ONDAS

Ondulatória é o ramo da física que estuda os características e movimentos das ondas.

DEFINIÇÃO

Onda é uma propagação de energia que não transporta matéria.

CLASSIFICAÇÃO DE ONDAS

As ondas podem ser classificadas de acordo com algumas de suas características.

Quanto ao Meio

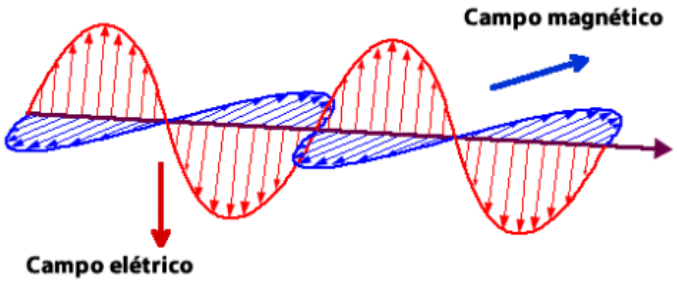
Mecânica

Precisa de um meio para se propagar, ou seja, não se propaga no vácuo.

Exemplo: a onda sonora.

Eletromagnética

Energia que se propaga através de um campo elétrico e um campo magnético que oscilam ao longo da propagação.



A onda eletromagnética precisa de meio para se propagar, ou seja, consegue se propagar inclusive no vácuo.

Exemplo: Ondas de Rádio, Micro-ondas, Infravermelho, Luz, Ultravioleta, Raio-x e Raio-gama.

Quanto à Forma

Longitudinal

As partículas da onda vibram na mesma direção de propagação da onda.

Exemplo: onda sonora, onda em molas.

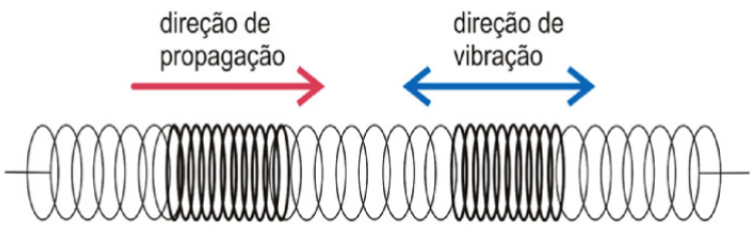
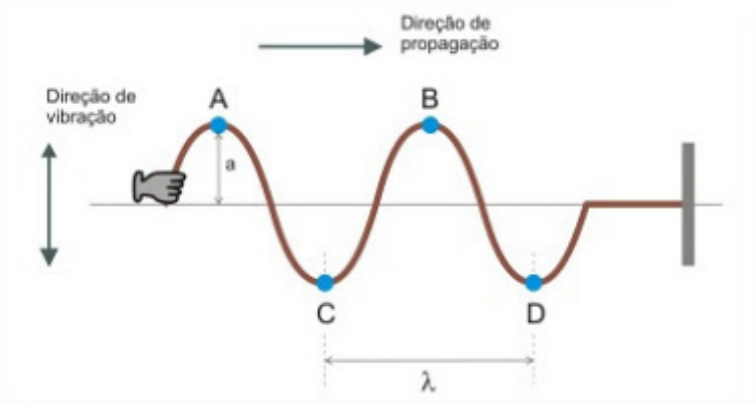


Ilustração de onda longitudinal.

Transversal

As partículas da onda vibram em direção perpendicular à direção de propagação da onda.

Exemplo: a onda luminosa, onda em cordas.



OBSERVAÇÃO

Toda onda eletromagnética é transversal, mas nem toda onda transversal é eletromagnética.

Quanto à Dimensão

Unidimensional

A onda se propaga em apenas uma dimensão.

Exemplo: uma onda em uma corda.

Bidimensional

A onda se propaga em duas dimensões.

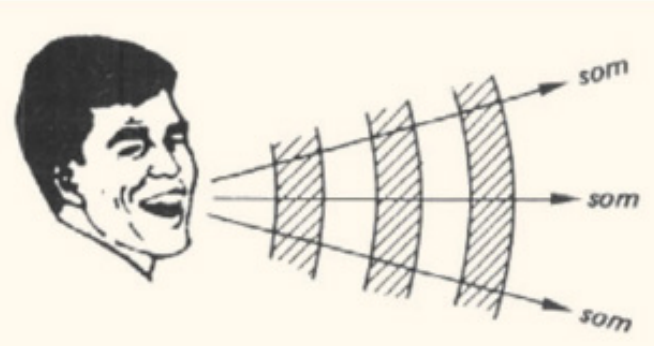
Exemplo: a vibração de um lago durante uma chuva.



