

Eletrromagnetismo Avançado — 7600035

Segunda lista.

22/09/2023

Exercícios do livro texto (Griffiths - Introdução à Eletrodinâmica - 3a. edição) assinalados em negrito.

1. **9.8 modificado.** A equação

$$\vec{E}(\vec{r}, t) = \vec{E}_0 e^{i(kz - \omega t)}$$

descreve uma onda *linearmente polarizada*, que resulta da combinação de duas ondas com a mesma fase, uma com campo na direção \hat{x} e outra com campo na direção \hat{y} . Se as duas componentes tiverem a mesma amplitude, mas estiverem $\pi/2$ fora de fase, a onda resultante é *circularmente polarizada*. Defina uma onda circularmente polarizada, isto é, escreva a equação de sua escolha para a componente \hat{x} do campo e, em seguida, escreva a equação para a componente \hat{y} do campo, que deve estar $\pi/2$ atrasada em relação ao campo x .

2. **9.8 modificado.** Suponha que você esteja observando a onda da questão 1 na direção $-\hat{z}$. Desenhe o campo elétrico (no plano xy) nos instantes $t = 0, T/4, T/2, 3T/4$ e T , onde $T = 2\pi/\omega$.
3. Em classe, encontramos os campos magnéticos transmitido e refletido quando uma onda incide numa superfície com campo elétrico perpendicular ao plano de incidência. Determine os vetores de Poynting para as ondas transmitida e refletida e as energias por unidade de área transportadas por eles. Compare com a energia por unidade de área na onda incidente.
4. Uma onda plana que se propaga num meio com permissividade elétrica ϵ e permeabilidade magnética μ_0 incide normalmente na superfície plana do meio que o separa do vácuo. O campo elétrico é dado pela expressão

$$\vec{E}(\vec{r}, t) = \vec{E}_0 e^{i(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t)},$$

onde $\vec{E}_0 = E_0 \hat{x}$ e $\vec{k} = -k\hat{z}$. A superfície está no plano $z = 0$. Encontre os campos elétricos refletido e transmitido.

5. Mostre que os campos elétricos nas onda transmitida e refletida na questão 4 têm obrigatoriamente a direção \hat{x} , isto é, que as condições que relacionam os campos dentro e fora do meio não podem ser satisfeitas se esses campos tiverem outra direção.

6. Considere uma onda provinda do vácuo que incide sobre um paralelepípedo transparente com campo magnético perpendicular ao plano de incidência. A partir das expressões discutidas em classe, encontre uma relação entre o ângulo Brewster de incidência e o índice de refração do paralelepípedo. Suponha que $\mu = \mu_0$ também dentro do paralelepípedo.
7. Repita o cálculo feito em classe — equações de Fresnel para luz com polarização elétrica perpendicular ao plano de incidência — supondo que o índice de refração do meio de onde a luz provém é $n > 1$ e que a luz é transmitida para o vácuo.
8. Na questão anterior
- Qual é a fase do campo magnético refletido, em relação ao incidente?
 - Existe ângulo de Brewster? Caso afirmativo, para que ângulo?
 - Existe reflexão total? Caso afirmativo, a partir de que ângulo?
9. † Considere o modelo de oscilador harmônico para um átomo polarizado discutido em classe, mas suponha que não há amortecimento.
- Determine a constante dielétrica em função da frequência da luz.
 - Suponha que o número de átomos por unidade de volume é pequeno para determinar o índice de refração em função da frequência.

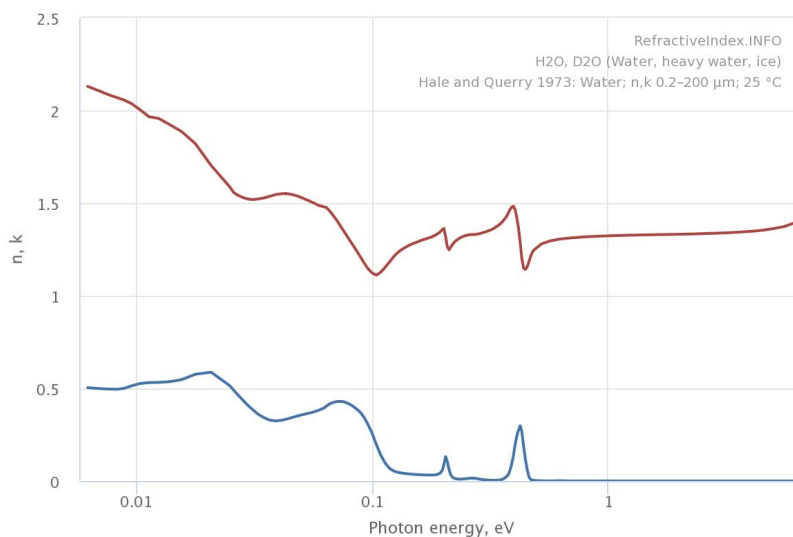


Figura 1: Questão 10

10. A figura 1 mostra a parte real (n) e a parte imaginária (κ) do índice de refração da água a 25 °C em função da energia $\hbar\omega$ do fóton.
- (a) Compare a região $\hbar\omega > 0.3$ eV com os resultados encontrados na aula de 22 de setembro;
 - (b) A partir do gráfico, estime os parâmetros ω_0 e γ do modelo;
 - (c) O que acontece com a água para frequências tais que $\hbar\omega \approx 0.4$ eV? Em que região do espectro (infravermelho, visível ou ultravioleta) está essa região?
 - (d) No visível, o comportamento do índice de refração é normal ou anômalo?