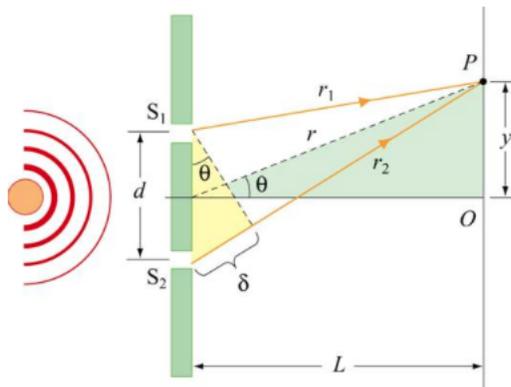


# 4310277 – Física IV para Química

## Sétima lista de exercícios

1. Suponha que, no *experimento de fenda dupla de Young*, a separação entre as duas fendas seja de 0,32 mm. Se um feixe de luz de 500 nm atingir as fendas e produzir um padrão de interferência, quantos máximos teremos num intervalo, com uma abertura angular de  $-45^\circ < \theta < 45^\circ$ , centrado entre as fendas?
2. Considere uma situação onde você ilumina um par de fendas bem estreitas com um laser, as quais possuem uma abertura  $a = 40 \mu\text{m}$  e encontram-se separadas por uma distância  $d$  uma da outra. Admitindo que o padrão de interferência resultante desta iluminação dispõe-se sobre uma tela à  $L = 40 \text{ cm}$  de distância, conforme mostra a figura abaixo, responda:



- (a) O centro do padrão de interferência, relacionado ao ponto que é equidistante às duas fendas, refere-se a um mínimo ou a um máximo? Por quê?
- (b) Dado que é experimentalmente possível marcar e medir todos os pontos de interferência máxima visíveis sobre a tela, podemos dizer que, para as distâncias supramencionadas, esses pontos de máximo (i) estarão igualmente espaçados, ou (ii) eles se afastarão cada vez mais do centro?

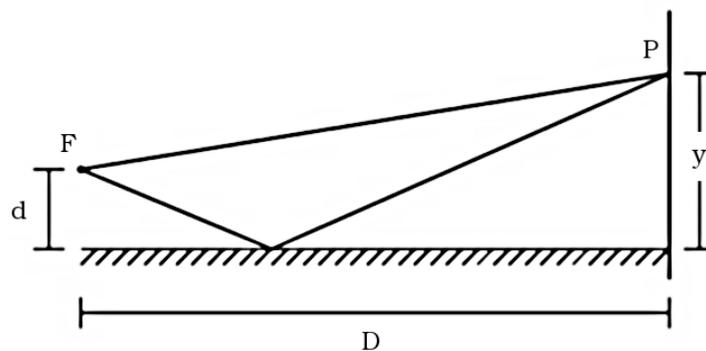
Note que, se os pontos de máximo estiverem igualmente espaçados, por exemplo, isso poderá ser muito útil, caso você queira estimar o *espaçamento médio* que existe entre todos os pontos de máximo produzidos sobre a tela: para isso, basta medir a distância dentre os máximos mais distantes, e dividir pelo número de máximos intermediários que você observa ao longo do padrão de interferência. Mas, e no caso destes máximos se afastarem cada vez mais do centro de inter-

ferência: qual dos espaçamentos você usaria para fazer uma estimativa mais precisa: o que fica mais perto do centro, ou mais afastado dele?

- (c) Haja vista que a largura  $a$  das fendas é uma distância *finita*, quantos máximos de interferência você poderá usar (aproximadamente), de cada lado do padrão de interferência, antes que a intensidade fique significativamente reduzida pela difração?
- (d) Derive uma equação para calcular o comprimento de onda  $\lambda$  associado à luz do laser, valendo-se da distância  $\Delta y$  que existe entre os máximos de interferência produzidos sobre a tela.
- (e) Aliás, para fazer uma medida mais precisa da distância  $\Delta y$  relacionada aos pontos de máximos, ajuda tê-los o mais distante uns dos outros? Por quê?
- (f) E no caso de assumirmos que os parâmetros relacionados à fenda e ao comprimento de onda da luz são fixos: o que podemos fazer para tornar  $\Delta y$  maior? Nesta sua resposta, você vê alguma razão para não fazer isso *ad infinitum*?

3. Tomemos a situação onde uma fonte, que emite luz com dois comprimentos de onda na região do visível, dados por  $\lambda_1 = 430 \text{ nm}$  e  $\lambda_2 = 510 \text{ nm}$ , é utilizada numa experiência de fenda dupla. Considerando que a distância entre essas fendas é de  $0,025 \text{ mm}$ , enquanto a distância entre elas e a tela de observação é de  $1,5 \text{ m}$ , encontre a separação entre as franjas brilhantes de terceira ordem que são correspondentes aos comprimentos de onda acima mencionados.