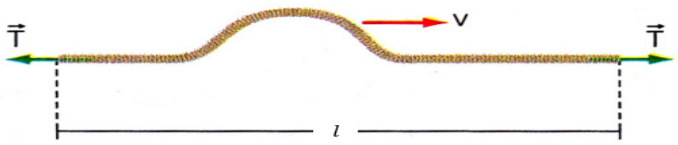
Tridimensional

A onda se propaga em três dimensões.

Exemplo: o som de um alto-falante.



EQUAÇÃO DE TAYLOR



Um pulso numa corda se propaga com uma velocidade. Esta velocidade é dada pela equação de Taylor

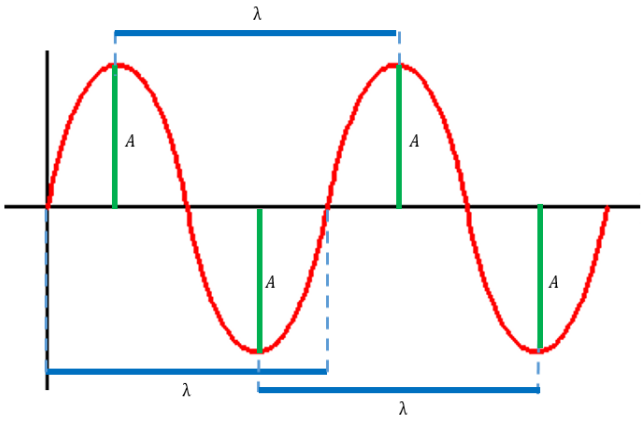
$$v^2 = \frac{T}{\mu}$$

Sendo T a força de tração na corda e i a densidade linear da corda

$$\mu = \frac{m}{l}$$

ONDAS SENOIDAIS

Imagine uma corda onde a fonte de vibração vibre sempre com a mesma velocidade. Nesta onda irão aparecer configurações senoidais.



- Amplitude (A): é a distância do eixo até o ponto mais alto ou do eixo ao ponto mais baixo de uma onda
- Comprimento de Onda (λ): é a distância de uma onda de um ponto até o próximo ponto onde começa uma repetição do desenho.

Equação Fundamental das Ondas

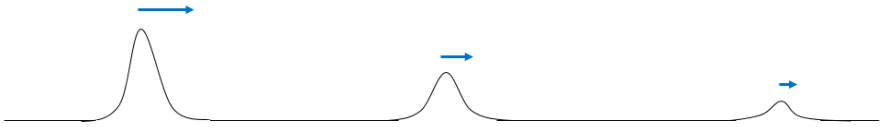
a velocidade de uma onda pode ser dada a partir da seguinte relação:

$$V = \lambda.f$$

FENÔMENOS ONDULATÓRIOS

Os fenômenos ondulatórios são os processos que podem ocorrer com as ondas caracterizando estas como tais.

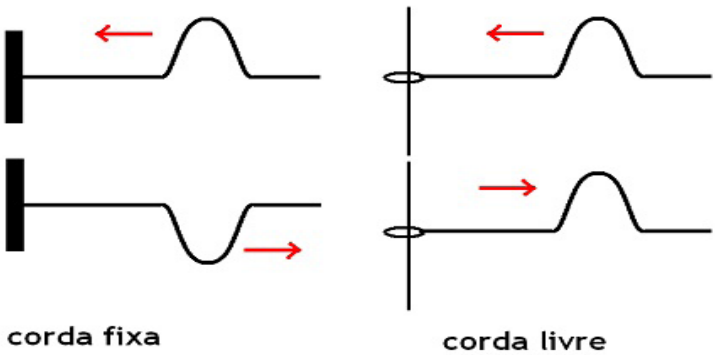
DISPERSÃO



Um meio dispersivo é aquele em que a velocidade de propagação de uma onda depende de sua frequência.

REFLEXÃO

Quando temos um pulso numa corda, este pulso é refletido quando encontra algum obstáculo e continua na mesma corda.

