1**.** (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 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.

2**.** (Ufpb 2010) Em um trecho reto de determinada estrada, um fusca move-se do ponto A para o ponto B com velocidade de 20 *m/s*. Dois outros carros estão passando pelos pontos A e B, com velocidade de

20 *m/s*, porém com sentido contrário ao do fusca, conforme ilustrado na figura a seguir. Nesse momento, o motorista do fusca começa buzinar e o som emitido pela buzina tem frequência *f*.

****

Denominando as frequências ouvidas pelos motoristas dos carros que passam pelos pontos A e B de *fA* e *fB* , respectivamente, é correto afirmar que

a) *fA* = *fB* > *f*

b) *fA* = *fB* < *f*

c) *fA > f > fB*

d) *fA* < *f* < *fB*

e) *fA* = *fB* = *f*

3**.** (Uel 2014) As ambulâncias, comuns nas grandes cidades, quando transitam com suas sirenes ligadas, causam ao sentido auditivo de pedestres parados a percepção de um fenômeno sonoro denominado efeito Doppler.

Sobre a aproximação da sirene em relação a um pedestre parado, assinale a alternativa que apresenta, corretamente, o efeito sonoro percebido por ele causado pelo efeito Doppler.

a) Aumento no comprimento da onda sonora.

b) Aumento na amplitude da onda sonora.

c) Aumento na frequência da onda sonora.

d) Aumento na intensidade da onda sonora.

e) Aumento na velocidade da onda sonora.

4. Considere uma fonte que emite ondas originais de frequência 720Hz. Calcule a frequência aparente percebida pelo observador quando:

Considere $v\_{som}$ = 340 m/s.

a) O observador está em repouso e a fonte se aproxima com velocidade de 100 m/s.

b) O observador está em repouso e a fonte se afasta com velocidade de 20 m/s.

c) O observador se aproxima com velocidade de 170 m/s e a fonte está em repouso.

d) A fonte e o observador viajam um em direção ao outro. A fonte com velocidade de 170 m/s em relação ao chão e o observador com velocidade de 170 m/s em relação ao chão.

5**.** (Mackenzie 2019) No campeonato de ***Fórmula 1*** na cidade brasileira de São Paulo, a fim de determinar a velocidade dos carros de corrida com um frequenciômetro especialmente adaptado, um operador fica no interior de um posto na pista, verificando o módulo da velocidade dos carros que se aproximam. O posto está com uma sirene emitindo um som de frequência e o frequenciômetro que mede a frequência percebida por um referencial no automóvel acusa o valor 

Adotando-se como  o módulo da velocidade do som no ar, afirma-se que o módulo da velocidade do automóvel que se aproxima do posto, em  vale, aproximadamente,

a) 

b) 

c) 

d) 

e) 

6**.** (Uece 2019) Suponha que uma fonte sonora com velocidade de módulo se desloca na direção de uma pessoa. Este observador também se desloca com a mesma velocidade 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.

7**.** (Ufjf-pism 3 2017) Pedro é músico e estudante de Física. Certo dia, Pedro estava no alto de um palco afinando seu violão. Ele usava um diapasão em Lá fundamental do piano que vibra com uma frequência de  Por um descuido, Pedro inadvertidamente deixou o diapasão cair. Ele, que tem um ouvido muito bom, percebeu que enquanto o diapasão caía, o som percebido se alterava para frequências diferentes daqueles  que ele estava ouvindo antes. Muito curioso, Pedro resolveu determinar a frequência do diapasão percebido por ele, no instante imediatamente antes de o diapasão tocar o chão. Para isso, ele mediu a altura de queda em  e considerando a velocidade do som no ar como  ele chegou a um valor de:

a) 

b) 

c) 

d) 

e) 

8**.** (Unifor 2014) O “Ropits” Hitachi é um veículo de autocondução que a *Hitachi*, fabricante japonesa projetou com intuito de auxiliar pessoas idosas ou com dificuldades de locomoção. O “Ropits”, que significa “Robot for Personal Intelligent Transport System”, foi projetado para ser completamente autônomo e pode ser conduzido por um smartphone ou tablet. Basta digitar um destino no dispositivo móvel e o veículo de assento único irá conduzir o ocupante até seu destino.

