

Secretaria de
Educação



GOVERNO DO ESTADO
RIO DE JANEIRO

Governo do Estado do Rio de Janeiro
Secretaria de Estado de Educação

Comte Bittencourt
Secretário de Estado de Educação

Andrea Marinho de Souza Franco
Subsecretária de Gestão de Ensino

Elizângela Lima
Superintendente Pedagógica

Maria Caludia Chantre
Coordenadoria de Área de conhecimento

Assistentes

Carla Lopes
Catia Batista Raimundo
Roberto Farias

Texto e conteúdo

Prof. Geneci Alves de Sousa
C.E. Prof. José Accioli
Prof. Sandro Jerônimo dos Santos
C.E. Central do Brasil
Prof. Wellington Dutra dos Reis
C.E. Presidente Bernardes
Prof. Marcelo Simões de Souza
C.E. Minas Gerais

Capa

Luciano Cunha

Revisão de texto

Prof^a Andreia Cristina Jacurú Belletti

Prof^a Andreza Amorim de Oliveira Pacheco.

Prof^a Cristiane Ramos da Costa

Prof^a Deolinda da Paz Gadelha

Prof^a Elizabete Costa Malheiros

Prof^a Karla Menezes Lopes Niels

Prof^a Kassia Fernandes da Cunha

Prof Marcos Giacometti

Prof Mário Matias de Andrade Júnior

Prof Paulo Roberto Ferrari Freitas

Prof^a Regina Simões Alves

Prof Sammy Cardoso Dias

Prof Thiago Serpa Gomes da Rocha

Este documento é uma curadoria de materiais que estão disponíveis na internet, somados à experiência autoral dos professores, sob a intenção de sistematizar conteúdos na forma de uma orientação de estudos.

© 2021 - Secretaria de Estado de Educação. Todos os direitos reservados.

Secretaria de
Educação



GOVERNO DO ESTADO
RIO DE JANEIRO

Física – Orientações de Estudos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. Aula 1 – Introdução ao Estudo de Ondas	6
3. Aula 2 – Acústica	8
4. Aula 3 – Qualidades fisiológicas do som	10
5. Aula 4 – A Luz e as Radiações Eletromagnéticas	11
6. Aula 5 - Atividades	14
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	18
8. RESUMO	18
9. INDICAÇÕES BIBLIOGRÁFICAS	18

DISCIPLINA: Física

ORIENTAÇÕES DE ESTUDOS

3º Bimestre de 2020 - 3ª série do Ensino Médio Regular

META:

Compreender alguns tópicos de ondas e acústica no estudo da Física, alinhados com o edital do ENEM.

OBJETIVOS:

Ao final destas Orientações de Estudos, você deverá ser capaz de:

- Conceituar movimento ondulatório;
- Distinguir ondas longitudinais de transversais;
- Definir período, frequência, comprimento de onda e amplitude;
- Relacionar velocidade, frequência, período e comprimento de onda;
- Identificar, na representação gráfica de uma onda, o período o comprimento de onda e a frequência;
- Conceituar som;
- Identificar as principais características do som;
- Relacionar a denominação corriqueira (volume, sons graves e agudos) com as grandezas físicas correspondentes;
- Identificar problemas com poluição sonora;
- Identificar aplicações das ondas sonoras;
- Relacionar a velocidade do som com as características do meio onde se propaga;
- Definir ondas eletromagnéticas;
- Perceber que a luz é radiação eletromagnética e situá-la no espectro eletromagnético;
- Conhecer o valor da velocidade da luz no vácuo;
- Enunciar e descrever aplicações das ondas eletromagnéticas.

INTRODUÇÃO

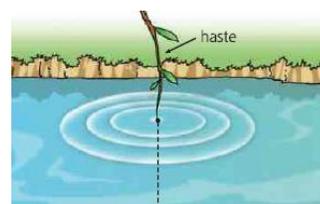
Ao descrever fenômenos físicos, nós nos deparamos com situações em que ocorre transporte de energia de um local no espaço para outro sem que ocorra transporte de matéria. Um exemplo é a propagação de calor no processo da radiação: a energia proveniente do Sol chega à terra sem haver transmissão de matéria; outro exemplo é a propagação do som: ouvimos um trovão sem que a matéria se desloque das nuvens até nossos ouvidos. Essas e outras situações são descritas em Física usando o conceito de onda.

