
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Instituto de Engenharia, Ciência e Tecnologia
Avenida Manoel Bandejas, 460, Janaúba - MG - Brasil
www.ufvjm.edu.br



Idealizadora e Coordenadora
Profa. Dra. Patrícia Nirlane da Costa Souza

Vice-Coordenador
Prof. Dr. Thiago de Lima Prado



Corpo editorial

Editor Chefe

Prof. Dr. Thiago de Lima Prado

Coordenadores

Daniel Pereira Ribeiro
Vagner Carvalho Fernandes

Editores na Área de Física

Prof. Dr. Jean Carlos Coelho Felipe
Prof. Dr. Fabiano Alan Serafim Ferrari
Prof. Dr. Thiago de Lima Prado
Prof. Dr. Ananias Borges Alencar

Colaboradores em Física

Hudson Vinícios Tavares Mineiro
Vitor Bruno de Sá
Francelly Emilly Lucas
Mariana Tainná Silva Souza
Mathaus Henrique da Silva Alves
Daniel Pereira Ribeiro
Deybson Lucas Romualdo Silva

Editores na Área de Matemática

Prof. Msc. Carlos Henrique Alves Costa
Prof. Msc. Edson do Nascimento Neres Júnior
Prof. Msc. João de Deus Oliveira Junior
Prof. Msc. Fabrício Figueredo Monção
Prof. Msc. Patrícia Teixeira Sampaio

Colaboradores em Matemática

David Miguel Soares Junior
Farley Adriani Batista Caldeira
Hudson Vinícios Tavares Mineiro
Jhonatan do Amparo Madureira
Josimar Dantas Botelho
Lucimar Soares Dias
Matheus Correia Guimarães
Thiago Silva
Vitor Bruno de Sá
Vitor Hugo Souza Leal

Editores na Área de Biologia

Profa. Dra. Patrícia Nirlane da Costa Souza
Prof. Dr. Max Pereira Gonçalves
Profa. Estefânia Conceição Apolinário

Colaboradores em Biologia

Mathaus Henrique da Silva Alves
Jordana de Jesus Silva
Anny Mayara Souza Santos
Tarcísio Michael Ferreira Soares
Gabriel Antunes de Souza
Joselândio Correa Santos
Matheus Jorge Santana Versiani

Editores na Área de Química

Prof. Dr. Prof. Dr. Luciano Pereira Rodrigues
Prof. Dr. Luiz Roberto Marques Albuquerque
Profa. Dra. Karla Aparecida Guimarães Gusmão

Colaboradores em Química

Deybson Lucas
Juliano Antunes de Souza
Lucimar Soares Dias
Luiz Gustavo
Vagner Carvalho Fernandes
Nailma de Jesus Martins
Karine Silva
Paulo Silva
Kahmmelly Mathildes Pimenta Coelho

Seção 1.2

Oscilações e Ondas

Subseção 1.2.1

Exercícios

- (Enem 2011) O processo de interpretação de imagens capturadas por sensores instalados a bordo de satélites que imageiam determinadas faixas ou bandas do espectro de radiação eletromagnética (REM) baseia-se na interação dessa radiação com os objetos presentes sobre a superfície terrestre. Uma das formas de avaliar essa interação é por meio da quantidade de energia é por meio da quantidade de energia refletida pelos objetos. A relação entre a refletância de um dado objeto e o comprimento de onda da REM é conhecida como curva de comportamento espectral ou assinatura espectral do objeto, como mostrado na figura, para objetos comuns na superfície terrestre.

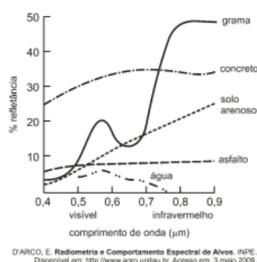


Figura 1.27: Figura da Questão 1 de Oscilações e Ondas

De acordo com as curvas de assinatura espectral apresentadas na figura, para que se obtenha a melhor discriminação dos alvos mostrados, convém selecionar a banda correspondente a que comprimento de onda em micrômetros (m)?

- 0,4 a 0,5.
 - 0,5 a 0,6.
 - 0,6 a 0,7.
 - 0,7 a 0,8.
 - 0,8 a 0,9.
- (Enem 2011) Uma equipe de cientistas lançará uma expedição ao Titanic para criar um detalhado mapa 3D “que vai tirar, virtualmente, o Titanic do fundo do mar para o público”. A expedição ao local, a 4 quilômetros de profundidade no Oceano Atlântico, está sendo apresentada como a mais sofisticada expedição científica ao Titanic. Ela utilizará tecnologias

de imagem e sonar que nunca tinham sido aplicadas ao navio, para obter o mais completo inventário de seu conteúdo. Esta complementação é necessária em razão das condições do navio, naufragado há um século.

