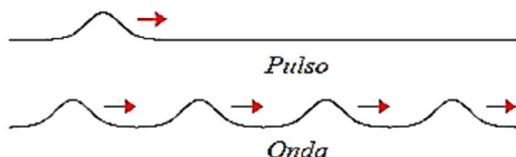


Ondas

É o movimento causado por uma perturbação que se propaga em um meio, transportando energia sem transporte de matéria.



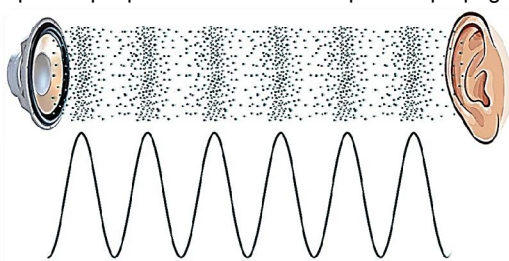
Obs: Toda onda tem uma fonte que emite pulsos. Portanto, uma onda pode ser considerada como um conjunto de pulsos.

Classificação das Ondas

❖ Quanto Natureza

• Ondas Mecânicas:

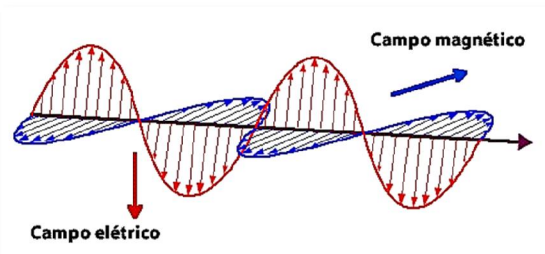
São aquelas que precisam de um meio para se propagar.



Ex: Ondas em uma corda e ondas sonoras.

• Ondas eletromagnéticas:

São aquelas que não necessitam de um meio material para se propagar, podendo se propagar no **vácuo**.

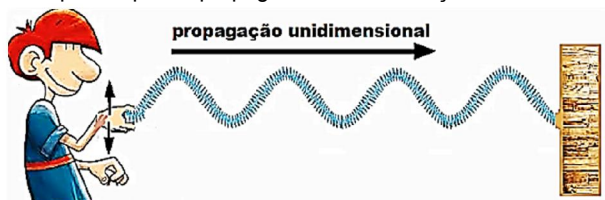


Ex: Ondas de rádio, televisão. Raio x, micro-ondas.

❖ Quanto a Direção de Propagação

• Unidimensionais:

São aquelas que se propagam numa só direção.



Ex: Ondas em cordas.

• Bidimensionais:

São aquelas que se propagam num plano.



Ex: Ondas na superfície de um lago.

❖ Quanto à Direção de Vibração

• Ondas transversais:

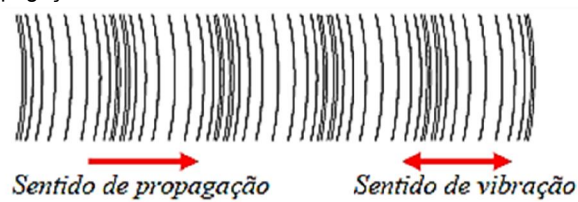
São aquelas cujas vibrações são perpendiculares a direção a direção de vibração.



Ex: Ondas em uma corda.

• Ondas longitudinais:

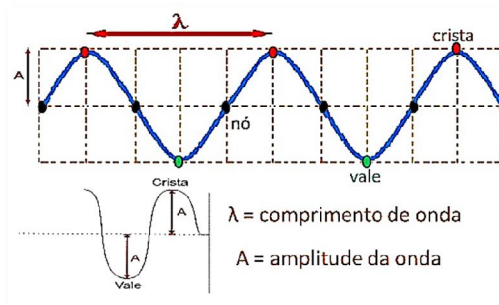
São aquelas cujas vibrações coincide com a mesma direção de propagação.



Ex: Ondas sonoras.

Elementos da Onda

Considere uma pessoa executando um movimento de sobe e desce na extremidade livre de uma corda, em intervalos de tempos iguais.



Frequência (f): É o número de oscilações por unidade de tempo.

$$f = \frac{1}{T}$$

Equação Fundamental da Onda:

$$v = \lambda \cdot f$$

Exercícios

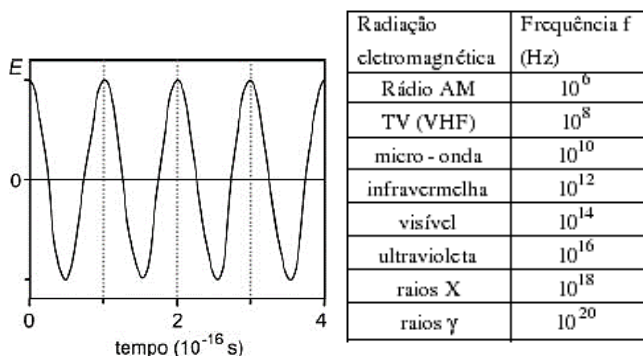
QUESTÃO 1

(UFGD) Sabendo que as ondas podem ser classificadas tanto de acordo com sua natureza quanto de acordo com a direção de vibração e propagação, é correto afirmar que:

- as ondas sonoras se propagam no vácuo, como exemplo pode-se citar os filmes que mostram guerras espaciais com explosões no espaço.
- as ondas eletromagnéticas necessitam de um meio material para se propagarem, como exemplo pode-se citar o "éter luminífero".
- quanto à direção de propagação, sabe-se que nas ondas transversais a direção das vibrações coincide com a direção de propagação.
- quanto à direção de propagação, sabe-se que nas ondas longitudinais a direção das vibrações coincide com a direção de propagação.
- ondas tridimensionais são aquelas cuja propagação se dá apenas em um plano, tendo como exemplo as ondas sonoras.

QUESTÃO 2

(FUVEST SP) Em um ponto fixo do espaço, o campo elétrico de uma radiação eletromagnética tem sempre a mesma direção e oscila no tempo, como mostra o gráfico abaixo, que representa sua projeção E nessa direção fixa; E é positivo ou negativo conforme o sentido do campo.



Consultando a tabela acima, que fornece os valores típicos de frequência f para diferentes regiões do espectro eletromagnético, e analisando o gráfico de E em função do tempo, é possível classificar essa radiação como

- infravermelha.
- visível.
- ultravioleta.
- raio X.
- raio γ .

QUESTÃO 3

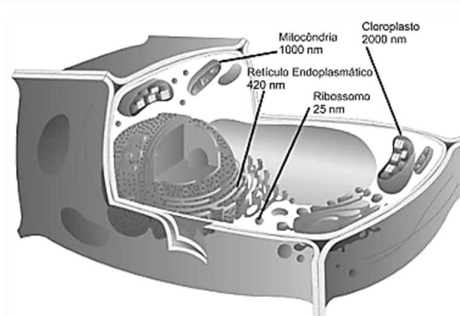
(UNICAMP) A depilação a laser é um procedimento de eliminação dos pelos que tem se tornado bastante popular na indústria de beleza e no mundo dos esportes. O número de sessões do procedimento depende, entre outros fatores, da coloração da pele, da área a ser tratada e da quantidade de pelos nessa área.

Três tipos de laser comumente utilizados para depilação têm comprimentos de onda $\lambda_1 \approx 760 \text{ nm}$, $\lambda_2 \approx 800 \text{ nm}$ e $\lambda_3 \approx 1060 \text{ nm}$, respectivamente. Se a velocidade da luz vale $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$, laser de maior frequência tem uma frequência de aproximadamente

- $3,9 \times 10^{14} \text{ Hz}$.
- $2,8 \times 10^5 \text{ Hz}$.
- $2,5 \times 10^{15} \text{ Hz}$.
- $3,7 \times 10^{12} \text{ Hz}$.

QUESTÃO 4

(Unicamp) Considere que, de forma simplificada, a resolução máxima de um microscópio óptico é igual ao comprimento de onda da luz incidente no objeto a ser observado. Observando a célula representada na figura abaixo, e sabendo que o intervalo de frequências do espectro de luz visível está compreendido entre $4,0 \times 10^{14} \text{ Hz}$ e $7,5 \times 10^{14} \text{ Hz}$, a menor estrutura celular que se poderia observar nesse microscópio de luz seria:
(Se necessário, utilize $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$)



(Adaptado de <http://educacao.uol.com.br/disciplinas/ciencias/celulas-conheca-a-historia-de-sua-descoberta-e-entenda-sua-estrutura.htm>. Acesso em: 25/10/2016.)

