

Guia do Estudante

Efeito fotoelétrico

Apresentação

Este material foi elaborado para acompanhar a aula sobre efeito fotoelétrico utilizando o kit *FotoQuantum*. Você irá observar o comportamento da luz ao interagir com um material sensível (placa fotovoltaica interna) e relacionar:

- a frequência da luz com a energia dos elétrons emitidos;
- a intensidade luminosa com o número de elétrons emitidos;
- os resultados obtidos com a teoria proposta por Einstein para o efeito fotoelétrico.

Use este guia para registrar suas observações, responder às questões e organizar as conclusões da atividade.

Objetivos de aprendizagem

Ao final da atividade, espera-se que você seja capaz de:

- descrever, em suas palavras, o que é o efeito fotoelétrico;
- identificar a existência de uma frequência de corte para a emissão de elétrons;
- distinguir o papel da frequência e da intensidade da luz no efeito fotoelétrico;
- relacionar as observações feitas com o kit à equação de Einstein para o efeito fotoelétrico.

Roteiro experimental com o kit

O kit utiliza uma placa fotovoltaica interna que capta a radiação emitida pelos LEDs coloridos e pela luz do ambiente, convertendo-a em sinais elétricos. No display, são apresentadas grandezas como tensão gerada, velocidade estimada dos elétrons e intensidade luminosa.

Durante a atividade, siga atentamente as orientações do(a) professor(a) e utilize este espaço para registrar suas observações.

1) Frequência de corte

Passos sugeridos:

1. Acione separadamente os botões coloridos (vermelho, amarelo, verde, azul e branco).
2. Para cada cor, observe no display se há indicação de emissão (variação de tensão/velocidade) e registre o que você percebe.
3. Compare as cores para identificar a partir de qual frequência (ou cor) a emissão passa a ocorrer de forma clara.

Questão 1. Para quais cores de LED você observou ausência de emissão de elétrons? E para quais cores a emissão foi claramente perceptível? Descreva suas observações.

Questão 2. A partir de suas observações, explique com suas palavras o que significa “frequência de corte” no contexto do efeito fotoelétrico.

2) Intensidade luminosa e número de elétrons

Passos sugeridos:

1. Escolha uma cor cuja frequência já tenha produzido emissão de elétrons na etapa anterior.
2. Varie a intensidade da luz que chega ao kit (por exemplo, aproximando ou afastando uma fonte luminosa, ou modificando as condições de iluminação do ambiente).
3. Observe como a tensão e a intensidade luminosa variam no display.

Questão 3. O que acontece com as grandezas exibidas no display quando a intensidade da luz aumenta? Descreva o que você notou em termos de tensão, intensidade luminosa e indicação de emissão.

Questão 4. A partir dos dados observados, a intensidade luminosa parece alterar a energia de cada elétron emitido ou apenas o número de elétrons? Justifique sua resposta com base no experimento.

3) Energia cinética e frequência da luz

Passos sugeridos:

1. Mantenha a intensidade aproximadamente constante (mesmo ambiente e mesma condição de iluminação).
2. Acione diferentes cores do LED, da menor para a maior frequência (vermelho, amarelo, verde, azul, branco).
3. Observe como a tensão e a velocidade estimada variam com a mudança de cor.

Questão 5. O que acontece com os valores de tensão e velocidade estimada quando você passa de uma cor de menor frequência (vermelho) para uma de maior frequência (azul ou branco)?

Questão 6. Com base na equação de Einstein para o efeito fotoelétrico,

$$K_{\text{máx}} = hf - \phi,$$

explique qualitativamente por que a energia dos elétrons emitidos aumenta com a frequência da luz.

Atividades de consolidação

Nesta seção, você irá aplicar os conceitos discutidos em sala em situações numéricas e conceituais. Apresente seus cálculos de forma organizada.

Exercício 1 – Energia de um fóton

Enunciado: Calcule a energia de um fóton ultravioleta com frequência

$$f = 8,0 \times 10^{14} \text{ Hz.}$$

Use $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$. Apresente o resultado em joules (J) e em elétron-volt (eV), considerando

$$1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J.}$$

Espaço para resolução:

Exercício 2 – Frequência de corte e comprimento de onda limite

Enunciado: Um metal possui função trabalho $\phi = 3,0 \text{ eV}$. Determine:

- (a) a frequência mínima f_0 capaz de provocar emissão fotoelétrica;
- (b) o comprimento de onda limite λ_0 correspondente.

Use:

$$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}, \quad 1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}, \quad c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s.}$$

Espaço para resolução:

Exercício 3 – Energia cinética máxima

Enunciado: Para um metal com função trabalho $\phi = 2,5 \text{ eV}$, incide luz de frequência

$$f = 1,0 \times 10^{15} \text{ Hz}.$$

Calcule a energia cinética máxima $K_{\text{máx}}$ dos elétrons emitidos, em joules e em elétron-volt.

Espaço para resolução:

Exercício 4 – Cor da placa fotovoltaica e absorção da luz

Enunciado: O kit utiliza uma placa fotovoltaica que converte a luz incidente em sinais elétricos usados para estimar grandezas como tensão, velocidade dos elétrons e intensidade luminosa. Placas com diferentes cores ou revestimentos podem absorver ou refletir a luz de maneiras distintas.

Explique qualitativamente como a cor (ou o tipo de revestimento) da placa fotovoltaica pode influenciar:

- (a) a quantidade de luz absorvida;
- (b) a intensidade do sinal elétrico gerado;
- (c) a sensibilidade das medições realizadas pelo sistema.

Espaço para resposta:

Exercício 5 – Intensidade versus frequência

Enunciado: Explique por que aumentar a intensidade da luz, mantendo $f < f_0$, não produz emissão fotoelétrica, enquanto aumentar a frequência para $f > f_0$ altera a energia cinética máxima $K_{\text{máx}}$.

Espaço para resposta:

Reflexão final

Responda às questões abaixo com base em tudo o que foi discutido e observado em sala.

Questão 7. Em que sentido o efeito fotoelétrico mostra que a luz não pode ser descrita apenas como onda?

Questão 8. Cite uma aplicação tecnológica em que princípios semelhantes ao efeito fotoelétrico sejam utilizados (por exemplo, em sensores, câmeras, painéis solares etc.) e descreva, brevemente, como o fenômeno está presente nesse dispositivo.

Referências básicas

Referências

- [1] EISBERG, R.; RESNICK, R. *Física quântica: átomos, moléculas, sólidos, núcleos e partículas*. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1982.
- [2] HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de física*. Vol. 4: Óptica e física moderna. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- [3] SERWAY, R. A.; JEWETT, J. W. *Física para cientistas e engenheiros*. Vol. 4: Óptica e física moderna. São Paulo: Cengage Learning, 2011.