

## **Aula 00**

*PC-PA (Papiloscopista) - Passo  
Estratégico de Física - 2023 (Pré-Edital)*

Autor:  
**Vinicius Silva**

26 de Dezembro de 2022

## Sumário

<b>Análise das Questões .....</b>	<b>2</b>
<b>Questões CESPE – Ondulatória.....</b>	<b>2</b>
<b>Orientações de Estudo (Checklist) e Pontos a Destacar .....</b>	<b>24</b>
<b>Questionário de Revisão.....</b>	<b>25</b>
<b>Anexo I – Lista de Questões .....</b>	<b>29</b>
<b>GABARITO QUESTÕES OBJETIVAS .....</b>	<b>34</b>



# Ondulatória – Ondas e Movimento Harmônico Simples

## ANÁLISE DAS QUESTÕES

Este relatório aborda o(s) assunto(s) “**Ondulatória**”

Com base no cargo para o qual você se prepara é um assunto de média importância, pois é o último tema da mecânica, temos aqui uma parte que envolve muitos conceitos e fórmulas, muitas mesmo, questões envolvendo cálculos e até mesmo a trigonometria.

Na prova de 2018 tivemos 1 questão de ondulatória, versando sobre tubos sonoros (auditivos), assunto simples, dava para resolver a questão tranquilamente.

Devemos tomar muito cuidado, pois se trata de um tema que pode ser cobrado na prova de 2021, com muita facilidade, pois o CESPE adora esse tipo de assunto.

## QUESTÕES CESPE – ONDULATÓRIA

O objetivo desta seção é procurar identificar, por meio de uma amostra de questões de prova, como a banca cobra o(s) assunto(s), de forma a orientar o estudo dos temas.

**01. (CESPE – UNB – PERITO – SG/AC – 2008)** Considere um sistema massa-mola, onde a constante elástica é igual a  $k = 5,46 \text{ N/cm}$ . Uma vez colocado para oscilar, observa-se que, em determinado instante, os valores da posição, da velocidade e da aceleração são, respectivamente, iguais a  $x = -0,27 \text{ m}$ ,  $v = -32,6 \text{ m/s}$  e  $a = -214 \text{ m/s}^2$ . Tendo como referência a situação acima, julgue os itens subsequentes.

**1.1.** A massa do bloco em oscilação pode ser determinada.

**Comentário:**

**Item correto.**

A massa pode ser determinada, pois os dados fornecidos são suficientes para tanto.



Se eu parasse o comentário por aqui, todos iriam encher o fórum de dúvidas querendo saber qual a massa do bloco, já que eu estou afirmando que dá para calcular.

Mas é claro que eu vou determinar a massa, não se preocupe (rsrsrsrs)

Lembre-se de que há uma relação entre a aceleração e a posição do corpo em MHS.

$$a = -\omega^2 \cdot x$$

mas,

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T}$$

então,

$$a = -\frac{4 \cdot \pi^2}{T^2} \cdot x$$

Como sabemos a posição e a aceleração no mesmo ponto, podemos encontrar a massa utilizando a fórmula do período.

$$a = -\frac{4 \cdot \pi^2}{T^2} \cdot x$$
$$a = -\frac{\cancel{4 \cdot \pi^2}}{\cancel{4 \cdot \pi^2} \cdot \left(\frac{m}{K}\right)} \cdot x$$
$$\left(\frac{m}{K}\right) = \frac{x}{a} \Rightarrow m = -\frac{K \cdot x}{a}$$
$$m = -\frac{5,46 \cdot 10^2 \cdot (-0,27)}{214}$$
$$m = -0,70 \text{kg}$$

Você já deve estar se perguntando por que a massa ficou negativa.



Entendo que houve um pequeno erro no enunciado, pois a posição e a aceleração são negativas e isso não pode ocorrer em um MHS. A posição é sempre contrária à aceleração. No entanto, vamos calcular a massa apenas em módulo e desprezar esse pequeno equívoco que a banca cometera no enunciado.

**1.2.** Não há condições para se determinar a amplitude da oscilação.

**Comentário:**

**Item incorreto.**

Lembre-se de que há uma relação entre a posição e a velocidade, observe:

$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{v^2}{\omega^2 A^2} = 1$$

Ou seja, sabemos a frequência angular  $\omega$  do item anterior, então podemos calcular a amplitude por meio da equação acima.

Vamos calcular então:

$$\begin{aligned} \frac{x^2}{A^2} + \frac{v^2}{\omega^2 A^2} &= 1 \\ \frac{(-0,27)^2}{A^2} + \frac{(-32,6)^2}{\frac{k}{m} \cdot A^2} &= 1 \\ \frac{0,073}{A^2} + \frac{1062,7}{\frac{546}{0,7} \cdot A^2} &= 1 \\ 57 + 1062,7 &= 780A^2 \\ A &= 33,4m \end{aligned}$$



**1.3.** A frequência com que esse sistema oscila é única.

**Comentário:**

**Item correto.**

A frequência possui valor constante, já calculado nos itens anteriores.

$$f = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{K}{m}}$$

Como a massa oscilante é a mesma, assim como a constante elástica, teremos então a mesma frequência.

**2. (CESPE – UNB – CBM – ES – OFICIAL COMBATENTE)** Ondas mecânicas são perturbações que se propagam em um meio elástico, carregando energia, como as ondas concêntricas formadas na superfície de um lago logo após se atirar nele uma pedra. Alguns conceitos matemáticos que tipicamente associamos a ondas são os mesmos que possibilitam descrever movimentos oscilatórios, como os observados em um pêndulo simples ou em um sistema massa-mola. Uma característica comum a todos esses sistemas é a existência de uma força restauradora, como a força elástica exercida por uma mola. Com relação aos fenômenos ondulatórios em geral, julgue os itens subsequentes.

**2.1.** Em um pêndulo simples, a força restauradora é a força elástica da corda à qual o objeto está preso.

**Comentário:**

**Item incorreto.**

Questão simples, na qual você precisava apenas prestar atenção na pergunta.