- o ribossomo.
- o retículo endoplasmático.
- a mitocôndria.
- o cloroplasto.

QUESTÃO 5

(ENEM) Na câmara de cozimento de um forno de micro-ondas, a flutuação do campo elétrico é adequada para o aquecimento da água. Esse tipo de forno utiliza micro-ondas com frequência de 2,45 GHz para alterar a orientação das moléculas de água bilhões de vezes a cada segundo. Essa foi a frequência escolhida, porque ela não é usada em comunicações e também porque dá às moléculas de água o tempo necessário para completar uma rotação. Dessa forma, um forno de micro-ondas funciona através do processo de ressonância, transferindo energia para os alimentos.

TORRES, C. M. A. et al Física: ciência e tecnologia São Paulo: Moderna, 2001 (adaptado).

Sabendo que a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas no meio é de cerca de $3 \times 10^8 \text{ m/s}$, qual é, aproximadamente, o comprimento de onda da micro-onda presente no forno, em cm?

- 0,12
- 1,22
- 8,17
- 12,2
- 817

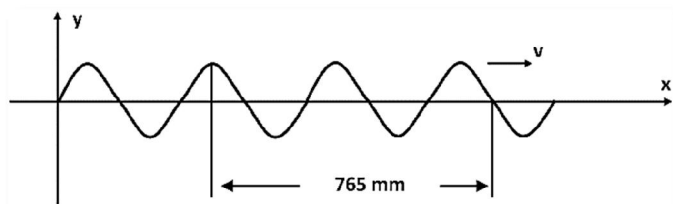
QUESTÃO 6

(PUC MG) Estações de rádio operam em frequências diferentes umas das outras. Considere duas estações que operam com frequências de 600 quilohertz e de 900 quilohertz. Assinale a afirmativa CORRETA.

- Essas estações emitem ondas com o mesmo comprimento.
- As ondas emitidas por elas propagam-se com a mesma velocidade.
- A estação que opera com menor frequência também emite ondas de menor comprimento.
- A velocidade de propagação das ondas emitidas pela estação que opera com 900 quilohertz é 1,5 vezes maior que a velocidade das ondas emitida pela outra estação.

QUESTÃO 7

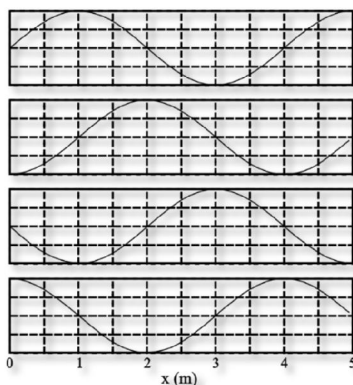
(Mackenzie SP) Certa onda mecânica se propaga em um meio material com velocidade $v = 340 \text{ m/s}$. Considerando-se a ilustração abaixo como a melhor representação gráfica dessa onda, determina-se que a sua frequência é



- a) 1,00 kHz
- b) 1,11 kHz
- c) 2,00 kHz
- d) 2,22 kHz
- e) 4,00 kHz

QUESTÃO 8

(UNESP) A propagação de uma onda no mar da esquerda para a direita é registrada em intervalos de 0,5 s e apresentada através da sequência dos gráficos da figura, tomados dentro de um mesmo ciclo.



Analisando os gráficos, podemos afirmar que a velocidade da onda, em m/s, é de

- a) 1,5.
- b) 2,0.
- c) 4,0.
- d) 4,5.
- e) 5,0.

QUESTÃO 9

(UNIMONTES MG) O motor de um automóvel opera entre 1000 RPM e 7000 RPM. Quando o motor opera a 3000 RPM, o período, em segundos, é

Dado: RPM = rotações por minuto.

- a) 0,20.
- b) 2,00.
- c) 20,00.
- d) 0,02.
- e) 0,002.

QUESTÃO 10

(PUC MG) Em um hospital, estudantes de medicina registraram o número médio de batimentos cardíacos de pacientes de diversas idades. Os resultados foram resumidos em uma tabela conforme mostrado a seguir.

BATIMENTOS POR MINUTO	IDADE DO PACIENTE (ANOS)
200	20
195	25
190	30
180	40
170	50
155	65
140	80

Sobre essas observações, é CORRETO afirmar:

- a) O período dos batimentos cardíacos diminui com a idade.
- b) A frequência cardíaca aumenta com a idade.
- c) A frequência e o período dos batimentos cardíacos diminuem com a idade.
- d) A frequência dos batimentos cardíacos diminui com a idade enquanto o período aumenta.

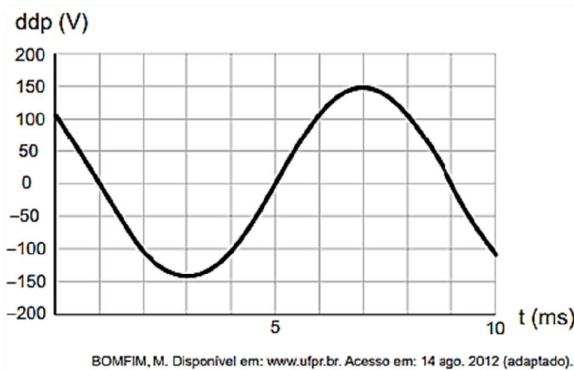
QUESTÃO 11

(Enem) Um professor percebeu que seu apontador a laser, de luz monocromática, estava com o brilho pouco intenso. Ele trocou as baterias do apontador e notou que a intensidade luminosa aumentou sem que a cor do laser se alterasse. Sabe-se que a luz é uma onda eletromagnética e apresenta propriedades como amplitude, comprimento de onda, fase, frequência e velocidade. Dentre as propriedades de ondas citadas, aquela associada ao aumento do brilho do laser é o(a)

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

QUESTÃO 12

(Enem) O osciloscópio é um instrumento que permite observar uma diferença de potencial (ddp) em um circuito elétrico em função de tempo ou em função de outra ddp. A leitura do sinal é feita em uma tela sob a forma de um gráfico tensão $\times$ tempo.



A frequência de oscilação do circuito elétrico estudado é mais próxima de

- a) 300 Hz
- b) 250 Hz
- c) 200 Hz
- d) 150 Hz
- e) 125 Hz

QUESTÃO 13

(Enem PPL 2016) Em 26 de dezembro de 2004, um tsunami devastador, originado a partir de um terremoto na costa da Indonésia, atingiu diversos países da Ásia, matando quase 300 mil pessoas. O grau de devastação deveu-se, em boa parte, ao fato de as ondas de um tsunami serem extremamente longas, com comprimento de onda de cerca de 200 km. Isto é muito maior que a espessura da lâmina de líquido, d , típica do Oceano Índico, que é de cerca de 4 km. Nessas condições, com boa aproximação, a sua velocidade de propagação torna-se dependente de d , obedecendo à relação $v = \sqrt{gd}$. Nessa expressão, g é a aceleração da gravidade, que pode ser tomada como 10 m/s^2 .

SILVEIRA, F. L.; VARRIALE, M. C. Propagação das ondas marítimas e dos tsunamis. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, n. 2, 2005 (adaptado).

Sabendo-se que o tsunami consiste em uma série de ondas sucessivas, qual é o valor mais próximo do intervalo de tempo entre duas ondas consecutivas?

- a) 1 min
- b) 3,6 min
- c) 17 min
- d) 60 min
- e) 2160 min

QUESTÃO 14

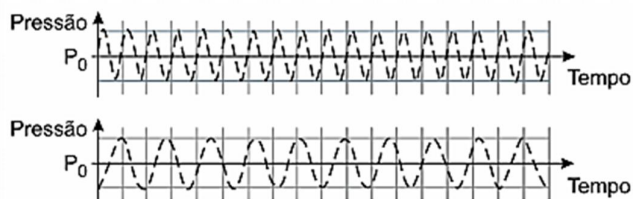
(G1 - ifsul) De acordo com a teoria ondulatória, analise as afirmações abaixo

- I. A velocidade de onda emitida por uma fonte depende do meio de propagação.
 - II. Uma onda é uma perturbação que sempre necessita de um meio material para se propagar.
 - III. O som é uma onda de natureza eletromagnética.
- Está(ão) correta(s) apenas a(s) afirmativa(s)

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

QUESTÃO 15

(Famerp) A figura representa, na mesma escala, duas ondas sonoras que se propagam no ar.



(<https://lusoacademia.org>. Adaptado.)