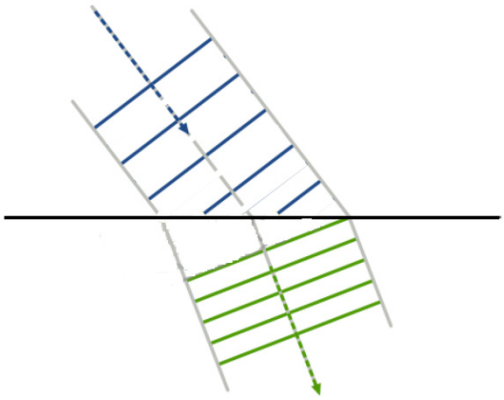


Observe que na corda com extremidade fixa o pulso é refletido com inversão de fase, enquanto, que na corda com extremidade livre a pulso é refletido sem inversão de fase.

A velocidade, o comprimento de onda e a frequência não são alterados na reflexão.

REFRAÇÃO

A refração é o fenômeno que ocorre quando uma onda muda de meio mudando sua velocidade de propagação.



Lei de Snell-Descartes

A Lei fundamental da refração é dada por:

$$\frac{\text{sen}(i)}{\text{sen}(r)} = \frac{V_1}{V_2}$$

OBSERVAÇÃO

A frequência permanece constante na refração.

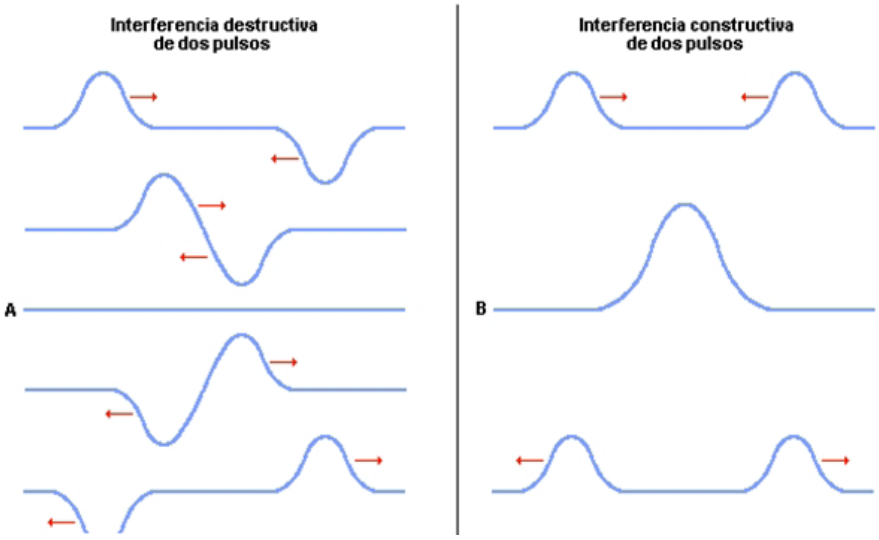
Quando o índice de refração aumenta, a velocidade da onda diminui e o comprimento de onda diminui.

Quando o índice de refração diminui, a velocidade da onda aumenta e o comprimento de onda aumenta.

INTERFERÊNCIA

Quando dois ou mais pulsos atingem simultaneamente o mesmo ponto de um meio, eles se superpõem, de modo que a perturbação resultante nesse ponto é a soma (algébrica) das perturbações que seriam produzidas isoladamente.

Esta pode se dar de duas formas:



RESSONÂNCIA

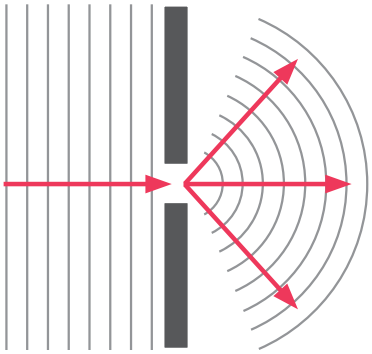
A ressonância ocorre quando transferimos energia para um sistema oscilante numa frequência igual à sua frequência natural de oscilação.

Na figura abaixo, vemos dois diapasões idênticos. Batendo-se apenas em um, observamos que o outro também vibra. Isso ocorre porque eles o primeiro excitou o segundo com ondas sonoras, cuja frequência é igual a frequência natural de vibração do diapasão. Houve transferência de energia do primeiro para o segundo por ressonância.

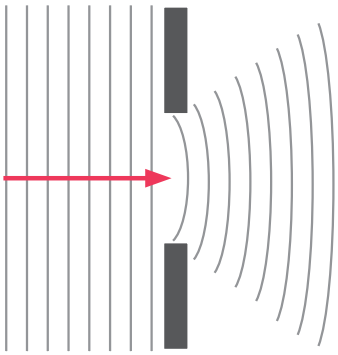


DIFRAÇÃO

A difração é a propriedade que uma onda apresenta de contornar um obstáculo- ou seja, mudar sua direção de propagação- quando este obstáculo é da mesma é da mesma ordem de grandeza do comprimento de onda daquela.



