

1ª. Lista de Exercícios de Física IV

Equações de Maxwell e Ondas Eletromagnéticas – Propagação, energia, pressão e polarização

1. Quais são as equações de Maxwell na forma diferencial e o qual o significado físico de cada uma delas?
2. Qual é a intensidade média de uma onda eletromagnética plana se o valor de B_m é $1,0 \times 10^{-4} \text{ T}$?

3. Uma onda eletromagnética plana que se propaga no vácuo tem componentes:

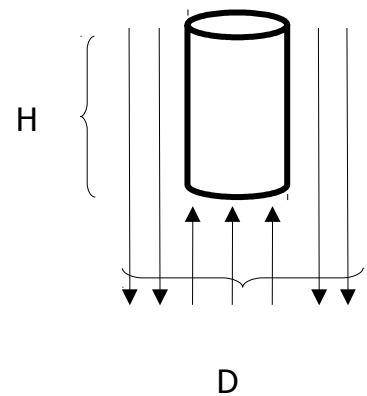
$$E_x = E_y = 0 \quad \text{e} \quad E_z = 2,0 \frac{V}{m} \cos \pi(10^{15}(t - x/c))$$

- a) Qual é a amplitude do campo magnético associado à onda?
 - b) O campo magnético oscila paralelamente a que eixo?
 - c) No instante em que o campo elétrico aponta no sentido positivo do eixo z, em que direção e sentido aponta o campo magnético neste mesmo ponto?
4. Um avião que se encontra a uma distância de 10 km de um transmissor de rádio recebe um sinal com intensidade de $10 \mu\text{W}/\text{m}^2$.
 - a) Determine a amplitude do campo elétrico e do campo magnético associado ao sinal.
 - b) Se o transmissor irradia uniformemente ao longo de um hemisfério, qual a potência da transmissão?

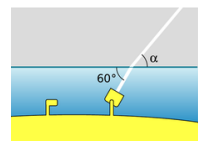
5. Qual é a pressão da radiação a 1,5m de distância de uma lâmpada de 500W? Suponha que a superfície sobre a qual a pressão é exercida esteja voltada para a lâmpada e que ela seja perfeitamente absorvente. Suponha também que a lâmpada seja isotópica.

6. Uma espaçonave poderia deslocar-se no sistema solar usando apenas a pressão da radiação do sol em uma grande vela feita de alumínio. Qual deve ser o tamanho da vela para que a força exercida pela radiação seja igual em módulo à força de atração gravitacional do Sol? Suponha que a massa da espaçonave, incluindo a vela, seja de 1.500 kg e que a vela seja perfeitamente refletora e que esteja orientada perpendicularmente aos raios do sol. Os dados astronômicos necessários são dados: Massa do sol, Constante gravitacional e potência da radiação solar.

7. Na figura ao lado o feixe de um laser com 4,6 W e $D = 2,6 \text{ mm}$ de diâmetro é apontado para cima, perpendicularmente a uma das faces circulares (com menos que 2,6 mm de diâmetro) de um cilindro perfeitamente refletor, que é mantido suspenso pela pressão da radiação do laser. A massa específica do cilindro é $1,2 \text{ g}/\text{cm}^3$. Qual a altura H do cilindro?

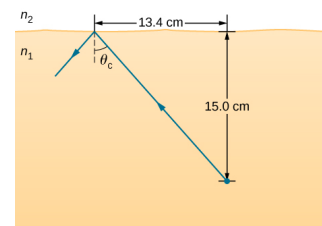


8. Um feixe luminoso com uma intensidade de 43 W/m^2 e polarização paralela ao eixo y atravessa um sistema composto por dois filtros polarizadores cujas direções fazem ângulos $\theta = 70$ e 90 graus com o eixo y . Qual a intensidade da luz transmitida pelo sistema?
9. Um feixe de luz não polarizada com uma intensidade média de 10 mW/m^2 atravessa um filtro polarizador. Determine a amplitude do campo elétrico da luz transmitida.
10. Um feixe de luz polarizada passa por um conjunto de dois filtros polarizadores. Em relação à direção de polarização da luz incidente, as direções de polarização do filtro são 70° para o primeiro filtro e 90° para o segundo. Se 10% da intensidade incidente são transmitidos pelo conjunto, quanto vale θ ?
11. Um feixe luminoso está passando (atravessando perpendicularmente) por um polarizador cuja direção de polarização é paralela ao eixo y . Suponha que o filtro seja girado de 40° no sentido horário mantendo paralelo ao plano inicial. Com a rotação, a porcentagem da luz que atravessa o filtro aumenta, diminui ou permanece constante:
- Se a luz incidente for não polarizada;
 - Se a luz incidente for polarizada paralelamente ao eixo x ;
 - Se a luz incidente for polarizada paralelamente ao eixo y ;
12. Um feixe luminoso está passando (atravessando perpendicularmente) por um polarizador cuja direção de polarização é paralela ao eixo y . Suponha que o filtro seja girado de 40°
13. Um feixe de luz no ar tem um ângulo de incidência de 35 graus em uma superfície de um bloco de vidro. Quais são os ângulos de reflexão e refração?
14. Quando um raio de luz passa da água para o vidro, ele emerge com um ângulo de 30° em relação a normal da interface. Qual é o seu ângulo de incidência desse feixe de luz?
15. Um raio de luz no ar incide com um ângulo de 35° e emerge com um ângulo de refração de 22° em um bloco retangular de plástico. Qual é o índice de refração do plástico?
16. Um submarino lança seu holofote em direção à superfície da água ($n = 1,3$). Qual é o valor do ângulo α presente na figura ao lado?