4. Seja a experiência do *espelho de Lloyd*, a qual é caracterizada pela interferência de duas luzes num anteparo: uma que vai diretamente de uma fonte puntual  $F$  para um ponto  $P$  do anteparo, e outra que parte da mesma fonte para  $P$ , porém refletindo, antes, numa placa plana de vidro, conforme mostra a figura abaixo.

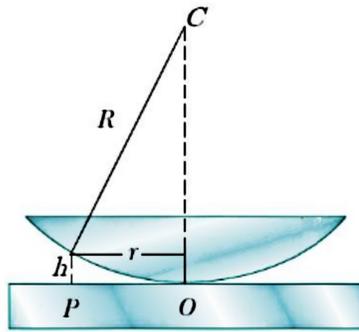


Considerando que

- o ponto  $P$  relaciona-se ao primeiro máximo de interferência, e que
- a distância  $d$  entre a fonte e o espelho é extremamente pequena quando comparada com a distância  $D$  que existe entre  $F$  e o aparato,

expresse a distância  $y$  que está apontada na figura como uma função não apenas de  $d$  e  $D$ , mas do comprimento de onda  $\lambda$  associado a fonte  $F$ , a qual supomos ser monocromática.

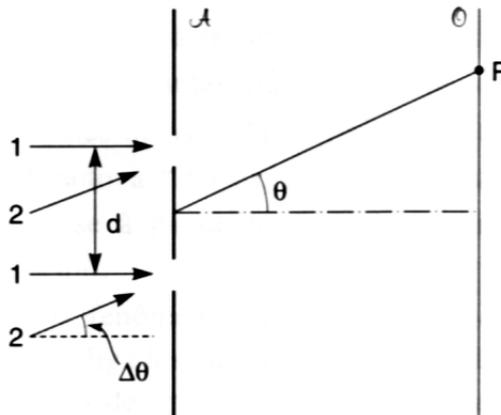
5. Considere que num *experimento de Young*, onde temos uma luz incidindo perpendicularmente sobre um anteparo onde há dois orifícios, coloca-se uma lâmina delgada e transparente apenas sobre um dos orifícios, com o objetivo de fazer com que ocorra um deslocamento das  $m$  franjas na figura de interferência: ou seja, a franja central brilhante deslocar-se-á para a posição que, antes, era ocupada pela franja brilhante de ordem  $m$ . Supondo não apenas que esta lâmina possui faces paralelas e um índice de refração  $n$ , mas que o comprimento de onda da luz incidente é  $\lambda$ , estime a espessura da lâmina.
6. Para explicar as cores das manchas de óleo num asfalto molhado, considere que há uma camada de óleo, com índice de refração 1,5, boiando sobre a água. Supondo que o asfalto absorve toda a luz que é transmitida através do óleo e da água, e que a única luz observada é aquela que é refletida perpendicularmente:
  - (a) Mostre que há um *mínimo* de reflexão para a luz violeta: para isso, assuma que camada de óleo possui a espessura do comprimento de onda  $\lambda_I$  associado à mesma luz violeta no ar.
  - (b) Aliás, considerando que o comprimento de onda  $\lambda_{II}$  da luz vermelha é aproximadamente igual ao dobro da violeta, mostre também que, para a luz vermelha, há um *máximo* de reflexão.
7. Seja uma experiência dos *anéis de Newton*, onde há uma lente plano-convexa em contato com uma placa plana de vidro, conforme a figura abaixo. Considerando não apenas que o raio de curvatura da lente é  $R$ , mas que esta lente está sendo iluminada apenas por raios que incidem perpendicularmente sobre ela, calcule:
  - (a) a relação entre as distâncias  $r$  e  $h$  (que estão indicadas na figura) na vizinhança do ponto de contato  $O$ ; e



- (b) o raio  $r_m$  do  $m$ -ésimo anel escuro visto na luz monocromática refletida, cujo comprimento de onda é  $\lambda$ .

8. Considere o *experimento de Young* onde:

- um feixe incidente 1, perpendicular ao anteparo  $\mathcal{A}$ , é capaz de produzir uma interferência construtiva num ponto  $P$  que está localizado na direção  $\theta$  do anteparo de observação  $\mathcal{O}$ ; enquanto
- um feixe incidente 2, que é não perpendicular a  $\mathcal{A}$ , consegue produzir uma interferência destrutiva no mesmo ponto  $P$ , desde que este feixe forme um ângulo  $\Delta\theta$  com o feixe anterior, conforme mostra a figura a seguir.



Nestes termos:

- (a) Sabendo que as franjas de interferência oriundas da superposição desses dois feixes desaparecerão, caso eles possuam a mesma intensidade e frequência, mostre que esta situação acontecerá quando

$$\Delta\theta = \frac{\lambda}{2d} \quad , \quad (1)$$

sendo  $d$  a separação das aberturas em  $\mathcal{A}$ , e  $\lambda$  o comprimento da onda luminosa aqui associada.

(b) Aliás, existe alguma relação deste resultado com o interferômetro estelar de Michelson? Se sim, qual?