



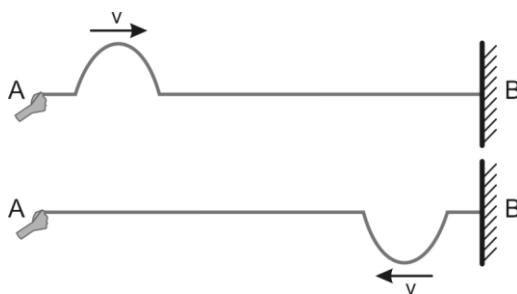
5) FENÔMENOS ONDULATÓRIOS

5.1) Reflexão de um pulso numa corda

Quando um pulso, propagando-se numa corda, atinge sua extremidade, pode retornar para o meio em que estava se propagando. Esse fenômeno é denominado reflexão. Essa reflexão pode ocorrer de duas formas:

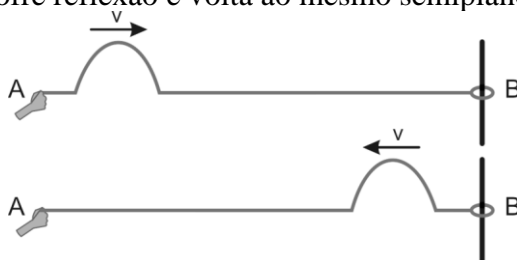
Extremidade fixa:

Se a extremidade é fixa, o pulso sofre reflexão com inversão de fase, mantendo todas as outras características.



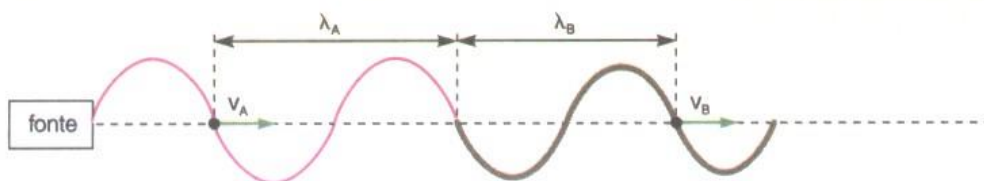
Extremidade livre:

Se a extremidade é livre, o pulso sofre reflexão e volta ao mesmo semiplano, isto é, ocorre inversão de fase.



5.2) Refração de um pulso numa corda

Se, propagando-se numa corda de menor densidade, um pulso passa para outra de maior densidade, dizemos que sofreu uma refração.



A experiência mostra que a frequência não se modifica quando um pulso passa de um meio para outro.

$$f_A = f_B \rightarrow \boxed{\frac{v_A}{\lambda_A} = \frac{v_B}{\lambda_B}}$$

Essa equação é válida também para a refração de ondas bidimensionais e tridimensionais.

Observe que o comprimento de onda e a velocidade de propagação variam com a mudança do meio de propagação.

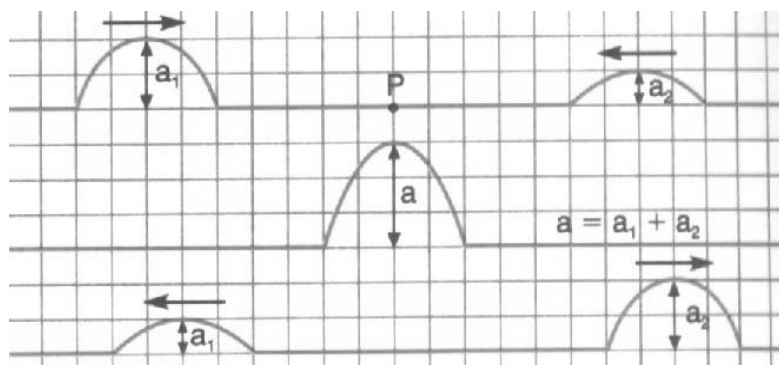
APLICAÇÃO

1) Uma onda periódica propaga-se em uma corda A, com velocidade de 40 cm/s e comprimento de onda 5 cm. Ao passar para uma corda B, sua velocidade passa a ser 30 cm/s. Determine:

- o comprimento de onda no meio B
- a frequência da onda

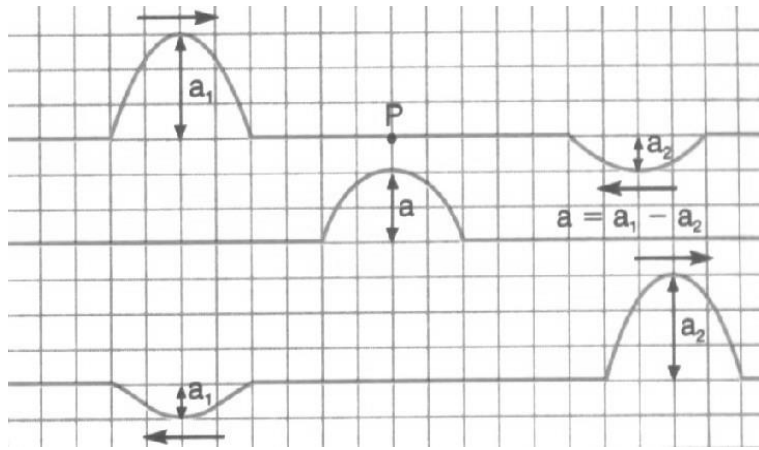
5.3) Interferência

Quando duas ou mais ondas se propagam, simultaneamente, num mesmo ponto, diz-se que há uma superposição de ondas. Como exemplo, considere duas ondas propagando-se conforme indicam as figuras:



Supondo que atinjam o ponto P no mesmo instante, elas causarão nesse ponto uma perturbação que é igual à soma das perturbações que cada onda causaria se o tivesse atingido individualmente, ou seja, a onda resultante é igual à soma algébrica das ondas que cada uma produziria individualmente no ponto P, no instante considerado.

Após a superposição, as ondas continuam a se propagar com as mesmas características que tinham antes. Os efeitos são subtraídos (soma algébrica), podendo-se anular no caso de duas propagações com deslocamento invertido.



Em resumo:

- Quando ocorre o encontro de duas cristas, ambas levantam o meio naquele ponto; por isso ele sobe muito mais.
- Quando dois vales se encontram eles tendem a baixar o meio naquele ponto.
- Quando ocorre o encontro entre um vale e uma crista, um deles quer puxar o ponto para baixo e o outro quer puxá-lo para cima. Se a amplitude das duas ondas for a mesma, não ocorrerá deslocamento, pois eles se cancelam (amplitude zero) e o meio não sobe e nem desce naquele ponto.

5.4) Difração

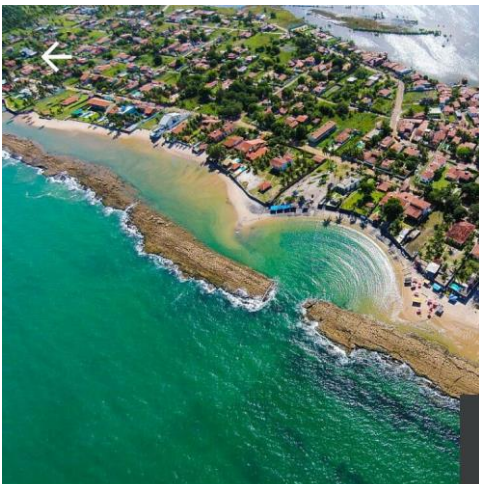
É a propriedade que uma onda apresenta de contornar um obstáculo colocado em seu caminho. Ex.: buzina, escutar atrás da porta...

Considere várias ondas se propagando na superfície da água, essas encontram uma barreira provida de um orifício cujo diâmetro é da mesma ordem de grandeza que o comprimento de onda das ondas.

Seria de se esperar que após a barreira, só houvesse ondas retas no alinhamento do orifício, levando em consideração o Princípio de Propagação Retilínea... No entanto, verifica-se que as frentes de onda se “encurvam”, ocorrendo perturbação na região não alinhada com o orifício, i. e., as ondas contornam o obstáculo interposto.

