

Efeito Fotoelétrico - Experimento 3

EDUARDO LOPES DIAS

Resumo

O presente experimento buscou ilustrar o efeito fotoelétrico através de um aparato experimental semelhante ao experimento de Heinrich Hertz. Uma equação que relaciona a tensão de corte, a constante de Planck e a função de trabalho do material foram utilizadas para obter estas duas últimas por ajuste de curva.

Introdução

Ao irradiar uma superfície metálica com radiação de frequência abaixo da frequência de corte f_c esta superfície passa a emitir elétrons, denominados fotoelétrons. A taxa de emissão destes elétrons depende da intensidade da radiação, mas a sua energia cinética com a qual são emitidos independe desta. Ao invés disto, a velocidade dos elétrons cresce linearmente com a frequência da radiação incidente. Além disto, os elétrons são emitidos instantaneamente, assim que a superfície é irradiada. Estes resultados foram verificados por Heinrich Hertz através de um aparato experimental semelhante com o apresentado na Figura 1 abaixo.

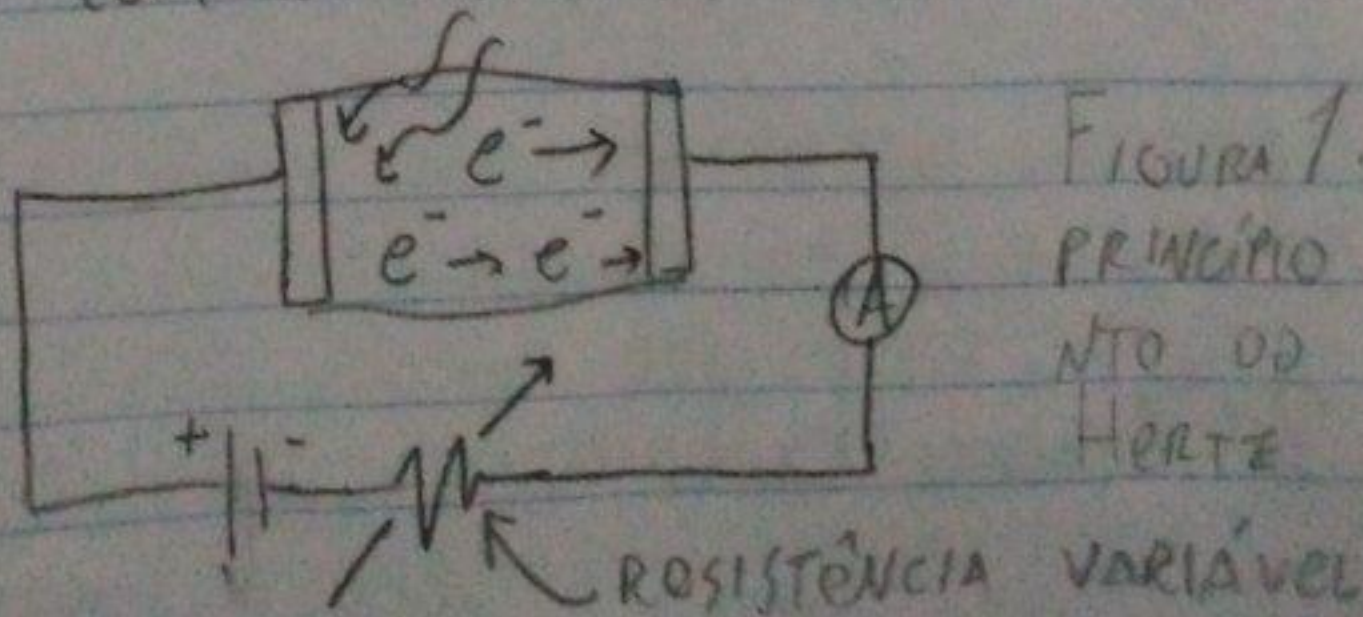


FIGURA 1: ILUSTRAÇÃO DO PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO EXPERIMENTO DE HERTZ.

