

APOSTILA

CURSO PREPARATÓRIO



eutenhofoco.com.br

Prof.º PAULO VIRGILI



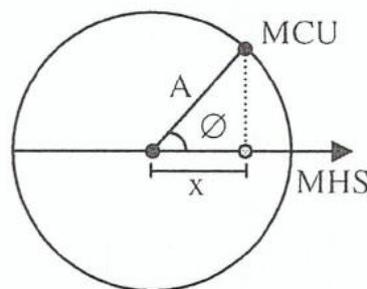
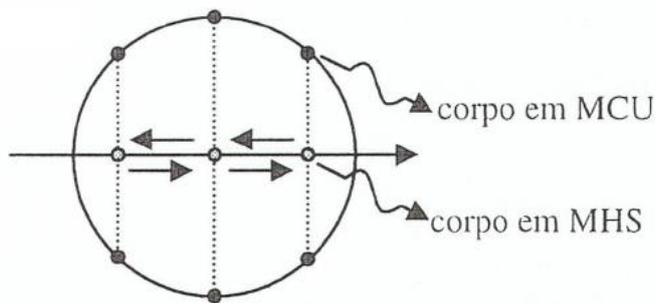
DESDE 2011
Transformando sonhos
em realidade!



ONDULATÓRIA

1) MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES (MHS)

O movimento harmônico simples é um movimento periódico, oscilatório executado numa trajetória retilínea.



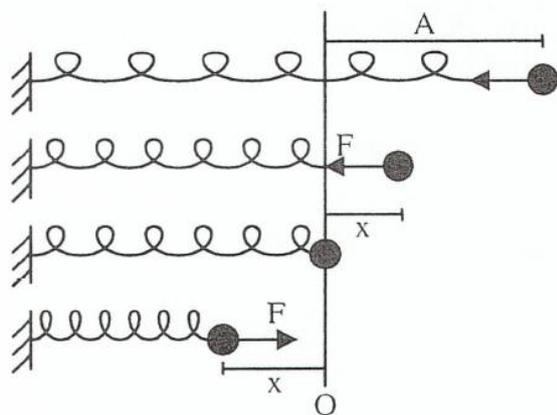
Formulário

$$x = A \cdot \cos(\phi_0 + \omega t)$$

$$V = -\omega \cdot A \cdot \text{sen}(\phi_0 + \omega t)$$

$$a = -\omega^2 \cdot A \cdot \cos(\phi_0 + \omega t)$$

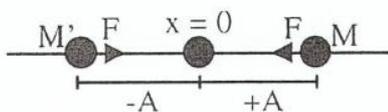
Lembrar que: $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ (rad/s)



A esfera oscila em torno da posição de equilíbrio "O" obedecendo à seguinte equação:

$$F_{\text{Elast}} = -K \cdot x$$

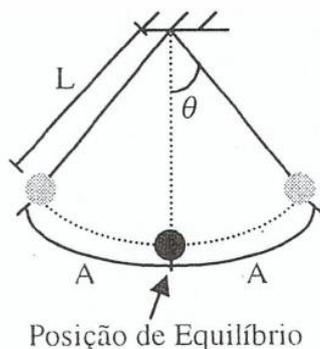
PROPRIEDADES:



→ <u>Elongação</u> - Máxima: nos extremos (pontos M e M') - Nula: posição de equilíbrio	→ <u>Aceleração</u> - Máxima: nos extremos - Nula: posição de equilíbrio
→ <u>Velocidade</u> - Máxima: no ponto de equilíbrio - Nula: nos extremos	→ <u>Força</u> - Máxima: nos extremos - Nula: no ponto de equilíbrio
→ <u>Energia Cinética</u> - Máxima: na posição de equilíbrio - Nula: nos extremos	→ <u>Energia Potencial Elástica</u> - Máxima: nos extremos - Nula: na posição de equilíbrio
→ <u>Energia Mecânica</u> - Constante em todos os pontos da trajetória (Sistema conservativo)	→ <u>Período</u> - No MHS é dado: $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}}$

PÊNDULO SIMPLES

É o sistema formado por um ponto material vinculado a um fio inextensível e sem peso e que pode oscilar livremente em torno de um ponto fixo.



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

LEMBRAR QUE:

- O período de oscilação não depende da massa do mesmo;
- O período de oscilação não depende da amplitude para ângulos menores que 15°;
- O período de oscilação é diretamente proporcional à raiz quadrada do comprimento do pêndulo;
- O Período de oscilação é inversamente proporcional à raiz quadrada da aceleração da gravidade.

