



1 Questão Curta: Doppler Relativístico

Escrito por Lucas Cavalcante

Nessa questão iremos derivar uma expressão muito importante para a ótica e a ondulatória, o efeito doppler relativístico da luz. Para isso, considere uma fonte luminosa que emite uma onda eletromagnética com frequência f_0 e com ângulo θ_0 em relação ao eixo x no referencial próprio e velocidade v medida no laboratório na direção x. Sabendo que as transformações de Lorentz para energia e momento são:

$$\frac{E_{lab}}{c} = \gamma \left(\frac{E_0}{c} + \frac{p_{x,0}v}{c} \right)$$

$$p_{x,lab} = \gamma \left(p_{x,0} + \frac{E_0v}{c^2} \right)$$

$$p_{y,lab} = p_{y,0}$$

$$p_{z,lab} = p_{z,0}$$

onde:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Encontre uma expressão para a frequência da onda eletromagnética medida pelo laboratório (f_{lab}) e para o ângulo entre o eixo x e a onda emitida medido no referencial do laboratório (θ_{lab}).

2 Questão Média: O que estou vendo?

Escrito por Daniela Emilia

Vini está brincando com espelhos côncavos e convexos, para o aperfeiçoamento de um trabalho de robótica. Ele prepara uma situação em que o baricentro de um triângulo equilátero está no ponto focal de um espelho côncavo, em condições gaussianas. Contudo, muito atarefado diante de tantas de suas habilidades e de seus compromissos, ele pede, carinhosamente, sua ajuda para a esquematização geométrica da imagem do objeto em questão. Vale ressaltar que o Vini posicionou uma das bases triangulares paralelamente ao eixo principal do espelho côncavo.

3 Questão Longa: Dielétrico

Escrito por Tiago Rocha

Normalmente, estudamos os fenômenos da eletrostática no ambiente do vácuo. Contudo, neste problema, vamos investigar o que ocorre quando o meio é diferente, o que nos obriga a realizar diversas correções. Em relação a isso, podemos dizer que quanto mais distante do vácuo for o meio (vamos chamar ele de M), mais ele apresentará resistência a movimentos que pensamos ser naturais.

Dados:

Constante eletrostática do vácuo:

$$k_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

- a) A partir do que foi dito na introdução, qual você diria que é maior em módulo: o campo elétrico entre dois corpos no vácuo ou em outro ambiente?
- b) Sendo assim, escreva desigualdades entre a constante eletrostática e a permissividade do vácuo com as do meio M .

Esse fenômeno de resistência ocorre devido ao que chamamos de polarização. O vetor polarização pode ser dado como

$$\mathbf{P} = \epsilon_0\chi\mathbf{E},$$

onde χ é uma constante adimensional chamada de susceptibilidade elétrica do meio, quando estamos no que chamamos de dielétricos lineares. Assim, definimos o vetor deslocamento elétrico:

$$\mathbf{D} = \epsilon_0\mathbf{E} + \mathbf{P} = \epsilon\mathbf{E},$$

onde ϵ é o que definimos como permissividade elétrica do meio.

- c) Encontre uma expressão para ϵ .

- d) Qual é o sentido de criarmos a grandeza \mathbf{D} ?
- e) Sabendo que um capacitor tem, no vácuo, diferença de potencial V , capacitância C , campo elétrico E , carga Q e energia W , calcule como ficariam essas grandezas se o capacitor fosse transferido para um meio de constante dielétrica $\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$.

Material	Constante Dielétrica
Ar	1.0
Benzeno	2.28
Diamante	5.8
Sal	5.9
Silicone	11.7
Metanol	33.0

Tabela 1: Constantes dielétricas de diferentes materiais

- f) Se transferirmos um capacitor carregado do vácuo para o diamante, qual seria a redução percentual ou aumento percentual de cada uma de suas grandezas?
- g) Calcule χ do vácuo, do ar e do diamante.
- h) As Leis de Coulomb e Gauss originais ainda valem em regimes dielétricos? Justifique.