Foi requerida a força restauradora no sistema pêndulo simples. No pêndulo, é uma parcela do peso que gera a restauração do sistema a posição de equilíbrio. Lembre-se de que o fio do pêndulo é um fio ideal, ou seja, ele não estica.

A força elástica é restauradora no sistema massa mola.

**2.2.** Conhecida a constante elástica da mola, é possível calcular a energia mecânica total de um sistema massa-mola medindo-se a amplitude máxima de seu movimento.

**Comentário:**

**Item correto.**

A energia mecânica de um sistema massa mola é dada pela relação abaixo:

$$E_{Mec} = \frac{K.A^2}{2}$$

Assim, conhecida a constante elástica da mola e a amplitude de oscilação, podemos determinar a energia mecânica do sistema por meio da aplicação da fórmula acima.

**03. (CESPE – UNB – PETROBRÁS - GEOFÍSICO JÚNIOR - 2008)** A energia mecânica de um corpo de massa  $m = 1$  kg, preso a uma mola de massa desprezível que oscile e que tenha sua posição dada pela equação  $x(t) = 2 \cos[3\pi t + \pi]$  cm, com  $t$  dado em segundos, é igual a

- A.  $\pi^2$  J.
- B.  $1,8\pi^2$  J.
- C.  $2,0\pi^2$  J.
- D.  $3,0\pi^2$  J.
- E.  $6,0\pi^2$  J.

**Comentário:**

**Resposta: questão nula.**



A questão foi anulada pela banca certamente por conta da falta de alternativa correta dentre as opções.

Veja que está sendo solicitada a energia mecânica do sistema massa mola, fórmula já trabalhada nessa aula e também cobrada pelo **CESPE** em outras provas.

Cuidado com essas questões envolvendo energia no sistema massa mola.

$$E_{Mec} = \frac{K.A^2}{2}$$

Portanto devemos encontrar a constante da mola e a amplitude.

Esses dados serão facilmente encontrados por meio da análise da equação horária da posição que foi fornecida.

A equação fornecida foi a seguinte:

$$x(t) = 2 \cos[3\pi t + \pi]$$

$$x(t) = A.\cos[\omega.t+\varphi_0]$$

Daí, podemos encontrar a amplitude do movimento, que vale 2 cm.

Podemos ainda dizer que  $\omega = 3\pi$  rad/s.

Então,

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$
$$3.\pi = \sqrt{\frac{k}{1}}$$
$$k = 9.\pi^2$$





Aplicando então os dados encontrados na equação da energia mecânica:

$$E_{Mec} = \frac{9.\pi^2.(2.10^{-2})^2}{2}$$
$$E_{Mec} = \frac{9.\pi^2.4.10^{-4}}{2}$$
$$E_{Mec} = 18.\pi^2.10^{-4} J$$

Note então que o que deve ter ocorrido com a questão foi um erro de digitação ou então algum erro de unidade no enunciado, que previu a distância em centímetros.

No entanto a questão merece reparo no enunciado.

**04. (CESPE – UNB – SEDUC/ES – 2012)** O estudo dos fenômenos ondulatórios constitui parte importante da física, tendo reflexos em diversas áreas como a óptica, a acústica, o eletromagnetismo e a teoria quântica. Com relação aos movimentos ondulatórios e à propagação de ondas, julgue os itens seguintes.

**4.1.** Todo movimento periódico também é harmônico.

**Comentário:**

**Item incorreto.**

Lembre-se da condição de existência de um MHS: o movimento deve ser **periódico, oscilatório e a força restauradora deve ser proporcional à posição. ( $F_r = -Kx$ ).**

**4.2.** A aceleração de um corpo que executa um movimento harmônico simples é inversamente proporcional ao seu deslocamento.

**Comentário:**

**Item incorreto.**



A questão acima versa sobre aquela relação que existe entre a aceleração e a posição no MHS. Veja que é muito importante ler toda a teoria antes de partir para as questões comentadas. A nossa teoria contém muitas dicas importantes e que são suficientes para resolução de muitas questões de concursos elaborados pelo **CESPE**.

A relação supramencionada é a seguinte:

$$a = -\omega^2 \cdot x$$

Assim, veja que a medida que a posição aumenta, a aceleração aumenta também, sendo, portanto, grandezas diretamente proporcionais.

$$\frac{a}{x} = -\omega^2 (\text{const.})$$

**4.3.** Um pêndulo sempre executa um movimento harmônico simples independente da amplitude angular do movimento.

**Comentário:**

**Item incorreto.**

Mais uma questão simples se você tiver lido a parte teórica da nossa aula, vou lhe remeter à página da aula que você deve ler para resolver esse item.

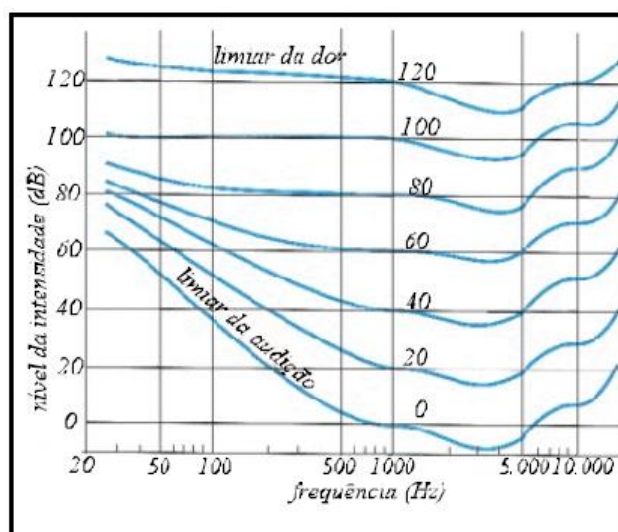
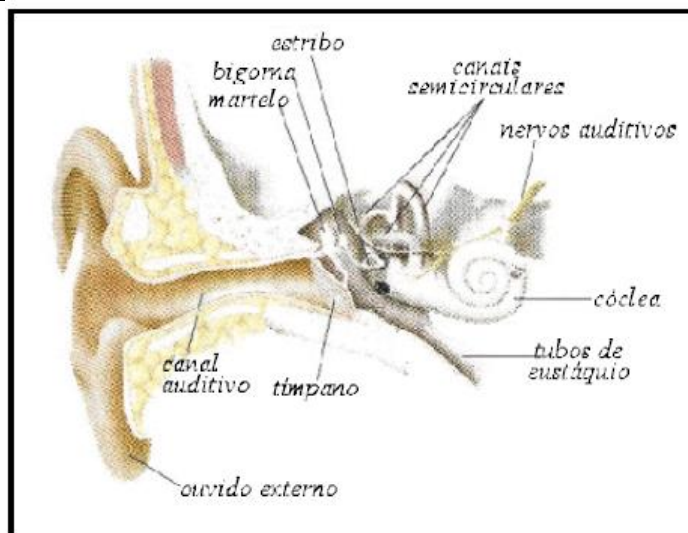
Volte para a página número 13, nos três últimos parágrafos, onde eu comento que apenas para pequenas amplitudes, ou seja, para oscilações em ângulos de, no máximo,  $10^\circ$ , acima disso, não podemos considerar o movimento do pêndulo como um MHS.