ONDAS

Onda é uma perturbação que se propaga em um meio, determinando transferência de energia, sem transporte da matéria.

CLASSIFICAÇÃO:

a) Quanto a Natureza:

- **Mecânicas:** precisam de um meio material para se propagar. Ex: ondas em cordas e ondas sonoras.
- **Eletromagnéticas:** não necessitam de um meio material para se propagar. Elas se propagam no vácuo e em certos materiais. Ex: luz visível, ondas de rádio, microondas, raios X, raios gama, etc.

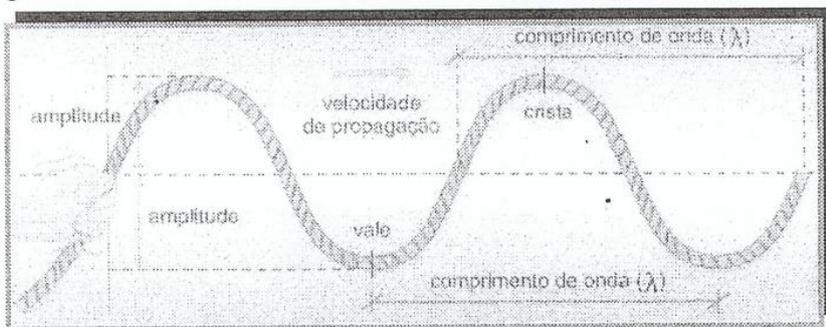
b) Quanto à direção de vibração

→ **Transversais:** as vibrações são perpendiculares à direção de propagação. Ex.: ondas em cordas.

→ **Longitudinais:** as vibrações coincidem com a direção de propagação. Ex.: ondas sonoras.

✓ Ondas Periódicas

Seja uma pessoa executando um movimento vertical de sobe-e-desce, em intervalos de tempo iguais, na extremidade livre da corda da figura:



Em que:

λ = Comprimento de onda

A = Amplitude

f = frequência

A Equação de onda é dada por:

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

e

$$V = \lambda \cdot f$$

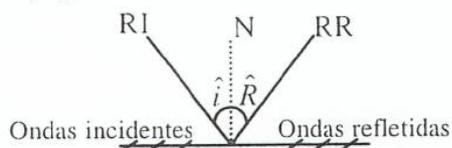
Equação fundamental da onda

$$Y = A \cdot \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

Fenômenos Ondulatórios

✓ Existe uma série de fenômenos que ocorrem com as ondas, mais precisamente são oito esses fenômenos:

1) **Reflexão:** é o fenômeno no qual a onda, ao incidir numa superfície, retorna ao meio em que estava se propagando.



Não esqueça:

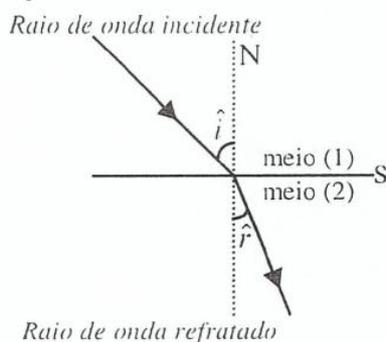
Na Reflexão, a frequência, a velocidade e o comprimento de onda não variam

Leis da Reflexão:

1ª) O raio incidente, o raio refletido e a reta normal são coplanares.

2ª) O ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão. $\hat{i} = \hat{r}$

2) **Refração:** é o fenômeno ondulatório no qual uma onda, ao incidir numa superfície, muda seu meio de propagação, alterando-se a velocidade e o comprimento de onda, mas mantendo-se constante a frequência da onda.



