

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
LABORATÓRIO DE FÍSICA MODERNA

Razão Carga Massa

Adão Murillo dos Santos	RA:100126
João Marcos Fávaro Lopes	RA:98327
Lucas Maquedano da Silva	RA:98901
Pedro Haerter Pinto	RA:100852
TURMA:32	Professor:Nelson Guilherme Castelli Astrath

Maringá,2018

Sumário

Sumário	1
1 Fundamentação Teórica	2
2 Desenvolvimento Experimental	3
2.1 Materiais e Métodos	3
2.2 Dados Obtidos Experimentalmente	3
2.3 Interpretação dos Resultados	4
Referências	5

1 Fundamentação Teórica

A força magnética atuante em uma partícula eletricamente carregada de carga q num campo magnético B é dado pela equação

$$F_m = qv \times B \quad (1)$$

Onde v é a velocidade da partícula. Para o caso em que a velocidade é perpendicular à direção do campo, a equação pode ser simplificada para a forma escalar

$$F_m = evB \quad (2)$$

Em que e é a carga elementar do elétron. Como os elétrons do feixe realizarão um movimento circular dentro do bulbo de vidro, estes estarão sujeitos a uma força centrípeta de forma

$$F_c = \frac{mv^2}{r} \quad (3)$$

Onde m é a massa do elétron, v sua velocidade e r o raio do movimento circular. Como a força centrípeta é a única força externa agindo sobre o elétron, é possível igualar as duas equações de modo que

$$F_m = F_c \quad (4)$$

$$evB = \frac{mv^2}{r} \quad (5)$$

Como o objetivo é determinar a relação carga/massa, deve-se isolar esse quociente de modo a se obter seu valor em função dos demais valores

$$\frac{e}{m} = \frac{v}{rB} \quad (6)$$

A velocidade do elétron é determinada a partir da energia cinética dos elétrons sujeitos ao campo magnético, ou seja

$$eV = \frac{1}{2}mv^2 \quad (7)$$

$$v = \left(\frac{2eV}{m} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

O campo magnético produzido por um par de bobinas de Helmholtz é, nas proximidades do centro dado pela equação

$$B = \frac{[N\mu_0]I}{a \left(\frac{5}{4} \right)^{\frac{3}{2}}} \quad (9)$$

Substituindo 8 e 9 na equação 6,

$$\frac{e}{m} = \frac{v}{rB} = \frac{2V \left(\frac{5}{4} \right)^{\frac{3}{2}} a^2}{[N\mu_0 I r]^2} \quad (10)$$

Onde V é a energia potencial dos elétrons, a o raio das bobinas de Helmholtz, N o número de espiras em cada bobina de Helmholtz, μ_0 a permeabilidade elétrica do meio, I a corrente elétrica gerada nas bobinas e r o raio de feixe de elétrons.

É possível determinar a relação carga/massa facilmente por este último resultado visto que é composto por constantes ($N = 130$ e $\mu_0 = 4\pi 10^{-7}$) e valores que são ajustados nas fontes no decorrer do experimento.

2 Desenvolvimento Experimental

2.1 Materiais e Métodos

oram utilizados para a realização do experimento:

- Mini-laser;
- Mesa de alinhamento;
- Uma lente de 48 mm;
- Uma lente de 252 mm;
- Um separador de feixes;
- Um espelho de alta rotação PASCO OS-9263B;
- Um espelho fixo esférico com raio de 13,5 m;

Sendo o experimento montado da seguinte forma:

Primeiro o laser e o espelho rotatório são alinhados sobre a mesa com o auxílio dos gabaritos, é posto então a primeira lente (48 mm), em seguida o separador de feixes e então a segunda lente (252 mm), é fundamental que ao colocar cada objeto óptico seja revisado seu alinhamento com o plano do laser. Utilizando regras trigonométricas, é posto então o espelho fixo esférico a cerca de 9 metros do espelho giratório, formando entre eles um ângulo de aproximadamente 12° e, em seguida, alinhado seus centros observando se o raio de luz está retornando ao separador de feixes. Nessa última etapa, é substituído a ocular do separador por um papel de pequena gramatura e, bloqueando o feixe de luz refletido pelo espelho rotatório, pode-se ver um ponto piscando no papel, o que significa que os espelhos estão alinhados. Por fim, é recolocado a ocular e alinhado o mostrador do micrômetro com o ponto de luz.

