

# Física IV - Transformação de campos EM

## LISTA 5: Relatividade Especial (Restrita) - Parte 3

**Código:** FSC 5194

**Professor:** Massayuki Kondo, sala 102, Dept. Física, UFSC

**Homepage:** [www.atomobrasil.com](http://www.atomobrasil.com)

### Problema 1

Um filamento de Nylon de  $0.01\text{ cm}$  de diâmetro e  $4\text{ cm}$  de comprimento possui  $5.0 \times 10^8$  elétrons extras dispostos de forma uniforme sobre a superfície do material. Quanto vale a intensidade do campo elétrico na superfície do fio? a) No referencial onde o fio está em repouso, b) em um referencial que se move com velocidade  $0.9c$  n direção paralela ao comprimento do fio?

### Problema 2

Uma carga  $q_1$  está em repouso na origem, e a carga  $q_2$  se move com velocidade  $\beta c$  na direção  $x$ , ao longo da linha  $z = b$ . Calcule o valor da força exercida pela carga  $q_2$  na carga  $q_1$ . Para qual valor intervalo do ângulo  $\theta$  a componente horizontal dessa força é máxima?

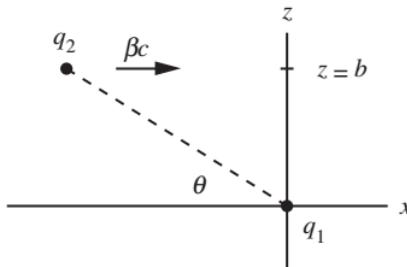


Figura 1: Carga  $q_2$  em movimento no referencial em que  $q_1$  está em repouso.

### Problema 3

Considere um próton parado no referencial parado em cima da sua mesa de estudos. Um píon de alta energia viaja da direita para esquerda com velocidade  $0.6c$ , a carga elétrica do píon é negativa de magnitude unitária ( $e$ ). Considere o movimento unidimensional. Calcule a força de interação entre as partículas, quando o píon está a uma distância  $x_0$  do próton. Ou seja, a força de interação do píon com o próton e vice-versa. A terceira lei de Newton é válida? (Lei é sempre válida!! - Explique como interpretar esse problema)

### Problema 4

Um campo elétrico criado por uma carga em movimento com velocidade  $v$  para a direita pode ser calculada utilizando as transformações de Lorentz para o campo e de distâncias na direção do boost. Considere uma partícula que passa pela origem em um referencial inercial no tempo  $t=0$ . a) Calcule o campo criado por essa carga neste referencial em coordenadas cartesianas para todo o espaço. Calcule o divergente do campo elétrico em coordenadas cartesianas e em coordenadas esféricas, qual o resultado?

### Problema 5

Um feixe de elétrons de energia  $9.5\text{ MeV}$  forma uma corrente colinear de  $0.05\text{ }\mu\text{A}$  e viaja através do vácuo. Despreze a presença de cargas positivas e que a dimensão transversal do feixe seja desprezível. Calcule:

a) No referencial do laboratório qual a distância média entre elétrons consecutivos no feixe? Quanto vale aproximadamente o campo elétrico a uma distância de  $1\text{ cm}$  do feixe?

- 32 b) Faça as mesmas considerações, agora, no referencial de repouso dos elétrons.  
 33 c) Qual a razão entre os campos elétricos dos diferentes referenciais, isso faz sentido?

34 **Problema 6**

35 Calcule o campo elétrico em todo espaço criado por uma carga com velocidade  $v$  para direita no referencial  
 36 F. Descreva as componentes deste campo em coordenadas cartesianas e esféricas, mostre que o campo  
 37 criado no plano (yz), onde  $y$  é a direção do movimento tem a mesma expressão que a calculada em sala de  
 38 aula. Calcule o fluxo do campo através de uma superfície gaussiana neste referencial, mostre que a lei de  
 39 Gauss resulta em  $q/\epsilon_0$ , já que a carga é invariante.

40 **Problema 7**

41 Prótons se movendo em direções opostas com velocidades  $\beta c$  em direções antiparalelas um em relação ao  
 42 outro, ao longo de linhas separadas por uma distância  $r$ . Considere o momento em que ambos possuem a  
 43 mesma direção horizontal como mostrado na figura abaixo.

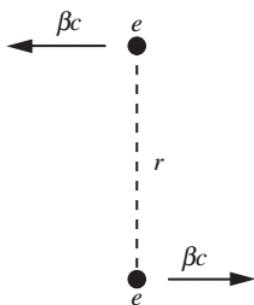


Figura 2: Prótons com movimento relativo antiparalelo contra-propagantes.

- 44 1. a) Calcule a força exercida sobre cada um dos prótons, no referencial F do laboratório.  
 45 2. b) Calcule o valor da força no referencial de um dos prótons,  
 46 3. c) Calcule a transformação relativística das forças entre os referenciais.  
 47 4. d) Mostre que essa diferença é devido a uma força magnética que surge no referencial do laboratório  
 48 e calcule este campo.

49 .  
 50 **Observação:** Com base nos conceitos discutidos em aula, aconselho que escolham mais alguns problemas  
 51 dos livros citados nas referências bibliográficas.

52 **Referências**

53 **bibliografia:** 1) Halliday/Resnick/Krane (Física IV) 10<sup>a</sup> edição. 2) TIPPER, Volume 2, Eletricidade e  
 54 Magnetismo e óptica, Terceira edição. 3) MOYESSES NUSSENZVEIG Física (IV), 4) JAMES HARTLE  
 55 (Relatividade Geral) 5) BERNARD SCHUTZ (A first course in General Relativity) 2<sup>a</sup> edição.