1ª Lei: O raio de onda incidente, o raio de onda refratado e a reta normal são coplanares

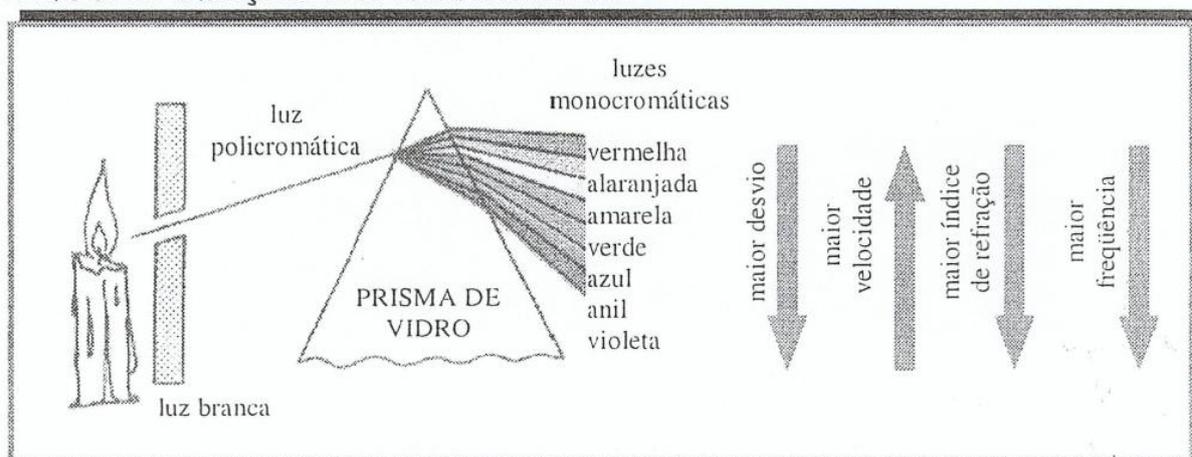
2ª Lei: É constante o quociente entre os senos dos ângulos de incidência e de refração, isto é:

$$\frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \text{constante}$$

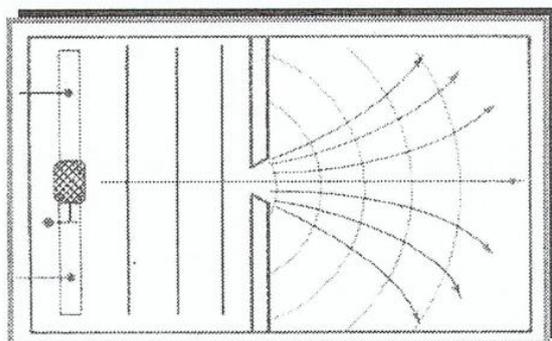
ou

$$\frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

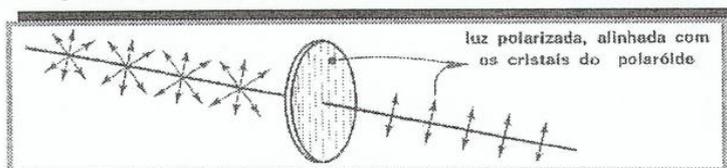
DECOMPOSIÇÃO DA LUZ BRANCA



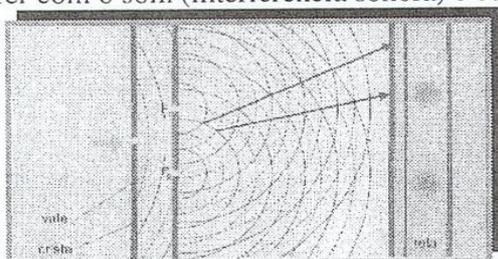
3) **Difração:** é o fenômeno pelo qual as ondas conseguem contornar obstáculos.



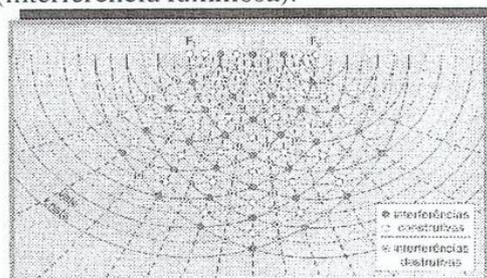
4) **Polarização:** é um fenômeno ondulatório característico das ondas transversais, como as ondas luminosas. Por esse fenômeno, a luz natural, cujas ondas vibram em todas as direções, pode ser transformada numa onda plano-polarizada, na qual as ondas apresentam um único plano de vibração.



5) **Interferência:** é a superposição de ondas que determina efeitos típicos e importantes, como aniquilação (interferência destrutiva) ou reforço (interferência construtiva) da onda resultante. Pode ocorrer com o som (interferência sonora) e com a luz (interferência luminosa).



Experiência de Young



6) **Onda Estacionária:** é a onda resultante da interferência de duas ondas iguais que se propagam em sentidos opostos.