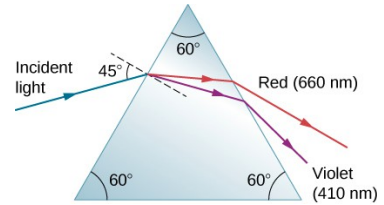


17. Qual é o ângulo crítico para a luz viajando em um tubo de poliestireno ($n = 1,49$) cercado por ar?

18. Na superfície entre o ar e a água, os raios de luz podem ir do ar para a água e da água para o ar. Em qual situação não há possibilidade de reflexão interna total? Explique.



19. Um raio de luz, emitido sob a superfície de um líquido desconhecido com ar acima dele, sofre reflexão interna total como mostrado na figura ao lado. Qual é o índice de refração do líquido?
20. Um feixe de luz branca vai do ar para a água num ângulo de incidência de $75,0^\circ$. Com quais ângulos as luzes refratadas vermelha (660 nm) e violeta (410 nm) irão emergir?
21. Um feixe estreito de luz branca entra em um prisma feito de vidro crown ($n = 1,52$) com um ângulo de incidência de $45,0^\circ$, como mostrado ao lado. Em quais ângulos, θ_R e θ_V , os componentes vermelho (660 nm) e violeta (410 nm) da luz emergem do prisma?



Interferência – Experimento de Young – Filmes Finos

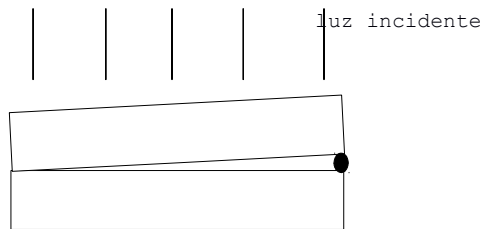
1. Duas ondas luminosas no ar, de comprimento de onda de 400 nm , estão inicialmente em fase. A primeira atravessa um bloco de vidro de espessura L e índice de refração $n_1 = 1,60$. A segunda atravessa um bloco de plástico com a mesma espessura e índice de refração $n_2 = 1,50$. (a) Qual é o (menor) valor de L para que as ondas saiam dos blocos com uma diferença de fase de $5,65\text{ rad}$? (b) Se as ondas forem superpostas em uma tela, qual será o tipo de interferência resultante?
2. Duas ondas luminosas no ar, de comprimento de onda 600 nm . Estão inicialmente em fase. As ondas passam por camadas de plástico, com $L_1 = 4\text{ }\mu\text{m}$, $L_2 = 3,5\text{ }\mu\text{m}$, $n_1 = 1,40$ e $n_2 = 1,60$. (a) Qual será a diferença de fase, em comprimentos de onda, quando as ondas saírem dos dois blocos? (b) Se as ondas forem superpostas numa tela, que tipo de interferência será observada?
3. Em um experimento de Young, a distância entre as fendas é de 5 mm e as fendas estão a 1 m da tela de observação. Duas figuras de interferência podem ser vistas na tela, uma produzida por uma luz com comprimento de onda de 480 nm e outra por uma luz de comprimento de onda de 600 nm . Qual é a distância na tela entre as franjas de terceira ordem ($m = 3$) das duas figuras de interferência?
4. Na Fig. abaixo, S_1 e S_2 são fontes que produzem ondas em fase, de mesma amplitude e com o mesmo comprimento de onda. A distância entre as fontes é $d = 3\lambda$. Determine a maior distância a partir de S_1 , ao longo do eixo x , para a qual as duas ondas se anulam totalmente por interferência destrutiva. Expresse esta distância em comprimentos de onda.