Este aparato experimental permitiu verificar, além das propriedades anunciadas acima, que a corrente detectada pelo amperímetro é proporcional à diferença de potencial, mas se satura para tensões grandes e é anulada para valores além de uma determinada tensão - V_s , denominada tensão de corte.

Tais como em todo, estas propriedades do efeito fotoelétrico impossibilitam sua explicação através do eletromagnetismo clássico. Este fenômeno só pode ser explicado adotando o paradigma quântico proposto por Planck para a explicação da curva da radiação de corpo negro, que enuncia que fótons só transmitem múltiplos inteiros de uma quantidade mínima de energia. Uma das equações decorrentes desta explicação teórica é a Equação 1:

$$V_s = \frac{h \cdot f}{e} - \frac{\phi}{e} \quad (1)$$

Onde h é a constante de Planck, e é a carga do elétron e ϕ é a função de trabalho do material. Este experimento objetivou observar o efeito fotoelétrico através desta equação.

Materiais e Métodos

O aparato experimental utilizado está apresentado na Figura 2:

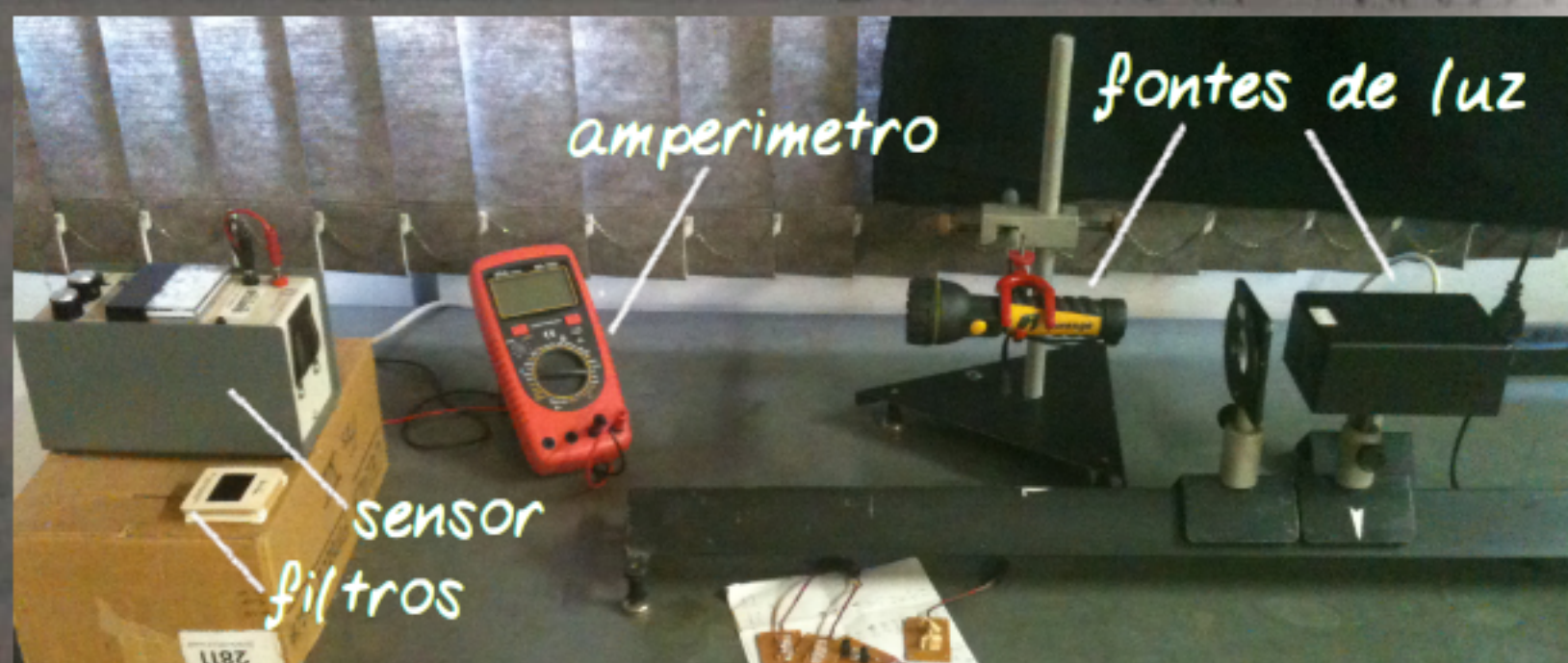


FIGURA 2: Aparato experimental legendado

PRIMEIRAMENTE FOI REALIZADA A CALIBRAÇÃO DO SENSOR. PARA ISSO, APROXIMOU-SE UMA FONTE DE LUZ BRANCA AO SENSOR ATÉ QUE O SINAL DETECTADO FOSSE DE 30 nA . EM SEGUIDA, INTRODUZIU-SE UMA TENSÃO DE RETARDO DE MODO QUE A RESPOSTA REDUZISSE EM 5 nA . ANOTOU-SE ENTÃO A TENSÃO DE RETARDO ATÉ QUE O SINAL NO SENSOR FOSSE ANULADO, O QUE INDICA QUE A TENSÃO INTRODUZIDA É A TENSÃO DE CORTE.