	$n = 1$	$l = \frac{\lambda_1}{2}$	1.º harmônico
	$n = 2$	$l = 2 \frac{\lambda_2}{2}$	2.º harmônico
	$n = 3$	$l = 3 \frac{\lambda_3}{2}$	3.º harmônico
	$n = 4$	$l = 4 \frac{\lambda_4}{2}$	4.º harmônico

Em que:

N = nós

V = ventres

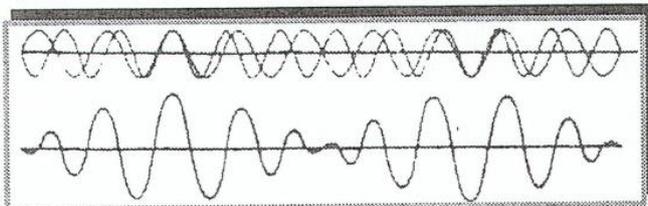
λ = comprimento de onda

Não esqueça que:

A distância entre dois nós consecutivos ou dois ventres consecutivos é

$$\frac{\lambda}{2}$$

7) **Batimento:** É a superposição de ondas periódicas de frequência próxima e de mesma amplitude.



A primeira figura mostra a superposição de duas ondas de frequência ligeiramente diferentes de amplitudes iguais. A segunda figura mostra a onda resultante dessa superposição.

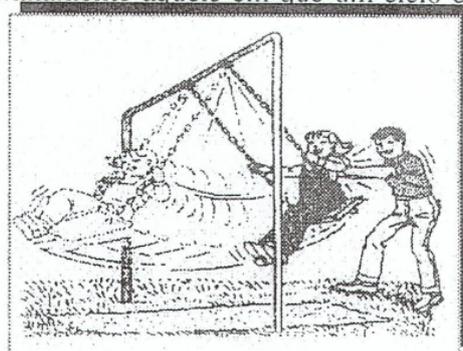
8) **Ressonância:**

Um sistema físico é dito em **ressonância** com um agente excitador quando recebe excitação periódicas numa frequência igual a uma de suas frequências naturais de vibração.

Exemplo:

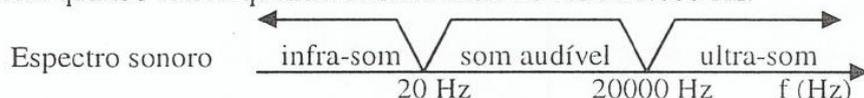
Suponha a seguinte situação: Uma pessoa pretende mover um balanço e obter grandes amplitudes de oscilação sem executar um grande esforço. Para que isso ocorra, é suficiente transmitir ao balanço pequenos impulsos em intervalos adequados de tempo, provocando, assim, um aumento progressivo das amplitudes de oscilação. À medida que o balanço se movimenta, a pessoa percebe que o instante adequado para transmitir o próximo impulso é exatamente aquele em que um ciclo é completo e que o balanço muda o sentido do seu movimento.

Mantendo esses impulsos rítmicos em intervalos de tempo adequados, grandes amplitudes serão conseguidas e o balanço acumulará bastante energia. Mas, para que isso ocorra, é fundamental que a frequência de fornecimento dos impulsos seja igual à frequência própria (ou *frequência natural*) de oscilação do balanço. Dizemos, então, que o balanço entra em ressonância com o agente externo (*neste caso, a pessoa que dá os impulsos*).



ACÚSTICA

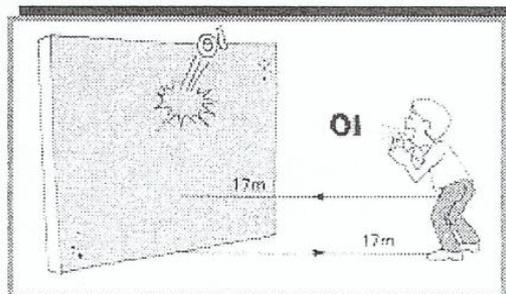
✓ Ondas sonoras são ondas mecânicas e portanto não se propagam no vácuo. São audíveis pelo homem quando sua frequência se situa entre 20 Hz e 20.000 Hz.



✓ Não esqueça que:

1) O som é uma onda mecânica e longitudinal, portanto não se propaga no vácuo e não faz o fenômeno da polarização

2) O som também faz reflexão com o eco e a reverberação



✓ *Qualidades fisiológicas do som:*

a) **Altura:** é a qualidade fisiológica do som que permite dizer se ele é mais agudo ou mais grave que outro.

