Física IV — 7600008

Segunda Lista — teste no dia 10/9/2019

1. Um sistema de coordenadas cartesianas está posicionado sobre um espelho plano. O eixo z é perpendicular ao espelho, enquanto os eixos x e y estão na superfície. As distâncias são medidas em metros. Uma fonte A de luz está na posição $\vec{r}_A = (0, 0, 1)$ e o ponto B, na posição $\vec{r}_B = (3, 0, 2)$. Encontre o tempo T que a luz leva para ir de A até um ponto M sobre o espelho, na posição $\vec{r}_M = (x, y, 0)$, e em seguida alcançar o ponto B, em função das coordenadas x e y.

2. Esboce um gráfico mostrando as funções $T(x, y = 0)$, $T(x, y = 1)$ e $T(x, y = -1)$ em função de x.

3. Aplique o princípio de Fermat à função $T(x, y)$ encontrada no problema 1 para determinar o ponto $\bar{M}$ em que a luz é refletida pelo espelho. Esboce uma figura para mostrar a trajetória $A\bar{M}B$ da luz.

4. Uma superfície horizontal plana separa um meio com índice de refração n de outro meio com índice de refração $n' > n$. Posiciona-se um sistema cartesiano na superfície, com eixo z perpendicular a ela. Uma fonte de luz está no ponto A, dentro do meio com índice n, na posição $\vec{r}_A = (0, 0, a)$, onde a é uma distância conhecida. Um ponto B, dentro do meio com índice n', ocupa a posição $\vec{r}_B = (2a, 0, -a)$. Reproduza o cálculo feito em classe, que determinou o tempo T que a luz leva para ir de A até B passando por um ponto M com coordenadas $\vec{r}_M = (x, 0, 0)$. Esboce em gráfico T em função de x e identifique o ponto onde T é mínimo.

5. Imagine agora, que, no problema anterior, $n > n'$. Para onde tende o ponto M (ou seja, para que valor tende a coordenada x que minimiza T) quando n se torna muito grande em relação a n'. Interprete o resultado.

6. Ao considerar um espelho formado por uma calota esférica, vimos em classe que o ângulo de abertura da calota precisa ser pequeno para que a imagem de um ponto A sobre o eixo da calota seja formada em um único ponto B. Mostre que isso não é verdade se o ponto A estiver no centro da calota.

7. Reproduza a derivação feita em classe, das duas equações exatas que relacionam as distâncias p (do objeto até o espelho esférico) e q (da imagem até o espelho) com os ângulos θ_A, de incidência, e θ, de reflexão.

8. Em classe, estudamos essas equações quando θ_A e θ são pequenos. Mostre que, quando θ_A é grande, mas $\theta \ll \theta_A$, ainda resulta uma igualdade que independe dos ângulos. Explique por quê.

9. Para um espelho esférico, a distância $f \equiv R/2$ é conhecida como *distância focal*. Podemos escrever a equação derivada em classe na forma

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}.$$

   O que acontece com q quando p aproxima de f com $p > f$? Desenhe a trajetória dos raios de luz para $p \gtrsim f$.

10. Descreva a evolução de sua imagem refletida no lado côncavo de uma colher quando você se aproxima da superfície, a partir de uma distância de 5 cm.