

PROFESSOR DANILO

FOLHA 14

Apostila 6.
ÍNDICE

- Acústica
- Lista: Acústica

p. 1



VELOCIDADE DE ONDAS MECÂNICAS

Q. 1 – EQUAÇÃO DE TAYLOR

Q. 2 – VELOCIDADE DE UMA ONDA SE PROPAGANDO NA SUPERFÍCIE DE UM LAGO RASO

Q. 3 – VELOCIDADE DE UMA ONDA SONORA SE PROPAGANDO EM UM GÁS

ACÚSTICA – SEGUNDO ANO – 19/09/2022

DIMENSIONALIDADE DAS ONDAS

Q. 4 – ONDA UNIDIMENSIONAL

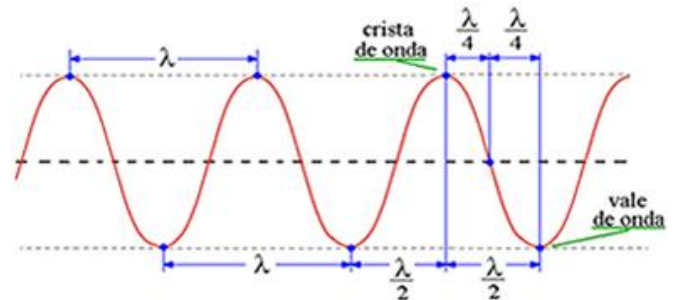


Figura 1: Uma onda se propagando em uma corda: onda unidimensional e seus elementos.

Q. 5 – ONDA BIDIMENSIONAL

PROFESSOR DANILO

ACÚSTICA – SEGUNDO ANO – 19/09/2022

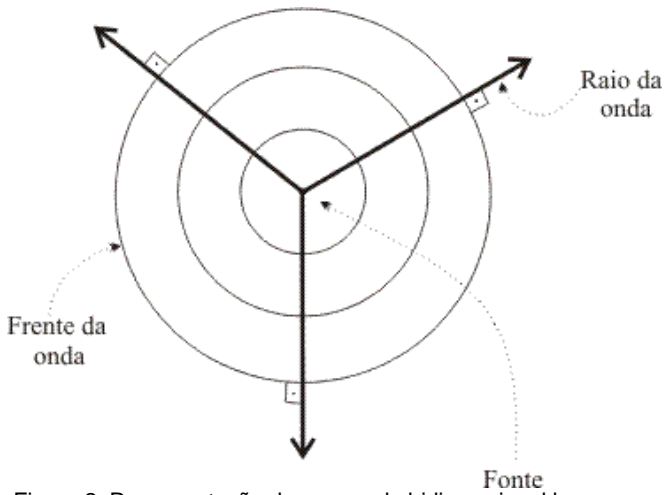


Figura 2: Representação de uma onda bidimensional bem como alguns raios de ondas.

Q. 6 – ONDA TRIDIMENSIONAL

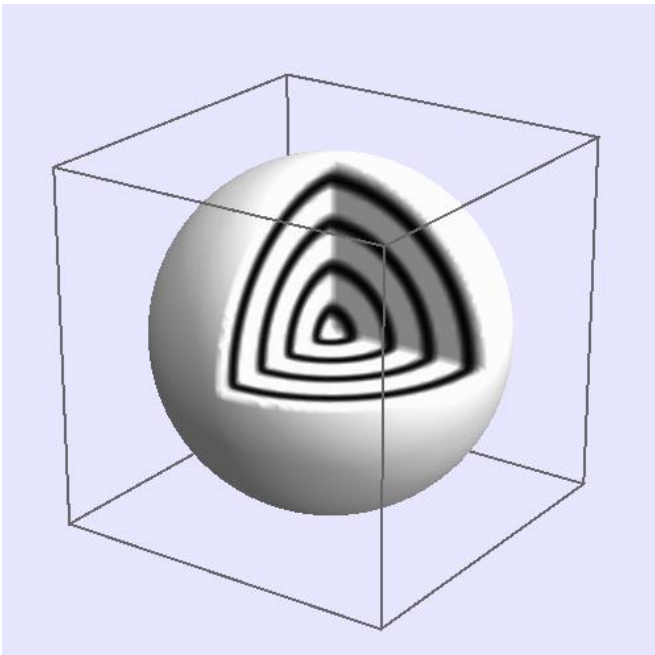


Figura 3: Representação de uma onda tridimensional que emana de uma fonte pontual.