Som grave ou baixo → frequência menor

Som agudo ou alto → frequência maior

b) **Intensidade:** é a qualidade que permite julgá-lo mais forte ou mais fraco que outro

Som forte → grande amplitude (volume maior)

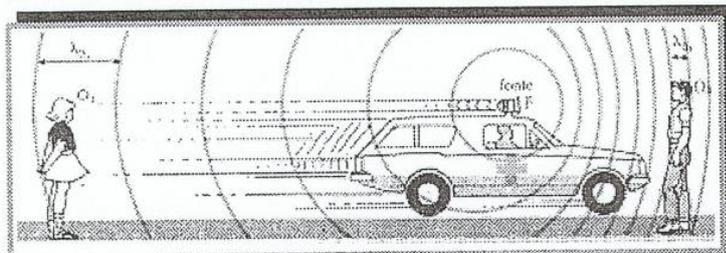
Som fraco → pequena amplitude (volume menor)

c) **Timbre:** é a qualidade de um som relacionada com o número de harmônicos emitidos por uma fonte sonora juntamente com o fundamental. É a qualidade que permite reconhecer o instrumento emissor do som.

✓ **Efeito Doppler:** a frequência do som ouvido por um observador é diferente da frequência real do som emitido pela fonte, em virtude do movimento desta, do observador ou de ambos. Esse efeito também já foi observado com a luz

→ **Na aproximação relativa:** o observador percebe um som mais agudo do que o original.

→ **No afastamento relativo:** o observador percebe um som mais grave do que o original.



EXERCÍCIOS DE AULA

Questão 01

O sonorizador é um dispositivo físico implantado sobre a superfície de uma rodovia de modo que provoque uma trepidação e ruído quando da passagem de um veículo sobre ele, alertando para uma situação atípica à frente, como obras, pedágios ou travessia de pedestres. Ao passar sobre os sonorizadores, a suspensão do veículo sofre vibrações que produzem ondas sonoras, resultando em um barulho peculiar. Considere um veículo que passe com velocidade constante igual a 108 km/h sobre um sonorizador cujas faixas são separadas por uma distância de 8 cm.

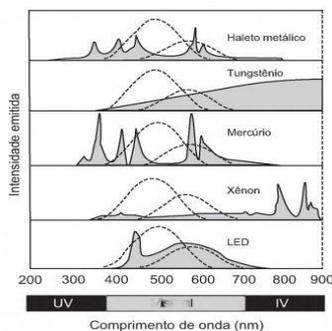
Disponível em: www.denatran.gov.br. Acesso em: 2 set. 2015 (adaptado).

A frequência da vibração do automóvel percebida pelo condutor durante a passagem nesse sonorizador é mais próxima de:

- 8,6 hertz.
- 13,5 hertz.
- 375 hertz.
- 1 350 hertz.
- 4 860 hertz.

Questão 02

A figura mostra como é a emissão de radiação eletromagnética para cinco tipos de lâmpada: haleto metálico, tungstênio, mercúrio, xênon e LED (diodo emissor de luz). As áreas marcadas em cinza são proporcionais à intensidade da energia liberada pela lâmpada. As linhas pontilhadas mostram a sensibilidade do olho humano aos diferentes comprimentos de onda. UV e IV são as regiões do ultravioleta e do infravermelho, respectivamente. Um arquiteto deseja iluminar uma sala usando uma lâmpada que produza boa iluminação, mas que não aqueça o ambiente.



Qual tipo de lâmpada melhor atende ao desejo do arquiteto?

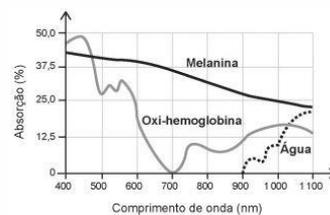
- Haleto metálico.
- Tungstênio.
- Mercúrio.
- Xênon.
- LED

Questão 03

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 oxi-hemoglobina 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, oxi-hemoglobina e água.