Assim, o pêndulo só executa um MHS dependendo da amplitude angular do movimento.



**5. (CESPE – UNB – SMA/SMS - ARACAJU/SE)** A fonação e a audição são meios importantes de comunicação. A audição envolve um sistema mecânico que estimula as células receptoras do som, chamadas células ciliadas. A função do ouvido é converter a onda mecânica em estímulos nervosos. O ouvido é constituído basicamente por três partes: o ouvido externo, com a orelha e o canal auditivo; o ouvido médio, com um sistema de três ossículos, que são o martelo, a bigorna e o estribo, e o ouvido interno, com a cóclea, que contém fluídos, onde ocorre a conversão do som em pulso elétrico. A razão entre a intensidade mais alta e a mais baixa do som detectável pelo ouvido humano é cerca de  $10^{12}$ . O intervalo de frequências das ondas sonoras audíveis varia de 20 Hz a 20.000 Hz. Entretanto, a sensibilidade não é uniforme em todo intervalo de frequência, sendo maior entre 2 kHz e 5 kHz. O conduto auditivo externo se comporta como um tubo acústico fechado, cuja frequência de ressonância é definida pela função  $f = v/4.L$ , em que  $v$  é a velocidade do som no ar a 27°C e igual a 340 m/s;  $L$  é o comprimento do meato auditivo, que varia de 2 cm a 3 cm. As figuras a seguir mostram o ouvido e seus componentes e o gráfico do comportamento da sensibilidade do ouvido humano em função da frequência.





De acordo com as informações apresentadas no texto e nas figuras acima, julgue os itens a seguir.

**5.1.** A sensibilidade do ouvido humano varia uniformemente com a frequência da onda sonora.

**Comentário.**

**Incorreto.**

A sensibilidade não é uma função linear, observe que se trata de uma curva bem irregular, que decresce até 1.000Hz e logo após cresce de forma irregular.

Portanto, não podemos afirmar que é uma variação uniforme.

**5.2.** O ouvido humano é mais sensível na faixa de frequências menores do que 0,5 kHz.

**Comentário.**

**Incorreto.**

Perceba, do gráfico que para frequências menores que  $500\text{Hz} = 0,5\text{kHz}$ , o limiar de audibilidade é maior, ele cresce a medida que vamos decrescendo a frequência.

Ou seja, para frequências menores que  $0,5\text{kHz}$ , o limiar de audibilidade é grande, o que implica que a sensibilidade é pequena, requerendo o receptor do som níveis de intensidade maiores para a percepção.

**5.3.** Decibel (dB) é a unidade de medida da intensidade sonora.

**Comentário.**

**Item correto.**

A banca apresentou como gabarito definitivo para esse item o acima citado (correto), no entanto, eu tenho uma crítica a fazer em relação a esse gabarito.

A banca colocou como item correto, entretanto o Decibel é uma unidade para o **NÍVEL** de intensidade sonora, aqui o CESPE considerou como idênticas as grandezas intensidade e nível de intensidade.

Na minha opinião o correto seria o nível de intensidade sonora dado em dB (decibéis) enquanto que a intensidade propriamente dita é dada em  $\text{W}/\text{m}^2$ .

Enfim, estejamos preparados para interpor eventuais recursos em face do gabarito preliminar.



**5.4.** A curva característica do limiar da dor é mais sensível a variações na frequência que a curva do limiar da audição.

**Comentário:**

**Incorreto.**

A curva do limiar da dor é praticamente constante, ou pelo menos mais constante que a curva do limiar de audibilidade.

Assim, podemos afirmar que ela sofre menos variações que a curva do limiar de audibilidade, que é bastante variável de acordo com a frequência.

Portanto, a curva do limiar da dor é menos sensível a variações de frequência.

**5.5.** O gráfico mostra que o ouvido humano é bastante sensível a variações de frequências no intervalo entre 0,2 kHz e 1,0 kHz, quando a intensidade é da ordem de 100 dB.

**Comentário.**

**Incorreto.**

De 200 a 1.000 Hz, podemos observar que para um nível de intensidade de 100dB, a intensidade é praticamente constante, não sofrendo o limiar de audibilidade variações nessa faixa de frequência.

Portanto, o ouvido humano não é muito sensível nesse intervalo, para intensidade de 100dB.

**5.6.** A frequência de ressonância do meato externo está compreendida entre 2,8 kHz e 4,3 kHz.



## Comentário.

### Correto.

Vamos calcular a frequência para os comprimentos fornecidos para o meato externo.

Os comprimentos fornecidos foram de 2 a 3 cm.

A fórmula para o cálculo da frequência também foi fornecida.

Vamos ao cálculo:

$$f = \frac{V}{4.L}$$

Note que essa fórmula é a fórmula para o cálculo da frequência de ressonância de um tubo sonoro fechado que ressoa no primeiro harmônico.