INTENSIDADE DE UMA ONDA

Q. 7 – DEFINIÇÃO DE INTENSIDADE

Q. 8 – INTENSIDADE DE UMA ONDA ESFÉRICA

Q. 9 – CONSTANTE SOLAR

NÍVEL SONORO

Q. 10 – NÍVEL SONORO

Q. 11 – DEFINIÇÃO DA FUNÇÃO LOGARITIMO

PROFESSOR DANILO

Q. 12– PROPRIEDADES DAS FUNÇÕES LOGARITIMAS

Q. 13 – UNIDADE DE MEDIDA: DECIBEL

EFEITO DOPPLER DE ONDA SONORA

Q. 14– EQUAÇÃO DO EFEITO DOPPLER

ACÚSTICA – SEGUNDO ANO – 19/09/2022

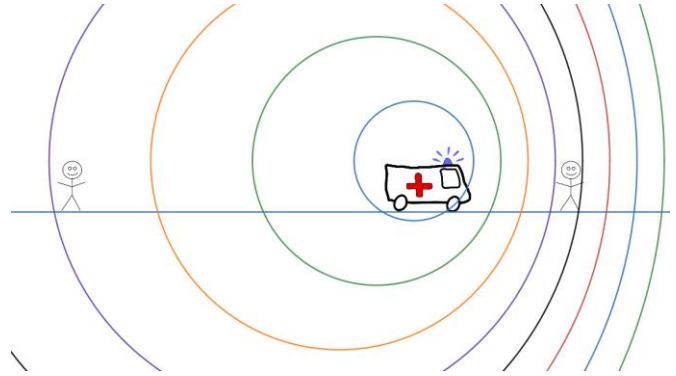


Figura 4: Animação do efeito Doppler feita no Desmos®

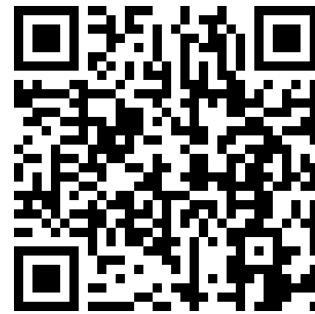


Figura 5: Acesse a animação anterior clicando no QR-code ou lendo o código com o seu smartphone.

EFEITO DOPPLER DE ONDA ELETROMAGNÉTICA

Q. 15 – ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

PROFESSOR DANILO

ACÚSTICA – SEGUNDO ANO – 19/09/2022

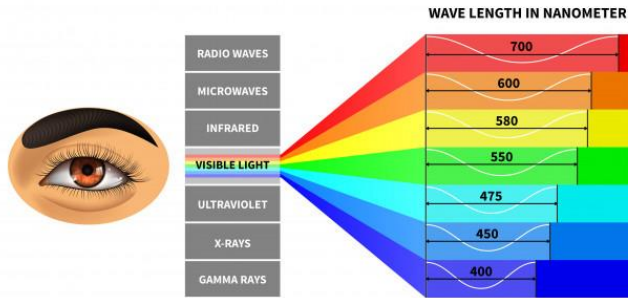


Figura 6: Espéctro eletromagnético

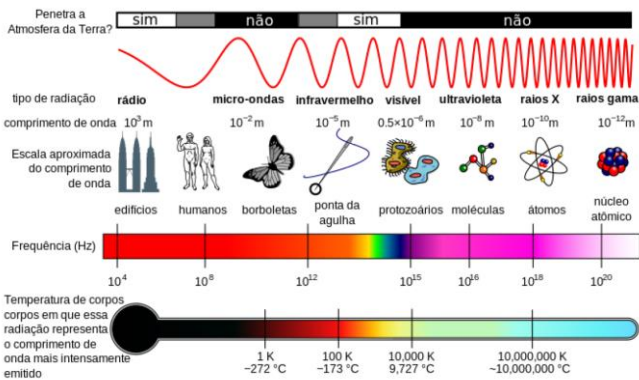


Figura 7: Comparando o comprimento de onda eletromagnético com objetos comuns.

