

1. Interferómetro de Michelson [4 valores]

Um recipiente com faces planas e paralelas separadas de 8 cm é colocado em um dos braços de um interferómetro de Michelson, em incidência normal. O interferómetro é iluminado com luz com um comprimento de onda de 600 nm. Dado que o índice de refração de ar neste comprimento de onda é aproximadamente igual a 1.00028, quantas franjas de interferência passam através de uma posição de referência durante o processo de extrair todo o ar do recipiente?

2. Interferómetro Fabry-Perot [4 valores]

Um interferómetro Fabry-Perot é construído de dois espelhos planos com refletividades iguais separadas por ar ($n=1$). Um espelho pode ser deslocado pequenas distâncias com o auxílio dum cristal piezoelétrico para sintonizar as ressonâncias. A banda espectral livre do interferómetro é de 1.50 THz (um Tera corresponde a 10^{12}).

(a) Determine a distância entre os espelhos.

(b) Imagine que inicialmente o interferómetro está ajustado para que um dos picos de transmissão esteja sintonizado no comprimento de onda de 1550 nm. De quanto deve alterar a separação entre os espelhos para que este pico transite para os 1530 nm? Qual é a ordem, m , desta ressonância?

Nota: se precisar usar um comprimento da cavidade e não resolveu a alínea anterior, use $L=0,2$ mm.

(c) Pretende-se resolver duas componentes espectrais com comprimentos de onda muito próximos, $\lambda_1 = 1500$ nm e $\lambda_2 = 1499.925$ nm. Usando o critério de Rayleigh, determine a refletância mínima dos espelhos necessária para o conseguir.

3. Uma rede de difração [4 valores]

Um espectrómetro é constituído duma rede de difração em transmissão com uma largura de 1 cm e 250 linhas/mm, disposto paralelamente a uma lente cilíndrica (fina) com distância focal $f = 25$ cm. A luz é incidente do lado da rede e normal a sua superfície.

(a) Qual é a separação no plano focal entre duas linhas espectrais com $\lambda_1 = 500$ nm e $\lambda_2 = 510$ nm, na 1ª ordem de difração?

(b) Qual a resolução espectral pelo critério de Rayleigh na primeira ordem para comprimentos de onda perto de 500 nm?

(c) Qual é ordem de difração que oferece melhor resolução espectral neste espectrómetro para luz incidente com um comprimento de onda nominal (a volta de?) de 500 nm?

(d) Porque razão é melhor usar uma lente cilíndrica em vez de uma lente esférica neste caso?

4. As duplas fendas de Young [4 valores]

Duas fendas são iluminadas por um laser He-Ne com comprimento de onda 633nm. Observa-se que: i) franjas brilhantes consecutivas estão separadas por 1 cm quando observadas num plano a 2.00 m de distância; ii) as franjas brilhantes de $\pm 9^{\text{a}}$ ordem são as primeiras a serem suprimidas. Determine:

- a) separação entre as duas fendas
- b) a largura de cada fendas.

5. Resolução do olho humano [4 valores]

Um caminhão tem faróis separados por uma distância de 2m.

(a) Mostre que, olhando de frente para o caminhão, a distância a que se pode ainda resolver os dois faróis é maior do que 25 km. Assuma para o cálculo que o comprimento de onda é 550nm (no ar), que o diâmetro da pupila adaptada ao escuro é de 7mm, e que a resolução do olho é limitada apenas pelos efeitos de difração. Note que o meio físico dentro do olho humano tem um índice de refração $n \approx 1.34$.

(b) Na prática, a distância máxima com que alguém consegue resolver os dois faróis na alínea anterior é menor do que 1km. Que outros efeitos estão envolvidos numa menor resolução do nosso sistema ótico quando adaptado ao escuro?

Com boa iluminação a situação é diferente. Acuidade visual "normal", de "6/6", corresponde a uma resolução angular de cerca 1 minuto de arco.

(c) Determine o limite da resolução angular devido a efeitos de difração provocados por uma abertura de 2mm (tamanho mínimo da pupila) com um comprimento de onda igual a 550 nm (no ar) que é próximo da sensibilidade máxima do olho humano. O que conclui sobre a qualidade ótica do olho humano em condições de boa iluminação?

(d) O olho humano relaxado pode ser aproximado por uma lente delgada com um comprimento focal de cerca de 23 mm. Ondas planas com uma inclinação relativa de 1 minuto de arco produzem imagens separados por qual distância na retina?

Na fóvea (a parte da retina com melhor acuidade visual), o tamanho típico dos fotorreceptores (cones) é cerca de $2.5 \mu\text{m}$. Note também que para que a retina distinga duas imagens elas têm que estar separadas de pelo menos um fotorreceptor não iluminado.