Esse fenômeno é mais acentuado quando o orifício tem dimensões da mesma ordem de grandeza ou pouco menos que o comprimento de onda das ondas incidentes, tal fenômeno foi explicado por C. Huygens, da seguinte forma:

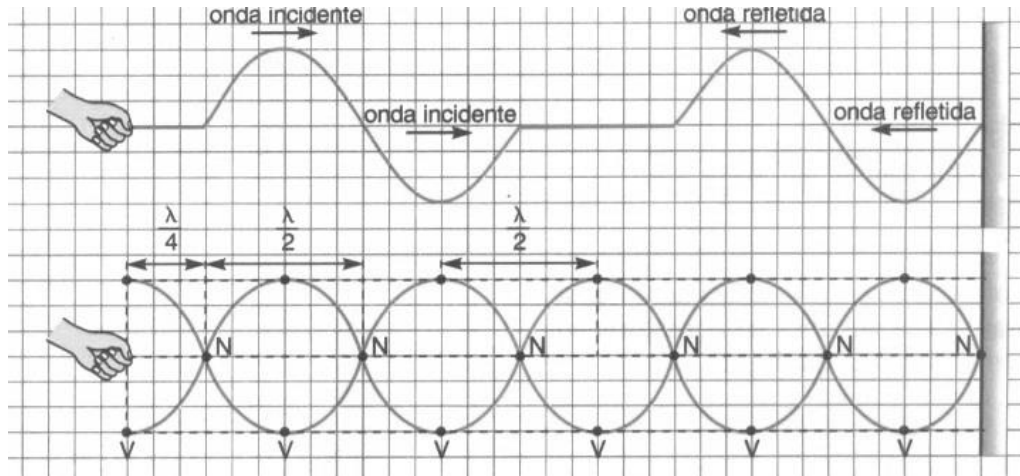
“Cada ponto de uma frente de onda se comportam como fontes pontuais pelas ondas secundárias. Depois de um intervalo de tempo a nova posição da frente de onda é dada por uma superfície tangente a essas ondas secundárias”.



6) ONDAS ESTACIONÁRIAS

São ondas resultantes da superposição de duas ondas de mesma frequência, mesma amplitude, mesmo comprimento de onda, mesma direção e sentidos opostos.

Pode-se obter uma onda estacionária através de uma corda fixa numa das extremidades. Com uma fonte faz-se a outra extremidade vibrar com movimentos verticais periódicos, produzindo-se perturbações regulares que se propagam pela corda.



Em que: N = nós ou nodos e V = ventres.

Ao atingirem a extremidade fixa, elas se refletem, retornando com sentido de deslocamento contrário ao anterior. Dessa forma, as perturbações se superpõem às outras que estão chegando à parede, originando o fenômeno das ondas estacionárias.

Uma onda estacionária se caracteriza pela amplitude variável de ponto para ponto, isto é, há pontos da corda que não se movimentam (amplitude nula), chamados nós (ou nodos), e pontos que vibram com amplitude máxima, chamados ventres.

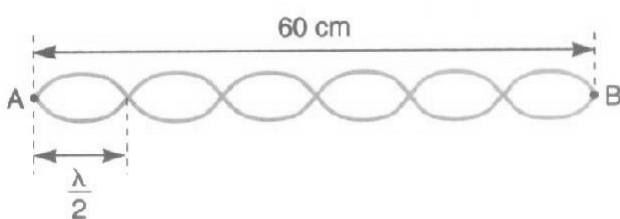
É evidente que, entre nós, os pontos da corda vibram com a mesma frequência, mas com amplitudes diferentes.

Observe que:

- Como os nós estão em repouso, não pode haver passagem de energia por eles, não havendo, então, em uma corda estacionária o transporte $\lambda/2$ de energia.
- A distância entre dois nós consecutivos vale $\lambda/2$.
- A distância entre dois ventres consecutivos vale $\lambda/2$.
- A distância entre um nó e um ventre consecutivo vale $\lambda/4$.

APLICAÇÃO

2) Uma onda estacionária de frequência 8 Hz se estabelece numa linha fixada entre dois pontos distantes 60 cm. Incluindo os extremos, contam-se 7 nodos. Calcule a velocidade da onda progressiva que deu origem à onda estacionária.