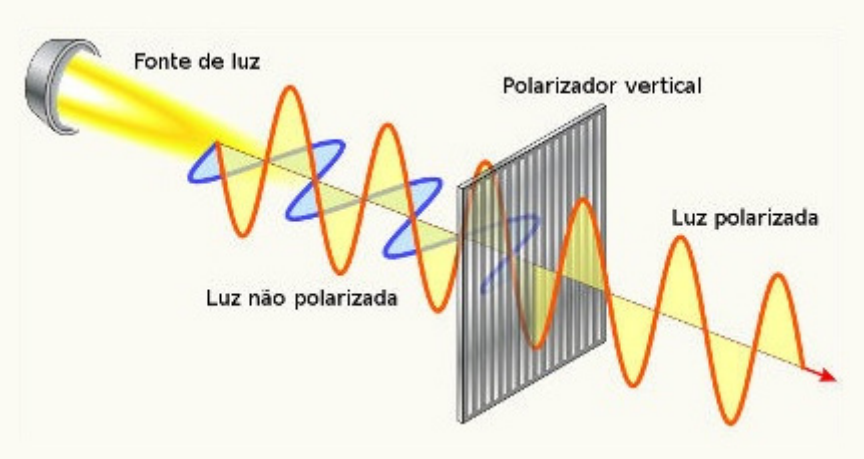
Observe que quando o comprimento de onda é menor que obstáculo, o fenômeno é pouco acentuado:



Na difração a velocidade, o comprimento de onda e a frequência da onda permanecem constantes. O formato e a direção da propagação são alterados.

POLARIZAÇÃO

A onda é uma vibração de um meio, quando fazemos com que esta vibração se dê em vários planos possíveis, dizemos que esta onda está não polarizada. O contrário então é quando a onda está apenas em um plano de vibração, assim dizemos que a onda se encontra polarizada.



OBSERVAÇÃO

Apenas ondas transversais podem ser polarizadas.

EXERCÍCIO RESOLVIDO

01. (UFRGS 2019) Considere as afirmações abaixo, sobre o fenômeno da difração.

I. A difração é um fenômeno ondulatório que ocorre apenas com ondas sonoras.

II. A difração que ocorre quando uma onda atravessa uma fenda é tanto mais acentuada quanto menor for a largura da fenda.

III. A difração que ocorre quando uma onda atravessa uma fenda é tanto mais acentuada quanto maior for o comprimento de onda da onda.

Quais estão corretas?

a) Apenas I.
b) Apenas II.
c) Apenas I e III.
d) Apenas II e III.
e) I, II e III.

Resposta: [D]

RESOLUÇÃO

Análise das afirmativas:

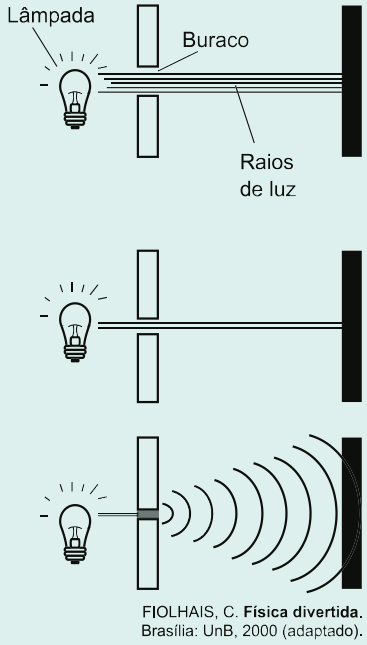
[I] Falsa. A difração também ocorre em ondas eletromagnéticas.

[II] Verdadeira. Para ocorrência do fenômeno de difração é necessário que a fenda tenha tamanho da ordem do comprimento de onda ou menor e seu efeito é mais acentuado a medida que a fenda ficar menor.

[III] Verdadeira. O efeito é maior para fendas menores que o cumprimento de onda ou comprimentos de ondas maiores que a fenda.

EXERCÍCIO RESOLVIDO

02. (ENEM 2011) Ao diminuir o tamanho de um orifício atravessado por um feixe de luz, passa menos luz por intervalo de tempo, e próximo da situação de completo fechamento do orifício, verifica-se que a luz apresenta um comportamento como o ilustrado nas figuras. Sabe-se que o som, dentro de suas particularidades, também pode se comportar dessa forma.