Com relação a essas ondas, pode-se afirmar que apresentam

- a) o mesmo período e a mesma velocidade de propagação.
- b) a mesma amplitude e a mesma frequência.
- c) o mesmo comprimento de onda e o mesmo período.
- d) a mesma frequência e o mesmo comprimento de onda.
- e) a mesma velocidade de propagação e a mesma amplitude.

QUESTÃO 16

(Eear) Analise as seguintes afirmações:

- I. Ondas mecânicas se propagam no vácuo, portanto não necessitam de um meio material para se propagarem.
- II. Ondas longitudinais são aquelas cujas vibrações coincidem com a direção de propagação.
- III. Ondas eletromagnéticas não precisam de um meio material para se propagarem.
- IV. As ondas sonoras são transversais e não se propagam no vácuo.

Assinale a alternativa que contém todas as afirmações verdadeiras.

- a) I e II
- b) I e III
- c) II e III
- d) II e IV

QUESTÃO 17

(ifsul) Um observador percebe que uma torneira com defeito goteja num tanque com água a intervalos regulares de tempo. Ele conta 30 gotas a cada 15 s, portanto, a frequência das ondas circulares produzidas na superfície da água é igual a

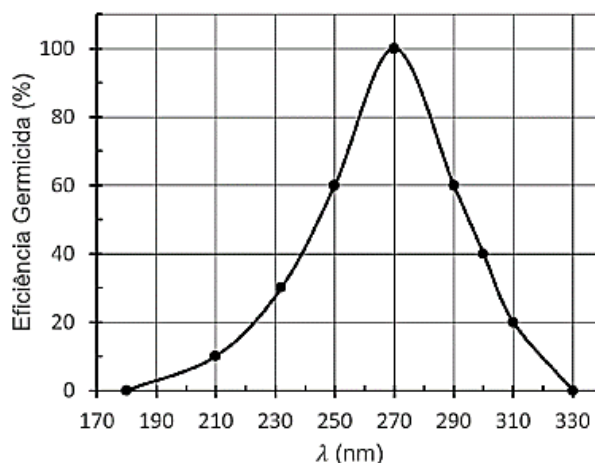
- a) 2,0 Hz
- b) 20 Hz
- c) 10 Hz
- d) 0,50 Hz

QUESTÃO 18

(UNICAMP) Lâmpadas de luz ultravioleta (UV) são indicadas para higienização e esterilização de objetos e ambientes em razão do seu potencial germicida.

Na questão, sempre que necessário, use $\pi = 3$ e $g = 10 \text{ m/s}^2$.

A ação germicida da luz UV varia conforme o comprimento de onda (λ) da radiação. O gráfico a seguir mostra a eficiência germicida da luz UV em função de λ , em sua atuação durante certo tempo sobre um agente patogênico.



Pode-se afirmar que a frequência da luz UV que gera eficiência germicida máxima neste caso é

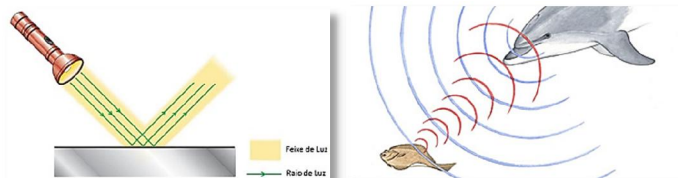
Dado: Velocidade da luz: $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$.

- a) $0,9 \times 10^6 \text{ Hz}$.
- b) $8,1 \times 10^{10} \text{ Hz}$.
- c) $5,4 \times 10^{12} \text{ Hz}$.
- d) $1,1 \times 10^{15} \text{ Hz}$.

Fenômenos Ondulatórios

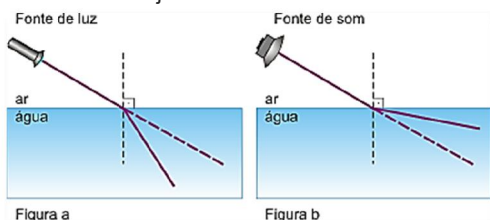
❖ Reflexão

O fenômeno da **reflexão** consiste na mudança da direção de propagação da energia. Consiste no retorno da energia incidente em direção à região de onde ela é oriunda, após entrar em contato com uma superfície refletora.



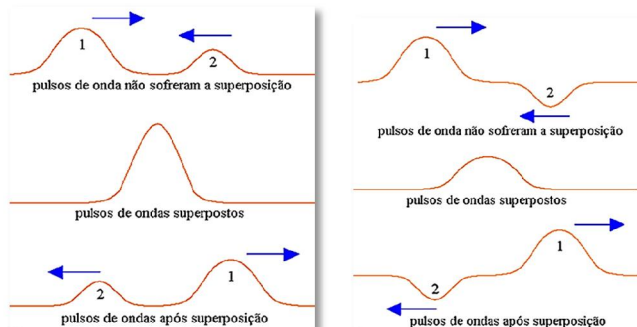
❖ Refração

Chamamos de **refração** o fenômeno em que a onda é transmitida de um meio para outro diferente. Nesta mudança de meios a frequência da onda não é alterada, embora sua velocidade e o seu comprimento de onda sejam.



❖ Interferência

A superposição, também chamada **interferência** em alguns casos, é o fenômeno que ocorre quando duas ou mais ondas se encontram, gerando uma onda resultante igual à soma algébrica das perturbações de cada onda ou igual a subtração das perturbações de cada onda.



Construtiva

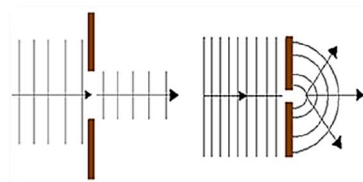
$$A = A_1 + A_2$$

Destrutiva

$$A = A_1 - A_2$$

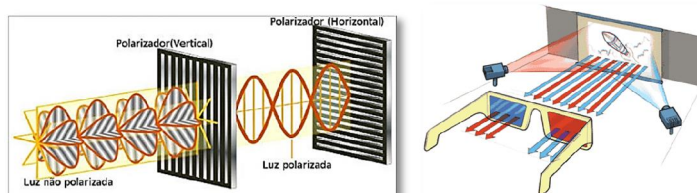
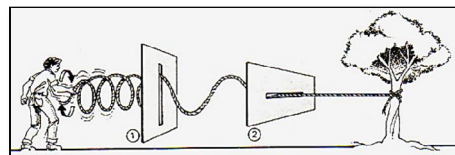
❖ Difração

O fenômeno denominado **difração** nada mais é do que o desvio ou espalhamento sofrido pela onda quando esta contorna ou transpõe obstáculos colocados em seu caminho. Um exemplo da difração sonora é quando estamos ouvindo uma música sendo tocada do outro lado de um muro.



❖ Polarização

Polarização de ondas é o fenômeno no qual uma onda transversal, vibrando em várias direções, tem uma de suas direções de vibração selecionada, enquanto as vibrações nas demais direções são impedidas de passar por um dispositivo, denominado **polarizador**.



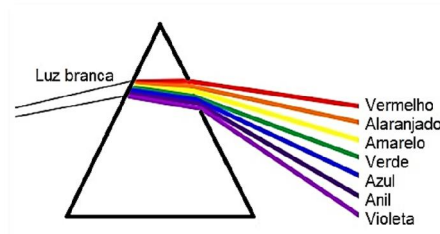
❖ Ressonância

A **ressonância acústica** é gerada quando uma fonte emite um som de frequência igual à frequência de vibração natural de um receptor. Como em todo tipo de ressonância, ocorre uma espécie de amplificação do som, aumentando a intensidade deste.



❖ Dispersão

A **dispersão** é um fenômeno óptico em que a luz é separada em suas diferentes cores quando refratada através de algum meio transparente, a exemplo do arco-íris, do prisma e da lente fotográfica. A dispersão ocorre quando a velocidade de propagação da luz no interior de algum meio depende da frequência da onda eletromagnética.



Exercícios

QUESTÃO 19

(ENEM) A sintonizarmos uma estação de rádio ou um canal de TV em um aparelho, estamos alterando algumas características elétricas de seu circuito receptor das numerosas ondas eletromagnéticas que chegam simultaneamente ao receptor, somente aquelas que oscilam com determinada frequência resultarão em máxima absorção de energia.

O fenômeno descrito é a

- a) difração
- b) refração
- c) polarização
- d) Interferência
- e) Ressonância

QUESTÃO 20

Considere as situações cotidianas apresentadas abaixo.