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

- a) 400
- b) 700
- c) 1100
- d) 900
- e) 500



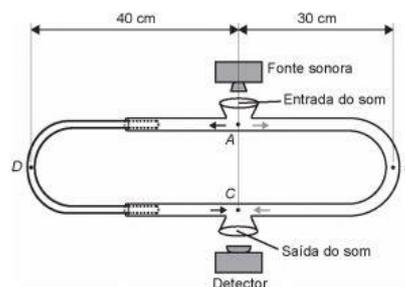
MACEDO, F. S.; MONTEIRO, E. O. Epilação com laser e luz intensa pulsada. Revista Brasileira de Medicina. Disponível em: www.monetmg.com.br. Acesso em: 4 set. 2015 (adaptado)

Questão 04

O trombone de Quincke é um dispositivo experimental utilizado para demonstrar o fenômeno da interferência de ondas sonoras. Uma fonte emite ondas sonoras de determinada frequência na entrada do dispositivo. Essas ondas se dividem pelos dois caminhos (ADC e AEC) e se encontram no ponto C, a saída do dispositivo, onde se posiciona um detector. O trajeto ADC pode ser aumentado pelo deslocamento dessa parte do dispositivo. Com o trajeto ADC igual ao AEC, capta-se um som muito intenso na saída. Entretanto, aumentando-se gradativamente o trajeto ADC, até que ele fique como mostrado na figura, a intensidade do som na saída fica praticamente nula. Desta forma, conhecida a velocidade do som no interior do tubo (320 m/s), é possível determinar o valor da frequência do som produzido pela fonte.

O valor da frequência, em hertz, do som produzido pela fonte sonora é:

- a) 3200
- b) 1600
- c) 800
- d) 640
- e) 400



Questão 05

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.

GABARITO:

1 -	2 -	3 -	4 -	5 -
-----	-----	-----	-----	-----

EXERCÍCIOS DE REVISÃO

Questão 06

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 07

Será que uma miragem ajudou a afundar o Titanic? O fenômeno ótico conhecido como Fata Morgana pode fazer com que uma falsa parede de água apareça sobre o horizonte molhado. Quando as condições são favoráveis, a luz refletida pela água fria pode ser desviada por uma camada incomum de ar quente acima, chegando até o observador, vinda de muitos ângulos diferentes. De acordo com estudos de pesquisadores da Universidade de San Diego, uma Fata Morgana pode ter obscurecido os icebergs da visão da tripulação que estava a bordo do Titanic. Dessa forma, a certa distancia, o horizonte verdadeiro fica encoberto por uma névoa escurecida, que se parece muito com águas calmas no escuro.

Disponível em: <http://apod.nasa.gov>. Acesso em: 6 set. 2012 (adaptado).

O fenômeno ótico que, segundo os pesquisadores, provoca a Fata Morgana é a:

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

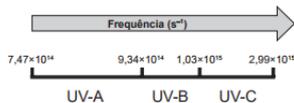
Questão 08

Ao ouvir uma flauta e um piano emitindo a mesma nota musical, consegue-se diferenciar esses instrumentos um do outro. Essa diferenciação se deve principalmente ao (à):

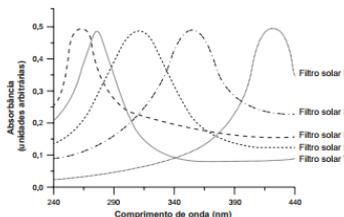
- a) intensidade sonora do som de cada instrumento musical.
- b) potência sonora do som emitido pelos diferentes instrumentos musicais.
- c) diferente velocidade de propagação do som emitido por cada instrumento musical.
- d) timbre do som, que faz com que os formatos das ondas de cada instrumento sejam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

Questão 09

A radiação ultravioleta (UV) é dividida, de acordo com três faixas de frequência, em UV-A, UV-B e UV-C, conforme a figura.



Para selecionar um filtro solar que apresente absorção máxima na faixa UV-B, uma pessoa analisou os espectros de absorção da radiação UV de cinco filtros solares:



Considere: velocidade da luz = $3,0 \times 10^8$ m/s e $1 \text{ nm} = 1,0 \times 10^{-9}$ m.

O filtro solar que a pessoa deve selecionar é o:

- V.
- IV.
- III.
- II.
- I.

Questão 10

Alguns sistemas de segurança incluem detectores de movimento. Nesses sensores, existe uma substância que se polariza na presença de radiação eletromagnética de certa região de frequência, gerando uma tensão que pode ser amplificada e empregada para efeito de controle. Quando uma pessoa se aproxima do sistema, a radiação emitida por seu corpo é detectada por esse tipo de sensor.

WENDLING, M. **Sensores**. Disponível em: www2.feg.unesp.br. Acesso em: 7 maio 2014 (adaptado).

