Universidade Federal do Paraná
Departamento de Física
Laboratório de Física Moderna

Bloco 01: A CONSTANTE DE PLANCK PELO EFEITO FOTOELÉTRICO

Introdução

O efeito fotoelétrico é a emissão de elétrons da matéria (sólidos metálicos ou não metálicos, gases e líquidos) como consequência da absorção de energia de uma radiação eletromagnética. A teoria clássica eletromagnética mostrava que qualquer luz, desde que ela iluminasse suficientemente um metal, seria capaz de arrancar elétrons desse metal. As experiências não confirmavam esta teoria. Outra previsão da teoria clássica era a de que se a intensidade luminosa fosse aumentada, a energia dos fotoelétrons ejetados seria maior. Este fato também não contava com confirmação experimental.

Em 1911, Einstein propôs que no efeito fotoelétrico a radiação eletromagnética se comportava como partícula e não como onda. Na época, isto significou um passo de gigante pois a consagrada teoria eletromagnética descrevia a luz como onda. Einstein postulou que a luz ou, de maneira geral, a radiação eletromagnética, seria composta por partículas, os fótons. Estes fótons, ao incidirem na superfície de um metal poderiam, segundo Einstein, seriam absorvidos por um processo de conversão fotoelétrica. A energia do fóton, imaginada por Einstein, seria quantizada e igual a:

$$E_{fóton} = h\nu$$

na qual h é a chamada constante de Planck, conhecida por Einstein da teoria do corpo negro de Planck e ν é a frequência da luz.

A energia do fóton seria ainda gasta em duas parcelas: uma no trabalho para arrancar um elétron da superfície, hoje denominada *função trabalho*, e outra, que ficaria como *energia cinética* do elétron ejetado.

Matematicamente:

$$E_{fóton} = h\nu = \varphi + \frac{1}{2} m_e V^2$$

na qual φ é a função trabalho, m_e é a massa do elétron e V é a sua velocidade. Esta equação deu a Einstein o prêmio Nobel em 1921. Na teoria eletromagnética a luz era descrita como uma onda e no efeito fotoelétrico a luz era descrita como partícula. Atualmente se fala na *dualidade onda-partícula*, ou seja, a luz é as duas coisas ao mesmo tempo. Como será descrita depende da experiência que for feita.

A equação de Einstein descrita acima leva imediatamente à algumas conclusões. Por exemplo, se a energia do fóton for insuficiente (frequência da luz muito baixa), então ele jamais conseguirá arrancar um elétron. A intensidade da luz é simplesmente interpretada como mais ou menos fótons e não como mais ou menos energia. Muita luz arrancaria mais elétrons e não elétrons mais energéticos. Tudo de acordo com as experiências!

Neste experimento vamos verificar o efeito fotoelétrico e determinar a constante de Planck que está na equação de Einstein. O aparelho que você usará é meio "caixa preta", mas funciona do seguinte modo: a luz que passa pela fenda incide numa *célula fotoelétrica* muito sensível. A eletrônica associada aplica automaticamente um potencial tal que freia os elétrons foto-emitidos. Este potencial é denominado *potencial de retardo*. No instante em que este potencial freia completamente os elétrons, anula totalmente a foto-corrente e recebe o nome de *potencial de parada*. O ponto mais importante é que o potencial de parada é exatamente igual à energia cinética dos fotoelétrons! Conhecido o potencial de parada para cada frequência de luz incidente, conhece-se a energia cinética dos fotoelétrons.

Procedimento

1) Ligue a lâmpada de mercúrio de alta pressão. Ela emite radiação ultravioleta. **Não olhe diretamente a luz.**

2) Monte o conjunto lente-grade em frente à lâmpada. Esta grade foi impressa assimetricamente e a qualidade da observação do espectro da luz de mercúrio também é assimétrica. Este detalhe pode ser importante, dependendo do lado no qual você realizará a experiência.

3) Insira a barra de acoplamento do aparelho no pino da barra da base da lâmpada de mercúrio.

4) Focalize a lâmpada de mercúrio na tela fluorescente do equipamento ajustando o conjunto lente-grade.

5) Movendo o detector no sentido horário ou anti-horário você consegue focalizar o espectro da lâmpada de mercúrio sobre a fenda da tela fosforescente. As "luzes" são:

Cor	Freqüência (Hz)	Comprimento de onda (nm)
Amarelo	5.18672×10^{14}	578
Verde	5.48996×10^{14}	546.074
Azul	6.87858×10^{14}	435.835
Violeta	7.40858×10^{14}	404.656
Ultravioleta	8.20264×10^{14}	365.483

A tela fosforescente torna visível o ultravioleta por fluorescência e a violeta um pouco mais azul. Coloque um papel branco normal e você verá a diferença.

6) Ligue o detector fotoelétrico. Coloque o voltímetro nos bornes adequados.

7) Focalize determinado comprimento de onda sobre a fenda. Meça o potencial de parada no voltímetro. Muitas vezes o potencial leva certo tempo para atingir um valor estável. Aperte o botão "Zero" e repita a medida. Faça esta medida para todos os comprimentos de onda e complete a tabela no Vapt-Vupt.

8) Faça um gráfico do potencial de parada contra comprimento de onda da luz.

9) Determine, partindo do gráfico: a constante de Planck, a função trabalho do elemento fotoelétrico detector e a frequência de corte abaixo da qual o efeito fotoelétrico não ocorre.

10) Colete novamente os dados para as cores verde e amarelo usando os filtros correspondentes. Observe e explique as mudanças.

UFPR- Departamento de Física

Laboratório de Física Moderna

Relatório Vapt-Vupt

Bloco 01: A CONSTANTE DE PLANCK PELO EFEITO FOTOELÉTRICO.

1) Meça os potenciais de parada para os diferentes comprimentos de onda disponíveis.

Cor	Frequência (Hz)	Potencial de Parada ( )
Amarelo	5.18672×10^{14}	
Verde	5.48996×10^{14}	
Azul	6.87858×10^{14}	
Violeta	7.40858×10^{14}	
Ultravioleta	8.20264×10^{14}	

2) Faça um gráfico do potencial de parada em função da frequência.

3) Identifique a frequência de corte, a função trabalho e encontre a constante de Planck a partir do gráfico. Compare com o valor oficial.

4) O que você conclui da experiência com os filtros de absorção?