Q. 16– EFEITO DOPPLER DE UMA ONDA ELETROMAGNÉTICA

ONDAS DE CHOQUE

Q. 17– FONTE ACIMA DA VELOCIDADE DO SOM

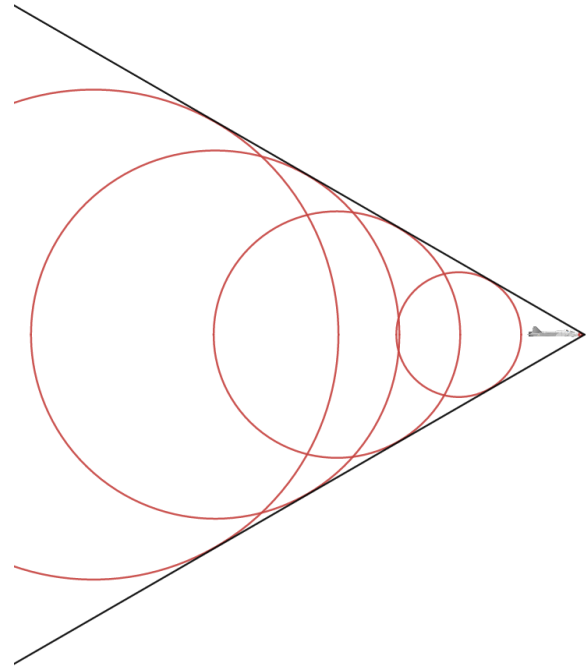


Figura 8: Cone de Mach. Surge quando a fonte ultrapassa a velocidade da onda que produz.



Figura 9: Animação do cone de Mach, apresentada na figura anterior.

Q. 18– NÚMERO DE MACH

Q. 19 – ÂNGULO DE MACH

PROFESSOR DANILO

EXERCÍCIOS

01. (Acafe 2018) As ondas de ultrassom são muito utilizadas em um exame denominado ultrassonografia (USG). O exame é realizado passando-se um transdutor que emite uma onda de ultrassom, com frequências entre 1 MHz e 10 MHz, numa velocidade das ondas de ultrassom nos tecidos humanos da ordem de 1.500 m/s, que é refletida pelo órgão de acordo com sua densidade, sendo captado a onda refletida enviada ao computador que forma as imagens em função da densidade do órgão estudado.

Com base no exposto a respeito do ultrassom, analise as proposições a seguir, marque com **V** as **verdadeiras** e com **F** as **falsas** e assinale a alternativa com a sequência **correta**.

() O comprimento de onda dessas ondas de ultrassom nesse exame varia de 1,5 mm a 0,15 mm.

() A realização do diagnóstico por imagem tem como base os fenômenos de reflexão e refração de ondas longitudinais.

() Também por ser uma onda pode-se usar o efeito Doppler para avaliar a velocidade do fluxo sanguíneo, por exemplo.

() O ultrassom é uma onda eletromagnética, por esse fato pode penetrar nos órgãos e tecidos.

() O exame é comum para acompanhar as gestações, pois não utiliza radiações ionizantes.

- a) F - F - F - V - V b) V - F - V - F - F
c) F - V - F - F - V d) V - V - V - F - V

02. (Usf 2018) Há muitas aplicações da Física que são extremamente úteis na Medicina. Indubitavelmente, o estudo das ondas e de seus fenômenos auxilia a área em vários exames e no diagnóstico de doenças. A seguir, temos um exemplo de aplicabilidade desse conhecimento.



As características das ondas sonoras ou luminosas sofrem alterações com a movimentação da fonte emissora de ondas ou do observador. Pode haver a variação da frequência de uma onda quando refletida em células vermelhas (hemácias) em movimento. Por exemplo, quando uma onda é emitida pelo equipamento e é refletida em hemácias que se deslocam em sentido oposto à localização do aparelho, a frequência da onda refletida é maior do que a onda emitida.

Com base nas informações do texto, a partir dessa diferença de frequência da onda emitida e recebida, sabe-se

- a) o número de células presentes no sangue, a partir do fenômeno resultante do batimento das ondas.
b) a densidade do sangue, a partir da ressonância das ondas na superfície das células sanguíneas.
c) o fluxo sanguíneo decorrente da difração das ondas na superfície das células.
d) a densidade do sangue, a partir da amplitude da onda resultante da entre a onda incidente e a refletida.
e) a velocidade com que o sangue se movimenta, a partir das relações matemáticas originárias do efeito Doppler.

3. (G1 - ifsul 2020) O efeito Doppler é caracterizado pela mudança da frequência de uma onda percebida por um observador, em virtude do movimento relativo, de aproximação ou de afastamento, entre a fonte e esse observador. Tal efeito apresenta muitas aplicações práticas, dentre elas a determinação da velocidade de rotação de um tornado por uma antena de radar. Para isso, a antena pode medir a velocidade das gotas de água que se movem em direção à antena de um lado e que se afastam da antena de outro lado, resultando em um cálculo para determinação da velocidade.

ACÚSTICA – SEGUNDO ANO – 19/09/2022

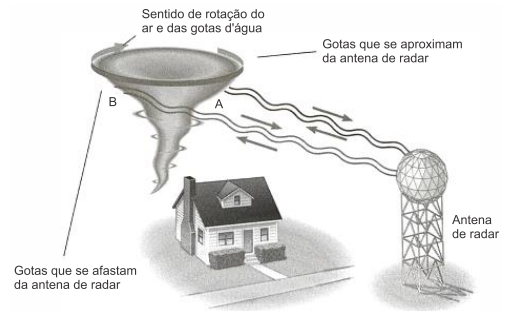


Figura extraída de Trefli & Hazen, Física Viva, vol. 2, Rio de Janeiro: LTC, 2006.