http://www.3minovacao.com.br/blog/design-2/2013/03/19/veiculo-de-auto-conducao-e-destinado-a-ajudar-pessoas-idosas/

Suponha que um comerciante compre um “Ropits” cuja velocidade é  para fazer propaganda de sua loja acoplando uma sirene de frequência  Quando o veículo está passando pela rua da loja, o comerciante, que se encontra parado em frente ao seu estabelecimento, e um pedestre, que está caminhando na direção do veículo, percebem o carro se aproximar emitindo o som da sirene. Sabendo que a velocidade do pedestre é de  as frequências ouvidas pelo comerciante e pelo pedestre são, respectivamente: (considere a velocidade do som de 

a)  e 

b)  e 

c)  e 

d)  e 

e)  e 

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Considere um observador **O** parado na calçada de uma rua quando uma ambulância passa com a sirene ligada (conforme a figura). O observador nota que a altura do som da sirene diminui repentinamente depois que a ambulância o ultrapassa. Uma observação mais detalhada revela que a altura sonora da sirene é maior quando a ambulância se aproxima do observador e menor quando a ambulância se afasta. Este fenômeno, junto com outras situações físicas nas quais ele ocorre, é denominado efeito Doppler. (...)

Adaptado de JUNIOR, F. R. *Os Fundamentos da Física*. 8. ed. vol. 2. São Paulo: Moderna, 2003, p. 429)



9**.** (Uepb 2013) Ainda acerca do assunto tratado no texto, que descreve o Efeito Doppler, resolva a seguinte situação-problema:

Considere ainda o observador (conforme a figura) parado na calçada munido de um detector sonoro. Quando uma ambulância passa por ele a uma velocidade constante com a sirene ligada, o observador percebe que o som que ele ouvia teve sua frequência diminuída de 1000 Hz para 875Hz. Sabendo que a velocidade do som no ar é 333,0 m/s,a velocidade da ambulância que passou pelo observador, em m/s, é

a) 22,2

b) 23,0

c) 24,6

d) 32,0

e) 36,0

10**.** (Ufpa 2016) Um homem (observador) assiste sentado a uma corrida de fórmula 1, localizado em uma arquibancada lateral à pista de corrida. O observador tem um aparelho que registra a frequência principal do motor dos carros tanto na aproximação quanto no afastamento. Sabendo-se que a razão entre as frequências na aproximação e no afastamento é  pode-se afirmar, nesse caso, que a velocidade do carro de corrida (considerada constante) é, em  igual a:

Dado: a velocidade do som no ar é 

a) 

b) 

c) 

d) 

e) 

11**.** (Ufpr 2015) Para participar de um importante torneio, uma equipe de estudantes universitários desenvolveu um veículo aéreo não tripulado. O aparelho foi projetado de tal maneira que ele era capaz de se desviar de objetos através da emissão e recepção de ondas sonoras. A frequência das ondas sonoras emitidas por ele era constante e igual a  Em uma das situações da prova final, quando o aparelho movimentava-se em linha reta e com velocidade constante na direção de um objeto fixo, o receptor do veículo registrou o recebimento de ondas sonoras de frequência de  que foram refletidas pelo objeto. Considerando que nesse instante o veículo se encontrava a  do objeto, assinale a alternativa correta para o intervalo de tempo de que ele dispunha para se desviar e não colidir com o objeto. Considere a velocidade do som no ar igual a 

a) 

b) 

c) 

d) 

e) 

12**.** (Ita 2010) Uma jovem encontra-se no assento de um carrossel circular que gira a uma velocidade angular constante com período T. Uma sirene posicionada fora do carrossel emite um som de frequência f0 em direção ao centro de rotação.

No instante t = 0, a jovem está a menor distância em relação à sirene. Nesta situação, assinale a melhor representação da frequência f ouvida pela jovem.

a) 

b) 

c) 

d) 

e) ****

13**.** (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.

14**.** (Ufrn) O radar é um dos equipamentos usados para controlar a velocidade dos veículos nas estradas. Ele é fixado no chão e emite um feixe de micro-ondas que incide sobre o veículo e, em parte, é refletido para o aparelho. O radar mede a diferença entre a frequência do feixe emitido e a do feixe refletido. A partir dessa diferença de frequências, é possível medir a velocidade do automóvel.

