

## Efeito FOTOLETRICO

**Resumo:** Neste experimento procurou-se estudar as características de um material, ao ser bombardeado por fotons, e com esses fotons passando energia na forma de "pacotes" para os elétrons, que vão ser responsáveis pelo aumento de corrente em um circuito fechado.

**INTRODUÇÃO:** Física das radiações é o nome tradicional da área da física que estuda a interação das radiações ionizantes com a matéria, com interesse especial nos resultados dessas interações, e em particular na transferência de energia, da radiação para a matéria. As principais interações que ocorrem na matéria com fotons de energias de baixa intensidade são:

- \* Efeito Rayleigh
- \* Efeito Compton
- \* Efeito fotoelétrico

Na figura 1 representada a seguir com a incidência de luz diagramada em uma placa metálica, denominada cátodo e um circuito com um amperímetro. Os elétrons do cátodo adquirem uma energia que possibilitam sair do material e ir para outra placa (ânodo) por aplicação de uma diferença de potencial  $\Delta V$  U que significa que vai haver uma corrente  $i$  causada por ionização da placa



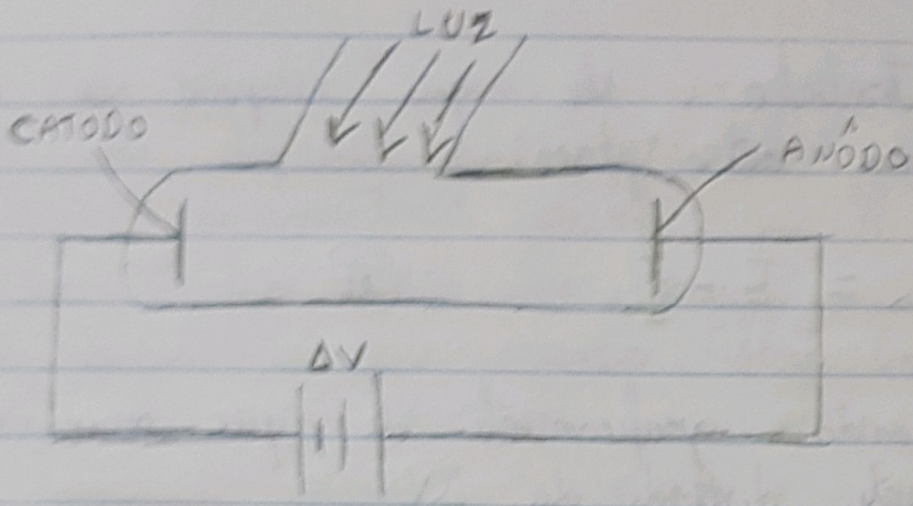


Figura 1 - Diagrama esquemático do equipamento utilizado por Philipp Lenard

U que Lenard estudou, foi de que maneira a corrente desse circuito depende dos parâmetros utilizados, como intensidade e frequência da luz incidida.

Claramente, a corrente lida no circuito se dá pela absorção que um elétron tem com os fótons, e ganha uma energia suficiente para escapar do material. Essa energia necessária para tirar o elétron de onde estava é denominada de função trabalho.

A função Trabalho deve ser uma característica do metal e tem todos os elétrons precisam da mesma quantidade de energia, mas depende da camada em que o mesmo ocupa no átomo. Ao escapar da placa, cada elétron tem energia cinética dada por:

$$K = E - \Delta E \quad (I)$$

Onde  $K$  é a energia cinética que cada elétron tem ao escapar,  $E$  é a energia absorvida do fóton e  $\Delta E$  é o que cada elétron gasta ao escapar, ou  $\Phi$



função trabalha.  $\frac{1}{2}$  que escapam e conseguem chegar na outra placa:

$$K_{\max} = E - \Phi \quad (\text{II})$$

Expressando graficamente de que maneira a intensidade de corrente depende do  $\Delta V$ :