ESTE PROCEDIMENTO FOI REPETIDO PARA DIFERENTES FONTES DE LUZ, E PARA UMA FONTE BRANCA COM DIFERENTES FILTROS. ATRAVÉS DESTES VALORES, MONTOU-SE UM GRÁFICO COM A TENSÃO DE CORTE NO EIXO Y E A FREQUÊNCIA DE CADA FONTE DE LUZ NO EIXO X. O COEFICIENTE ANGULAR DO FITTING LINEAR CORRESPONDE AO h/e E O COEFICIENTE LINEAR AO $-V_0/e$.

RESULTADOS e DISCUSSÃO

A TABELA ABAIXO APRESENTA AS TENSÕES DE RETARDO CORRESPONDENTES A CADA VALOR DE CORRENTE, PARA CADA FONTE DE LUZ:

LED/Filtro	Tensão (V) para cada Corrente (nA) correspondente							Comprimento de Onda (nm)	Frequência (Hz)
	30	25	20	15	10	5	0		
Vermelho	0,00	0,05	0,09	0,13	0,18	0,23	0,35	653	$4,59\text{E}+14$
Laranja	0,00	0,08	0,13	0,17	0,22	0,30	0,47	595	$5,04\text{E}+14$
Verde	0,00	0,08	0,15	0,21	0,29	0,39	0,76	558	$5,37\text{E}+14$
Violeta	0,00	0,10	0,18	0,25	0,35	0,48	0,86	396	$7,57\text{E}+14$
Azul	0,00	0,12	0,19	0,27	0,36	0,50	0,88	475	$6,31\text{E}+14$
Branco/Sem filtro	0,00	0,10	0,16	0,23	0,34	0,47	0,91	460	$6,52\text{E}+14$
Branco/Filtro Amarelo	0,00	0,08	0,15	0,20	0,27	0,37	0,66	541	$5,54\text{E}+14$
Branco/Filtro Azul	0,00	0,11	0,18	0,26	0,36	0,51	0,90	460	$6,52\text{E}+14$
Branco/Filtro Verde	0,00	0,09	0,15	0,20	0,27	0,37	0,72	537	$5,58\text{E}+14$
Branco/Filtro Laranja	0,00	0,08	0,14	0,20	0,26	0,36	0,70	556	$5,39\text{E}+14$
Branco/Filtro Magenta	0,00	0,10	0,17	0,25	0,34	0,48	0,91	460	$6,52\text{E}+14$
Branco/Filtro Ciano	0,00	0,10	0,18	0,26	0,35	0,49	0,94	460	$6,52\text{E}+14$
Branco/Filtro Vermelho	Não foi possível medir com o filtro vermelho							663	$4,52\text{E}+14$

A PARTIR DOS DADOS DA TABELA CONSTRUIU-SE O GRÁFICO APRESENTADO NA FIGURA 3, NO QUAL TAMBÉM ESTÁ APRESENTADO O AJUSTE LINEAR DOS PONTOS.