Levando em consideração o texto e os conhecimentos científicos sobre o efeito Doppler, qual é a alternativa que apresenta a explicação correta para a determinação da velocidade de rotação do tornado?

- a) Na região A, a frequência da onda refletida é maior do que na região B. Isso ocorre porque, na aproximação entre as gotas de água do tornado e a antena do radar, a frequência da onda aumenta.
b) Na região A, a frequência da onda refletida é menor do que na região B. Isso ocorre porque, na aproximação entre as gotas de água do tornado e a antena do radar, a frequência da onda diminui.
c) Nas regiões A e B, a frequência da onda refletida aumenta, e o comprimento de onda diminui, em virtude do movimento de rotação do tornado.
d) Nas regiões A e B, a frequência da onda não se altera. A velocidade de rotação do tornado é determinada a partir da variação do comprimento de onda entre a onda incidente e a refletida.

04. (Ifsc 2017) Sabe-se que as ondas eletromagnéticas podem se propagar no vácuo enquanto que as ondas mecânicas necessitam de um meio material para se propagarem. O som, por exemplo, é uma onda mecânica longitudinal; já a luz é uma onda eletromagnética transversal.

Com base em seus conhecimentos e nas informações apresentadas no texto acima, analise as afirmativas abaixo e assinale a soma da(s) proposição(ões) CORRETA(S).

- 01) O som se propaga mais rapidamente na madeira do que no ar.
02) O ultrassom é uma onda eletromagnética.
04) A velocidade do som é $3 \cdot 10^8$ m/s, ou seja, 300 mil quilômetros por segundo.
08) O fenômeno do eco só ocorre com ondas transversais.
16) As cores que vemos são ondas eletromagnéticas visíveis.
32) A luz se propaga mais rapidamente na água do que no vácuo.

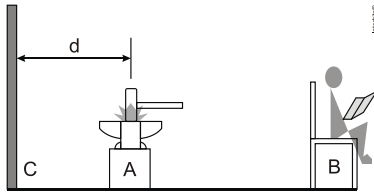
05. (Enem PPL 2014) O sonar é um equipamento eletrônico que permite a localização de objetos e a medida de distâncias no fundo do mar, pela emissão de sinais sônicos e ultrassônicos e a recepção dos respectivos ecos. O fenômeno do eco corresponde à reflexão de uma onda sonora por um objeto, a qual volta 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) 17m b) 34m c) 68m
d) 1700m e) 3400m

06. (Ufg 2013) Um ferreiro molda uma peça metálica sobre uma bigorna (A) com marteladas a uma frequência constante de 2 Hz. Um estudante (B) pode ouvir os sons produzidos pelas marteladas, bem como os ecos provenientes da parede (C), conforme ilustra a figura.

PROFESSOR DANILO



Considerando-se o exposto, qual deve ser a menor distância d , entre a bigorna e a parede, para que o estudante não ouça os ecos das marteladas?

Dado:

Velocidade do som no ar: 340 m/s

- a) 42 m b) 85 m c) 128 m
d) 170 m e) 340 m

07. (Uft 2011) Três amigos foram dispostos alinhadamente. O amigo do meio (A2) ficou separado do primeiro (A1) por 720 [m] e do terceiro amigo (A3) por 280 [m] de distância. O eco produzido por um obstáculo e gerado a partir de um tiro disparado por A1 foi ouvido 4 segundos após o disparo tanto por A1 como por A2. Qual o melhor valor que representa o tempo (contado após o disparo) para A3 ouvir este eco?

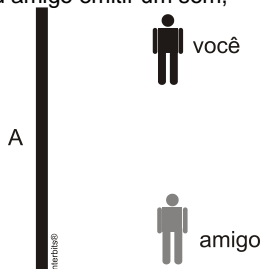
Considere que a velocidade do som no ar seja 300 [m/s].

- a) 2,7 segundos. b) 3,1 segundos. c) 4,7 segundos.
d) 5,3 segundos. e) 6,9 segundos.

08. (G1 - ifsp 2011) O eco é um fenômeno que consiste em se escutar um som após a reflexão da onda sonora emitida. Suponha que você e seu amigo encontrem-se separados 60 metros entre si, e ambos a 40 metros de um obstáculo A, perpendicular ao solo, que pode refletir ondas sonoras. Se seu amigo emitir um som, você perceberá que o intervalo de tempo entre o som refletido e o som direto será aproximadamente, em segundos, de

Dado: velocidade do som no ar $V = 340$ m/s

- a) 0,12. b) 0,20.
c) 0,50. d) 0,80.
e) 1,80.



TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Todos os métodos de diagnose médica que usam ondas ultrassônicas se baseiam na reflexão do ultrassom nas interfaces (superfícies de separação entre dois meios) ou no efeito Doppler produzido pelos movimentos dentro do corpo. A informação diagnóstica sobre a profundidade das estruturas no corpo pode ser obtida enviando um pulso de ultrassom através do corpo e medindo-se o intervalo de tempo entre o instante de emissão do pulso e o de recepção do eco. Uma das aplicações do efeito Doppler é examinar o movimento das paredes do coração, principalmente dos fetos. Para isso, ondas ultrassônicas de comprimentos de onda de 0,3 mm são emitidas na direção do movimento da parede cardíaca. Como boa aproximação, a velocidade do ultrassom no corpo humano vale 1500 m/s.

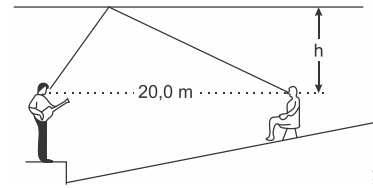
09. (Ueg 2010) Num exame oftalmológico, detectou-se um eco proveniente de um elemento estranho no humor vítreo. O intervalo de tempo entre o pulso emitido e o eco recebido foi de 0,01 ms. A que distância da córnea se localiza o corpo estranho?

- a) 0,45 cm b) 0,55 cm c) 0,65 cm d) 0,75 cm

11. (Ita 2008) Um apreciador de música ao vivo vai a um teatro, que não dispõe de amplificação eletrônica, para assistir a um show de seu artista predileto. Sendo detalhista, ele toma todas as informações sobre as dimensões do auditório, cujo teto é plano e nivelado. Estudos comparativos em auditórios indicam preferência para aqueles em que seja de 30ms a diferença de tempo entre o som direto e aquele que primeiro chega após uma reflexão. Portanto, ele conclui que deve se sentar a 20m do artista, na posição indicada na figura. Admitindo a velocidade do som no ar

ACÚSTICA – SEGUNDO ANO – 19/09/2022

de 340 m/s, a que altura h deve estar o teto com relação a sua cabeça?



12. (Ufu 2006) João corre assoviando em direção a uma parede feita de tijolos, conforme figura a seguir.



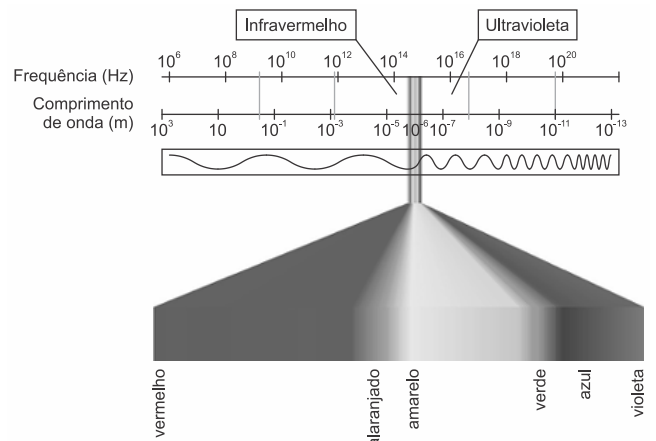
A frequência do assovio de João é igual a f (inicial). A frequência da onda refletida na parede chamaremos de f (final). Suponha que João tenha um dispositivo "X" acoplado ao seu ouvido, de forma que somente as ondas refletidas na parede cheguem ao seu tímpano. Podemos concluir que a frequência do assovio que João escuta f (final) é

- a) maior do que f (refletido).
b) igual a f (refletido).
c) igual a f (inicial).
d) menor do que f (refletido).

13. (Uece 2019) Suponha que uma fonte sonora com velocidade de módulo V se desloca na direção de uma pessoa. Este observador também se desloca com a mesma velocidade V no mesmo sentido e direção, tentando se afastar da fonte sonora. Nesta situação, pode-se afirmar corretamente que

- a) a frequência da onda sonora ouvida pela pessoa aumenta.
b) a frequência da onda sonora ouvida pela pessoa não se altera.
c) a frequência da onda sonora ouvida pela pessoa diminui.
d) a potência da onda sonora ouvida pela pessoa aumenta.

14 (Ufu 2019) A luz visível pode apresentar diferentes comprimentos de onda ou de frequência, conforme a figura abaixo.



Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/aularad.htm>. Acesso em fev.2019. (Adaptado)

O comprimento de onda da luz emitida por um astro em repouso é diferente quando comparado ao valor obtido se esse mesmo astro se encontrar em movimento, distanciando-se do observador, que, nesse caso, se mostraria deslocado em direção à cor vermelha do espectro, o chamado "desvio para o vermelho".

A partir da situação descrita, responda:

- a) Por que o comprimento de onda da luz emitida por um astro apresenta o "desvio para o vermelho" quando ele se encontra em movimento, distanciando-se do observador?
b) Se esse astro está a 1.200 anos-luz de nós, em que ano a luz que vemos hoje, em 2019, na Terra, partiu dele? Justifique sua resposta.

PROFESSOR DANILO

15. (Ufsc 2018) Quando estamos apaixonados, muitas vezes fazemos coisas improváveis que não faríamos em outras situações, tudo para chamar a atenção ou fazer a felicidade da pessoa amada. A análise de algumas dessas situações serve para melhor compreender os fenômenos físicos relacionados a tais eventos, como na situação a seguir.

Um ciclista apaixonado se aproxima com velocidade de $36,0 \text{ km/h}$ da casa de sua namorada, que o observa parada na janela. Ao avistar a moça, o ciclista dá um toque na buzina da bicicleta, emitindo um som de $600,0 \text{ Hz}$

Considere a velocidade do som no ar igual a 340 m/s .

Com base no exposto acima, é correto afirmar que:

01) o som ouvido pelo ciclista possui frequência maior do que o som emitido pela buzina da bicicleta.

02) o som ouvido pela namorada do ciclista tem velocidade de $350,0 \text{ m/s}$.

04) o som ouvido pela namorada do ciclista tem frequência aproximada de $618,0 \text{ Hz}$

08) o som refletido pela casa tem frequência de $600,0 \text{ Hz}$

16) o comprimento de onda do som ouvido pela namorada do ciclista é maior do que o comprimento de onda do som emitido pela buzina da bicicleta.

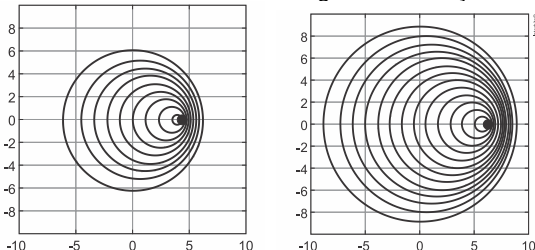
32) o som refletido pela casa, e em seguida ouvido pelo ciclista, tem frequência aproximada de $636,0 \text{ Hz}$

16. (Ita 2018) Em queixa à polícia, um músico depõe ter sido quase atropelado por um carro, tendo distinguido o som em Mi da buzina na aproximação do carro e em Ré, no seu afastamento. Então, com base no fato de ser de $10/9$ a relação das frequências

$v_{Mi}/v_{Ré}$, a perícia técnica conclui que a velocidade do carro, em km/h , deve ter sido aproximadamente de

- a) 64. b) 71. c) 83. d) 102. e) 130.

17. (Uemg 2018) Assinale a alternativa que apresenta fenômenos que poderiam estar associados às seguintes ilustrações.



- a) Ressonância magnética e oscilações forçadas.
b) Efeito Casimir e Ultrassom.
c) Efeito Doppler e Desvio para o Vermelho (Big Bang).
d) Ressonância acústica e interferência destrutiva.

18. (Ufrgs 2018) Existe uma possibilidade de mudar a frequência de uma onda eletromagnética por simples reflexão. Se a superfície refletora estiver em movimento de aproximação ou afastamento da fonte emissora, a onda refletida terá, respectivamente, frequência maior ou menor do que a onda original.

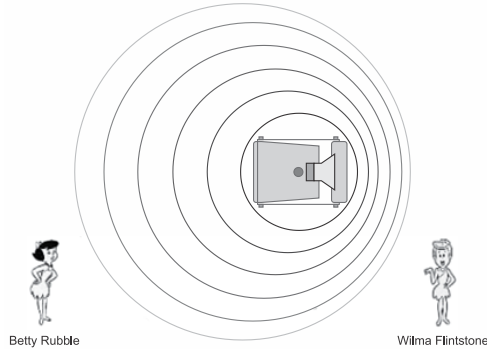
Esse fenômeno, utilizado pelos radares (RaDAR é uma sigla de origem inglesa: Radio Detection And Ranging), é conhecido como efeito

- a) Doppler. b) Faraday. c) Fotoelétrico.
d) Magnus. e) Zeeman.