No nosso dia a dia utilizamos vários tipos de ondas para transmitir e receber informações. Nosso corpo possui vários mecanismos para produzir e detectar ondas; as pregas (cordas) vocais produzem ondas sonoras que são percebidas pelo ouvido. Os olhos detectam as ondas luminosas e a pele sente a radiação térmica. Nestas aulas, estudaremos as características gerais do movimento ondulatório e sua geração e propagação, bem como suas aplicações práticas.

Aula 1 - Introdução ao Estudo de Ondas

Conceito de onda: toda perturbação que se propaga em um meio. Na propagação, apenas a energia é transportada, não havendo transporte de matéria.

As figuras abaixo representam algumas situações em que ocorrem movimentos ondulatórios:



Em relação à direção de propagação da energia nos meios materiais homogêneos, as ondas são classificadas em:

- unidimensionais: quando se propagam numa só direção, como numa corda;
- bidimensionais: quando se propagam ao longo de um plano, como na superfície da água;
- tridimensionais: quando se propagam em todas as direções, como ocorre com as ondas sonoras no ar atmosférico.

Natureza das Ondas

Ondas mecânicas são aquelas originadas pela deformação de uma região de um meio elástico que, para se propagarem, necessitam de um meio material. Sendo assim, podemos afirmar:

- As ondas mecânicas não se propagam no vácuo;
- As ondas numa corda, na superfície da água e ondas sonoras são exemplos de ondas mecânicas.



Ondas eletromagnéticas são aquelas originadas por cargas elétricas oscilantes, como, por exemplo, elétrons oscilando na antena transmissora de uma estação de rádio ou TV. Elas não necessitam obrigatoriamente de um meio material para se propagarem. Assim:

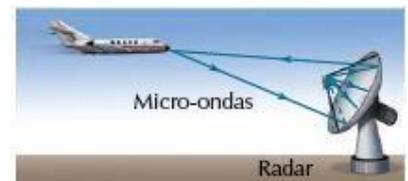
- As ondas eletromagnéticas propagam-se no vácuo e em certos meios materiais.
- A luz emitida por uma lanterna, as ondas de rádio, as micro-ondas, os raios X e os raios são exemplos de ondas eletromagnéticas.



Luz de lanterna



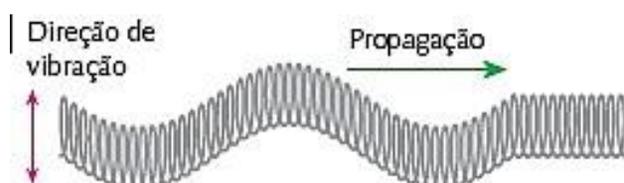
Raios X



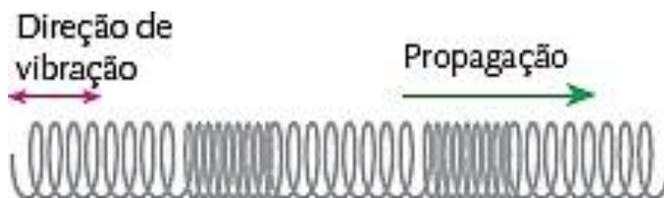
Radar

Tipos de onda

- Denominam-se “ondas transversais” aquelas em que a direção de propagação da onda é perpendicular à direção de vibração. Ondas que se propagam numa corda e ondas eletromagnéticas são exemplos de ondas transversais.



- Denominam-se ondas longitudinais aquelas em que a direção de propagação da onda coincide com a direção de vibração. O som se propaga nos gases e nos líquidos por meio de ondas longitudinais.



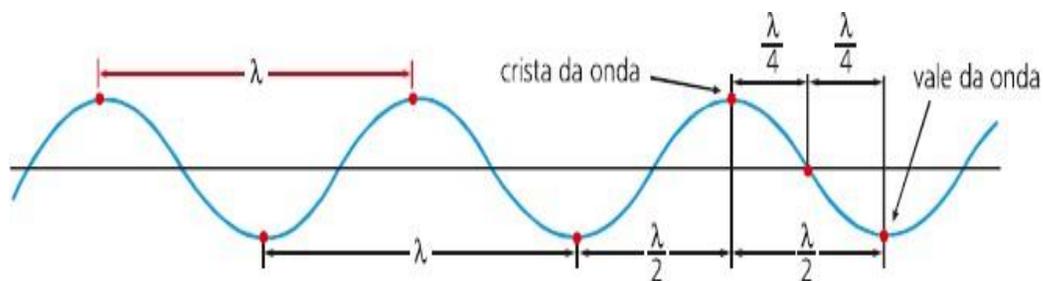
Aula 2 - Ondas Sonoras

São ondas mecânicas longitudinais de pressão que se propagam em um meio formadas pela deformação de um meio

Características das ondas sonoras

- São ondas tridimensionais, ou seja, se propagam em todas as direções.
- O som não se propaga no vácuo, pois é uma onda mecânica.
- São ondas que vibram na mesma direção de propagação.