I - Quando um avião está voando nas vizinhanças de uma casa, algumas vezes a imagem da TV sofre pequenos tremores e fica ligeiramente fora de foco.

II - Uma criança faz bolhas de sabão com auxílio de um canudinho, soprando água na qual se mistura um pouco de sabão. Quando a bolha está crescendo, observa-se uma mudança de cor da película da bolha.

III - Uma pessoa escuta o som que vem de trás do muro.

IV - Uma piscina cheia de água parece mais rasa quando observada de fora.

V - Uma pessoa vê sua imagem na superfície de um lago.

Assinale a sequência que indica corretamente os conceitos físicos utilizados para explicar cada uma das cinco situações.

- a) I - Interferência, II - difração, III - difração, IV - interferência, V - difração
- b) I - Difração, II - interferência, III - reflexão, IV - refração, V - refração
- c) I - Difração, II - difração, III - interferência, IV - refração, V - reflexão
- d) I - Reflexão, II - refração, III - reflexão, IV - refração, V - reflexão
- e) I - Interferência, II - interferência, III - difração, IV - refração, V - reflexão

QUESTÃO 21

(ENEM) Nossa pele possui células que reagem à incidência de luz ultravioleta e produzem uma substância chamada melanina, responsável pela pigmentação da pele. Pensando em se bronzear, uma garota vestiu um biquíni, acendeu a luz de seu quarto e deitou-se exatamente abaixo da lâmpada incandescente. Após várias horas ela percebeu que não conseguiu resultado algum.

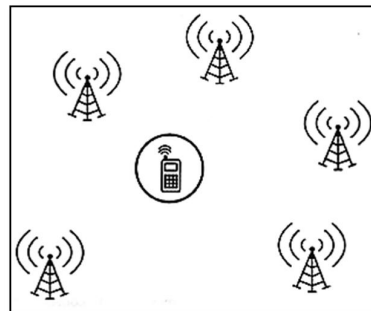
O bronzeamento não ocorreu porque a luz emitida pela lâmpada incandescente é de

- a) baixa intensidade.
- b) baixa frequência.
- c) um espectro contínuo.
- d) amplitude inadequada.
- e) curto comprimento de onda.

QUESTÃO 22

(Enem) Para obter a posição de um telefone celular, a polícia baseia-se em informações do tempo de resposta do aparelho em relação às torres de celular da região de onde se originou a ligação.

Em uma região, um aparelho está na área de cobertura de cinco torres, conforme o esquema.



Considerando que as torres e o celular são puntiformes e que estão sobre um mesmo plano, qual o número mínimo de torres necessárias para se localizar a posição do telefone celular que originou a ligação?

- a) Uma.
- b) Duas.
- c) Três.
- d) Quatro.
- e) Cinco.

QUESTÃO 23

Ao contrário dos rádios comuns (AM ou FM), em que uma única antena transmissora é capaz de alcançar toda a cidade, os celulares necessitam de várias antenas para cobrir um vasto território. No caso dos rádios FM, a frequência de transmissão está na faixa dos MHz (ondas de rádio), enquanto, para os celulares, a frequência está na casa dos GHz (micro-ondas). Quando comparado aos rádios comuns, o alcance de um celular é muito menor.

Considerando-se as informações do texto, o fator que possibilita essa diferença entre propagação das ondas de rádio e as de micro-ondas é que as ondas de rádio são

- a) facilmente absorvidas na camada da atmosfera superior conhecida como ionosfera.
- b) capazes de contornar uma diversidade de obstáculos como árvores, edifícios e pequenas elevações.
- c) mais refratadas pela atmosfera terrestre, que apresenta maior índice de refração para as ondas de rádio.
- d) menos atenuadas por interferência, pois o número de aparelhos que utilizam ondas de rádio é menor.
- e) constituídas por pequenos comprimentos de onda que lhes conferem um alto poder de penetração em materiais de baixa densidade.

QUESTÃO 24

Em dias de clássicos futebolísticos que promovem grandes concentrações de populares, teme-se pela segurança do Estádio do Morumbi, em São Paulo, sobretudo nos momentos de gol. A alegria e o entusiasmo dos torcedores, geralmente manifestado por meio de pulos e batidas no chão, faz com que tida a estrutura do estádio vibre. Se essa vibração for mantida por muito tempo, pode levar partes da construção ou mesmo toda ela a desabar, ocasionando uma catástrofe. O fenômeno que melhor explica esse fato é:

- a) difração
- b) interferência
- c) refração
- d) ressonância
- e) polarização

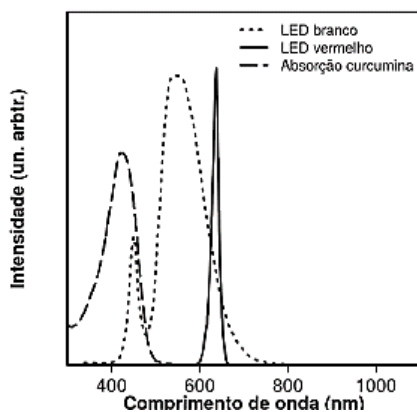
QUESTÃO 25

A atmosfera da Terra desempenha um papel fundamental na transição entre a noite e o dia, e entre o dia e a noite. Se não fosse ela, essa transição não ocorreria de forma lenta e gradual, mas de maneira repentina, como o acender e o apagar da lâmpada ao toque de um botão. Assim, a aurora e o crepúsculo têm suas origens em um princípio físico, envolvendo a luz solar que ao passar pela atmosfera da Terra sofre

- a) refração. b) reflexão.
c) absorção. d) difusão. e) polarização.

QUESTÃO 26

(UNICAMP) Pesquisas mostram que a curcumina — substância extraída da cúrcuma — pode ser usada como fotossensibilizador na terapia fotodinâmica (TFD). Nessa técnica, se houver absorção de luz pelo fotossensibilizador, que está na célula, ocorre reação com o oxigênio molecular gerando espécies químicas citotóxicas, que promovem a oxidação de lipídios, aminoácidos e proteínas, levando à morte celular. Deste modo, a TFD pode ser usada para o tratamento de câncer, lesões pré-malignas, etc. O gráfico a seguir mostra a intensidade de absorção de luz pela curcumina e a intensidade de emissão de luz de dois LEDs, um vermelho e um branco, em função do comprimento de onda da luz.



(Adaptado de <http://cepf.ifsc.usp.br/pesquisa/terapia-fotodinamica>. Acessado em 15/07/2018)

Levando em conta o gráfico e os princípios da TFD apresentados no enunciado, para o uso de curcumina na TFD,

- a) somente o LED vermelho seria adequado.
b) somente o LED branco seria adequado.
c) os dois LEDs seriam adequados.
d) nenhum dos LEDs seria adequado.

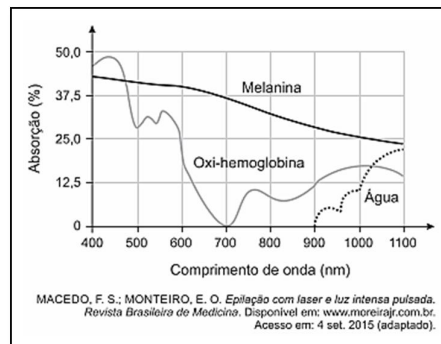
QUESTÃO 27

(FUVEST SP) Considerando o fenômeno de ressonância, o ouvido humano deveria ser mais sensível a ondas sonoras com comprimentos de onda cerca de quatro vezes o comprimento do canal auditivo externo, que mede, em média, 2,5cm. Segundo esse modelo, no ar, onde a velocidade de propagação do som é 340 m/s, o ouvido humano seria mais sensível a sons com frequências em torno de:

- a) 34Hz b) 1320Hz
c) 1700Hz d) 3400Hz e) 6800Hz

QUESTÃO 28

(Enem) A epilação a laser (popularmente conhecida como depilação a laser) consiste na aplicação de uma fonte de luz para aquecer e causar uma lesão localizada e controlada nos folículos capilares. Para evitar que outros tecidos sejam danificados, selecionam-se comprimentos de onda que são absorvidos pela melanina presente nos pelos, mas que não afetam a oxihemoglobina do sangue e a água dos tecidos da região em que o tratamento será aplicado. A figura mostra como é a absorção de diferentes comprimentos de onda pela melanina, oxihemoglobina e água.



Qual é o comprimento de onda, em nm, ideal para a epilação a laser?

