

IX SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA XXVII Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 08 de NOVEMBRO de 2024



Tema: "CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMBIENTE: MÚLTIPLOS SABERES E FAZERES"

FÍSICA EXPERIMENTAL: DETERMINANDO A CONSTANTE DE PLANCK ATRAVÉS DE UM CIRCUITO ELÉTRICO

Leonardo Gonçalves Martins¹, Dr. Francisco Eduardo de Sousa Filho²

Resumo: Este trabalho apresenta ao leitor uma breve retrospectiva histórica sobre o surgimento da mecânica quântica, com destaque para os primeiros estudos de Max Planck, cuja contribuição foi um marco fundamental na formulação de uma nova teoria física. O objetivo é demonstrar, com valores próximos aos encontrados na literatura, a constante de Planck por meio de um experimento prático. Utilizando um circuito elétrico simples, composto por LEDs, resistores e outros componentes, buscamos evidenciar a importância da experimentação no campo da física, permitindo uma abordagem prática e acessível para a compreensão de conceitos fundamentais. Assim, além de reforçar a relevância dos métodos experimentais no avanço do conhecimento científico, o experimento serve como uma ponte entre a teoria e a prática, mostrando como é possível validar princípios teóricos com ferramentas simples e eficazes. Dessa forma, o trabalho pretende destacar a essencialidade da prática experimental na física e seu papel na consolidação de teorias que revolucionaram a ciência.

Palavras-chave: Física experimental. Ensino. Constante de Planck.

1. Introdução

No final do século XIX surgiram alguns problemas que a teoria newtoniana não conseguia explicar. Já no século XX, à medida que a física ia se organizando de modo a obter explicação para alguns problemas experimentais e teóricos, surgiu algumas explicações físicas com algumas teorias provisórias. Uma das limitações da Física Clássica foi como explicar o comportamento da matéria a nível atômico, como por exemplo a emissão de comprimentos de onda de um gás a altas temperaturas (JEWETT, SERWAY, 2012). Nesse sentido entra a figura do grande físico Max Planck.

Entre os anos de 1900 a 1930 emergiu uma nova teoria na física chamada mecânica quântica, que veio com o propósito de explicar fenômenos intrínsecos das partículas atômicas (JEWETT, SERWAY, 2012). O primeiro a tentar explicar um fenômeno nessa seara foi Max Planck, com a radiação de corpo negro, que tenta explicar (com sua hipótese) a relação entre a temperatura de um corpo, como o corpo negro, e a radiação eletromagnética que ele emite.

Um corpo negro é um objeto ideal, que absorve toda radiação eletromagnética que incide nele e emite em forma de radiação térmica, como na figura abaixo

1 Universidade Regional do Cariri, email: leonardo.martins@urca.br

2 Universidade Regional do Cariri, email: eduardo.sousa@urca.br

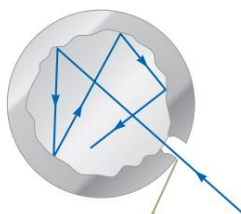
IX SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA XXVII Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 08 de NOVEMBRO de 2024

Tema: "CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMBIENTE: MÚLTIPLOS SABERES E FAZERES"



Figura 1 – corpo negro



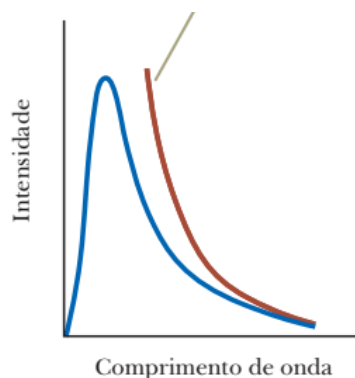
Fonte: Jewett, Serway. 2012.

Alguns físicos tentaram descrever a radiação emitida através da física clássica, que pela distribuição de Boltzmann obtiveram uma intensidade emitida (e teórica) dada por

$$S(\lambda) = \frac{2\pi c}{\lambda^4} KT$$

É uma equação conhecida como a Lei de Rayleigh-Jeans (VÁZQUEZ; HANSLMEIER, 2005 apud PINTO, 2023). O problema desse resultado foi o comprimento de onda muito acima do que se tinha obtido experimentalmente, a figura abaixo elucida bem o que foi dito

Figura 2 – curva determinada pela Lei de Rayleigh-Jeans



Fonte: Jewett, Serway. 2012.

O comprimento de onda marrom foi o obtido teoricamente, o azul é o obtido experimentalmente. Esse resultado ficou conhecido como a catástrofe do ultravioleta, pela proporção que tomou, um pico muito acima do espectro visível.

E foi na hipótese que Planck que ele propôs que a energia irradiada pela cavidade pode assumir valores discretos do tipo

$$E = nhf, n \in \mathbb{N} \quad (1)$$

IX SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA XXVII Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 08 de NOVEMBRO de 2024



Tema: "CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMBIENTE: MÚLTIPLOS SABERES E FAZERES"

Em todo desenrola, da física clássica até os primórdios na física quântica, essa energia E , média, pode ser inserida na equação de Rayleigh-Jeans, assim corrigindo a defasagem nos comprimentos de onda obtidos experimentalmente. Com isso, o único termo a ser determinado na equação final foi a Constante de Planck (h), que posteriormente pode ser mensurada com o valor de

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

É com a equação (1) que vamos reproduzir esse feito: de determinar a constante de Planck, ou chegar a um valor próximo. Utilizando um circuito simples com uma protoboard, potenciômetro, bateria 9V, LED, multímetros, e etc.