Características de uma onda:



Comprimento de onda (λ) : corresponde ao tamanho de uma única onda.

Amplitude (A) : corresponde ao máximo deslocamento sofrido por um ponto da onda.

Período (T) : é o tempo que a onda leva para efetuar uma oscilação completa.

Frequência (f) : é o número de oscilações que uma onda realiza por unidade de tempo.

Seu cálculo poderá ser determinado pela relação:

$$f = N/\Delta t$$

N: numero de oscilações e Δt : Intervalo de tempo

A unidade de frequência no S.I é o Hertz (Hz) = 1/s

Relação entre Período e Frequência : $f = 1/ T$

A frequência de uma onda só depende da fonte emissora (não depende do meio através do qual a onda se propaga).

NOTA: Múltiplos do Hertz.

$$\text{kHz} = 10^3 \text{ Hz} \quad . \text{MHz} = 10^6 \text{ Hz} \quad . \text{GHz} = 10^9 \text{ Hz}$$

Equação da Onda

É a equação que permite medir a velocidade como a onda se propaga, relacionando a frequência de vibração com o comprimento de onda por meio da equação:

$$\mathbf{V = \lambda.f}$$

Faixa de Frequência dos sons audíveis pelos seres humanos:

$$. 20\text{Hz} \leq f \leq 20000 \text{ Hz}$$

$$. f < 20 \text{ Hz} - \text{Infra-som};$$

$$. f > 20 \text{ KHz} - \text{ultra} - \text{som}$$

Velocidade do som:

No ar, a 15°C, a velocidade do som é constante e vale 340 m/s

A velocidade do som é maior nos sólidos, depois nos líquidos e, por último nos gases. Isso ocorre porque nos sólidos as moléculas estão mais próximas que nos líquidos e nos gases. Logo, as vibrações são transmitidas mais rapidamente.

Meio	Velocidade do som (m/s)
ar a 0°C	331
ar a 15°C	340
água a 20°C	1480
alumínio	5100
ferro	5130
granito	6000

Aula 3 - Qualidades fisiológicas do Som

Algumas grandezas são muito importantes na caracterização do som e são chamadas de “qualidades fisiológicas do som”. Essas qualidades estão relacionadas à sensação que o som produz no ouvido humano e são: *altura, intensidade e timbre*.

- **Altura:** é a qualidade fisiológica que diferencia os sons **graves** dos sons **agudos**.

Desta forma:

Mais grave → Menor Frequência

Mais agudo → Maior Frequência

A altura é a qualidade do som que permite verificar diferenças entre a voz de um homem e a voz de uma mulher.

- **Intensidade:** é a qualidade fisiológica que diferencia os sons **fracos** dos **fortes**.

Aumentar o volume do aparelho de som implica aumentar a intensidade da onda sonora e, conseqüentemente, o nível sonoro.

O nível sonoro não depende somente da intensidade da onda sonora, mas também de sua frequência.

O intervalo de 2 000 Hz a 4 000 Hz corresponde à máxima sensibilidade do aparelho auditivo, ou seja, são as frequências das ondas sonoras que conseguimos detectar com as menores intensidades (intensidades próximas à intensidade mínima).

Um equívoco comum é o de confundir um som alto com um som forte.

A exposição a níveis sonoros superiores a 80 dB pode causar lesões irreparáveis ao aparelho auditivo, ocasionando desvios de personalidade, como fadiga, neurose e até psicoses. A tabela a seguir mostra o tempo máximo que uma pessoa deve ficar exposta a ruídos contínuos ou intermitentes, no intuito de evitar lesões irreversíveis.

Para níveis superiores a 120 dB, a sensação auditiva é uma sensação dolorosa. Observe alguns níveis sonoros decorrentes em nosso cotidiano, para efeito de comparação.