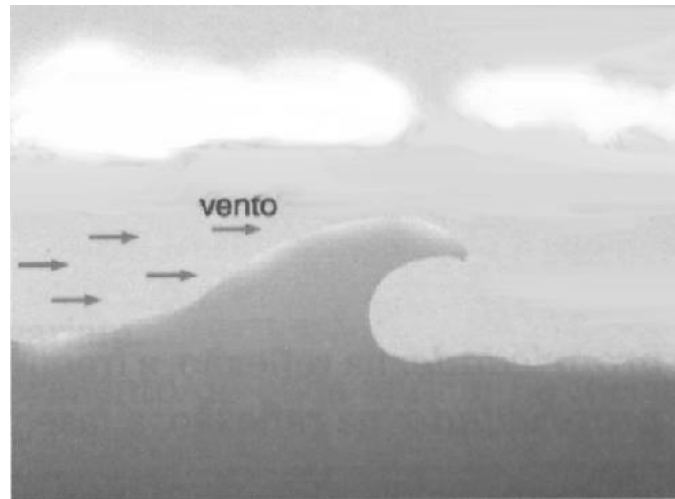


Você Sabia? A RESPEITO DA ALTURA DAS ONDAS...

O tamanho das ondas depende de três fatores: do vento, do encontro (superposição) de ondas e da forma do litoral.

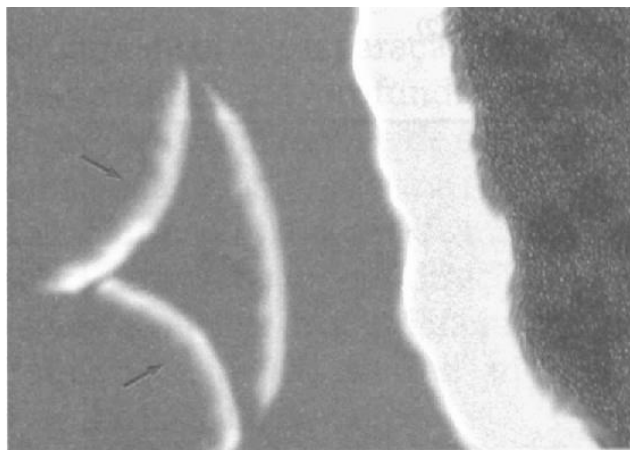
Em regiões de muito vento (o principal fator), as ondas são maiores porque o atrito com a superfície da água faz com que se forme uma onda mais volumosa. É o que ocorre em regiões mais distantes do equador.

O segundo fator é o encontro das ondas. Quando duas ou mais se unem, a energia se soma, resultando numa onda maior. É o que acontece no Havaí.

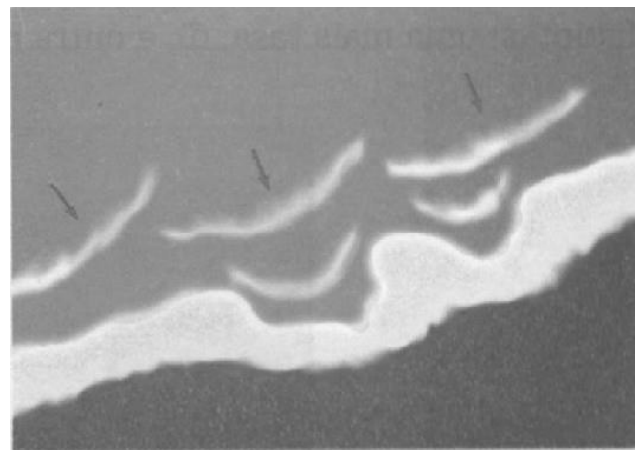


Quanto mais intenso for o vento, maior o atrito com a superfície da água e a onda aumenta.

O terceiro fator é a forma do litoral. Quando não há barreiras, as ondas são grandes. Se houver muitos obstáculos, ao atingir partes da terra, a onda perde um pouco de energia e diminui a altura.



Duas ou mais ondas pequenas se unem e formam uma onda maior.



Com o litoral recortado, as ondas atingem partes do continente e diminuem de altura.