5. No experimento de Young a tela está a 4 m , o ponto P está a $20,5\text{ cm}$ do centro da figura de interferência, a distância entre as fendas é $4,5\text{ }\mu\text{m}$ e o comprimento de onda é $\lambda = 580\text{ nm}$. (a) Determine a posição do ponto P na figura de interferência, indicando o máximo ou mínimo em que o ponto P está, ou o máximo ou mínimo entre os quais está o ponto. (b) Calcule a razão entre a intensidade I_p no ponto P e a intensidade no centro da figura de interferência.
6. Uma onda luminosa de comprimento de onda 585 nm incide perpendicularmente em uma película de sabão ($n=1,33$) de espessura $1,21\text{ }\mu\text{m}$, suspensa no ar. A luz refletida pelas duas superfícies do filme sofre interferência destrutiva ou construtiva? Justifique quantitativamente.
7. Uma lente com índice de refração maior do que $1,3$ é revestida com um filme fino transparente de índice de refração $1,25$ para eliminar por interferência a reflexão de uma luz

de comprimento de onda λ que incide perpendicularmente à lente. Qual a menor espessura possível para o filme?

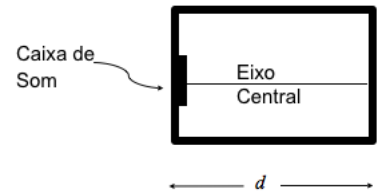
8. Um petroleiro avariado derrama óleo ($n = 1,2$) no mar criando uma grande mancha na superfície da água ($n = 1,3$). (a) Se você está sobrevoando a mancha de avião, a fim de inspecionar o local, com o sol a pino em uma região onde a espessura da mancha é de 460 nm , e olha diretamente para baixo, para que comprimento(s) de onda da luz visível a reflexão é mais forte? (b) Se você mergulhou para observar a mancha de baixo, para que comprimento(s) de onda da luz visível a intensidade da luz transmitida é máxima?
9. Na fig. abaixo um feixe de luz ($\lambda = 683 \text{ nm}$) incide perpendicularmente na placa superior de um par de placas de vidro que estão em contato na extremidade esquerda. O ar entre as placas se comporta como um filme fino e um observador situado acima das placas vê uma figura de interferência. As placas têm 120 mm de comprimento e estão separadas por uma distância de $48 \mu\text{m}$ na extremidade direita. Quantas franjas claras são vistas por um observador que olha para baixo através da placa superior?



10. Uma onda se propaga em uma nanoestrutura com 1500 nm de comprimento. Quando um pico da onda está em uma das extremidades da estrutura, existe um pico ou um vale na outra extremidade se o comprimento de onda é (a) $0,5 \mu\text{m}$; (b) $1 \mu\text{m}$.

Difração – Critério de Rayleigh – Fenda Dupla - Redes

1. Ondas sonoras de frequência 3.000Hz e velocidade 343m/s passam por uma abertura retangular de uma caixa de som e se espalham por um grande auditório de comprimento $d = 100\text{m}$, como mostra a figura abaixo. A abertura que tem largura horizontal de 30cm está voltada para a parede que fica a 100m de distância. Ao longo dessa parede, a que distância do eixo central, está o primeiro mínimo de difração, posição em que o espectador terá dificuldade para ouvir o som?