Nível sonoro (dB)	Tempo máximo de exposição (horas)
85	8
90	4
95	2
100	1

Ruído	Nível sonoro	Intensidade (W/m ²)
Relógio de parede (tique – taque)	10 dB	10 ¹
Interior de um templo	20 dB	10 ²
Conversa a meia voz	40 dB	10 ⁴
Avenida de tráfego intenso	70 a 90 dB	10 ⁷ - 10 ⁹
Britadeira	100 dB	10 ¹⁰
Danceteria	120 dB	10 ¹²
Avião a jato aterrissando	140 dB	10 ¹⁴

- **Timbre:** é a qualidade fisiológica que diferencia sons de mesma altura, mesma intensidade, mas emitidos por fontes diferentes.

É possível verificar que uma nota “dó” ao ser emitida por um violão e uma nota “dó” emitido por um piano apresentam mesma frequência e mesma altura, porém timbres diferentes.

Reflexão do som: quando uma onda se choca com um obstáculo ela retorna. Esse fenômeno é chamado de reflexão.

Eco: ocorre quando a distância entre a fonte e o obstáculo é maior ou igual a 17 metros, ou seja, o eco é fenômeno de se ouvir novamente um som que foi emitido e refletido em um obstáculo. Nota: se considerarmos a velocidade do som no ar

$$V_{\text{som}} = 340 \text{ m/s}$$

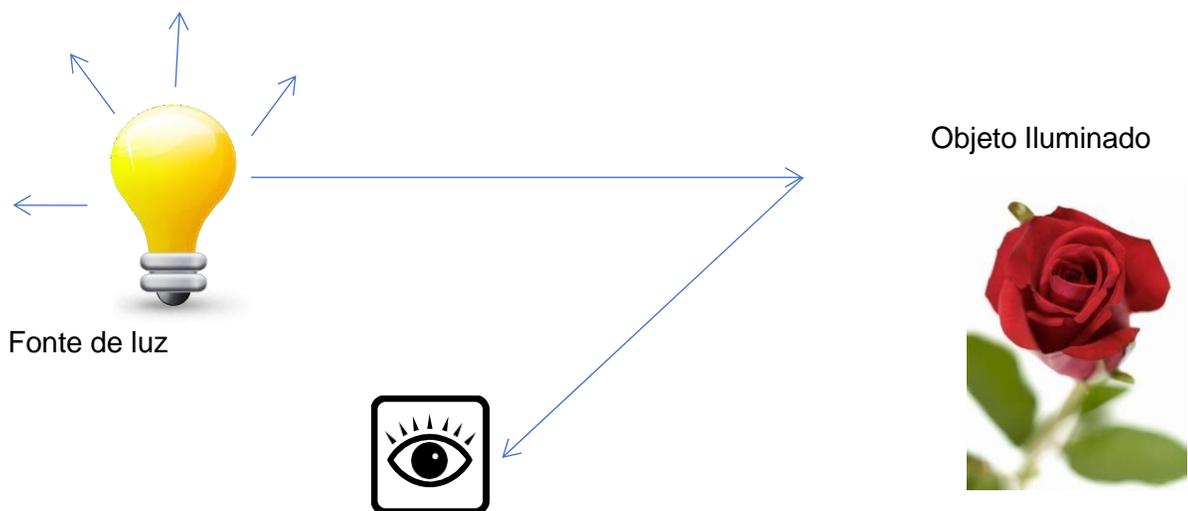
Através do eco podemos descobrir que o intervalo de tempo mínimo que o ouvido humano consegue distinguir dois sons é de 0,1 segundo.

Poluição sonora: são sons produzidos que chegam até nosso aparelho auditivo causando incômodo. Pode, até mesmo, ser prejudicial à nossa audição.

Ex: Buzinas de automóvel num trânsito, aparelhos de som com o volume muito alto, etc .

AULA 4 - Luz e Radiação Eletromagnética

A Luz é uma forma de energia radiante que causa a sensação de visão.



Isaac Newton desenvolveu sua teoria baseada no fato da luz ser composta por partículas pequeninas que não poderiam ser vistas em sua unidade. Ele chamou essas partículas de **corpúsculos de luz**. A luz **branca**, que vinha do **Sol**, seria formada por diferentes corpúsculos de cores diferentes que, ao atravessarem um prisma, seriam desviados por forças diferentes separando-as.