2.2 Dados Obtidos Experimentalmente

Após a realização do experimento, foram obtidos os dados e utilizando os mesmos, foi gerado em programa o gráfico da 1, contendo a diferença de potencial aplicada (DDP) com o respectivo raio do feixe de elétrons (r), e calculando o ajuste linear obteve-se a equação $V = 98079.57r^2$

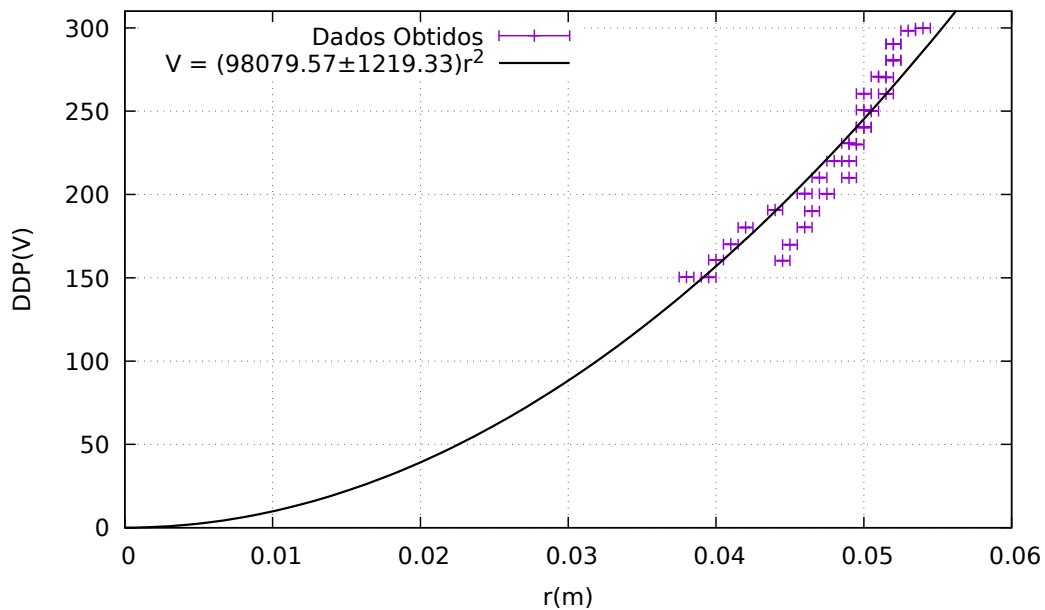


Figura 1: Relação entre a diferença de potencial (DDP) usado para acelerar os elétrons e o raio (r) formado pelos elétrons, com equação igual a $V = (98079.57 \pm 1219.33)r^2$

2.3 Interpretação dos Resultados

Sabendo-se que

$$\frac{e}{m} = \frac{2V \left(\frac{5}{4}\right)^3 a^2}{[N\mu_0 I r]^2} \quad (11)$$

é possível fazer

$$V = \frac{[N\mu_0 I]^2 \left(\frac{e}{m}\right)}{2(5/4)^3 a^2} r^2 \quad (12)$$

onde fazendo

$$\lambda = \frac{[N\mu_0 I]^2 \left(\frac{e}{m}\right)}{2(5/4)^3 a^2} \quad (13)$$

$$V = \lambda r^2$$

sabendo que

$$V = 98079,57 r^2 \quad (14)$$

igualando 13 e 14 é obtido

$$\lambda = 98079,57$$

e portanto

$$98079,57 = \frac{[N\mu_0 I]^2 \left(\frac{e}{m}\right)}{2(5/4)^3 a^2} \quad (15)$$

onde N, μ_0, I e a são:

$$N = 130$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$$

$$I = (1,24 \pm 0,01)A$$

$$a = 0,15cm$$

substituindo os valores

$$98079,57 = \frac{[130 * 4\pi \times 10^{-7} * 1,24]^2 \left(\frac{e}{m}\right)}{2(5/4)^3 0,15^2} \quad (16)$$

e portanto

$$\frac{e}{m} = \frac{98079,57 * 2 * (5/4)^3 * 0,15^2}{[130 * 4\pi \times 10^{-7} * 1,24]^2} \quad (17)$$

resolvendo

$$\frac{e}{m} = 2,10 \times 10^{11} Q/kg \quad (18)$$

Comparando com o valor de

$$c = 1,76 \times 10 Q/Kg \quad (19)$$

obtido na literatura [1], resulta em um erro relativo (Er) de:

$$Er = \left| \frac{1,76 \times 10^{11} - 2,10 \times 10^{11}}{1,76 \times 10^{11}} \right| * 100\% = 19,31\% \quad (20)$$

Estes erros estão associados a obtenção dos dados, sendo possível um erro de paralaxe durante a visualização dos dados na régua espelhada, o que acarreta uma variação do valor de c predito na literatura. Porém, mesmo com todos os fatores associados, o erro de 19,31% é aceitável dentro da precisão necessária para a realização do experimento.

Referências

- [1] PASCO, *Speed of Light Apparatus, Instruction Manual and Experiment Guide for the PASCO Scientific Model OS-9261A, 62 and 63A.*