

# ROTEIRO P/ SIMULAÇÃO: DETERMINAÇÃO DA RAZÃO CARGA/MASSA DO ELÉTRON

Prof. Nildo Loiola Dias

## 1 OBJETIVO

- Determinar a razão carga/massa do elétron.

## 2 MATERIAL

Filme do experimento real: [https://www.youtube.com/watch?v=42iSu7M\\_ghA&t=15s](https://www.youtube.com/watch?v=42iSu7M_ghA&t=15s)

Para a realização deste “experimento” virtual será utilizada a simulação:

<https://www.laboratoriovirtual.fisica.ufc.br/razao-carga-massa-do-eletron>

## 3 FUNDAMENTOS

Se um elétron de massa  $m$  e carga  $e$  é acelerado por uma diferença de potencial  $U$ , ele adquire uma energia cinética dada por:

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

onde  $v$  é a velocidade do elétron.

Quando um elétron se desloca com velocidade  $v$  na presença de um campo magnético  $\mathbf{B}$ , sofre a ação de uma força  $\mathbf{F}$  dada por:

$$\mathbf{F} = e \mathbf{v} \times \mathbf{B} \quad (2)$$

Se o campo magnético  $\mathbf{B}$  for uniforme e se  $\mathbf{v}$  for perpendicular a  $\mathbf{B}$ , o elétron descreverá uma órbita circular de raio  $r$ . Igualando-se a força magnética à força centrípeta, necessária ao movimento, vem:

$$evB = m \frac{v^2}{r} \quad (3)$$

Combinando-se as equações (1) e (3), temos:

$$\frac{e}{m} = \frac{2U}{(Br)^2} \quad (4)$$

Na simulação um feixe de elétrons é lançado em uma região onde pode ser gerado um campo magnético. Esse campo magnético pode ter sua intensidade regulada de zero a 2,1 mT. A orientação do campo magnético é tal que os elétrons são lançados perpendicularmente ao campo magnético, assim descrevem trajetórias que são arcos de círculos. Para campos magnéticos mais intensos a trajetória descreve semicírculos. De posse dos valores do campo magnético  $B$ , do potencial de aceleração dos elétrons  $U$  e do raio do semicírculo descrito pelos elétrons  $r$ , é então possível determinar a razão  $e/m$  do elétron (Equação 4).

## 4 PROCEDIMENTO

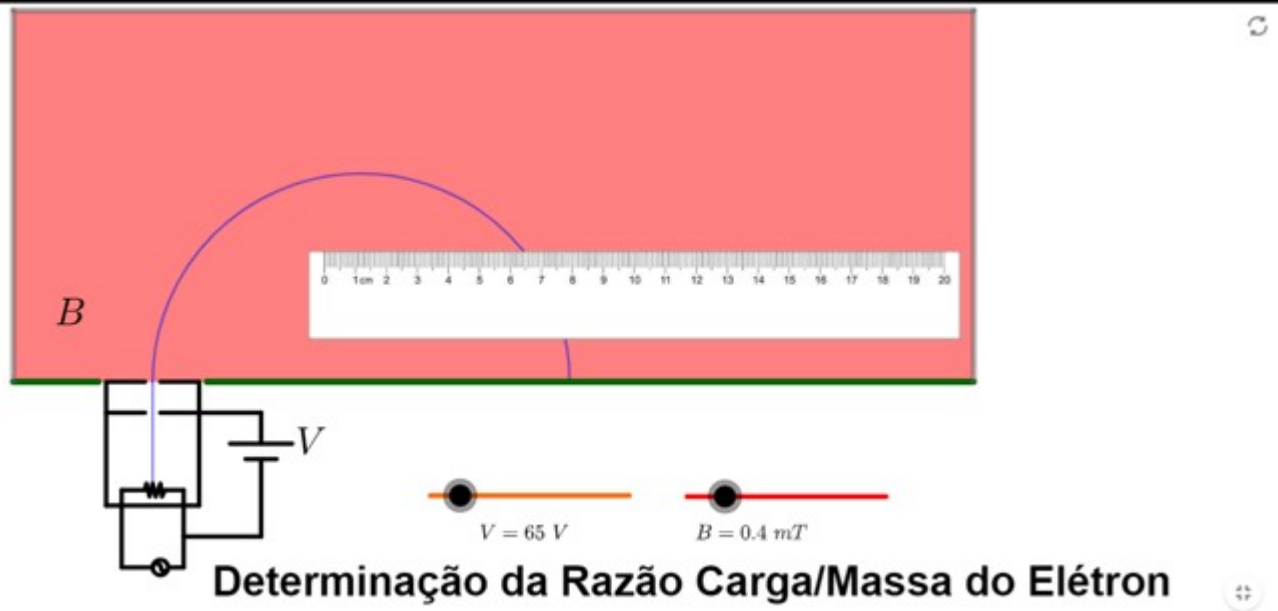
1- Acesse a simulação do experimento de Determinação da razão carga/massa do elétron:

<https://www.laboratoriovirtual.fisica.ufc.br/razao-carga-massa-do-eletron>

A figura 1 mostra a simulação para a determinação da razão carga/massa do elétron em uso. Nesta simulação um dispositivo gera um feixe contínuo de elétrons que são lançados numa região onde há um campo magnético. O campo magnético tem direção perpendicular à velocidade do feixe de elétrons e por isso mesmo o feixe descreve uma trajetória semicircular. Uma régua permite determinar o diâmetro da trajetória dos elétrons. A

velocidade dos elétrons pode ser alterada variando o potencial de aceleração dos mesmos entre 50 V e 150 V. Também é possível variar a intensidade do campo magnético entre 0,40 mT e 2,10 mT.

Figura 1. Tela da simulação para a determinação da razão carga/massa do elétron.



Fonte: o próprio autor.

**ATENÇÃO:** Esta simulação foi desenvolvida de modo a fornecer a Razão Carga/Massa do elétron com um pequeno erro experimental, assim como ocorreria em um experimento real. Também tem o objetivo de evitar que um estudante mais “esperto” gere os dados teoricamente.

- 2- Escolha um valor de potencial de aceleração dos elétrons, entre 50V e 150 V. Anote na Tabela 1.
- 3- Ajuste o valor do campo magnético de modo a obter uma trajetória semicircular que seja possível medir o diâmetro com a régua. Anote o valor do campo magnético e do **raio** da trajetória.
- 4- Para o mesmo potencial escolhido acima, ajuste o campo magnético para outro valor de modo a obter outro valor para o raio da trajetória.
- 5- Encontre outros conjuntos de dados: potencial de aceleração dos elétrons, campo magnético e raio. Anote na Tabela 1.
- 6- Determine a razão carga/massa em cada caso e anote na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados “experimentais”.

	Potencial de aceleração (V)	Campo magnético (mT)	Raio da trajetória (cm)	Razão e/m (C/kg)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

## 5 QUESTIONÁRIO

- 1- Qual o valor médio da razão carga massa obtido “experimentalmente”?
- 2- Qual o erro percentual do valor obtido para  $e/m$  em relação ao valor conhecido da literatura?
- 3- Qual o sentido do campo magnético  $B$  desta simulação, considerando que o mesmo é perpendicular ao plano da tela de seu dispositivo (computador, celular, etc)? Justifique.
- 4- Nesta simulação é possível variar a intensidade do campo magnético, mas não é possível mudar o sentido do mesmo. O que ocorreria se o sentido do campo magnético fosse invertido? Justifique.
- 5- Qual o módulo da força magnética que atua no elétron desta simulação considerando um potencial de aceleração de 100 V e um campo magnético de 1,2 mT?
- 6- Qual a velocidade dos elétrons quando o potencial aplicado é de 60 V?
- 7- Mantendo constante a intensidade do campo magnético, qual o efeito da variação da intensidade do potencial de aceleração dos elétrons sobre a trajetória dos mesmos? Justifique.
- 8- Mantendo constante o potencial de aceleração dos elétrons, qual o efeito da variação da intensidade do campo magnético sobre a trajetória dos elétrons? Justifique.