Assim, fazendo L variar de 2 a 3 cm, temos:

$$f = \frac{340}{4.L}$$
$$f = \frac{85}{L}$$
$$f_{Máx} = \frac{85}{2.10^{-2}} = 4.250Hz = 4,3kHz$$
$$f_{Mín} = \frac{85}{3.10^{-2}} = 2.833Hz = 2,8kHz$$

**5.7.** Ondas sonoras podem ser polarizadas.



**Comentário.**

**Incorreto.**

Você viu que não comentamos esse fenômeno para as ondas sonoras, isso porque elas não sofrem polarização.

As ondas longitudinais não podem sofrer polarização, apenas as transversais.

Logo, como as ondas sonoras são longitudinais, então elas não podem sofrer polarização.

**5.8.** Ondas sonoras são ondas mecânicas transversais.

**Comentário.**

**Item incorreto.**

Item parcialmente correto, pois as ondas sonoras são mecânicas, necessitam de um meio material pra se propagar, são frutos de oscilações mecânicas.

No entanto, a direção de vibração das ondas sonoras é a mesma direção de propagação, o que implica dizer que são ondas longitudinais e não transversais.

**5.9.** Ondas sonoras podem ser difratadas ao passarem por pequenas aberturas.

**Comentário:**

**Item correto.**

O fenômeno da difração é plenamente possível para ondas sonoras, pois elas são ondas que conseguem contornar obstáculos, o que caracteriza o fenômeno da difração, assim como passar por pequenos orifícios.





**5.10.** Na refração, o ângulo de refração  $\theta_2$  pode ser expresso pela equação,  $\text{sen}\theta_2 = \frac{v_1}{v_2} \cdot \text{sen}\theta_1$ , em que  $\theta_1$  é o ângulo de incidência,  $v_1$  e  $v_2$  são as velocidades da onda nos diferentes meios, respectivamente.

**Comentário.**

**Item incorreto.**

Na parte teórica de refração, provamos que os ângulos de incidência e refração guardam entre si uma relação que é dada pela fórmula abaixo:

$$\begin{aligned} \frac{V_1}{V_2} &= \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \\ \frac{n_2}{n_1} &= \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \\ \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} &= \frac{n_2}{n_1} \end{aligned}$$

No entanto, os índices de refração dos meios guardam uma relação com os senos dos ângulos de incidência e de refração, comentaremos sobre essa relação conhecida como segunda lei da refração na próxima aula, mas já vou adiantando para que você possa resolver a questão acima:

$$\begin{aligned} n_1 \cdot \text{sen}\theta_1 &= n_2 \text{sen}\theta_2 \\ \frac{n_2}{n_1} &= \frac{\text{sen}\theta_1}{\text{sen}\theta_2} \end{aligned}$$

Aplicando uma equação na outra, obtemos:



$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\text{sen}\theta_1}{\text{sen}\theta_2}$$
$$\text{sen}\theta_2 = \text{sen}\theta_1 \cdot \frac{V_2}{V_1}$$

A afirmativa está incorreta, portanto.

**6. (CESPE – UNB – PM/AL – 2012)** As polícias militares e civis do Brasil, de modo geral, possuem aparelhos em suas viaturas que utilizam ondas eletromagnéticas para a comunicação entre dois pontos não conectados fisicamente. A comunicação baseia-se na transmissão das ondas eletromagnéticas a partir de uma antena transmissora e sua posterior captação por uma antena receptora. Essas ondas eletromagnéticas, conhecidas como ondas de rádio, possuem comprimentos de onda bem maiores que os da luz visível. No que se refere às ondas eletromagnéticas e também às ondas sonoras, julgue os itens que seguem:

**6.1.** as ondas eletromagnéticas se propagam em qualquer meio material com a mesma velocidade:  $3 \times 10^8$  m/s.

**Comentário:**

**Item incorreto.**

A velocidade de qualquer onda depende do meio de propagação. No vácuo, as ondas eletromagnéticas propagam-se com a velocidade da luz no vácuo, ou seja,  $3,0 \cdot 10^8$  m/s.

No entanto, em outro meio de propagação a velocidade da onda modifica-se de acordo com a refração do meio.

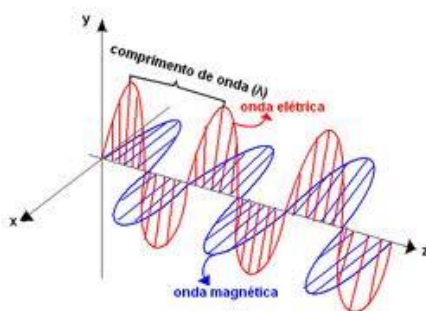
**6.2.** os campos elétrico e magnético, em uma onda eletromagnética, são perpendiculares entre si e variam fora de fase, ou seja, quando um deles atinge a intensidade máxima, o outro se anula.

**Comentário:**



**Item incorreto.**

Os campos elétrico e magnético vibram em fase, ou seja, quando um campo é uma crista o outro também é uma crista. Observe a figura abaixo, e note que um pico no campo elétrico corresponde a um pico no campo magnético também.



Veja que os picos da onda vermelha correspondem a picos da onda azul. Assim, os campos estão em fase.

**6.3** uma onda de rádio com comprimento de onda de  $1 \times 10^5$  m, propagando-se no vácuo com velocidade de  $3 \times 10^8$  m/s, possui frequência de 3 MHz.

**Comentário:**

**Item incorreto.**

A frequência será calculada por meio da aplicação da equação fundamental da ondulatória.

$$V = \lambda \cdot f$$
$$f = \frac{V}{\lambda} = \frac{3,0 \cdot 10^8}{1,0 \cdot 10^5}$$
$$f = 3,0 \cdot 10^3$$
$$f = 3,0 \text{ kHz}$$

Portanto, a afirmativa errou no submúltiplo da unidade correspondente a frequência.

**6.4.** a altura de uma onda sonora está relacionada à quantidade de energia que ela transmite a um certo ponto do espaço.

**Comentário:**

**Item incorreto.**

A altura de uma onda sonora, uma das qualidades fisiológicas do som, está relacionada com a frequência do som. Um som alto é um som com alta frequência, ou seja, um som agudo. Um som com baixa frequência é um som baixo, ou seja, um som grave.

