetismo. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1995.