2. Uma fenda com 1mm de largura é iluminada por uma luz de 589nm. Uma figura de difração é observada em uma tela situada a 3m de distância da fenda. Qual é a distância entre os primeiros dois mínimos de difração situados do mesmo lado do máximo central?
3. À noite, muitas pessoas veem anéis (conhecidos como halos entópticos) em volta de fontes luminosas intensas, como lâmpadas de rua. Esses anéis são os primeiros máximos laterais de figuras de difração produzidas por estruturas existentes na córnea (ou, provavelmente, no cristalino) do olho do observador. (Os máximos centrais da figura de difração não podem ser vistos porque se confundem com a luz direta da fonte.) (a) Os anéis aumentam ou diminuem quando a lâmpada azul é substituída por uma avermelhada? (b) No caso de uma lâmpada branca, a parte externa dos anéis é azul ou vermelha?
4. Um feixe de luz com comprimento de onda 441nm incide em uma fenda estreita. Em uma tela situada a 2m de distância, a separação entre o segundo mínimo de difração e o máximo central é 1,5cm, calcule: (a) o ângulo de difração (θ) do segundo mínimo; (b) a largura da fenda.
5. Uma luz monocromática com um comprimento de onda de 538nm incide em uma fenda com uma largura de 0,025mm. A distância entre a fenda e a tela é de 3,5m. Considere um ponto na tela a 1,1cm do máximo central. (a) Calcule o valor de (θ) neste ponto. (b) Calcule o valor de α ; (c) Calcule a razão entre a intensidade neste ponto e a intensidade no máximo central.
6. Estime a distância entre dois objetos no planeta Marte que estão no limite de separação em condições ideais por um observador na Terra (a) a olho nu; (b) usando o telescópio de 200 polegadas (5,1cm) do Manto Palomar. Use os seguintes dados: distância Terra-Marte = $8 \cdot 10^7$ km; diâmetro da pupila: 5mm; comprimento de onda da luz: 550nm.
7. Os dois faróis de um automóvel que se aproxima de um observador estão separados por uma distância de 1,4m. Qual é (a) a separação angular mínima e (b) a distância máxima para que o olho do observador seja capaz de resolvê-los? Suponha que o diâmetro da pupila do observador seja 5mm e que o comprimento de onda seja de 550nm para a luz dos faróis. Suponha também que a resolução seja limitada apenas pelos efeitos da difração e, portanto, que o critério de Rayleigh possa ser utilizado.

8. (a) Quantas franjas claras aparecem entre os primeiros mínimos da envoltória de difração à esquerda e à direita do máximo central em uma figura de difração formada por duas fendas de $\lambda = 550\text{nm}$; $d = 0,15\text{mm}$ e $a = 30\ \mu\text{m}$; (b) Qual é a razão entre as intensidades da terceira franja clara e a franja central?
9. (a) Em um experimento de fenda dupla, qual deve ser a razão entre a distância das fendas e sua abertura (d/a) para que a quarta franja lateral clara seja eliminada; (b) Que outras franjas claras são também eliminadas?
10. Um feixe de luz, com comprimento de onda de $600\ \text{nm}$, incide normalmente sobre uma rede de difração. Ocorrem dois máximos adjacentes nos ângulos dados por $\sin \theta = 0,2$ e $\sin \theta = 0,3$, respectivamente. Os máximos de quarta ordem não aparecem.
- (a) Qual é a separação entre as ranhuras adjacentes ?
(b) Qual é a menor largura possível de cada ranhura ?
(c) Quais são, com os valores calculados em (a) e em (b), as ordens dos máximos de intensidade produzidos pela rede ? E as suas intensidades relativas ?
11. (a) Quantas ranhuras deve ter uma rede de difração com $4,0\ \text{cm}$ de largura para resolver comprimentos de onda de $415,496$ e $415,487\ \text{nm}$ em um espectro de segunda ordem? (b) Em que ângulo estes máximos são encontrados?
12. Uma rede de difração tem 600 ranhuras/ mm e $5,0\ \text{mm}$ de largura. (a) Qual é o menor intervalo de comprimentos de onda que a rede é capaz de resolver em terceira ordem para $\lambda = 500\ \text{nm}$? (b) Quantas ordens acima da terceira podem ser observadas?
13. Princípio de Babinet. Um feixe monocromático, de luz paralela, incide sobre um orifício "colimador" de diâmetro x muito maior que λ . O ponto P, num anteparo distante, está na região da sombra geométrica, como mostra a figura (1) ao lado. Os dois obstáculos mostrados na fig. (2) são colocados, um de cada vez, sobre o colimador. A é um disco opaco com um pequeno orifício e B é o "negativo fotográfico" de A. Usando conceitos de superposição, mostre que a intensidade em P é a mesma para os dois objetos A e B.
14. Uma rede de difração com 180 ranhuras/ mm é iluminada com uma luz que contém apenas 2 comprimentos de onda $\lambda_1 = 400\text{nm}$ e $\lambda_2 = 500\text{nm}$. O sinal incide perpendicularmente na rede. (a) Qual é a distância angular entre os máximos de segunda ordem dos dois comprimentos de onda? (b) Qual é o menor ângulo para o qual dois dos máximos se superpõem? (c) Qual é a maior ordem para a qual máximos associados aos dois comprimentos de onda estão presentes na figura de difração?
15. Uma rede de difração com 350 ranhuras/ mm é iluminada com uma luz branca com incidência normal. Uma figura de difração é observada em uma tela, a $30\ \text{cm}$ da rede. Se um furo quadrado com $10\ \text{mm}$ de lado é aberto na tela, com o lado interno a $50\ \text{mm}$ do máximo central e paralelo a esse máximo, determine (a) o menor e (b) o maior comprimento de onda da luz que passa pelo furo.