A energia transmitida está associada à intensidade, outra qualidade fisiológica do som.

**6.5.** a frequência do som da sirene de uma viatura policial que se aproxima de um observador em repouso será percebida por esse observador com uma frequência maior que a frequência real.

**Comentário:**

**Item correto.**

Trata-se de uma aplicação do Efeito Doppler. Quando uma fonte de som se aproxima do observador, temos um caso de comprimento de onda reduzido.

Assim, mais ondas acabam chegando ao observador no mesmo intervalo de tempo em que chegavam as ondas antes do movimento da fonte.

Portanto, se mais ondas chegarem, o som será mais agudo.

**7. (CESPE – UNB – PETROBRÁS – ENGENHEIRO DE PETRÓLEO JÚNIOR)** Com relação à teoria ondulatória, julgue o item abaixo.

O efeito Doppler não ocorre com ondas mecânicas transversais.



**Comentário:**

**Item incorreto.**

O Efeito Doppler ocorre em ondas do tipo mecânicas transversais, pois basta que haja movimento relativo entre a fonte e o observador para que ele seja observado.

O efeito pode até não ser fisiológico como acontece com o som, que é facilmente perceptível.

Com a luz, ela mudaria de cor, uma vez que o efeito Doppler leva a mudanças de frequência.

Assim, o item está incorreto.

**8. (CESPE-UNB – PRF – 2013)** Considerando que um corpo de massa igual a 1,0kg oscile em movimento harmônico simples de acordo com a equação  $x(t) = 6,0 \cos\left[3\pi t + \frac{\pi}{3}\right]$ , em que t é o tempo, em segundos, e x(t) é dada em metros, julgue os itens que se seguem.

**1.** A força resultante que atua no corpo é expressa por  $F(t) = -(3.\pi)^2 x(t)$ .

**Comentário:**

**Gabarito: item correto.**

Essa questão envolve a equação da posição de um MHS, assunto bastante trabalhado por nós em nossa aula.

A equação de que estou falando é a seguinte:

$$x(t) = A \cos[\omega t + \varphi_0]$$



Além disso, você deveria lembrar-se de que a força resultante em um MHS é proporcional à posição da seguinte forma:

$$F(t) = -K.x(t)$$

Onde K é a constante de força do movimento.

Foi visto também na parte teórica da aula 07, que existia uma relação entre a constante de força e a pulsação do movimento ( $\omega$ ).

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{m}}$$

Assim, para chegarmos ao resultado da força em função da posição, bastava olhar para a equação  $x(t)$ , e verificar que  $\omega = 3.\pi$ , e aplicar na fórmula acima para encontrar K.

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{m}}$$

$$3.\pi = \sqrt{\frac{K}{1,0}}$$

$$K = (3.\pi)^2$$

Substituindo na fórmula da força:

$$F(t) = -(3.\pi)^2 .x(t)$$

2. O período do movimento é igual a 0,5s.

**Comentário:**



**Gabarito: item incorreto.**

Questão de período de movimento harmônico simples.

Com os dados obtidos no item anterior, bastava você lembrar-se de mais uma fórmula matemática vista em nossas aulas:

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$T = \frac{2\pi}{3\pi}$$

$$T = \frac{2}{3} s \cong 0,67 s$$

Portanto, o período é superior a 0,5s.

Referências: Aula 07, páginas 3, 4 e 5.

**9. (CESPE-UNB – PRF – 2013)** O fenômeno de redução da frequência do som emitido por uma buzina de um veículo, observado por um ouvinte, é denominado efeito Doppler. Essa diferença de frequências deve-se ao número de oscilações por segundo que atinge o ouvido do ouvinte. Os instrumentos utilizados pela PRF para controle de velocidade se baseiam nesse efeito. A respeito do efeito Doppler, julgue o item abaixo.

**1.** Considere que um PRF em uma viatura que se desloca com velocidade de 90km/h, se aproxime de um local de um acidente onde já se encontra uma ambulância parada, cuja sirene esteja emitindo um som com frequência de 1.000Hz. Nesse caso, se a velocidade do som no ar for de 340m/s, a frequência do som da sirene ouvido pelo policial será superior a 1.025Hz.



**Comentário:**

**Gabarito: item correto.**

A questão acima é uma questão envolvendo o efeito Doppler, de simples aplicação da fórmula vista em nossa aula.

Bom, bastava então calcular a frequência Doppler por meio da fórmula abaixo:

$$f_d = f_0 \cdot \frac{V_{som} \pm V_{obs}}{V_{som} \pm V_{fonte}}$$
$$f_d = f_0 \cdot \frac{V_{som} + V_{obs}}{V_{som}}$$
$$f_d = 1.000 \cdot \frac{340 + 25}{340}$$
$$f_d \cong 1.073,53$$

Note que a velocidade do observador foi transformada para a mesma unidade da velocidade do som no ar (m/s) bastava dividir o valor 90km/h por 3,6, obtendo-se assim 25m/s.

Outro detalhe foi o sinal adotado, que foi o positivo, uma vez que o nosso referencial é orientado do observador para fonte (positivo) da fonte para o observador (negativo), como o movimento era do observador dirigindo-se para a fonte, então o sinal a ser adotado é o positivo.

**10. (CESPE – Polícia Federal – Papiloscopista Policial Federal – 2018).**







Considerando as propriedades das ondas e tendo como referência a figura precedente, que ilustra um canal auditivo, julgue o próximo item.

Assumindo-se que a velocidade de propagação do som no ar é constante e que o canal auditivo, como o esboçado na figura, é um tubo de comprimento  $L$  com um dos extremos fechado, conclui-se que o ser humano pode ouvir apenas uma frequência fundamental e seus harmônicos ímpares.

**Gabarito: item correto.**

**Comentário:**

A questão era muito simples, pois apenas requeria o conhecimento teórico dos tubos sonoros, que, por sua vez, só apresentam harmônicos ímpares, diferentemente do tubo aberto que possui harmônicos pares e ímpares.

Como a questão mencionou que o ouvido humano é considerado um tubo fechado, então teremos apenas harmônicos ímpares.