19. (Fatec 2019) Para explicar o efeito Doppler, um professor do curso de Mecânica brinca com o uso de personagens de um desenho animado. Ele projeta uma figura do carro de Fred Flintstone no episódio em que ele e Barney Rubble eram policiais. A figura mostra a representação do carro visto de cima se deslocando para a direita com velocidade constante em módulo. Na figura ainda, ele representa, em outra perspectiva, as personagens Betty Rubble e Wilma Flintstone. Os círculos

ACÚSTICA – SEGUNDO ANO – 19/09/2022

representam as frentes de ondas sonoras de “YABBA DABBA DOO” emitidas pela sirene.



Considere que as observadoras Betty Rubble e Wilma Flintstone estejam em repouso na posição apresentada na figura.

Em relação ao som emitido do carro de Fred e Barney, é correto afirmar que

- a) Wilma o escutará com uma frequência menor que a de Betty.
b) Wilma o escutará com uma frequência maior que a de Betty.
c) Betty o escutará mais intenso que Wilma.
d) Betty o escutará mais agudo que Wilma.
e) Betty o escutará mais alto que Wilma.

20. (G1 - ifsc 2012) O que define a frequência de uma onda, seja mecânica ou eletromagnética, é a fonte. Mas existe uma situação em que a frequência percebida por um observador é diferente da frequência emitida pela fonte. Esta diferença entre a frequência percebida e a emitida é explicada pelo Efeito Doppler. Este fenômeno é consequência do movimento relativo entre fonte e observador.

Vamos analisar a seguinte situação: Uma viatura da polícia se move com velocidade constante, com a sirene ligada, emitindo uma frequência de 900 Hz . Um observador parado na calçada observa o movimento da viatura e ouve o som da sirene com uma frequência de 1000 Hz . Sabendo que a velocidade do ar é de 340 m/s , é **CORRETO** afirmar que a viatura se:

- a) aproxima do observador com uma velocidade de 68 m/s .
b) afasta do observador com uma velocidade de 34 m/s .
c) aproxima do observador com uma velocidade de $37,77 \text{ m/s}$.
d) afasta do observador com uma velocidade de $37,77 \text{ m/s}$.
e) aproxima do observador com uma velocidade de 34 m/s .

21. (Uepg 2016) Considere uma sirene fixa na parede de uma escola que é acionada a cada 50 minutos. O som produzido por ela tem frequência de 650 Hz . Em um dos intervalos, um aluno sai correndo da sala de aula pelos corredores, a uma velocidade de $2,6 \text{ m/s}$ no sentido da sirene, para chegar ao campo de futebol da escola.

Dados:
 $v_{som} = 340 \text{ m/s}$

Sobre o efeito Doppler-Fizeau, assinale o que for correto.

01) O aluno, quando sai da sala de aula correndo, ao se aproximar da sirene, perceberá a frequência do som com um valor igual a 650 Hz

02) Em um dia muito frio, se o garoto fizer o mesmo trajeto correndo em direção ao campo de futebol, aproximando-se da sirene, a frequência do som percebida por ele será de 650 Hz

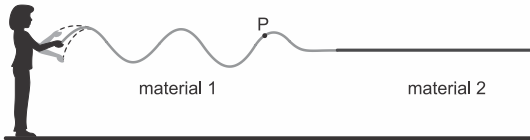
04) Caso a sirene fosse móvel e se estivesse na mão de uma pessoa caminhando pelos corredores da escola, a velocidade de propagação do som produzido (no meio) seria maior se a pessoa passasse a correr pelos corredores.

08) O efeito Doppler-Fizeau explica as variações que ocorrem na velocidade das ondas mecânicas com natureza transversal.

16) Caso o menino passe a correr como um atleta olímpico na direção da sirene, a uma velocidade de 10 m/s , ele passará a ouvir um som mais agudo, com frequência de aproximadamente 669 Hz

PROFESSOR DANILO

22. (Fuvest 2020) Uma pessoa produz oscilações periódicas em uma longa corda formada por duas porções de materiais diferentes 1 e 2, nos quais a velocidade de propagação das ondas é, respectivamente, de 5 m/s e 4 m/s . Segurando a extremidade feita do material 1, a pessoa abaixa e levanta sua mão regularmente, completando um ciclo a cada $0,5\text{ s}$, de modo que as ondas propagam-se do material 1 para o material 2, conforme mostrado na figura. Despreze eventuais efeitos de reflexão das ondas.



a) Circule, dentre os vetores abaixo, aquele que melhor representa a velocidade do ponto P da corda no instante mostrado na figura.



b) Calcule a frequência e o comprimento de onda no material 1.
c) Calcule a frequência e o comprimento de onda no material 2.