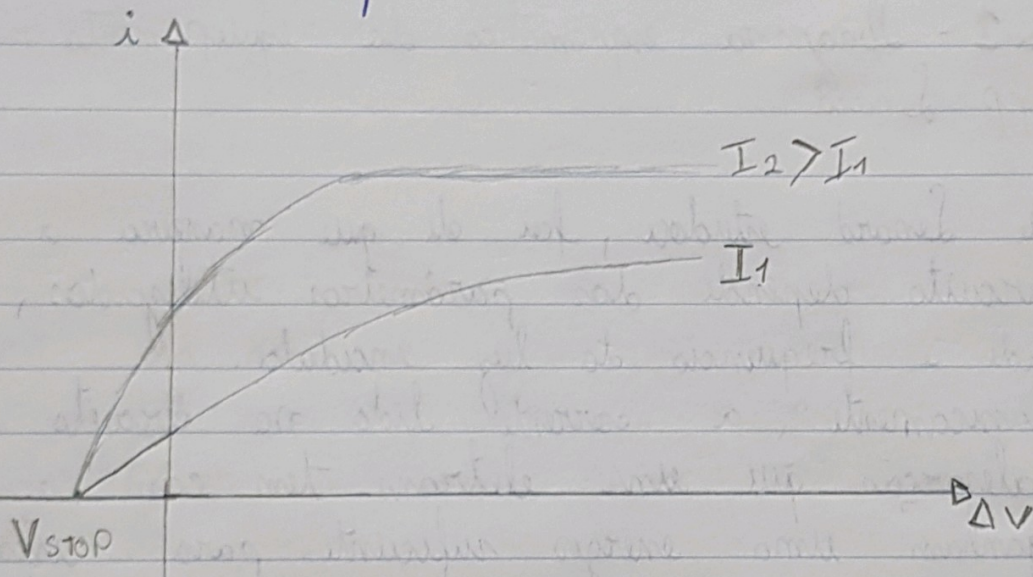


Gráfico 1 - Perfil da corrente pela diferença de potencial.

Há uma saturação da corrente, pois, já que os elétrons são produzidos pela luz incidente, como não se altera a intensidade da luz, a quantidade de elétrons que está sendo injetada pelo cátodo por unidade de tempo é fixa, em outras palavras, todos os elétrons que puderem estar participando da corrente já estão. A única maneira de aumentar a intensidade da corrente, é aumentando a intensidade da luz incidente. Porém, o que não pôde-se explicar classicamente é o potencial de corte ser o mesmo, ou seja, aplicar



um DV para que  $\lambda \leq \lambda_0$ ; pois se imaginarmos que a energia  $E$  que está disponível e consequentemente energia  $E$  que está disponível e consequentemente energia que ele ganha é maior e  $V_{stop}$  também deveria ser maior.

É nesse ponto que aparece Albert Einstein, que postulou teorias que explicaram o efeito fotoelétrico.

- × Luz = conjunto de aglomerados de energia quantizadas
- × A energia do fóton é transferida; e tudo ou nada
- × 1 fóton só transfere para apenas 1 elétron

$$eV_0 = \left( \frac{1}{2} m v^2 \right)_{\max} = hf - \phi \quad \text{III}$$

O efeito fotoelétrico é o principal motivo para que tenhamos usinas foto-voltáicas que transformam energia solar (energia luminosa) em energia elétrica.

Materiais e Métodos: Neste experimento foi empregado um "foto-tubo" com amperímetro acoplado e Voltímetro

1- Foi calibrada a potencial do foto-tubo como sonda de 3V, onde a corrente para a ser nula. Ao expor o foto-tubo à radiação monocromática direta a corrente lida do amperímetro aumenta, princípio básico de efeito fotoelétrico discutido na introdução

2- Primeiro usou-se a luz branca. Foi encontrada uma distância para qual a corrente fosse 30 nA. Para diminuir de 5 em 5 nA, foi aplicada um potencial de "retardo"



ali atingir uma corrente nula. Foi feito tal procedimento com todos os filtros dispostos na bancada.

3- O comportamento das grandezas serão graficados de tensão por corrente. Verificou-se as tensões de corte, ou seja, a máxima aplicada para que a corrente seja nula. As cores dos filtros ~~foram~~<sup>seriam</sup> correlacionadas com os valores obtidos no experimento de espectroscopia de emissão, porém no devido momento tal experimento ainda não foi realizado.

4- A partir das tensões de corte e dos comprimentos de onda de corte, foi determinada a constante de Planck e a função trabalho do material que foi empregada para absorção da luz e gerar fotocorrente.

5- Foi repetido o experimento empregando as LEDs como fonte de excitação. Para tal, foi determinado a curva corrente por tensão e obtido a tensão de corte para cada LED empregada.

6- Foi produzido um gráfico com os valores de comprimento de onda de pico e da tensão de retardo obtido com a emprego dos LEDs; novamente, foi mostrado a função trabalho e a constante de Planck.

7- Foi discutido a diferença dos dados obtidos com filtro e com as LEDs.