O que fundamenta o uso do radar para essa finalidade é o(a)

a) lei da refração.

b) efeito fotoelétrico.

c) lei da reflexão.

d) efeito Doppler.

15**.** (Unirio) Em 1929, o astrônomo Edwin Hubble descobriu a expansão do Universo, quando observou que as galáxias afastam-se de nós em grandes velocidades. Os cientistas puderam chegar a essa conclusão analisando o espectro da luz emitida pelas galáxias, uma vez que ele apresenta desvios em relação às frequências que as galáxias teriam, caso estivessem paradas em relação a nós. Portanto, a confirmação de que o Universo se expande está associada à (ao):

a) Lei de Ohm.

b) Efeito Estufa.

c) Efeito Joule.

d) Efeito Doppler.

e) Lei de Coulomb.

16**.** (Ufsm) Ondas ultrassônicas são emitidas por uma fonte em repouso em relação ao paciente, com uma frequência determinada. Essas ondas são refletidas por células do sangue que se \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ de um detector de frequências em repouso, em relação ao mesmo paciente. Ao analisar essas ondas refletidas, o detector medirá frequências \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ que as emitidas pela fonte. Esse fenômeno é conhecido como \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas.

a) afastam – menores – efeito Joule

b) afastam – maiores – efeito Doppler

c) aproximam – maiores – efeito Joule

d) afastam – menores – efeito Doppler

e) aproximam – menores – efeito Tyndal

17**.** (Acafe 2014) A previsão do tempo feita em noticiários de TV e jornais costuma exibir mapas mostrando áreas de chuva forte. Esses mapas são, muitas vezes, produzidos por um radar Doppler, que tem tecnologia muito superior à do radar convencional. Os radares comuns podem indicar apenas o tamanho e a distância de partículas, tais como gotas de chuva. O radar Doppler é capaz, além disso, de registrar a velocidade e a direção na qual as partículas se movimentam, fornecendo um quadro do fluxo do vento em diferentes elevações.

**Fonte:** *Revista Scientific American Brasil*, seção: Como funciona. Ano 1, N 8, Jan 2003, p. 90-91.(Adaptado)

O radar Doppler funciona com base no fenômeno da:

a) difração das ondas e na diferença de direção das ondas difratadas.

b) refração das ondas e na diferença de velocidade das ondas emitidas e refratadas.

c) reflexão das ondas e na diferença de frequência das ondas emitidas e refletidas.

d) interferência das ondas e na diferença entre uma a interferência construtiva e destrutiva.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

O radar é um dos dispositivos mais usados para coibir o excesso de velocidade nas vias de trânsito. O seu princípio de funcionamento é baseado no efeito Doppler das ondas eletromagnéticas refletidas pelo carro em movimento.

Considere que a velocidade medida por um radar foi Vm = 72 km/h para um carro que se aproximava do aparelho.

18**.** (Unicamp 2011) Para se obter Vm o radar mede a diferença de frequências Äf, dada por Äf = f – f0 = ± f0, sendo f a frequência da onda refletida pelo carro, f0 = 2,4 x1010 Hz a frequência da onda emitida pelo radar e c = 3,0 x108 m/s a velocidade da onda eletromagnética. O sinal (+ ou -) deve ser escolhido dependendo do sentido do movimento do carro com relação ao radar, sendo que, quando o carro se aproxima, a frequência da onda refletida é maior que a emitida.

Pode-se afirmar que a diferença de frequência Äf medida pelo radar foi igual a

a) 1600 Hz.

b) 80 Hz.

c) –80 Hz.

d) –1600 Hz.

19**.** (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.

**Gabarito:**

**Resposta da questão 1:** [B]

Para Wilma, as frentes de onda sentidas estão sendo comprimidas devido ao movimento do carro em seu sentido e tem menor comprimento de onda, com isso maior frequência, pois essas grandezas são inversamente proporcionais.



Para Betty, o corre o contrário, os comprimentos de onda são maiores e a frequência menor.

**Resposta da questão 2:** [D]

O efeito Doppler nos garante que, quando ocorre aproximação relativa entre a fonte e o ouvinte, a frequência percebida é maior que a real, sendo menor quando ocorre afastamento relativo entre ambos.