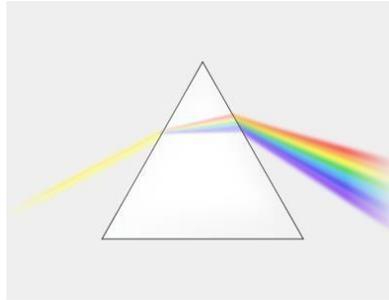


Imagem: Suidroot / GNU Free Documentation License

Durante o século XVII, um contemporâneo de *Isaac Newton*, *Huygens*, observou que dois feixes de luz, ao se cruzarem, não sofriam desvios. Mas, se a luz era formada de partículas, como é que elas não sofriam colisões durante o cruzamento dos seus feixes?

Para explicar este fato, Huygens propôs que a luz seria constituída de perturbações do meio entre a fonte e o observador. A **luz** seria então uma **onda**.

- **James Clerk Maxwell (1831-1879)**

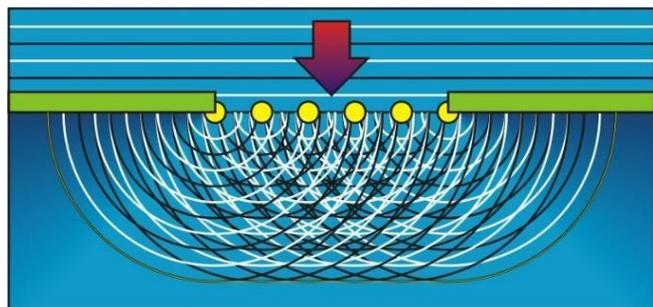
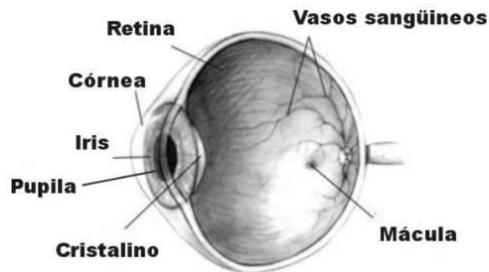


Imagem: Yoyokits / domínio público

Mas o que vem a ser energia radiante? Energia Radiante são ondas eletromagnéticas.

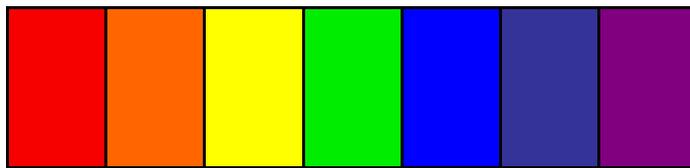
Sempre que uma carga elétrica é acelerada, ela emite ou irradia uma onda. Isto é, campos elétricos e magnéticos oscilantes que se propagam no espaço, apresentando todas as propriedades de um movimento ondulatório.”

O espectro visível da luz é uma onda eletromagnética que, ao penetrar em nossos olhos, pode sensibilizar a retina e desencadear o mecanismo da visão.



NOTA: a luz visível possui uma faixa estreita de frequências que se estende aproximadamente de $4,5 \cdot 10^{14}$ Hz (vermelho), a $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz (violeta) capaz de sensibilizar a visão.

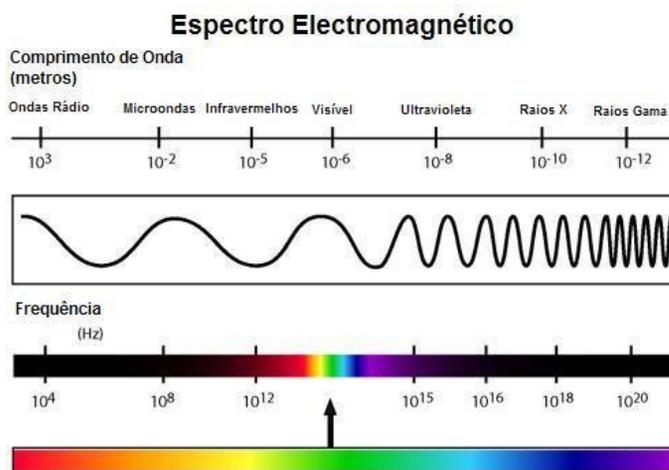
Essa faixa possui as sete cores fundamentais e podemos relacioná-las em ordem crescente de frequência, como: vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil e violeta.



