

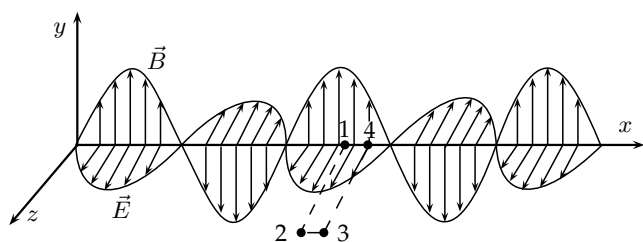
## Atividade: Ondas eletromagnéticas<sup>1</sup>

### I. Representação de uma onda eletromagnética

A. É mostrado abaixo duas diferentes representações, matemática e gráfica, de uma onda eletromagnética plana se propagando no espaço vazio. O campo elétrico é paralelo ao eixo  $z$  e o campo magnético é paralelo ao eixo  $y$ .

$$\vec{E}(x, y, z, t) = E_0 \sin(kx + \omega t) \hat{k}$$

$$\vec{B}(x, y, z, t) = B_0 \sin(kx + \omega t) \hat{j}$$



- Qual é a direção de propagação da onda? Explique como esta informação pode ser obtida a partir das expressões para os campos elétrico e magnético apresentadas acima.

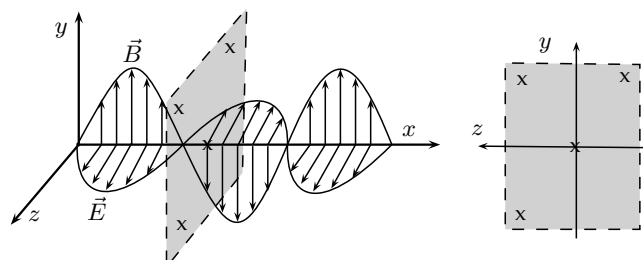
Esta onda é transversal ou longitudinal? Explique em termos das quantidades que estão oscilando.

- Os pontos 1, 2, 3 e 4 no diagrama acima estão no plano  $xz$ .

Para o instante mostrado, classifique estes pontos de acordo com a magnitude do *campo elétrico*. Se o campo elétrico for zero em algum ponto, declare explicitamente.

A sua classificação é consistente com a expressão matemática para o campo elétrico apresentada acima? Caso não seja, corrija a(s) inconsistência(s).

Para o instante mostrado, classifique os pontos 1, 2, 3 e 4 considerando a magnitude do *campo magnético*. Verifique se sua classificação é consistente com a expressão acima para o campo magnético.



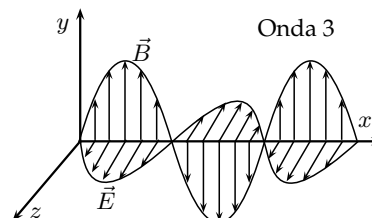
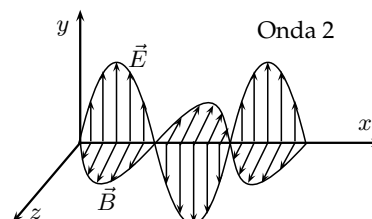
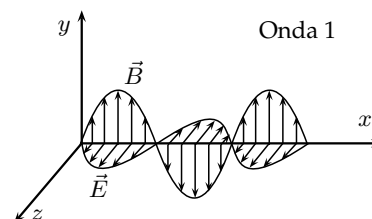
- No diagrama anterior, há quatro pontos identificados como "x", todos paralelos ao plano  $yz$ . Um dos pontos está localizado sobre o eixo  $x$ .

Nas áreas destacadas em cinza, desenhe vetores para mostrar a direção e a magnitude relativa do campo elétrico em cada um dos pontos.

Justifique o uso do termo *ondas planas* para esta onda eletromagnética.

Verifique suas respostas com o(a) professor(a) antes de continuar.

- Abaixo é apresentada a representação de três ondas de luz. Os diagramas foram desenhados na mesma escala.



- Quais são as diferenças entre a Onda 1 e a Onda 2? Explique como base nos diagramas.
- Se a Onda 2 representada um feixe de luz verde, a Onda 3 melhor representa um feixe de luz vermelha ou um feixe de luz azul? Explique.

### II. Detecção de ondas eletromagnéticas

- Escreva a expressão matemática para a força que atua sob uma carga  $q$  devido (a) a um campo elétrico  $\vec{E}$  e (b) devido a um campo magnético  $\vec{B}$ .

Se ambos os campos estiverem presentes, é possível que uma força atue sob a carga mesmo que a carga esteja inicialmente em repouso? Explique.

- B. Imagine que a onda eletromagnética da seção I seja uma onda de rádio. Um longo fio condutor (figura abaixo) é colocado no caminho de propagação da onda.

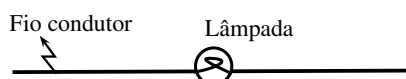


1. Suponha que o fio esteja orientado na direção paralela ao eixo  $z$ .

Quando a onda passa pelo fio, é possível que o *campo elétrico* da onda de rádio produza o movimento das cargas no fio? Caso sua resposta seja sim, responda a seguinte pergunta: As cargas em movimento podem se movimentar na direção ao longo do comprimento do fio? Explique.

Quando a onda passa pelo fio, é possível que o *campo magnético* devido a onda produza o movimento das cargas ao longo do comprimento do fio? Explique.

2. Imagine que um fio condutor fino seja cortado ao meio e que cada metade seja conectada aos terminais de uma lâmpada incandescente (veja o diagrama abaixo).

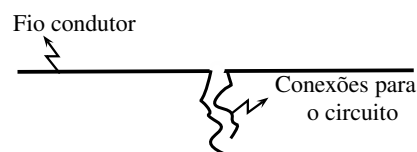


Se o fio for colocado no caminho da propagação da onda de rádio e orientado paralelo ao eixo  $z$ , é possível que a lâmpada acenda? Explique.

A sua resposta é alterada se o fio estiver orientado na direção paralela ao eixo  $y$ ? Explique.

E se o fio estiver orientado na direção paralela ao eixo  $x$ , a sua resposta é alterada? Explique.

3. Suponha que a lâmpada seja desconectada dos fios e que cada metade do fio esteja conectada a um circuito. (O fio ou o bastão condutor usado desta forma é um exemplo de *antena*).



Para melhorar a detecção da onda de rádio que se aproxima (ou seja, maximizar a corrente que flui pelo circuito), como a antena deve ser orientada relativa a onda? Explique.

<sup>1</sup> Adaptado do livro *Tutorials in Introductory Physics* de McDermott, Shaffer e Phys. Educ. Group da Univ. de Washington.