## ORIENTAÇÕES DE ESTUDO (CHECKLIST) E PONTOS A DESTACAR

A ideia desta seção é apresentar uma espécie de *checklist* para o estudo da matéria, de forma que o candidato não deixe nada importante de fora em sua preparação.



Assim, se você nunca estudou os assuntos ora tratados, recomendamos que à medida que for lendo seu curso teórico, concomitantemente observe se prestou a devida atenção aos pontos elencados aqui no *checklist*, de forma que o estudo inicial já seja realizado de maneira bem completa.

Por outro lado, se você já estudou os assuntos, pode utilizar o *checklist* para verificar se eventualmente não há nenhum ponto que tenha passado despercebido no estudo. Se isso acontecer, realize o estudo complementar do assunto.

### **Ondulatória**

Nos assuntos de ondulatória é fundamental conhecer algumas fórmulas e aqui eu vou indicar a você quais os conceitos e as fórmulas e cálculos que você deve ter em mente.

1. Equações do MHS (cinemática e dinâmica)
2. Equação fundamental da ondulatória
3. Equação da frequência em cordas vibrantes
4. Equação dos tubos sonoros
5. Equação do efeito doppler

Esses tópicos são os que são mais cobrados de acordo com as questões. E então não podem ficar de fora do seu estudo e da sua revisão.

A seguir, apresentamos um questionário por meio do qual é possível realizar uma revisão dos principais pontos da matéria. Faremos isso para todos os tópicos do edital, um pouquinho a cada relatório!

É possível utilizar o questionário de revisão de diversas maneiras. O leitor pode, por exemplo:

1. ler cada pergunta e realizar uma autoexplicação mental da resposta;
2. ler as perguntas e respostas em sequência, para realizar uma revisão mais rápida;
3. eleger algumas perguntas para respondê-las de maneira discursiva.

## **QUESTIONÁRIO DE REVISÃO**

\*\*\*Questionário - somente perguntas\*\*\*

### **Ondulatória**

- 1) Quais as equações da cinemática do MHS?**
- 2) Quais a fórmula para o cálculo da energia mecânica em um MHS e qual a equação da força em um MHS?**
- 3) Qual a equação fundamental da ondulatória?**



- 4) **Escreva as equações das frequências das cordas vibrantes e também dos tubos sonoros.**
- 5) **Qual a fórmula para o cálculo da frequência do efeito doppler?**

\*\*\*Questionário: perguntas com respostas\*\*\*

### 1) Quais as equações da cinemática do MHS?

**São três equações que você deve ficar de olho, elas servem para calcular a velocidade, aceleração e posição de um corpo em MHS:**

$$x = A \cos(\omega t + \phi)$$

$$v = -\omega A \sin(\omega t + \phi)$$

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

**Se liga ainda na relação muito cobrada:**

$$\vec{F} = -\omega^2 \vec{x}$$



**2) Quais a fórmula para o cálculo da energia mecânica em um MHS e qual a equação da força em um MHS?**

**A energia mecânica é dada pela seguinte relação:**

$$E_{mec} = E_{cin} + E_{pot}$$

**Calculando a energia mecânica:**

$$E_{mec} = \frac{K.A^2}{2}$$

**3) Qual a equação fundamental da ondulatória?**

**Essa é simplesmente a equação mais fundamental para a ondulatória:**

$$V = \lambda.f$$

**Assim, a velocidade é o produto do comprimento de onda pela frequência.**

**4) Escreva as equações das frequências das cordas vibrantes e também dos tubos sonoros.**

$$\text{Tubo Aberto} : f = \frac{n.V}{2L}, n \text{ é inteiro}$$

$$\text{Tubo Fechado} : f = \frac{n.V}{4.L}, n \text{ ímpar}$$

$$\text{Corda vibrante} : f = \frac{n.V}{2L}, n \text{ inteiro}$$

**5) Qual a fórmula para o cálculo da frequência do efeito doppler?**

**Para calcular a frequência do efeito doppler, basta aplicar a seguinte fórmula:**

$$f_d = f_0 \frac{V_S \pm V_{obs}}{V_S \pm V_{fonte}}$$



**“A dedicação contínua a um objetivo único consegue frequentemente superar o engenho.”**

**(Cícero)**

## **Vinicius Silva**



**Face:** [www.facebook.com/profviniciussilva](http://www.facebook.com/profviniciussilva)

**Insta:** [www.instagram.com/profviniciussilva](http://www.instagram.com/profviniciussilva)

**YouTube:** [youtube.com/estrategiaconcursos](http://youtube.com/estrategiaconcursos)



## ANEXO I – LISTA DE QUESTÕES

**01. (CESPE – UNB – PERITO – SG/AC – 2008)** Considere um sistema massa-mola, onde a constante elástica é igual a  $k = 5,46 \text{ N/cm}$ . Uma vez colocado para oscilar, observa-se que, em determinado instante, os valores da posição, da velocidade e da aceleração são, respectivamente, iguais a  $x = -0,27 \text{ m}$ ,  $v = -32,6 \text{ m/s}$  e  $a = -214 \text{ m/s}^2$ . Tendo como referência a situação acima, julgue os itens subsequentes.

**1.1.** A massa do bloco em oscilação pode ser determinada.

**1.2.** Não há condições para se determinar a amplitude da oscilação.

**1.3.** A frequência com que esse sistema oscila é única.

**2. (CESPE – UNB – CBM – ES – OFICIAL COMBATENTE)** Ondas mecânicas são perturbações que se propagam em um meio elástico, carregando energia, como as ondas concêntricas formadas na superfície de um lago logo após se atirar nele uma pedra. Alguns conceitos matemáticos que tipicamente associamos a ondas são os mesmos que possibilitam descrever movimentos oscilatórios, como os observados em um pêndulo simples ou em um sistema massa-mola. Uma característica comum a todos esses sistemas é a existência de uma força restauradora, como a força elástica exercida por uma mola. Com relação aos fenômenos ondulatórios em geral, julgue os itens subsequentes.