- a) 400 b) 700
c) 1.100 d) 900 e) 500

QUESTÃO 29

(ENEM) Ao assistir a uma apresentação musical, um músico que estava na plateia percebeu que conseguia ouvir quase perfeitamente o som da banda, perdendo um pouco de nitidez nas notas mais agudas. Ele verificou que havia muitas pessoas bem mais altas à sua frente, bloqueando a visão direta do palco e o acesso aos alto-falantes. Sabe-se que a velocidade do som no ar é 340 m/s e que a região de frequências das notas emitidas é de, aproximadamente, 20 Hz a 4 000 Hz.

Qual fenômeno ondulatório é o principal responsável para que o músico percebesse essa diferença de som?

- a) Difração. b) Reflexão.
c) Refração. d) Atenuação. e) Interferência.

QUESTÃO 30

(ENEM) As moléculas de água são dipolos elétricos que podem se alinhar com o campo elétrico, da mesma forma que uma bússola se alinha com um campo magnético. Quando o campo elétrico oscila, as moléculas de água fazem o mesmo. No forno de micro-ondas, a frequência de oscilação do campo elétrico é igual à frequência natural de rotação das moléculas de água. Assim, a comida é cozida quando o movimento giratório das moléculas de água transfere a energia térmica às moléculas circundantes.

HEWITT, P. Física conceitual Porto Alegre: Bookman, 2002 (adaptado).

A propriedade das ondas que permite, nesse caso, um aumento da energia de rotação das moléculas de água é a

- a) reflexão. b) refração.
c) ressonância. d) superposição.
e) difração.

Acústica

É a parte da ondulatória responsável pelo estudo das propriedades do som, conceituando as características das ondas sonoras.

Ondas Sonoras - Som

O Som é uma onda mecânica que se propaga em meios materiais.

Ondas sonoras são mecânicas, longitudinais e tridimensionais.

A Velocidade do Som

Normalmente as ondas sonoras propagam-se mais rapidamente pelos sólidos do que nos líquidos, que por conseguinte é mais rápido que nos gases.

Isso ocorre devido a coesão da matéria em cada um destes estados físicos.

$$V_{Sól.} > V_{Liq.} > V_{Gas.}$$

↑ Densidade ⇒ velocidade ↑

FREQUÊNCIA AUDÍVEL



VELOCIDADE DO SOM NO AR

340 m/s a 20°

330 m/s a 0°C

Qualidades fisiológicas do Som

ALTURA:

Qualidade fisiológica que permite que os nossos ouvidos diferenciam sons graves (baixo) de sons agudos (alto).

Está relacionado à frequência da onda.

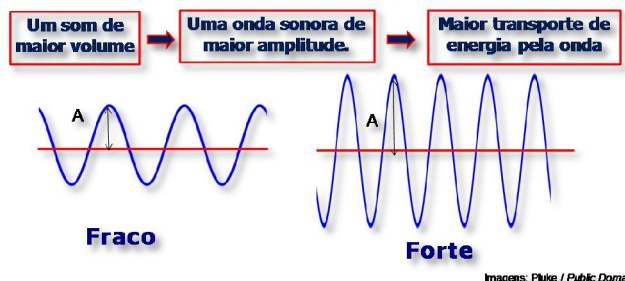


Podemos perceber cotidianamente isso, ao compararmos a voz masculina da voz feminina, o homem costuma emitir sons de frequência menor que a mulher, logo, dizemos que a voz masculina é **mais grave** e a feminina **mais aguda**.

INTENSIDADE SONORA (VOLUME):

Qualidade fisiológica que permite diferenciarmos um som forte (maior amplitude) de um som fraco (menor amplitude). O que diferencia um som forte de um som fraco é a quantidade de energia que a onda pode transportar.

Está relacionado à amplitude da onda.



INTENSIDADE FÍSICA (I):

É dada pela razão entre a quantidade de energia sonora E que atravessa uma superfície a superfície de propagação de área A durante um intervalo de tempo Δt .

$$I = \frac{E}{A \cdot \Delta t} \Rightarrow I = \frac{P}{A}$$

- Unidade de medida (S.I): $J/m^2 \cdot s$ ou W/m^2

➤ **NÍVEL SONORO:** É a relação entre a intensidade do som ouvido e a intensidade mínima.

LIMIAR DE AUDIÇÃO: $I_0 = 10^{-12} W/m^2$

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow 10^n = \frac{I}{I_0}$$

Onde: I_0 é a menor intensidade física de som audível;

I é a intensidade física que se deseja medir;

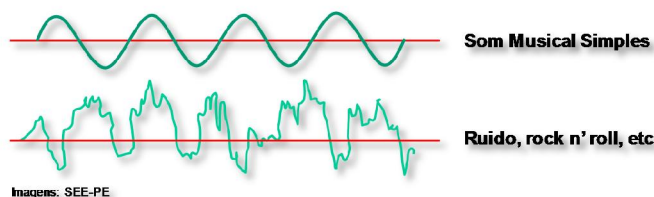
β é o nível sonoro ou intensidade auditiva.

- Unidade de medida (S.I): Decibel (**dB**)

TIMBRE:

É a qualidade fisiológica que permite diferenciar sons de mesma altura, mesma intensidade tocados em instrumentos diferentes.

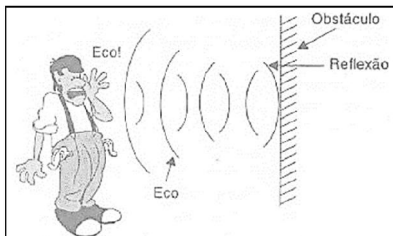
Está relacionado à forma da onda.



Propriedades das Ondas Sonoras

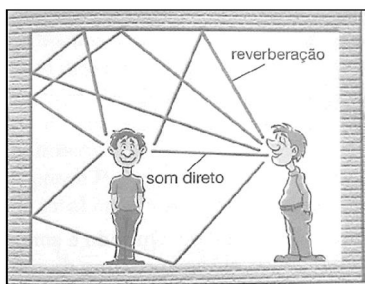
Uma onda sonora pode sofrer diversos tipos de fenômenos como: difração, refração, interferência e reflexão. O estudo da reflexão sonora é feito sobre a percepção do som através de nossos órgãos auditivos e nosso cérebro.

✓ **Eco:** Ocorre quando o $\Delta t > 0,1s$. O observador ouve separadamente o som emitido do som refletido.

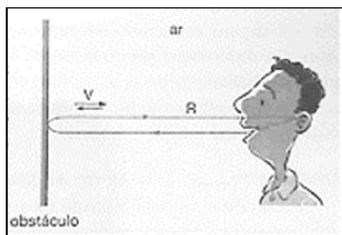


✓ **Reverberação:** Ocorre quando o $\Delta t < 0,1s$. O observador ouve o som refletido quando o emitido está se extinguindo. Ocorre um prolongamento da sensação auditiva.

Aplicação: em anfiteatros ou grandes auditórios para auxiliar no entendimento do que as pessoas falam.



✓ **Reforço:** Ocorre quando o $\Delta t \approx 0,1s$. O som emitido e o som refletido chegam a nossos ouvidos praticamente ao mesmo tempo, nos dando a sensação de um som mais intenso, podemos perceber a aplicação do reforço em nosso cotidiano quando cantamos em um banheiro.



Exercícios

QUESTÃO 31

A poluição sonora refere-se ao efeito danoso provocado por sons em determinado volume que supera os níveis considerados normais para os seres humanos.

A legislação brasileira proíbe o uso de buzinas em regiões próximas a hospitais, escolas e dentro de túneis. Se um motorista buzinar dentro de um túnel com nível de intensidade sonora igual a 90 dB, considerando que a intensidade padrão do túnel o LSA. Se 10 motoristas buzinares dentro de um túnel, simultaneamente,

com a mesma intensidade sonora, qual será o nível de intensidade sonora dentro do túnel?

- a) 100 dB
- b) 90 dB
- c) 80 dB
- d) 120 dB
- e) 900 dB

QUESTÃO 32

A tabela abaixo apresenta as frequências em hertz, dos sons fundamentais de notas musicais produzidas por diapasões que vibram no ar, num mesmo ambiente.

dó	ré	mi	fá	sol	lá	si
264	297	330	352	396	440	495

A partir das informações fornecidas, podemos afirmar que:

- a) O comprimento de onda do som lá é menor do que o som ré, mas ambos propagam-se com a mesma velocidade.
- b) O som si é mais grave do que o som mi, mas ambos têm o mesmo comprimento de onda.
- c) O som sol é mais alto do que o som dó e se propaga com mesma velocidade.
- d) O som fá é mais agudo do que o som ré, mas sua velocidade de propagação é menor.
- e) O som lá tem maior velocidade de propagação do que o som dó, embora seus comprimentos de onda sejam iguais.