A radiação captada por esse detector encontra-se na região de frequência:

- da luz visível.
- do ultravioleta.
- do infravermelho.
- das micro-ondas.
- das ondas longas de rádio.

Questão 11

Ao sintonizarmos uma estação de rádio ou um canal de TV em um aparelho, estamos alterando algumas características elétricas de seu circuito receptor. Das inúmeras 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:

- difração.
- refração.
- polarização.
- interferência.
- ressonância.

Questão 12

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.

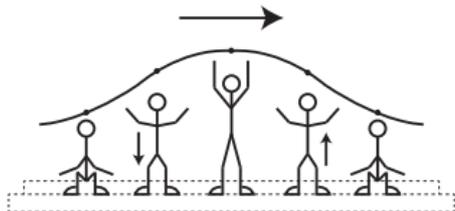
LENT, R. **O cérebro do meu professor de acordeão**. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 15 ago. 2012 (adaptado).

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

- frequência.
- intensidade.
- forma de onda.
- amplitude de onda.
- velocidade de propagação.

Questão 13

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 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:

- 0,3.
- 0,5.
- 1,0.
- 1,9.
- 3,7.

Questão 14

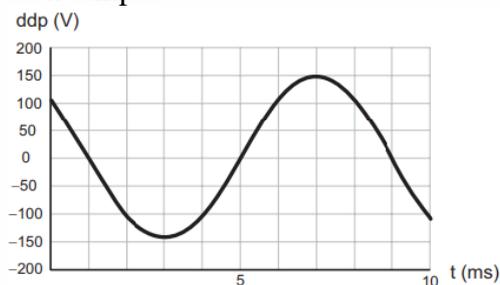
Um professor percebeu que seu apontador a *laser*, de luz monocromática, estava com o brilho pouco intenso. Ele trocou as baterias do apontador e notou que a intensidade luminosa aumentou sem que a cor do *laser* se alterasse. Sabe-se que a luz é uma onda eletromagnética e apresenta propriedades como 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):

- amplitude.
- frequência.
- fase da onda.
- velocidade da onda.
- comprimento de onda.

Questão 15

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



BOMFIM, M. Disponível em: www.ufpr.br. Acesso em: 14 ago. 2012 (adaptado).

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 16

O avanço científico e tecnológico da física nuclear permitiu conhecer, com maiores detalhes, o decaimento radioativo dos núcleos atômicos instáveis, desenvolvendo-se algumas aplicações para a radiação de grande penetração no corpo humano, utilizada, por exemplo, no tratamento do câncer.

A aplicação citada no texto se refere a qual tipo de radiação?

- a) Beta.
- b) Alfa.
- c) Gama.
- d) Raios X.
- e) Ultravioleta.

Questão 17

Em altos-fornos siderúrgicos, as temperaturas acima de 600 °C são mensuradas por meio de pirômetros óticos. Esses dispositivos apresentam a vantagem de medir a temperatura de um objeto aquecido sem necessidade de contato. Dentro de um pirômetro ótico, um filamento metálico é aquecido pela passagem de corrente elétrica até que sua cor seja a mesma que a do objeto aquecido em observação. Nessa condição, a temperatura conhecida do filamento é idêntica à do objeto aquecido em observação.

A propriedade da radiação eletromagnética avaliada nesse processo é a:

- a) amplitude.
- b) coerência.
- c) frequência.
- d) intensidade.
- e) velocidade.

Questão 18

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) 1 700 m
- e) 3 400 m

Questão 19

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 diferenciação do som?

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

Questão 20

Em viagens de avião, é solicitado aos passageiros o desligamento de todos os aparelhos cujo funcionamento envolva a emissão ou a recepção de ondas eletromagnéticas. O procedimento é utilizado para eliminar fontes de radiação que possam interferir nas comunicações via rádio dos pilotos com a torre de controle.

A propriedade das ondas emitidas que justifica o procedimento adotado é o fato de:

- a) terem fases opostas.
- b) serem ambas audíveis.
- c) terem intensidades inversas.
- d) serem de mesma amplitude.
- e) terem frequências próximas

GABARITO:

01 - C	02 - E	03 - B	04 - C	05 - E	06 - A	07 - B	08 - D	09 - B	10 - C
11 - E	12 - A	13 - C	14 - A	15 - E	16 - C	17 - C	18 - A	19 - A	20 - E