As radiações cujas frequências estão abaixo de $4,5 \cdot 10^{14}$ Hz (luz vermelha) não são capazes de sensibilizar a retina, portanto, são invisíveis ao olho humano. Como, por exemplo, as ondas de TV e os raios infravermelhos.

As radiações cujas frequências estão acima de $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz (luz violeta) também não são capazes de sensibilizar a retina, portanto, são invisíveis ao olho humano. Como, por exemplo, os raios ultravioleta e os raios X.

É Possível verificar na figura o modelo do espectro eletromagnético completo



Aula 5 - ATIVIDADES

1- (EAM) A classificação quanto à natureza e quanto à direção de propagação das ondas causadas pelo vento na superfície de um lago, vistas por um observador que passeia à beira desse lago, é, respectivamente:

- a) mecânicas e unidimensionais.
- b) eletromagnéticas e tridimensionais.
- c) eletromagnéticas e bidimensionais.
- d) mecânicas e bidimensionais.
- e) mecânicas e tridimensionais.

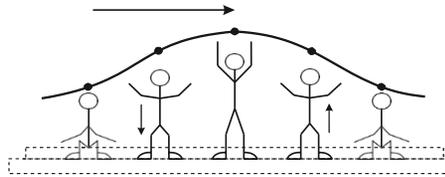
2- (C. NAVAL) Nos filmes de ficção científica, é muito comum ocorrerem batalhas espaciais nas quais aparecem maravilhosos efeitos visuais e sonoros. Sendo a luz uma onda eletromagnética e o som uma onda mecânica, podemos afirmar que, na vida real, no caso de uma batalha espacial.

- a) Não veríamos os efeitos visuais.
- b) Ouviríamos os efeitos sonoros.
- c) Veríamos os efeitos visuais e ouviríamos os sonoros.
- d) Não veríamos os efeitos visuais e nem ouviríamos os sonoros.
- e) Veríamos os efeitos visuais e não ouviríamos os efeitos sonoros.

3) Os morcegos emitem ultrassons. O menor comprimento de onda produzido por um morcego no ar é da ordem de 33×10^{-4} m. A frequência mais elevada que os morcegos podem emitir num local onde a velocidade do som no ar é de 330 m/s será:

- a) 10^4 Hz
- b) 10^5 Hz
- c) 10^6 Hz
- d) 10^7 Hz
- e) 10^9 Hz

4) (Enem 2013) Uma manifestação comum das torcidas em estádios de futebol é a “ola” mexicana. Os espectadores de uma linha, sem sair do lugar e sem se deslocarem lateralmente, ficam de pé e se sentam, sincronizados com os da linha adjacente. O efeito coletivo se propaga pelos espectadores do estádio, formando uma onda progressiva, conforme ilustração.



Calcula-se que a velocidade de propagação dessa “onda humana” é de 45 km/h, e que cada período de oscilação contém 16 pessoas, que se levantam e sentam organizadamente e distanciadas entre si por 80 cm.

Disponível em: www.ufsm.br. Acesso em: 7 dez. 2012 (adaptado).

Nessa ola mexicana, a frequência da onda, em hertz, é um valor mais próximo de:

- a) 0,3.
- b) 0,5.
- c) 1,0.
- d) 1,9.
- e) 3,7.

5) (Enem 2015) Ao ouvir uma flauta e um piano emitindo a mesma nota musical, consegue-se diferenciá-los instrumentos um do outro. Essa diferenciação se deve principalmente ao (a):

- a) intensidade sonora do som de cada instrumento musical.
- b) potência sonora do som emitido pelos diferentes instrumentos musicais.
- c) diferente velocidade de propagação do som emitido por cada instrumento musical
- d) timbre do som, que faz com que os formatos das ondas de cada instrumento sejam diferentes.
- e) altura do som, que possui diferentes frequências para diferentes instrumentos musicais.

6) (Enem 2014) Quando adolescente, as nossas tardes, após as aulas, consistiam em tomar às mãos o violão e o dicionário de acordes de Almir Chediak e desafiar nosso amigo Hamilton a descobrir, apenas ouvindo o acorde, quais notas eram escolhidas. Sempre perdíamos a aposta, ele possui o ouvido absoluto. O ouvido absoluto é uma característica perceptual de poucos

indivíduos capazes de identificar notas isoladas sem outras referências, isto é, sem precisar relacioná-las com outras notas de uma melodia.

LENT, R. *O cérebro do meu professor de acordeão*. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>.