QUESTÃO 33

Um adolescente de 12 anos, percebendo alterações em sua voz, comunicou à sua mãe a situação observada com certa regularidade. Em determinados momentos apresentava tom de voz fina em outros momentos tom de voz grossa. A questão relatada pelo adolescente refere-se a uma qualidade do som denominada:

- a) altura.
- b) timbre.
- c) velocidade.
- d) intensidade.
- e) Amplitude

QUESTÃO 34

Sonoridade ou intensidade auditiva é a qualidade do som que permite ao ouvinte distinguir um som fraco (pequena intensidade) de um som forte (grande intensidade). Em um jogo de futebol, um torcedor grita "gol" com uma sonoridade de 40 dB.

Assinale a alternativa que fornece a sonoridade (em dB), se 10000 torcedores gritam "gol" ao mesmo tempo e com a mesma intensidade.

- a) 60
- b) 70
- c) 90
- d) 40
- e) 80

QUESTÃO 35

O som é a propagação de uma onda mecânica longitudinal apenas em meios materiais. O som possui qualidades diversas que o ouvido humano normal é capaz de distinguir. Associe corretamente as qualidades fisiológicas do som apresentadas na coluna da esquerda com as situações apresentadas na coluna da direita.

Qualidades fisiológicas

- (1) Intensidade
- (2) Timbre
- (3) Frequência

Situações

- () Abaixar o volume do rádio ou da televisão.
 - () Distinguir uma voz aguda de mulher de uma voz grave de homem.
 - () Distinguir sons de mesma altura e intensidade produzidos por vozes de pessoas diferentes.
 - () Distinguir a nota Dó emitida por um violino e por uma flauta.
 - () Distinguir as notas musicais emitidas por um violão.
- A sequência correta de preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é

- a) 1 – 2 – 3 – 3 – 2 b) 1 – 3 – 2 – 2 – 3
- c) 2 – 3 – 2 – 2 – 1 d) 3 – 2 – 1 – 1 – 2
- e) 3 – 2 – 2 – 1 – 1

QUESTÃO 36

Segundo a lei do silêncio, conjunto de leis federais, estaduais e municipais, ruídos produzidos a partir das 22h não podem ultrapassar os 50 dB. Imagine que um fiscal seja chamado para medir o nível de intensidade sonora nas proximidades de um bar, que fica dentro de uma área residencial. A intensidade sonora medida nas proximidades do bar, às 23h, foi de 10^{-3} W/m^2 . Sendo assim, marque a alternativa correta.

- a) O bar não foi autuado, pois o nível de intensidade sonora medido foi de 40 dB
- b) O bar não foi autuado, pois o nível de intensidade sonora medido foi exatamente de 50 dB.
- c) O bar foi autuado, pois o nível de intensidade sonora medido foi de 70 dB.
- d) O bar foi autuado, pois o nível de intensidade sonora medido foi de 80 dB.
- e) O bar foi autuado, pois o nível de intensidade sonora medido foi de 90 dB.

QUESTÃO 37

Considere as seguintes afirmativas sobre as ondas sonoras:

- I. O som é uma onda mecânica progressiva longitudinal cuja frequência está compreendida, aproximadamente, entre 20Hz e 20kHz.
- II. O ouvido humano é capaz de distinguir dois sons de mesma frequência e mesma intensidade desde que as formas das ondas sonoras correspondentes a esses sons sejam diferentes. Os dois sons têm timbres diferentes.
- III. A altura de um som é caracterizada pela frequência da onda sonora. Um som de pequena frequência é grave (baixo) e um som de grande frequência é agudo (alto).
- IV. A intensidade do som é tanto maior quanto menor for a amplitude da onda sonora.

Assinale a alternativa correta:

- a) Somente as afirmativas I, II, III e estão corretas.
- b) Somente as afirmativas II, III e estão corretas.
- c) Somente as afirmativas I, III, IV e estão corretas.
- d) Somente as afirmativas II, III, IV e estão corretas.
- e) Somente as afirmativas I, II, e estão corretas.

QUESTÃO 38

Um homem adulto conversa com outro de modo amistoso e sem elevar o nível sonoro de sua voz. Enquanto isso, duas crianças brincam emitindo gritos eufóricos, pois a brincadeira é um jogo interessante para elas. O que distingue os sons emitidos pelo homem dos emitidos pelas crianças

- a) é o timbre, apenas.
- b) é a altura, apenas.
- c) são a intensidade e o timbre, apenas.
- d) são a altura e a intensidade, apenas.
- e) são a altura, a intensidade e o timbre.

QUESTÃO 39

(UFSC) Dois músicos se apresentam tocando seus instrumentos: uma flauta e um violino. A flauta e o violino estão emitindo sons de mesma altura, mas de intensidades diferentes – a intensidade do som do violino é maior do que a intensidade do som da flauta. Uma pessoa cega encontra-se a uma mesma distância dos dois instrumentos, estando a flauta à sua direita e o violino à sua esquerda. Essa pessoa é capaz de distinguir os sons do violino e da flauta.

Considerando a situação descrita, julgue as proposições

- () É possível perceber que o violino está à sua esquerda e que a flauta está à sua direita, devido aos timbres diferentes dos sons emitidos pelos dois instrumentos.

- () A pessoa é capaz de perceber que o violino está à sua esquerda e que a flauta está à sua direita, porque o som

que está sendo emitido pelo violino é mais agudo e o som da flauta é mais grave.

- () É possível a pessoa perceber que os dois instrumentos estão emitindo a mesma nota musical, porque uma nota musical é caracterizada pela sua frequência.

- () O som que está sendo emitido pelo violino tem a mesma frequência do som que está sendo emitido pela flauta; por isso, a pessoa percebe que são de mesma altura.

- () A “forma” da onda sonora do violino é diferente da forma da onda sonora da flauta; por isso, os sons desses instrumentos apresentam timbres diferentes.

- () O som que está sendo emitido pelo violino é mais alto do que o som que está sendo emitido pela flauta.

QUESTÃO 40

(ENEM) 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.

QUESTÃO 41

(ENEM) Para afinar um violão, um músico necessita de uma nota para referência, por exemplo, a nota Lá em um piano. Dessa forma, ele ajusta as cordas do violão até que ambos os instrumentos toquem a mesma nota. Mesmo ouvindo a mesma nota, é possível diferenciar o som emitido pelo piano e pelo violão. Essa diferenciação é possível, porque

- a) a ressonância do som emitido pelo piano é maior.
- b) a potência do som emitido pelo piano é maior.
- c) a intensidade do som emitido por cada instrumento é diferente.
- d) o timbre do som produzido por cada instrumento é diferente.
- e) a amplitude do som emitido por cada instrumento é diferente.

QUESTÃO 42

(Unioeste) O Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) recentemente alterou a resolução que regulamentava o valor do nível sonoro permitido que poderia ser emitido por um veículo automotor. A norma antiga, no seu artigo primeiro, diz o seguinte:

“A utilização, em veículos de qualquer espécie, de equipamento que produza som só será permitida, nas vias terrestres abertas à circulação, em nível sonoro não superior a 80 decibéis, medido a 7 metros de distância do veículo” (BRASIL, 2006).

Considerando-se um alto-falante como uma fonte pontual e isotrópica de som, que emite ondas sonoras esféricas, assinale a alternativa CORRETA que indica a potência mínima que ele deve possuir para produzir um nível sonoro de 80 decibéis a 7 metros de distância.

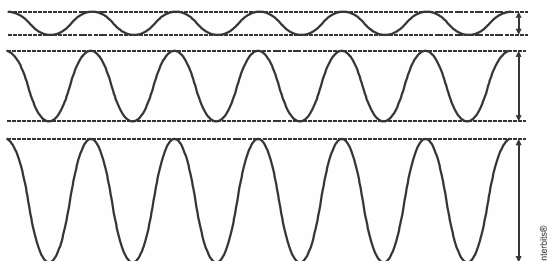
Dados: Limiar de audibilidade $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ e $\pi = 3$.

Fonte: BRASIL, Min. das Cidades. CONTRAN - Conselho Nacional de Trânsito. Resolução nº 204, de 20-10-2006 regulamenta o volume e a frequência dos sons produzidos por equipamentos utilizados em veículos. p. 1-4, out. 2006.