Assim: 

**Resposta da questão 3:** [C]

Quando há aproximação relativa entre o ouvinte e a ambulância, o som se torna mais agudo, portanto, ocorre **aumento na frequência** da onda sonora percebida pelo pedestre.

**Resposta da questão 4:**

**a) 1020 Hz**

**b) 680 Hz**

**c) 1080 Hz**

**e) 2160 Hz**

**Resposta da questão 5:** [D]

Aplicando a expressão do efeito Doppler para ondas sonoras, com a fonte em repouso e o receptor  em movimento.



**Resposta da questão 6:** [B]

Aplicando a equação do Efeito Doppler:



Portanto, é possível ver que a frequência percebida não se altera.

**Resposta da questão 7:** [B]

Considerando  aplicando a equação de Torricelli, calcula-se a velocidade do diapasão ao atingir o chão.



Aplicando a expressão do efeito Doppler, calcula-se a frequência aparente:



**Resposta da questão 8:** [B]

Orientando a trajetória do ouvinte para a fonte, a equação do efeito Doppler para a frequência detectada  pelo receptor (ouvinte) é:

 sendo **** ­a velocidade do som,  a velocidade do ouvinte e  a velocidade da fonte.

Para o comerciante parado: 



Para o pedestre: 



**Resposta da questão 9:** [A]

Aplicando a expressão do efeito Doppler para as duas situações:



**Resposta da questão 10:** [A]

Seja  a frequência emitida pelo motor e e **** as frequências detectadas pelo observador, que está em repouso, na aproximação e no afastamento, respectivamente. De acordo com o enunciado, 

Assim, sendo  a velocidade do som no ar e  a velocidade do carro, aplicando a expressão do efeito Doppler às duas situações, vem:



**Resposta da questão 11:** [D]

Trata-se de uma questão a respeito do Efeito Doppler.

Porém, é preciso notar que, segundo o enunciado, a fonte e o observador é o próprio veículo.

Desta forma, calculando a frequência observada pela parede e após isto refletida, temos que:



Onde,  é a velocidade do veículo.

Calculando a frequência observado pelo veículo após a reflexão, temos que:



Assim,



**Resposta da questão 12:** [A]

Consideremos o esquema da figura abaixo.



Segundo o enunciado, em t = 0 a jovem (ouvinte ou observador) está na posição mostrada na figura. Nesse ponto, a frequência ouvida (f) é igual a frequência da sirene (f0). Então .

A partir desse instante, até , há afastamento relativo entre a jovem e a sirene, de modo que a frequência ouvida por ela é menor que a frequência emitida pela sirene . Em t = , ela volta a ouvir a frequência emitida pela fonte.

De até T, ocorre aproximação relativa entre a jovem e a sirene e ela passa a perceber uma frequência maior que a emitida pela sirene .

As velocidades máximas de afastamento e de aproximação ocorrem em t =  e em t = , instantes em atinge valores mínimo e máximo, respectivamente.

**Resposta da questão 13:** [A]

O efeito Doppler é a alteração da percepção da frequência de uma onda devido ao movimento relativo entre a fonte emissora e o observador. Este é o princípio físico utilizado em radares. Letra [A].

**Resposta da questão 14:** [D]

**Resposta da questão 15:** [D]

**Resposta da questão 16:** [D]

**Resposta da questão 17:** [C]

O efeito Doppler baseia-se no fato de a frequência recebida após a reflexão ser diferente da frequência emitida. Isso ocorre devido à velocidade relativa entre o detector e o objeto refletor.

**Resposta da questão 18:** [A]

Dados: **f0** = 2,4×1010 Hz; **v** = 72 km/h = 20 m/s; **c** = 3×108 m/s.

Analisando a expressão dada: ∆f = f – f0 = ± f0. Como o carro se aproximava, de acordo com o enunciado, a frequência refletida é maior que a emitida (f > f0).

Assim a diferença ∆f = f – f0 deve ser positiva, ou seja, devemos escolher o sinal (+).

Então:

∆f = f0 ⇒ ∆f = ⇒ Δf = 1.600 Hz.

**Resposta da questão 19:** [C]

As ilustrações podem representar ondas sendo emitidas por um objeto em movimento. Sendo assim, o fenômeno representado seria o do efeito Doppler com desvio para o vermelho (fonte se afastando do observador).