

# Campeonato de Física 2020

Vinícius F. Rodrigues

3 de Agosto

## Problema 1 - Grupos B e C

### O paradeiro quântico eletromagnético

#### Introdução à Hipótese das cargas magnéticas

A constatação empírica da inexistência de monopolos magnéticos torna-se ainda mais desconcertante com uma simples análise quântica. A hipótese da existência de "cargas magnéticas" análogas às elétricas ganha maior relevância ao notar que a interação entre o campo de uma carga magnética e o de uma(s) carga(s) elétrica(s) justificaria a quantização da carga elétrica (toda carga elétrica é um múltiplo da carga elementar  $e \approx 1,602 \times 10^{-19}C$ ).

#### Demonstração

Demonstre que basta haver um monopolo magnético em algum lugar do universo para justificar a quantização das cargas elétricas.

**DICA:** Dependendo da sua solução, pode ser útil o resultado de integrais complicadas como:

$$\int_0^{\infty} \frac{r}{(r^2 + R^2 - 2rRu)^{3/2}} dr = \frac{1}{R(1-u)}$$

Onde  $r$  é a variável a ser integrada,  $R$  e  $u$  são termos independentes de  $r$ .

#### Detecção de cargas magnéticas

A existência desses monopolos implicaria uma alteração nas principais equações do eletromagnetismo e um surgimento de novas grandezas e equações. Escreva todas essas equações corrigidas pelos fatores provenientes da existência de cargas magnéticas para demonstrar quantitativa e qualitativamente a influência dessas alterações na propagação de ondas eletromagnéticas em meios resistivos eletricamente e magneticamente. Com isso, sugira uma forma de detectar cargas magnéticas a partir de tais ondas por meio de equações.

## Dicas

### DICA 1 (05/08):

Primeiramente, é válido ressaltar que não foi fornecida a equação do campo de um monopolo magnético e, apesar de ser conhecida por muitos, ela não está no programa de equações que não precisam ser demonstradas que mencionamos no regulamento (<https://www.ioc.ee/~kalda/ipho/formulas.pdf>). Logo, é necessário uma demonstração baseada em equações já conhecidas.

Segundo, para demonstrar a quantização da carga, pode ser de grande utilidade visitar os conceitos presentes no "Paradoxo do disco de Feynman".

### DICA 2 (85/08):

Pela dica anterior, pode-se descobrir que há um método indireto e mais simples de descobrir o momento angular armazenado na interação dos campos.

Adicionalmente, pode ser útil assumir uma "Lei de Ohm" análoga para o magnetismo, gerando uma equação de onda amortecida. Notar o efeito da passagem de cargas magnéticas por materiais também pode ajudar na detecção alternativamente.