- 8- Foi apresentado o conceito de fototubo e fotocélula com a ajuda das referências.
- 9- Foi discutido sobre o material responsável por absorver os elétrons do foto tubo.
- 10- Foi discutido sobre o tensão de corte de cada filtro comparando com a sua cor e analisado o resultado.
- 11- Foi discutido que, quando uma fonte apresenta dois picos de emissão, como por exemplo o LED branco e o filtro magenta, qual o melhor comprimento de onda que deve ser utilizado.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

2-3 - A partir dos dados obtidos no item 2 da metodologia adquirimos o gráfico a seguir:

Gráfico 2 - Tensão x Corrente







data

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦

Para analisar melhor os dados retiramos os dados referentes a corrente nula e fizemos o ajuste linear.

Gráfico 3 - AJUSTE LINEAR







Se ordenarmos os dados dos comprimentos de onda juntamente com as tensões observamos a correlação existente, quanto maior o comprimento de onda menor será as tensões de corte.

TABELA 1 - ORDEM e CORRELAÇÃO DOS DADOS



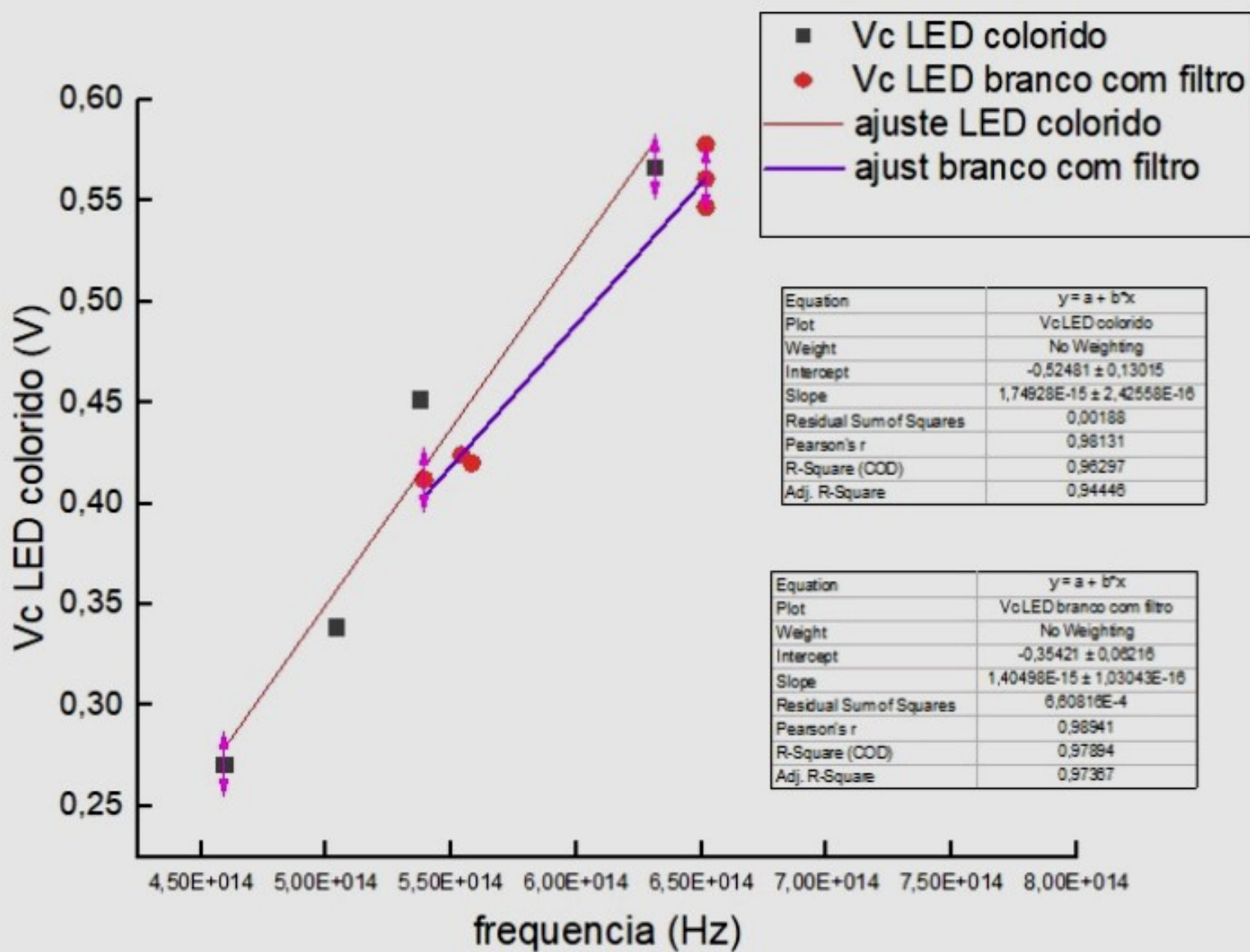
Led/Filtro	Vc (V)	Vc (grafico) (V)	Comprimento de Onda de Pico (nm)
Vermelho	0,2713	0,2711	653
Laranja	0,3460	0,3390	595
Verde	0,4507	0,4520	558
Branco/Filtro Laranja	0,4133	0,4120	556
Branco/Filtro Amarelo	0,4253	0,4241	541
Branco/Filtro Verde	0,4240	0,4200	537
Azul	0,5700	0,5670	475
Branco/Sem filtro	0,5307	0,5360	460
Branco/Filtro Azul	0,5747	0,5780	460
Branco/Filtro Magenta	0,5433	0,5470	460
Branco/Filtro Ciano	0,5580	0,5611	460
Violeta	0,5487	0,5510	396



