

1º Semestre 2003/2004
Instituto Superior Técnico



Experiência do Efeito fotoelétrico

Licenciatura em Engenharia Física Tecnológica

Ricardo Figueira nº53755
André Cunha nº53757
Tiago Marques nº53775
Segunda-feira / Grupos

LFX4
Professor Bernardo Brotas de Carvalho

Lisboa, 10 de Novembro de 2003

Introdução

Objectivos:

- Determinação da constante de Planck através do efeito fotoeléctrico.
- Confirmação experimental das leis do efeito fotoeléctrico

- Determinação da constante de Planck, através do efeito fotoeléctrico.

Este processo de determinação da constante de Planck, consiste na libertação de electrões (denominados fotoelectrões aquando da libertação) por um metal, quando atingido por uma radiação electromagnética de frequência superior ao valor limite necessário para extrair estes ao metal em uso (valor de frequência característico do metal).

Para podermos calcular a constante de Planck vamos precisar de nos basear num fundamento teórico que consiste nas três leis a seguir explicitadas:

- Primeira lei do efeito fotoeléctrico: aquando da ocorrência de efeito fotoeléctrico, verifica-se que a intensidade do feixe fotoelectrónico, isto é, o número de fotoelectrões emitidos por unidade de tempo pelo metal, duplica quando a intensidade da radiação incidente duplica.
- Segunda lei do efeito fotoeléctrico: a energia cinética com que os fotoelectrões são emitidos é independente da intensidade da radiação incidente, no entanto, existe uma relação directa entre a frequência da radiação incidente e a energia cinética dos fotoelectrões emitidos.
- Assume-se ainda que o efeito fotoeléctrico é “instantâneo” (devido às ordens de grandeza muito baixas que caracterizam o seu tempo de duração). Este só é observável quando a frequência da radiação incidente atinge um valor superior ao valor limite característico do metal em uso, independentemente da intensidade da mesma.

O cerne deste trabalho experimental baseia-se numa experiência realizada por Millikan em 1916, que confirmou as teorias formuladas anteriormente por Einstein em 1905.

O procedimento experimental consiste na medição do valor da tensão do condensador (que depende directamente da frequência da radiação incidente) que deverá resultar num campo retardador que irá compensar aquele criado pela corrente de fotoelectrões. Desta forma podemos calcular o valor da constante de Planck através da seguinte relação:

$$V_0 = \frac{h}{|q|}(\nu - \nu_c), \text{ onde}$$

V_0 : tensão do condensador

h : constante de Planck

q : valor da carga do electrão ($1,602 \times 10^{-19}$ C)

ν : valor da radiação incidente

ν_c : valor limite da frequência característico do metal usado, a partir do qual se verifica efeito fotoeléctrico

Poderemos ainda observar o efeito da intensidade da radiação incidente no valor da tensão do condensador também na energia cinética dos electrões a partir de:

$$E = h\nu$$

- Confirmação experimental das leis do efeito fotoeléctrico

Para comprovarmos as leis do efeito fotoeléctrico medimos o tempo de estabilização e a tensão do condensador para valores diferentes de intensidade de radiação. Segundo as leis, a tensão no condensador deveria ser independente da intensidade e o tempo deveria aumentar com um decréscimo de radiação transmitida.

Esquema de Ligações

Resultados Experimentais

Tabela 1 : Determinação de V_0 para as riscas de 1ª ordem

Cor	ν ($\times 10^{14}$ Hz)	Medida	V_0 (V)*	$V_{0\text{médio}}$ (V)	ΔV_0 (V)
Violeta 1	8,22	1	1,858	1,863	0,006
		2	1,861		
		3	1,869		
Violeta 2	7,41	1	1,578	1,583	0,005
		2	1,584		
		3	1,586		
Azul	6,88	1	1,384	1,383	0,002
		2	1,381		
		3	1,384		
Verde	5,49	1	0,774	0,774	0,001
		2	0,775		
		3	0,774		
Amarelo	5,19	1	0,658	0,659	0,001
		2	0,659		
		3	0,659		