23. (Efofm 2020) Ana brinca em um balanço, enquanto segura um diapasão vibrando a 520 Hz . O ponto mais alto de sua trajetória pendular está a $1,25$ metros de altura em relação ao ponto mais baixo. Enquanto isso, Beatriz, de altura semelhante a Ana e localizada em um ponto distante à frente do brinquedo, corre em direção à amiga com velocidade constante de 2 m/s . Supondo que o movimento oscilatório de Ana ocorre sem perda de energia, qual valor mais se aproxima da maior frequência que Beatriz irá ouvir durante sua trajetória? Considere $g = 10\text{ m/s}^2$ e $v_{\text{som}} = 343\text{ m/s}$.

- a) 531 Hz b) 533 Hz c) 535 Hz
d) 536 Hz e) 538 Hz

24. (Ufsc 2020) Desde 2017, o Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) regulamentou a sinalização semafórica com sinal sonoro para travessia de pedestres com deficiência visual. O equipamento (figura abaixo) emite bipes para indicar o sinal verde (tempo de travessia) e o sinal amarelo (advertência de encerramento de travessia). Abaixo, encontra-se o quadro simplificado presente na resolução do CONTRAN, que mostra algumas especificações tais como intermitência (tempo entre dois bipes consecutivos) e frequência da onda emitida pela fonte sonora.

Momento	Intermitência	Frequência
Início do tempo de travessia	Pulso único que antecede o sinal sonoro de travessia	2.000 Hz
Travessia	$1,0\text{ Hz}$	2.000 Hz
Advertência de encerramento de travessia	$2,0\text{ Hz}$	2.000 Hz



Disponível em: www.trbn.com.br/materia/13327/resolucao-obriga-instalacao-de-semaforos-com-aviso-sonoro-para-deficientes-visuais. Acesso em: 18 out. 2019.

ACÚSTICA – SEGUNDO ANO – 19/09/2022

Imagine dois transeuntes que atravessam a rua em sentidos opostos. Um deles é um garoto que atravessa a rua no sentido do sinal sonoro com velocidade de $4,0\text{ m/s}$ e o outro é um senhor cego que atravessa a rua com velocidade de $2,0\text{ m/s}$.

Sobre o assunto abordado e com base no exposto acima, é correto afirmar que:

- 01) quando o garoto estiver na mesma posição da rua que o senhor, ambos percebem o som emitido pela fonte sonora com a mesma frequência.
02) o senhor percebe o som emitido pela fonte sonora com menor altura do que o garoto.
04) a intensidade do som depende da frequência da fonte sonora.
08) o garoto percebe o som da fonte sonora com frequência de aproximadamente $2023,5\text{ Hz}$
16) para os dois transeuntes, a intensidade do sinal de travessia é maior do que a do sinal de advertência de encerramento de travessia.
32) o som emitido pela fonte sonora para o sinal de travessia é mais agudo do que o som emitido pela fonte sonora para o sinal de advertência de encerramento de travessia.
64) no ar, a velocidade do som emitido pelo sinal de travessia tem o mesmo módulo da velocidade do som emitido pelo sinal de advertência de encerramento de travessia.

RESPOSTAS

01. D 02. E 03. A 04. $01 + 16 = 17$.
05. A 06. B 07. C 08. A 09. D

11. $h = 11,3\text{ m}$

12. A 13. B

14. a) O desvio se dá pelo fenômeno do Efeito Doppler Relativístico, no qual a frequência percebida é menor que a emitida devido ao afastamento entre o observador e o astro.

b) Se o astro está a 1200 anos-luz da Terra, a luz foi emitida há 1200 anos atrás. Ou seja, em 819 .

15. $04 + 32 = 36$. 16. A 17. C 18. A
19. B 20. E 21. 16.

22. a) Sendo a onda estacionária, os pontos da corda podem ter velocidades para cima, para baixo ou nulas. Como o ponto P encontra-se na parte superior da onda, a sua velocidade deve estar dirigida para baixo. Portanto:



b) Para o material 1, temos:

$$f_1 = \frac{1}{T_1} = \frac{1}{0,5} \Rightarrow \therefore f_1 = 2\text{ Hz}$$

$$v_1 = \lambda_1 f_1 \Rightarrow 5 = \lambda_1 \cdot 2$$

$$\therefore \lambda_1 = 2,5\text{ m}$$

c) Como a frequência não se altera após a refração, temos que:

$$f_2 = f_1 = 2\text{ Hz}$$

Logo:

$$v_2 = \lambda_2 f_2 \Rightarrow 4 = \lambda_2 \cdot 2$$

$$\therefore \lambda_2 = 2\text{ m}$$

23. A

24. $02 + 08 + 64 = 74$.