A seguir com o intuito de determinar a constante de Planck e a função trabalho realizamos a construção do gráfico a seguir seguindo as direções do item 21 da metodologia deste relatório.

GRÁFICO 4 - AJUSTE LINEAR







Através da linearização da equação (IV) e sabendo  
 como o comprimento de onda se relaciona com a frequência  
 pode-se determinar a constante de Planck  $h$  e o  
 valor da função trabalho  $\Phi$  dos metais como sendo

$$\text{coef angular} = \frac{h}{e}$$

$$\text{Coef LINEAR} = -\frac{\Phi}{e}$$

Leds COLORIDOS

BRANCO COM FILTRO

$$\frac{h}{e} = 1,74928 \cdot 10^{-15}$$

$$\frac{h}{e} = 1,210498 \cdot 10^{-15} \pm 1,03043 \cdot 10^{-16}$$

$$h = 2,80265 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ kg s}^{-2}$$

$$h = 2,251026 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ kg s}^{-2}$$

$$-\frac{\Phi}{e} = -0,52481 \pm 0,13015$$

$$-\frac{\Phi}{e} = -0,35421 \pm 0,06216$$

$$\Phi = 8,40838 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

$$\Phi = 5,6751 \pm 1,014 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

Valores obtidos :

$$h_{\text{COLORIDO}} = 2,80265 \cdot 10^{-34} \pm 1,76 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ kg s}^{-2}$$

$$\Phi_{\text{COLORIDO}} = 8,40838 \cdot 10^{-20} \pm 0,847 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$



$$h_{\text{filtro}} = 2,25 \cdot 10^{26} \cdot 10^{-34} = 0,277 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2 \text{ Kg}^{1/2}$$

$$\Phi_{\text{filtro}} = 5,6751 \pm 1,0921 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

as incertezas das grandezas foram propagadas pelo método das derivadas parciais, com os conhecimentos já estabelecidos.

7- Após a obtenção das grandezas nos dois casos para os filtros e os LEDs, antes de conduzir algo, é importante ressaltar que para uma análise estatística mais sofisticada, seria necessário mais pontos, principalmente no caso dos filtros. Porém com o material disponível a metodologia com os LEDs se saiu melhor para a determinação, visto a dispersão e uma correlação adquirida com o coeficiente de Pearson apresentada na metodologia e resultado dos filtros.

8- Os fototubos são tipos de transdutores sensíveis a luz, que a transforma em corrente elétrica. Para tal fim, possui uma superfície absorvedora. Porém estão sendo substituídos por fotochodos.

9- A superfície absorvedora é constituída por um material que é capaz em deter as grandezas

10- Resumidamente até uma cor o compartimento se mantém o esperado, mas a partir de uma determinada



cor, especialmente magenta e laranja, a comportamento se desvia do esperado

11. A divergência encontrada para os pontos dos filtros de magenta e laranja, ocorreram devido a características de seus em particular. Um "filtro magenta não é um filtro que deixa passar o comprimento de onda relativo ao magenta e filtra as outras cores. Na verdade o filtro magenta, para compor tal cor, utiliza-se do vermelho e do azul, que juntos compõem a cor magenta. Dessa forma, observando apenas o pico vermelho que é o pico mais usual do magenta, está se perdendo a porcentagem que o azul influencia na tensão de corte, fazendo com que haja divergência. Da mesma forma é apresentada para a laranja, que é constituído pelas cores vermelha e amarela

**CONCLUSÃO** A partir do experimento foi possível determinar a constante de plank e a função trabalho do material utilizado, ficando bem próximo ao esperado com uma discrepância nos picos de emissão do laranja e magenta.