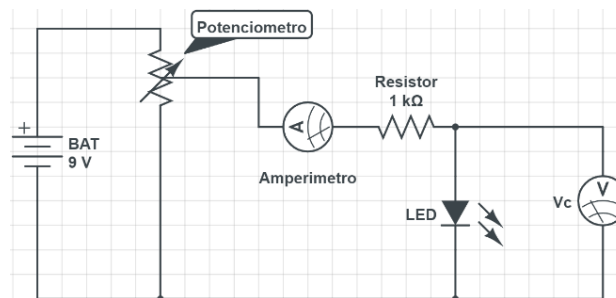
2. Objetivo

Determinar experimentalmente o valor da constante de Planck (h) a partir da relação entre a energia dos fótons emitidos por um LED de determinada cor.

3. Metodologia

A primeira etapa desse projeto é montar o circuito. Pela facilidade, nesse foi usado uma protoboard, mas dependendo dos recursos pode ser feito com circuito impresso. A montagem deve obedecer ao seguinte diagrama

Figura 3 – Diagrama Elétrico



Fonte: autoral

Os materiais a serem usados são: uma bateria 9V, um potenciômetro de 10 kΩ, um resistor de 1 kΩ, a protoboard/circuito impresso, um LED (vermelho ou azul) e multímetros.

Vamos deixar a equação (1) mais familiarizada com os valores que vamos obter.

$$eV_c = hf \Rightarrow h = \frac{eV_c}{f} \quad (2)$$

Essa é uma forma expressar a equação de Planck, onde V_c é a chamada tensão de corte (tensão necessária para emissão de fótons), e é a carga do elétron, e f é a frequência da cor do LED que estamos fazendo a mensuração.

IX SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA XXVII Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 08 de NOVEMBRO de 2024



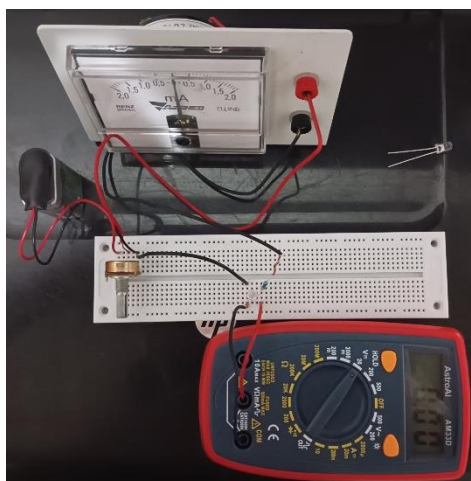
Tema: "CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMBIENTE: MÚLTIPLOS SABERES E FAZERES"

Montado o circuito, o próximo passo é a experimentação de fato. Iniciamos, primeiro de tudo, variando a resistência do circuito no potenciômetro até o amperímetro esboçar um valor mínimo de corrente elétrica (é quando o LED começa a emitir luz), feito isso vamos medir a tensão que esta encima do LED (V_c). Com os valores obtidos, podemos enfim substituir na equação (2) e obter o resultado esperado, ou próximo.

4. Resultados

Calvo-Mola *et al* (2019) com espectrometria tradicional, obtém valores $6,32 \times 10^{14}$ Hz para o azul e $4,64 \times 10^{14}$ Hz para o vermelho. Todavia, como nosso calculo é baseado na iminência de incidência de luz vamos usar valores que na faixa do espectro está iniciando em $4,05 \times 10^{14}$ Hz para o vermelho e $6,2 \times 10^{14}$ Hz para o azul.

Imagem – circuito montado



Para o vermelho, a tensão de corte medida é ilustrada abaixo e os cálculos que assim é verificado.



$$h = \frac{1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 1,63}{4,05 \cdot 10^{14}} = 6,45 \cdot 10^{-34} J \cdot s$$

Com um erro de

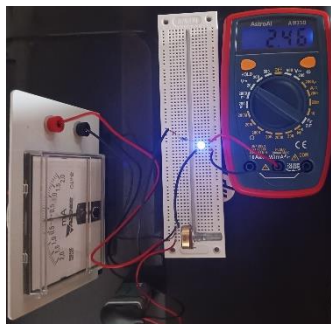
$$\frac{6,626 - 6,45}{6,626} 100 = 2,66 \%$$

Para o azul, a tensão medida é ilustrada abaixo, e seus respectivos cálculos que que assim é conferido.

IX SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA XXVII Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 08 de NOVEMBRO de 2024

Tema: "CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMBIENTE: MÚLTIPLOS SABERES E FAZERES"



$$h = \frac{1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 2,46}{6,2 \cdot 10^{14}} = 6,36 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

Com um erro de

$$\frac{6,626 - 6,36}{6,626} 100 = 4,01 \%$$

5. Conclusão

O resultado desse trabalho é pleiteado como muito satisfatório, visto que os resultados que aqui foram obtidos estão dentro de valores abraçado pela literatura, e que, acima de tudo mostra a importância da experimentação.

6. Referências

CALVO-MOLA, C. et al. DETERMINATION OF THE PLANCK CONSTANT THROUGH THE USE OF LEDS. *Revista Cubana De Física*, v. 36, n. 2, 2019.

JEWETT Jr., JOHN W. *Física para cientistas e engenheiros*, volume 4: luz, óptica e física moderna / John W. Jewett Jr., Raymond A. Serway; tradução All Tasks; revisão técnica Carlos Roberto Grandini. -- São Paulo: Cengage Learning, 2012.

PINTO, Rogério Gonçalves. *Proposta de uso de animação para discussão da transição da mecânica clássica para a mecânica quântica*. 2023.