Tabela 2 : Determinação de V_0 para as riscas de 2ª ordem

Cor	ν ($\times 10^{14}$ Hz)	Medida	V_0 (V)*	$V_{0\text{médio}}$ (V)	ΔV_0 (V)
Violeta 1	8,22	1	1,862	1,862	0,004
		2	1,865		
		3	1,858		
Violeta 2	7,41	1	1,552	1,552	0,006
		2	1,558		
		3	1,547		
Azul	6,88	1	1,355	1,355	0,001
		2	1,355		
		3	1,354		
Verde	5,49	1	0,752	0,752	0,001
		2	0,751		
		3	0,753		
Amarelo	5,19	1	0,646	0,649	0,003
		2	0,650		
		3	0,652		

***Nota:**

O V_0 tem um erro de leitura do multímetro. Este erro é da ordem da menor divisão da escala que neste caso corresponde a 0,001 volt.

Tabela 3 : Influência da intensidade da radiação incidente

Cor	Filtro neutro (%transmissão)	V_0 (V)	ΔV_0 (V)	t (s)	Δt (s)
Violeta 1	100	1,913	0,001	6,20	0,01
	80	1,909		6,83	
	60	1,909		9,66	
	40	1,892		10,47	
	20	1,871		14,28	
Violeta 2	100	1,612		4,76	
	80	1,609		6,33	
	60	1,618		10,00	
	40	1,613		11,63	
	20	1,585		17,95	

Legenda:

- ν - frequência da radiação incidente
- V_0 - Tensão aos terminais do condensador
- t - Tempo de estabilização da corrente

Conclusões

A partir do aparato experimental descrito previamente foi possível calcular a constante de Planck, baseando-nos no efeito fotoelétrico numa célula fotoelétrica. O valor obtido para a constante em estudo foi igual a $6,456 \times 10^{-34}$ J.s tanto para as riscas de 1ª ordem como para as de 2ª ordem. Tal valor foi calculado com um desvio à precisão de 1,73% no primeiro caso e de 1,61% no segundo. Assim, tomando como referência o valor tabelado da constante de Planck, ambos os resultados experimentais revelam um erro à exactidão de 2,57 %.

Constatou-se ainda que, para as cores amarela e verde, os valores de tensão obtidos eram mais uniformes, facto que se pode atribuir à utilização dos filtros que eliminam quaisquer outras frequências “parasitas”

As diferenças existentes entre os valores de tensão para a mesma frequência para as riscas de 1ª e 2ª ordem podem ser explicados pelo facto das riscas de 2ª ordem estarem mais dispersas o que impossibilitava a sua captação em condições ideais, aliás a cor amarela estava bastante mais esbatida.

Graficamente, ainda foi possível calcular, a partir do valor da tensão na origem, a frequência mínima que provoca a ionização dos electrões. A partir das riscas de 1ª e 2ª ordem, calcularam-se os valores mínimos da frequência de ionização $3,474 \times 10^{14}$ Hz e $3,623 \times 10^{14}$ Hz com um desvio à precisão de 8,65 % e 4,59%, respectivamente. Foi-nos impossível calcular o desvio à exactidão dado que não possuímos o valor tabelado da frequência em causa.

A segunda lei do efeito fotoelétrico declara que a intensidade não deverá ter qualquer influência sobre os resultados obtidos. Verificou-se que V_0 diminuía conforme a intensidade, o que pode ser explicado pela forma como o próprio circuito foi montado e devido à natureza do próprio voltímetro utilizado. No entanto, esta diminuição é totalmente desprezável assumindo valores na ordem dos 2%.

Partindo dos gráficos do tempo de estabilização da tensão em função da percentagem de luz transmitida, concluiu-se que para valores mais altos de radiação filtrada, o intervalo de tempo para a estabilização aumenta significativamente. Ao diminuir a intensidade da radiação, diminui-se a emissão de fotoelectrões, já que existe um decréscimo das colisões entre fotões e electrões, e, deste modo, diminui-se a intensidade da corrente. Desta forma, o condensador demora mais tempo a carregar completamente e daí o maior período de estabilização.