**2.1.** Em um pêndulo simples, a força restauradora é a força elástica da corda à qual o objeto está preso.

**2.2.** Conhecida a constante elástica da mola, é possível calcular a energia mecânica total de um sistema massa-mola medindo-se a amplitude máxima de seu movimento.

**03. (CESPE – UNB – PETROBRÁS - GEOFÍSICO JÚNIOR - 2008)** A energia mecânica de um corpo de massa  $m = 1 \text{ kg}$ , preso a uma mola de massa desprezível que oscile e que tenha sua posição dada pela equação  $x(t) = 2 \cos[3\pi t + \pi] \text{ cm}$ , com  $t$  dado em segundos, é igual a

A.  $\pi^2 \text{ J}$ .



- B.  $1,8\pi^2$  J.
- C.  $2,0\pi^2$  J.
- D.  $3,0\pi^2$  J.
- E.  $6,0\pi^2$  J.

**04. (CESPE – UNB – SEDUC/ES – 2012)** O estudo dos fenômenos ondulatórios constitui parte importante da física, tendo reflexos em diversas áreas como a óptica, a acústica, o eletromagnetismo e a teoria quântica. Com relação aos movimentos ondulatórios e à propagação de ondas, julgue os itens seguintes.

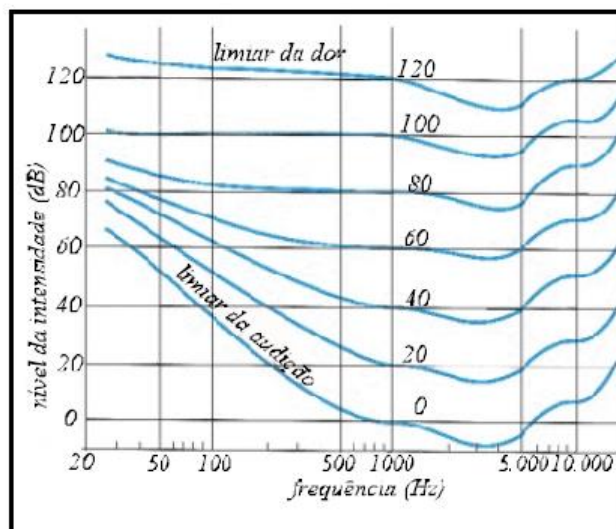
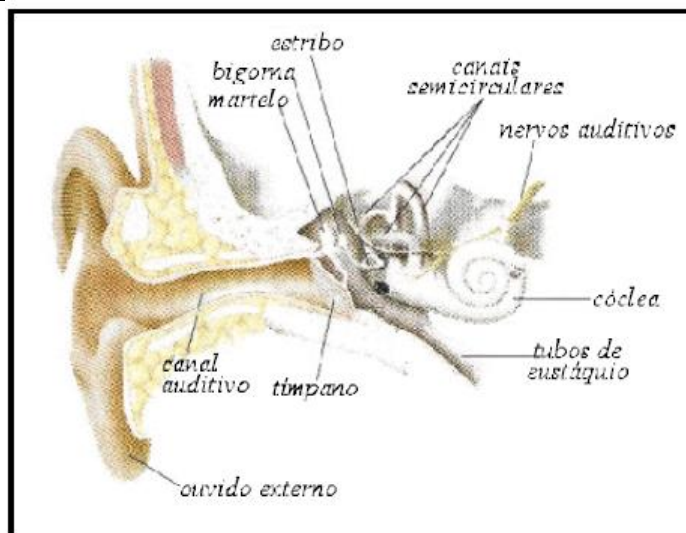
**4.1.** Todo movimento periódico também é harmônico.

**4.2.** A aceleração de um corpo que executa um movimento harmônico simples é inversamente proporcional ao seu deslocamento.

**4.3.** Um pêndulo sempre executa um movimento harmônico simples independente da amplitude angular do movimento.

**5. (CESPE – UNB – SMA/SMS - ARACAJU/SE)** A fonação e a audição são meios importantes de comunicação. A audição envolve um sistema mecânico que estimula as células receptoras do som, chamadas células ciliadas. A função do ouvido é converter a onda mecânica em estímulos nervosos. O ouvido é constituído basicamente por três partes: o ouvido externo, com a orelha e o canal auditivo; o ouvido médio, com um sistema de três ossículos, que são o martelo, a bigorna e o estribo, e o ouvido interno, com a cóclea, que contém fluídos, onde ocorre a conversão do som em pulso elétrico. A razão entre a intensidade mais alta e a mais baixa do som detectável pelo ouvido humano é cerca de  $10^{12}$ . O intervalo de frequências das ondas sonoras audíveis varia de 20 Hz a 20.000 Hz. Entretanto, a sensibilidade não é uniforme em todo intervalo de frequência, sendo maior entre 2 kHz e 5 kHz. O conduto auditivo externo se comporta como um tubo acústico fechado, cuja frequência de ressonância é definida pela função  $f = v/4.L$ , em que  $v$  é a velocidade do som no ar a  $27^\circ\text{C}$  e igual a 340 m/s;  $L$  é o comprimento do meato auditivo, que varia de 2 cm a 3 cm. As figuras a seguir mostram o ouvido e seus componentes e o gráfico do comportamento da sensibilidade do ouvido humano em função da frequência.





De acordo com as informações apresentadas no texto e nas figuras acima, julgue os itens a seguir.

- 5.1.** A sensibilidade do ouvido humano varia uniformemente com a frequência da onda sonora.
- 5.2.** O ouvido humano é mais sensível na faixa de frequências menores do que 0,5 kHz.
- 5.3.** Decibel (dB) é a unidade de medida da intensidade sonora.
- 5.4.** A curva característica do limiar da dor é mais sensível a variações na frequência que a curva do limiar da audição.



**5.5.** O gráfico mostra que o ouvido humano é bastante sensível a variações de frequências no intervalo entre 0,2 kHz e 1,0 kHz, quando a intensidade é da ordem de 100 dB.