Acesso em: 15 ago. 2012 (adaptado).

No contexto apresentado, a propriedade física das ondas que permite essa distinção entre as notas é a:

- a) frequência.
- b) intensidade.
- c) forma da onda.
- d) amplitude da onda.
- e) velocidade de propagação.

7) (Enem 2ª aplicação 2016) As notas musicais podem ser agrupadas de modo a formar um conjunto. Esse conjunto pode formar uma escala musical. Dentre as diversas escalas existentes, a mais difundida é a escala diatônica, que utiliza as notas denominadas *dó, ré, mi, fá, sol, lá e si*. Essas notas estão organizadas em ordem crescente de alturas, sendo a nota *dó* a mais baixa e a nota *si* a mais alta.

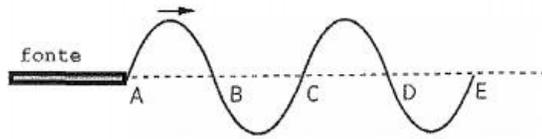
Considerando uma mesma oitava, a nota *si* é a que tem menor:

- a) amplitude.
- b) frequência.
- c) velocidade.
- d) intensidade.
- e) comprimento de onda.

8) (Enem PPL 2014) O sonar é um equipamento eletrônico que permite a localização de objetos e a medida de distâncias no fundo do mar, pela emissão de sinais sônicos e ultrassônicos e a recepção dos respectivos ecos. O fenômeno do eco corresponde à reflexão de uma onda sonora por um objeto, a qual volta ao receptor pouco tempo depois de o som ser emitido. No caso do ser humano, o ouvido é capaz de distinguir sons separados por, no mínimo, 0,1 segundo. Considerando uma condição em que a velocidade do som no ar é 340 m/s qual é a distância mínima a que uma pessoa deve estar de um anteparo refletor para que se possa distinguir o eco do som emitido?

- a) 17 m
- b) 34 m
- c) 68 m
- d) 1700 m

9) (C. NAVAL) Observe a figura abaixo.



O esquema acima representa ondas periódicas propagando-se ao longo de uma corda tensa. Nesse esquema, os pontos A e E distam 60cm um do outro e o instante mostrado foi obtido 5s após o início da vibração da fonte.

Considerando essa situação, pode-se dizer que o comprimento de onda (λ), a frequência (f) e a velocidade (v) dessa onda valem, respectivamente:

- a) 60cm, 1,0 Hz e 12 cm/s
- b) 60cm, 4,0 Hz e 10 cm/s
- c) 30cm, 0,4 Hz e 12 cm/s
- d) 30cm, 0,4 Hz e 10 cm/s
- e) 30cm, 0,6 Hz e 10 cm/s

10) (UFRS) Das afirmações que se seguem:

- I. A velocidade de propagação da luz é a mesma em todos os meios.
- II. As micro-ondas, usadas em telecomunicações para transportar sinais de TV e telefonia, são ondas eletromagnéticas.
- III. Ondas eletromagnéticas são ondas do tipo longitudinal.

Está(ão) correta(s):

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas I e II.
- d) apenas II e III.
- e) I, II e III.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nestas orientações de estudos, procuramos desenvolver de forma clara e objetiva alguns tópicos essenciais da física básica.

Procuramos apresentar o conteúdo de física sempre ligado a situações práticas, simples e reais, abordamos também algumas questões de concursos militares e vestibulares.

Dessa forma, queremos que sintam que a física é fácil e tem um valor prático real. A cada novo conceito apresentado, procuramos mostrarsua utilidade em nossa vida, bem como suas relações com outros ramos da ciência e tecnologia.

RESUMO

Nestas Orientações de Estudos de Física verificamos os conceitos do movimento ondulatório, diferenciando as ondas, reconhecendo suas características. Calculamos sua velocidade por meio da equação da onda. Analisamos as ondas sonoras, verificando suas principais características e as qualidades fisiológicas. Definimos as ondas Eletromagnéticas, e suas aplicações.

INDICAÇÕES BIBLIOGRÁFICAS

- FÍSICA 2 – edição 2004 – exercícios reformulados Editora: HARBRA AUTORES: Alexandre Lago, Fernando Cabral
- FÍSICA 2 – Os fundamentos da Física Francisco Ramalho Junior, Nicolau Gilberto Ferraro, Paulo Antônio de Toledo Soar do Soares – 11 edição – São Paulo Moderna 2015