- a) $5,88 \times 10^{-2} \text{ W}$.
- b) $11,76 \times 10^{-2} \text{ W}$.
- c) $2,94 \times 10^{-2} \text{ W}$.
- d) $3,14 \times 10^{-2} \text{ W}$.
- e) $5,60 \times 10^{-2} \text{ W}$.

QUESTÃO 43

(Eear) Analisando a figura do gráfico que representa três ondas sonoras produzidas pela mesma fonte, assinale a alternativa correta para os três casos representados.



- a) As frequências e as intensidades são iguais.
- b) As frequências e as intensidades são diferentes.
- c) As frequências são iguais, mas as intensidades são diferentes.
- d) As frequências são diferentes, mas as intensidades são iguais.

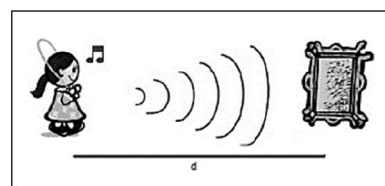
QUESTÃO 44

(UFAL) Considere que um alto-falante no alto de um poste emite ondas sonoras como uma fonte sonora pontual, com potência média constante. Um estudante, munido de um dispositivo para medição de intensidade sonora, registra $1 \text{ mW/m}^2 = 10^{-3} \text{ W/m}^2$ a uma distância de 6 m do alto-falante. Desconsidere a influência de eventuais reflexões das ondas sonoras. Se o estudante se afastar até uma distância de 10 m do alto-falante, que intensidade sonora ele medirá?

- a) 1 mW/m^2
- b) $0,6 \text{ mW/m}^2$
- c) $0,36 \text{ mW/m}^2$
- d) $0,06 \text{ mW/m}^2$
- e) $0,01 \text{ mW/m}^2$

QUESTÃO 45

Patrícia ouve o eco de sua voz direta, refletida por um grande espelho plano, no exato tempo de uma piscada de olhos, após a emissão. Adotando a velocidade do som no ar como 340 m/s e o tempo médio de uma piscada igual a $0,4 \text{ s}$, podemos afirmar que a distância d entre a menina e o espelho vale



- a) 68 m
- b) 136 m
- c) 850 m
- d) 1700 m
- e) 8160 m

QUESTÃO 46

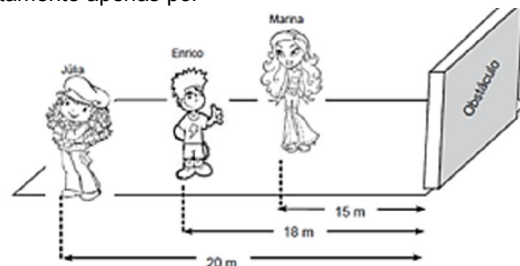
Emitindo ultrassons que se propaga no interior da água a 1500 m/s com comprimento de onda de 6 mm , um golfinho usa seu sistema de localização por eco para saber a que distância se encontra de dado objeto obstáculo submerso. Considerando que o intervalo de tempo entre a emissão e a captação de um sinal pelo golfinho foi de 60 milissegundos, pode-se concluir que, desde o golfinho até o obstáculo, a onda sonora percorreu a seguinte distância, em metros:

- a) 250
- b) 75
- c) 90
- d) 150
- e) 45

QUESTÃO 47

(Fatec) O eco é um fenômeno sonoro que ocorre quando o som reflete num obstáculo e é percebido pelo ouvido humano, depois de um intervalo de tempo superior a $0,10 \text{ s}$.

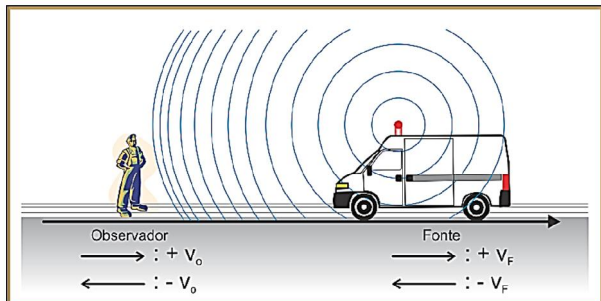
Júlia, Marina e Enrico estão brincando em frente a um obstáculo e se encontram distanciados conforme figura a seguir. Estando eles não alinhados e considerando a velocidade do som, no ar, de 340 m/s , quando Enrico emite um som, o eco pode ser escutado perfeitamente apenas por



- a) Júlia.
- b) Júlia e Marina.
- c) Marina.
- d) Enrico.
- e) Enrico e Júlia.

Efeito Doppler

O **efeito Doppler** é a alteração da frequência sonora percebida pelo observador em virtude do movimento relativo de aproximação ou afastamento entre a fonte e o observador.



$$\frac{f_o}{v \pm v_o} = \frac{f_F}{v \pm v_F}$$

f_o é a frequência que o observador recebe

f_F é a frequência emitida pela fonte

v é a velocidade da onda

v_o é a velocidade do observador

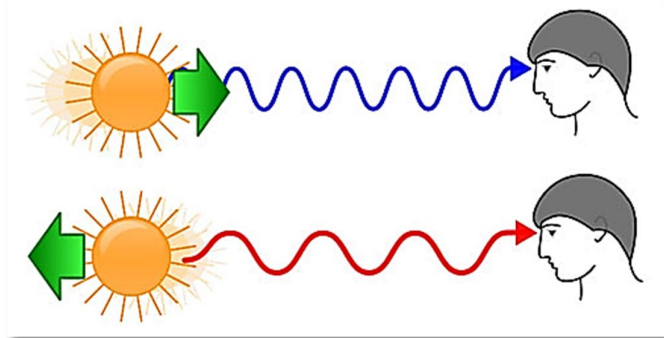
v_F é a velocidade da fonte

Efeito Doppler Relativístico

O Efeito Doppler para a Luz foi utilizado por um cientista chamado Edwin P. Hubble para mostrar que o universo encontra-se em constante expansão.

Ao observar a luz proveniente de diversas estrelas Hubble percebeu que seus comprimentos de onda sofriam um desvio na direção espectral na direção do vermelho. Isso significava que essa luz provinha de corpos que estavam se afastando em relação à Terra. Esse efeito é chamado de **redshift**, que em português quer dizer desvio para o vermelho.

De maneira análoga desvios no espectro provenientes de fontes para a região azulada do espectro são chamados de **blueshift**.



Exercícios

QUESTÃO 48

(PUC-PR) Um automóvel com velocidade constante de 72 km/h se aproxima de um pedestre parado. A frequência do som emitido pela buzina é de 720 Hz. Sabendo-se que a velocidade do som no ar é de 340 m/s, a frequência do som que o pedestre irá ouvir será de:

- a) 500 Hz
- b) 680 Hz
- c) 720 Hz
- d) 765 Hz
- e) 789 Hz

QUESTÃO 49

(UnB-DF) Um indivíduo percebe que o som da buzina de um carro muda de tom à medida que o veículo se aproxima ou se afasta dele. Na aproximação, a sensação é de que o som é mais agudo, no afastamento, mais grave. Esse fenômeno é conhecido em Física como efeito Doppler. Considerando a situação descrita, julgue os itens que se seguem.

- a) As variações na totalidade do som da buzina percebidas pelo indivíduo devem-se a variações da frequência da fonte sonora.
- b) Quando o automóvel se afasta, o número de cristas de onda por segundo que chegam ao ouvido do indivíduo é maior.
- c) Se uma pessoa estiver se movendo com o mesmo vetor velocidade do automóvel, não mais terá a sensação de que o som muda de totalidade.
- d) Observa-se o efeito Doppler apenas para ondas que se propagam em meios materiais.

QUESTÃO 50

Um trem parte de uma estação com o seu apito ligado, que emite um som com frequência de 940 Hz. Enquanto ele afasta-se, uma pessoa parada percebe esse som com uma frequência de 900 Hz. Sendo a velocidade do som no ar igual a 340 m/s, calcule a velocidade aproximada do trem ao passar pela estação.

- a) 15 m/s
- b) 10 m/s
- c) 20 m/s
- d) 25 m/s
- e) 5 m/s

QUESTÃO 51

(PUC-RS) Quando uma ambulância se aproxima ou se afasta de um observador, este percebe uma variação na altura do som emitido pela sirene (o som percebido fica mais grave ou mais agudo). Esse fenômeno é denominado Efeito Doppler. Considerando o observador parado,

- a) o som PERCEBIDO fica mais agudo à medida que a ambulância se afasta.
- b) o som PERCEBIDO fica mais agudo à medida que a ambulância se aproxima.
- c) a frequência do som EMITIDO aumenta à medida que a ambulância se aproxima.
- d) o comprimento de onda do som PERCEBIDO aumenta à medida que a ambulância se aproxima.

e) o comprimento de onda do som PERCEBIDO é constante, quer a ambulância se aproxime ou se afaste do observador, mas a frequência do som EMITIDO varia.