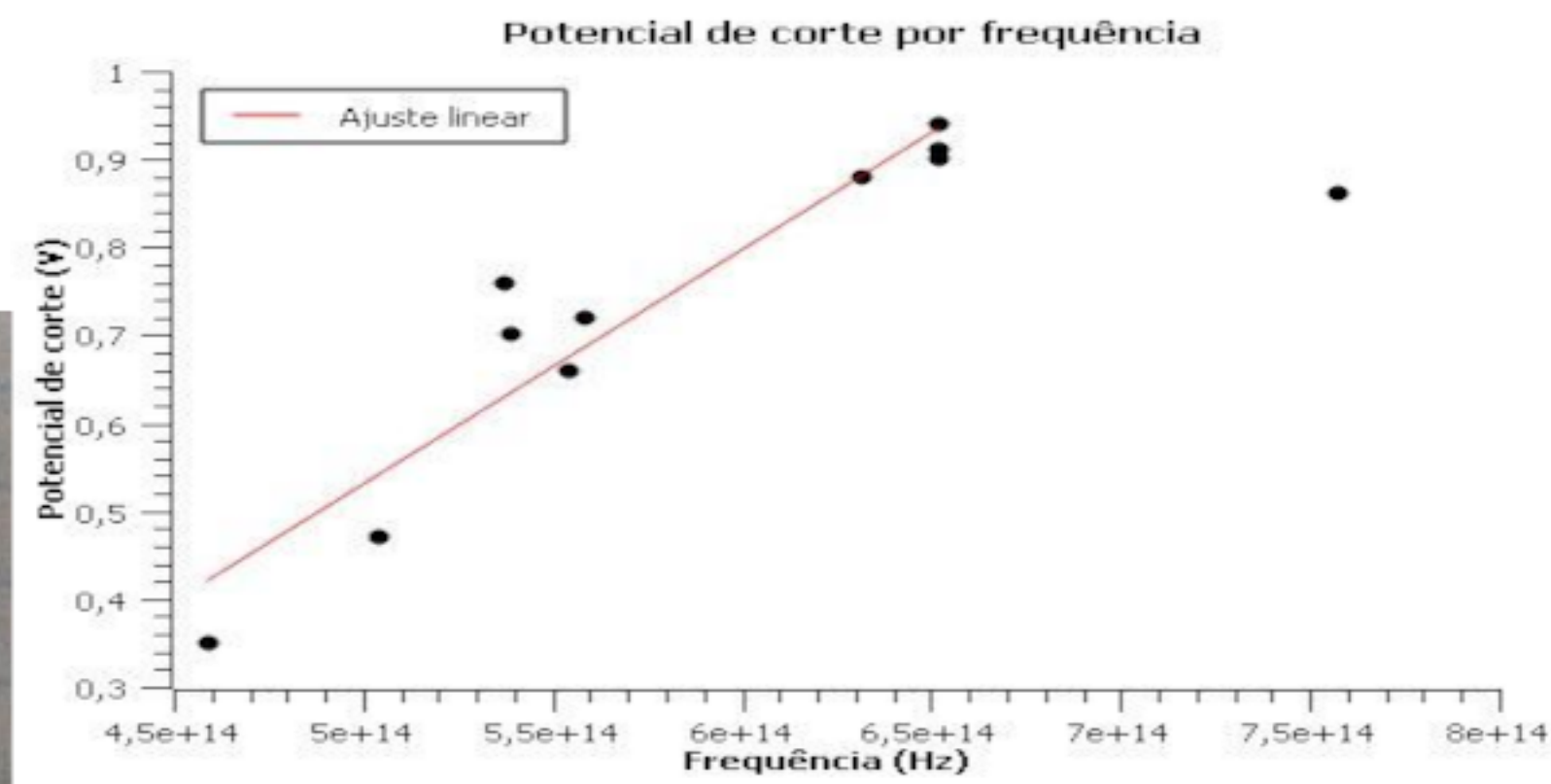


Figura 3: Potenciais de corte em função da frequência da radiação incidente

A constante de Planck calculada através do ajuste linear, juntamente com a função de trabalho do material, são os seguintes:

$$\hbar = (4,3 \pm 0,2) \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

$$\phi = (1,3 \pm 0,5) \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

O valor da constante de Planck obtido é 65% do valor esperado ($6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$).