**5.6.** A frequência de ressonância do meato externo está compreendida entre 2,8 kHz e 4,3 kHz.

**5.7.** Ondas sonoras podem ser polarizadas.

**5.8.** Ondas sonoras são ondas mecânicas transversais.

**5.9.** Ondas sonoras podem ser difratadas ao passarem por pequenas aberturas.

**5.10.** Na refração, o ângulo de refração  $\theta_2$  pode ser expresso pela equação,  $\text{sen}\theta_2 = \frac{v_1}{v_2} \cdot \text{sen}\theta_1$ , em que  $\theta_1$  é o ângulo de incidência,  $v_1$  e  $v_2$  são as velocidades da onda nos diferentes meios, respectivamente.

**6. (CESPE – UNB – PM/AL – 2012)** As polícias militares e civis do Brasil, de modo geral, possuem aparelhos em suas viaturas que utilizam ondas eletromagnéticas para a comunicação entre dois pontos não conectados fisicamente. A comunicação baseia-se na transmissão das ondas eletromagnéticas a partir de uma antena transmissora e sua posterior captação por uma antena receptora. Essas ondas eletromagnéticas, conhecidas como ondas de rádio, possuem comprimentos de onda bem maiores que os da luz visível. No que se refere às ondas eletromagnéticas e também às ondas sonoras, julgue os itens que seguem:

**6.1.** as ondas eletromagnéticas se propagam em qualquer meio material com a mesma velocidade:  $3 \times 10^8$  m/s.

**6.2.** os campos elétrico e magnético, em uma onda eletromagnética, são perpendiculares entre si e variam fora de fase, ou seja, quando um deles atinge a intensidade máxima, o outro se anula.



**6.3** uma onda de rádio com comprimento de onda de  $1 \times 10^5$  m, propagando-se no vácuo com velocidade de  $3 \times 10^8$  m/s, possui frequência de 3 MHz.

**6.4.** a altura de uma onda sonora está relacionada à quantidade de energia que ela transmite a um certo ponto do espaço.

**6.5.** a frequência do som da sirene de uma viatura policial que se aproxima de um observador em repouso será percebida por esse observador com uma frequência maior que a frequência real.

**7. (CESPE – UNB – PETROBRÁS – ENGENHEIRO DE PETRÓLEO JÚNIOR)** Com relação à teoria ondulatória, julgue o item abaixo.

O efeito Doppler não ocorre com ondas mecânicas transversais.

**8. (CESPE-UNB – PRF – 2013)** Considerando que um corpo de massa igual a 1,0kg oscile em movimento harmônico simples de acordo com a equação  $x(t) = 6,0 \cos \left[ 3\pi t + \frac{\pi}{3} \right]$ , em que t é o tempo, em segundos, e x(t) é dada em metros, julgue os itens que se seguem.

**1.** A força resultante que atua no corpo é expressa por  $F(t) = -(3.\pi)^2 x(t)$ .

**2.** O período do movimento é igual a 0,5s.

**9. (CESPE-UNB – PRF – 2013)** O fenômeno de redução da frequência do som emitido por uma buzina de um veículo, observado por um ouvinte, é denominado efeito Doppler. Essa diferença de frequências deve-se ao número de oscilações por segundo que atinge o ouvido do ouvinte. Os instrumentos utilizados pela PRF para controle de velocidade se baseiam nesse efeito. A respeito do efeito Doppler, julgue o item abaixo.

**1.** Considere que um PRF em uma viatura que se desloca com velocidade de 90km/h, se aproxime de um local de um acidente onde já se encontra uma ambulância parada, cuja sirene esteja emitindo um som com frequência de 1.000Hz. Nesse caso, se a velocidade do som no ar for de 340m/s, a frequência do som da sirene ouvido pelo policial será superior a 1.025Hz.



**10. (CESPE – Polícia Federal – Papiloscopista Policial Federal – 2018).**



Considerando as propriedades das ondas e tendo como referência a figura precedente, que ilustra um canal auditivo, julgue o próximo item.

Assumindo-se que a velocidade de propagação do som no ar é constante e que o canal auditivo, como o esboçado na figura, é um tubo de comprimento  $L$  com um dos extremos fechado, conclui-se que o ser humano pode ouvir apenas uma frequência fundamental e seus harmônicos ímpares.

## GABARITO QUESTÕES OBJETIVAS

<b>01. CEC</b>	<b>02. EC</b>	<b>03. NULA</b>	<b>04. EEE</b>
<b>05. EECEEECE</b>	<b>06. EEEEC</b>	<b>07. E</b>	<b>08. CE</b>
<b>09. C</b>	<b>10. C</b>		

# ESSA LEI TODO MUNDO CONHECE: PIRATARIA É CRIME.

Mas é sempre bom revisar o porquê e como você pode ser prejudicado com essa prática.



**1** Professor investe seu tempo para elaborar os cursos e o site os coloca à venda.



**2** Pirata divulga ilicitamente (grupos de rateio), utilizando-se do anonimato, nomes falsos ou laranjas (geralmente o pirata se anuncia como formador de "grupos solidários" de rateio que não visam lucro).



**3** Pirata cria alunos fake praticando falsidade ideológica, comprando cursos do site em nome de pessoas aleatórias (usando nome, CPF, endereço e telefone de terceiros sem autorização).



**4** Pirata compra, muitas vezes, clonando cartões de crédito (por vezes o sistema anti-fraude não consegue identificar o golpe a tempo).



**5** Pirata fere os Termos de Uso, adultera as aulas e retira a identificação dos arquivos PDF (justamente porque a atividade é ilegal e ele não quer que seus fakes sejam identificados).



**6** Pirata revende as aulas protegidas por direitos autorais, praticando concorrência desleal e em flagrante desrespeito à Lei de Direitos Autorais (Lei 9.610/98).



**7** Concurseiro(a) desinformado participa de rateio, achando que nada disso está acontecendo e esperando se tornar servidor público para exigir o cumprimento das leis.



**8** O professor que elaborou o curso não ganha nada, o site não recebe nada, e a pessoa que praticou todos os ilícitos anteriores (pirata) fica com o lucro.



Deixando de lado esse mar de sujeira, aproveitamos para agradecer a todos que adquirem os cursos honestamente e permitem que o site continue existindo.