QUESTÃO 52

Após o resgate, a ambulância desloca-se para o hospital com a sirene ligada emitindo um som com frequência igual a 900 Hz e velocidade no ar igual a 340 m/s. Se em um trecho retilíneo da trajetória, a ambulância atinge velocidade de 126 km/h, um observador em repouso, na beira da estrada, tem a sensação, na aproximação da ambulância, que a frequência do som emitido pela sirene é, em kHz, próximo de

- a) 1,5.
- b) 1,8.
- c) 3,0.
- d) 1,3.
- e) 1,0.

QUESTÃO 53

Deslocando-se à velocidade de 144 km/h por uma via, uma viatura da polícia rodoviária, em perseguição, toca a sirene, cujo som tem frequência igual a 1500 Hz. Uma mulher parada num ponto de ônibus, na mesma via, percebe uma variação brusca no som, no instante em que a viatura passa pelo ponto onde ela se encontra. Qual é, em valor aproximado, a variação de frequência, em Hz, ouvida pela mulher, tendo como parâmetro os períodos anterior e posterior à passagem da viatura?

Adote a velocidade do som $V_s = 340 \text{ m/s}$

- a) 200 Hz
- b) 358 Hz
- c) 520 Hz
- d) 490 Hz
- e) 310 Hz

QUESTÃO 54

Uma fonte de ondas mecânicas F está emitindo infrassons de frequência 16 Hz. A fonte aproxima-se com velocidade de 72 Km/h, em relação ao solo e se direciona para o observador. Esse observador aproxima-se da fonte com velocidade constante de intensidade v_0 em relação ao solo e direcionada para F. Sabe-se que a velocidade do infrassom no ar é de 340 m/s e que a faixa de frequência audível do observador é de 20 Hz a 20.000 Hz.

Qual é o mínimo valor de v_0 para que o infrassom se transforme em som audível para o observador?

- a) 60 m/s
- b) 110 m/s
- c) 60 km/h
- d) 30 m/s
- e) 30 km/h

QUESTÃO 55

(ENEM) O morcego emite pulsos de curta duração de ondas ultrassônicas, os quais voltam na forma de ecos após atingirem objetos no ambiente, trazendo informações a respeito das suas dimensões, suas localizações e dos seus possíveis movimentos. Isso se dá em razão da sensibilidade do morcego em detectar o tempo gasto para os ecos voltarem, bem como das pequenas variações nas frequências e nas intensidades dos pulsos ultrassônicos. Essas características lhe permitem caçar pequenas presas mesmo quando estão em movimento em relação a si. Considere uma situação unidimensional em que uma mariposa se afasta, em movimento retilíneo e uniforme, de um morcego em repouso.

A distância e velocidade da mariposa, na situação descrita, seriam detectadas pelo sistema de um morcego por quais alterações nas características dos pulsos ultrassônicos?

a) Intensidade diminuída, o tempo de retorno aumentado e a frequência percebida diminuída.

b) Intensidade aumentada, o tempo de retorno diminuído e a frequência percebida diminuída.

c) Intensidade diminuída, o tempo de retorno diminuído e a frequência percebida aumentada.

d) Intensidade diminuída, o tempo de retorno aumentado e a frequência percebida aumentada.

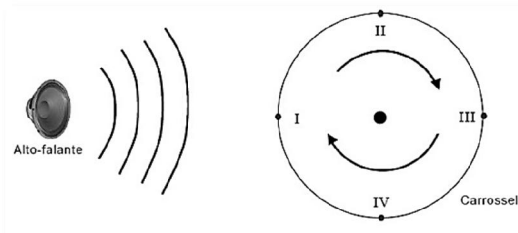
e) Intensidade aumentada, o tempo de retorno aumentado e a frequência percebida aumentada.

QUESTÃO 56

(UFRN) Um maestro divertia-se com o seu filho no carrossel de um parque de diversões enquanto o alto-falante do parque tocava uma música.

Tendo o ouvido muito sensível a variações de frequências, o maestro percebeu que, enquanto o carrossel girava, os sons emitidos pelo alto-falante se tornavam mais graves ou mais agudos, dependendo da posição do carrossel.

A figura a seguir representa o alto-falante do parque e o carrossel girando nas suas proximidades. Nela, são indicados os pontos I, II, III e IV; em dois desses pontos, o maestro percebeu mudanças na frequência do som emitido.



O maestro percebeu que o som era mais grave e mais agudo, respectivamente, nos pontos

- a) II e IV
- b) II e III
- c) I e IV
- d) I e III

QUESTÃO 57

(UEPA) O quadro abaixo apresenta valores mínimos para o nível de intensidade sonora, β , que pode ser ouvido por cada uma das quatro pessoas que têm problemas de surdez.

PESSOA	β (dB)
Larissa	50
Beatriz	70
Caroline	90
Eduardo	110

Um alto-falante que produz ondas sonoras de intensidade igual a 10^{-4} W/m^2 é posicionado a uma mesma distância das quatro pessoas. Sendo $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ o limiar de audibilidade, isto é, a menor intensidade sonora que o ouvido humano pode perceber. Nesse sentido, é correto afirmar que:

- a) Larissa e Beatriz não conseguirão ouvir o som proveniente do alto-falante.
- b) Larissa conseguirá ouvir o som proveniente do alto falante, mas Caroline não.
- c) Beatriz e Caroline conseguirão ouvir o som proveniente do alto-falante.
- d) Beatriz não conseguirá ouvir o som proveniente do alto-falante, mas Eduardo sim.
- e) Caroline e Eduardo conseguirão ouvir o som proveniente do alto-falante.

QUESTÃO 58

O efeito Doppler é evidente quando você presta atenção na altura do som emitido pela sirene de um carro de bombeiros que passa por você.



O efeito Doppler também ocorre com a luz. As galáxias, por exemplo, apresentam um deslocamento para o vermelho na luz que elas emitem.

EFEITO Doppler. In: HEWITT, Paul G. Física conceitual. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. p. 347. (adaptado)

Na figura, se o carro representasse uma galáxia – e a sirene emitisse luz, portanto –, a sequência "WHEEEEEEE-OOOOOOOOOH" (dos sons de frequências aparentes alteradas pelo efeito Doppler sonoro) equivaleriam, no efeito Doppler luminoso, a um deslocamento para o

- a) azul, continuamente.
- b) vermelho, continuamente.
- c) azul ou para o vermelho, continuamente.
- d) vermelho, seguido por um deslocamento para o azul.
- e) azul, seguido por um deslocamento para o vermelho.

QUESTÃO 59

(Pucsp) Uma jovem de 60 kg realiza seu primeiro salto de paraquedas a partir de um helicóptero que permanece estacionário. Desde o instante do salto até o momento em que ela aciona a abertura do paraquedas, passam-se 12s e durante todo esse tempo em que a jovem cai em queda livre, ela emite um grito de desespero cuja frequência é de 230 Hz.

Considerando a velocidade do som igual a 340 m/s e o módulo da aceleração da gravidade igual a 10 m/s², determine a frequência aparente aproximada desse grito, emitido no instante 12s, quando percebida pelo instrutor de salto situado no helicóptero.

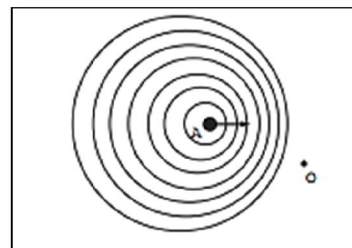


Despreze a resistência do ar até a abertura do paraquedas.

- a) 140 b) 160
- c) 170 d) 230

QUESTÃO 60

(ENEM) Uma ambulância A em movimento retilíneo e uniforme aproxima-se de um observador O, em repouso. A sirene emite um som de frequência constante f_A . O desenho ilustra as frentes de onda do som emitido pela ambulância. O observador possui um detector que consegue registrar, no esboço de um gráfico, a frequência da onda sonora detectada em função do tempo $f_O(t)$, antes e depois da passagem da ambulância por ele.



Qual esboço gráfico representa a frequência $f_O(t)$ detectada pelo observador?