Finalmente, graficou-se as tensões de retardo em função da corrente, somente a fim de observar visualmente o comportamento:

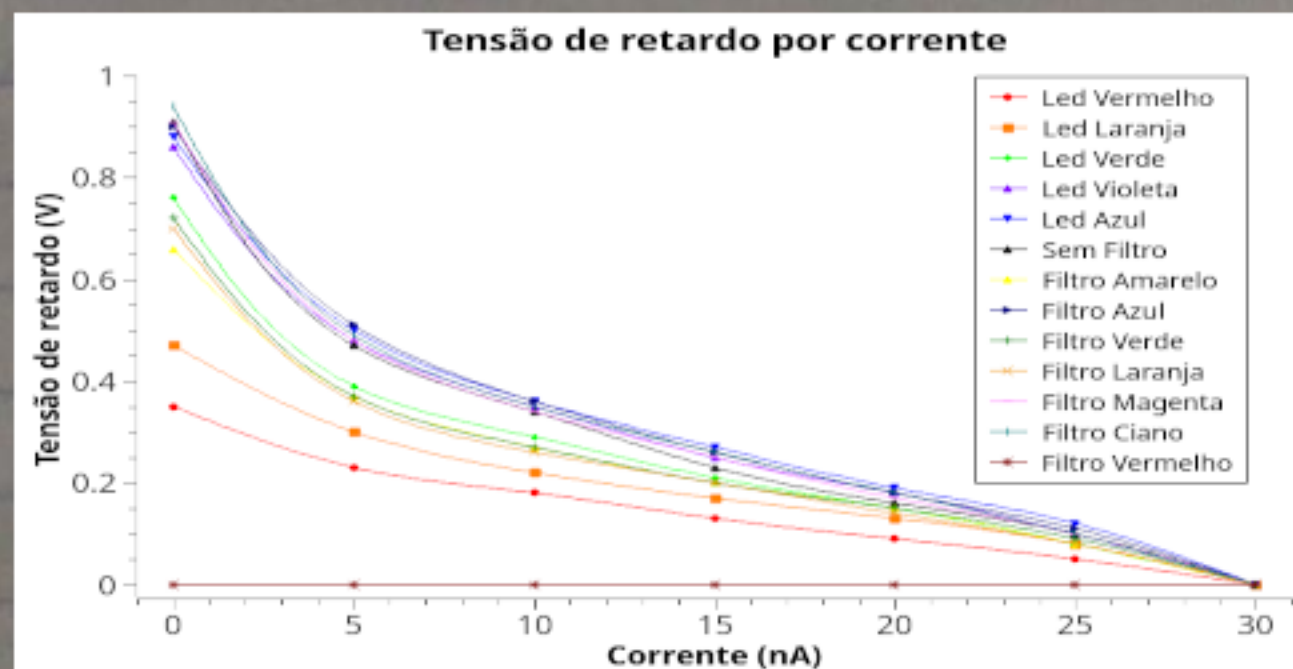


Figura 4: Tensões de retardo em função da corrente detectada pelo sensor

CONCLUSÃO

Através deste experimento foi possível observar empiricamente o efeito fotoelétrico, e através dele estimar a constante de Planck e a função de trabalho do material. A precisão do valor obtido para \hbar deixa a desejar, mas de qualquer maneira o experimento cumpriu seu papel em ilustrar os aspectos mais importantes do efeito fotoelétrico.