FIOLHAIS, C. **Física divertida**. Brasília: UnB, 2000 (adaptado).

Em qual das situações a seguir está representado o fenômeno descrito no texto?

a) Ao se esconder atrás de um muro, um menino ouve a conversa de seus colegas.

b) Ao gritar diante de um desfiladeiro, uma pessoa ouve a repetição do seu próprio grito.

c) Ao encostar o ouvido no chão, um homem percebe o som de uma locomotiva antes de ouvi-lo pelo ar.

d) Ao ouvir uma ambulância se aproximando, uma pessoa percebe o som mais agudo do que quando aquela se afasta.

e) Ao emitir uma nota musical muito aguda, uma cantora de ópera faz com que uma taça de cristal se despedace.

Resposta: [A]

RESOLUÇÃO

O fenômeno ilustrado na figura é a difração. Esse fenômeno ocorre quando uma onda contorna um obstáculo, como o som contornando um muro, permitindo que um menino ouça a conversa de seus colegas escondidos atrás do muro.

EXERCÍCIO RESOLVIDO

03. (UFRGS 2019) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Na propagação de uma onda mecânica longitudinal, o meio é deslocado _____ à direção de propagação, _____ ao transporte de energia. Nessa propagação, _____ transporte de matéria.

a) paralelamente – perpendicular – ocorre

b) paralelamente – paralela – ocorre

c) paralelamente – paralela – não ocorre

d) perpendicularmente – paralela – não ocorre

e) perpendicularmente – perpendicular – não ocorre

Resposta: [C]

RESOLUÇÃO

Ondas mecânicas longitudinais como o som, se propagam e transportam energia paralelamente à direção de deslocamento no meio, porém a matéria não é transportada.

EXERCÍCIO RESOLVIDO

04. (PUCRJ 2018) Uma onda progressiva senoidal, propagando-se em uma corda, tem um comprimento de onda de 2,0 m e uma frequência de 20 Hz Calcule, em m/s, a velocidade de propagação dessa onda.

a) 40 b) 20 c) 10 d) 2,0 e) 0,10

Resposta: [A]

RESOLUÇÃO

O cálculo da velocidade da onda em função do seu comprimento de onda e a frequência é dado por: $v = \lambda \cdot f$

Assim, basta substituir os valores informados no enunciado para obtermos a resposta.

$$v = 2\,m \times 20\,Hz \therefore v = 40\,m/s$$

EXERCÍCIO RESOLVIDO

05. (EEAR 2018) Uma onda propagando-se em um meio material passa a propagar-se em outro meio cuja velocidade de propagação é maior do que a do meio anterior. Nesse caso, a onda, no novo meio tem

a) sua fase invertida.

b) sua frequência aumentada.

c) comprimento de onda maior.

d) comprimento de onda menor.

e) sua frequência diminuída.

Resposta: [C]

RESOLUÇÃO

Ao mudar de meio à onda sofre uma refração. Na refração a frequência de onda permanece constante e sua velocidade e comprimento de onda são diretamente proporcionais, ou seja, quando a velocidade aumenta o comprimento de onda também aumenta e quanto a velocidade diminui o comprimento de onda também diminui.

Pelo enunciado sabemos que a velocidade aumentou, portanto, o comprimento de onda também aumenta e frequência permanece inalterada.

EXERCÍCIO RESOLVIDO

06. (UCS 2016) Um cenário que começa a preocupar os especialistas em tecnologia é o limite que as fibras óticas apresentam para suportar o transporte de quantidades maiores de informação na forma de ondas eletromagnéticas, a fim de suportar a demanda da internet. Em essência, uma onda eletromagnética é caracterizada por

a) um campo elétrico constante no espaço e no tempo e um campo magnético que varia no tempo.

b) campos elétrico e magnético se propagando no espaço assumindo valores máximos e mínimos periodicamente.

c) um campo magnético constante no espaço e no tempo e, um campo elétrico que varia no tempo.

d) variações de pressão mecânica no material.

e) oscilações longitudinais e transversais simultâneas do meio material.

Resposta: [B]

RESOLUÇÃO

Ondas eletromagnéticas são ondas transversais e nestas ondas a direção de vibração é perpendicular à direção de propagação da onda. Em outras palavras, são ondas do tipo senoidal, assumindo valores de máximos e mínimos.