


Respostas breves. Justifique.

1. Uma onda electromagnética monocromática plana inicialmente a propagar-se em ar incide num dieléctrico isotrópico, linear e sem absorção ($n = 1.562$; luz incide na vertical, dieléctrico na horizontal), com um ângulo de incidência de 20° . No ar pode ser descrita por:

$$\vec{E} = 250 \text{ (V/m)} \hat{i} e^{i(3.693 \times 10^{15} \text{ (rad/s)} t - 1.232 \times 10^7 \text{ (rad/m)} z + \pi/4)}.$$

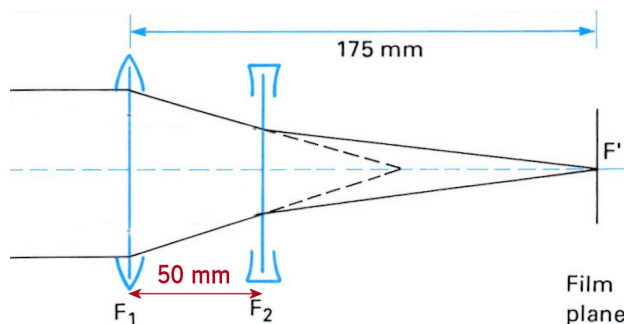
- Qual o comprimento de onda (no vácuo), frequência (Hz) e polarização ? (1 V)
- Escreva uma expressão para a indução magnética no ar. (1 V)
- Quais as amplitudes dos campos elétricos da radiação incidente, refletida e transmitida ? (1 V)
- Qual a refletância e transmitância ? (1 V)

2. Motivação: lente *telefoto*, um esquema popular para objetivas fotográficas. Uma objectiva fotográfica numa jamais em tempo algum é uma lente. O que quer então realmente dizer uma afirmação do tipo: “uma telefoto de 300 mm” ?

A figura mostra uma *telefoto*. As potencias das lentes são $+10.00 \text{ D}$ e -12.00 D (em dioptrias; $1 \text{ D} = 1 \text{ m}^{-1}$). A figura mostra a focagem no plano do sensor electrónico de um objeto no infinito.

Uma lente positiva em ar é mais grossa no centro; costuma representar-se por \updownarrow . Uma lente negativa, bem você sabe ...

- Qual a potencia refrativa desta telefoto ? E qual a distância focal equivalente ? (1 V)
- Calcule a localização dos planos principais. Desenhe a lente e os planos principais. (1.5 V)
- Faça o traçado de raios para a formação da imagem de um objeto a duas vezes a distância focal equivalente, à esquerda do plano principal do lado do objeto. Use os *planos principais* para o traçado de raios (e não as duas lentes físicas; usando os planos principais fica mais simples e mais informativo). (1.5 V)



3. Polarizadores, lâminas de quarto de onda e polarização da radiação.

a) Tem 2 polarizadores dicroicos ideais (tipo polaroid), com eixos de transmissão na vertical (1º polarizador) e a 45º com a vertical (2º). No 1º polarizador incide radiação não polarizada com 200 W/m^2 (irradiância; valor médio de Poynting). Qual a irradiância após o 1º e o 2º polarizadores ? (1 V)

b) Tem uma *sandes* formada por 3 componentes óticos. Por ordem, uma lâmina de quarto de onda com eixo lento na horizontal, um polarizador linear dicroico com eixo de transmissão a 45º com a vertical (eixo para a direita, quando visto *de frente*), e outra lâmina de quarto de onda, desta vez com eixo lento na vertical. O que acontece após cada camada da *sandes*, quando incide radiação com polarização circular direita, esquerda e radiação não polarizada ? Para que pode servir esta *sandes* ? (2 V)

4. Motivação: revestimentos antireflexo. Tem um material de ZnO_2 de índice de refração 2.21, no qual quer fazer incidir radiação inicialmente a propagar-se em ar. É coberto de um antireflexo de MgF_2 ($n = 1.38$), otimizado para 550 nm. Admita incidência normal.

a) Qual a refletência, sem antireflexo ? (1 V)

b) O antireflexo deve a sua ação à interferência (ou seja, à coerência da radiação que sofre reflexões múltiplas no filme antireflexo). Imagine que não há coerência entre reflexões sucessivas no MgF_2 (para isto o filme de MgF_2 tem de ter espessura superior ao comprimento de coerência da radiação; não se preocupe com a forma como isto é garantido). Qual a refletância do sistema $\text{ar}|\text{MgF}_2|\text{ZnO}_2$, nestas condições ? (1.5 V)

c) Qual a espessura do antireflexo (admitindo coerência completa) ? (1 V)

d) Qual a refletância do sistema $\text{ar}|\text{MgF}_2|\text{ZnO}_2$, com coerência completa no MgF_2 ? (1.5 V)

5. Difração no modelo de Kirchhoff-Fraunhofer de uma abertura retangular de 1 mm de altura por 0.1 mm de largura. Observação do padrão a 1 m do plano da abertura, sem lente. Radiação de laser He-Ne de 633 nm (vácuo).

a) Qual o tamanho do padrão de difração (diga como escolheu definir esse tamanho) ? (1.5 V)

b) Faz a mesma experiência dentro de uma piscina de água ($n = 4/3$). Qual o tamanho do padrão de difração, em água ? A difração é mais ou menos importante, em água ? (1.5 V)

6. Difração no modelo de Kirchhoff-Fresnel, por um plano horizontal infinito (uma espécie de folha A4, mas infinita em 3 lados), da radiação de uma fonte pontual.

Qual a relação entre a espiral de Cornu e a **amplitude** do campo (resposta breve p.f.) ? (1 V)