No problema apresentado para gerar imagens através de camadas de sedimentos depositados no navio, o sonar é mais adequado, pois a

- Propagação da luz na água ocorre a uma velocidade maior que a do som neste meio.
 - Absorção da luz ao longo de uma camada de água é facilitada enquanto a absorção do som não.
 - Refração da luz a uma grande profundidade acontece com uma intensidade menor que a do som.
 - Atenuação da luz nos materiais analisados é distinta da atenuação de som nestes mesmos materiais.
 - Reflexão da luz nas camadas de sedimentos é menos intensa do que a reflexão do som neste material.
- (Enem 2010) As ondas eletromagnéticas, como a luz visível e as ondas de rádio, viajam em linha reta em um meio homogêneo. Então, as ondas de rádio emitidas na região litorânea do Brasil não alcançariam a região amazônica do Brasil por causa da curvatura da Terra. Entretanto sabemos que é possível transmitir ondas de rádio entre essas localidades devido à ionosfera.

Com ajuda da ionosfera, a transmissão de ondas planas entre o litoral do Brasil e a região amazônica é possível por meio da

- Reflexão
 - Refração
 - Difração
 - Polarização
 - Interferência
- (Enem 2013) 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.

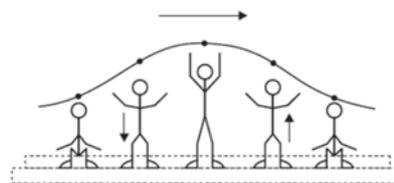


Figura 1.28: Figura da Questão 4 de Oscilações e Ondas

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 distanciadas entre si por 80 cm.

- a) - 0,3.
- b) - 0,5.
- c) - 1,0.
- d) - 1,9.
- e) - 3,7.

5. (Enem 2013) 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.

6. (Enem 2009) O progresso da tecnologia introduziu diversos artefatos geradores de campos eletromagnéticos. Uma das mais empregadas invenções nessa área são os telefones celulares e smartphones. As tecnologias de transmissão de celular atualmente em uso no Brasil contemplam dois sistemas. O primeiro deles é operado entre as frequências de 800 MHz e 900 MHz e constitui os chamados sistemas TDMA/CDMA. Já a tecnologia GSM, ocupa a frequência de 1.800 MHz.

Considerando que a intensidade de transmissão e o nível de recepção “celular” sejam os mesmos para as tecnologias de transmissão TDMA/CDMA ou GSM, se um engenheiro tiver de escolher entre as duas tecnologias para obter a mesma cobertura, levando em consideração apenas o número de antenas em uma região, ele deverá escolher:

- a) - A tecnologia GSM, pois é a que opera com ondas de maior comprimento de onda.
- b) - A tecnologia TDMA/CDMA, pois é a que apresenta Efeito Doppler mais pronunciado.
- c) - A tecnologia GSM, pois é a que utiliza ondas que se propagam com maior velocidade.
- d) - Qualquer uma das duas, pois as diferenças nas frequências são compensadas pelas diferenças nos comprimentos de onda.

e) - Qualquer uma das duas, pois nesse caso as intensidades decaem igualmente da mesma forma, independentemente da frequência.

7. (UFMS) Uma partícula sujeita a uma força do tipo $F = -kx$ (Lei de Hooke), onde x é o deslocamento da partícula e k é uma constante, executa um movimento

- a) retilíneo uniforme
- b) retilíneo uniformemente acelerado
- c) retilíneo uniformemente retardado
- d) harmônico simples
- e) circular uniforme

8. (UFMT) Julgue os itens a seguir e escreva nos parênteses (V) se for verdadeiro ou (F) se for falso.

- () Uma onda polarizada é transversal.
- () O fenômeno que melhor caracteriza uma onda transversal e a distingue de uma onda longitudinal é a polarização.
- () As ondas sonoras não apresentam efeito de polarização como a luz, porque elas são longitudinais.
- () A difração é um dos fenômenos que prova que a luz é formada por ondas transversais.

9. (UFF) Uma onda se propaga no meio 1, não-dispersivo, com velocidade v_1 , frequência f_1 , e comprimento de onda λ_1 . Ao penetrar no meio 2, sua velocidade de propagação v_2 é três vezes maior que v_1 , sua frequência é f_2 e seu comprimento de onda é λ_2 .

Logo, conclui-se que

- a) $\lambda_2 = \frac{\lambda_1}{3}$ e $f_2 = f_1$
- b) $\lambda_2 = \lambda_1$ e $f_2 = 3f_1$
- c) $\lambda_2 = \lambda_1$ e $f_2 = f_1$
- d) $\lambda_2 = 3\lambda_1$ e $f_2 = f_1$
- e) $\lambda_2 = \lambda_1$ e $f_2 = \frac{f_1}{3}$

10. (FEI) Uma corda com $2m$ de comprimento é tracionada de ambos os lados. Quando ela é excitada por uma fonte de 60Hz , observa-se uma onda estacionária com 6 nós. Neste caso, qual é a velocidade de propagação da onda na corda?

- a) 60m/s
- b) 100m/s
- c) 120m/s
- d) 48m/s
- e) 50m/s

11. (UECE) Uma mocinha chamada Clara de Assis deixou cair, lentamente, um pequeno pedaço de cortiça sobre o centro de um vaso cilíndrico, de diâmetro 60cm ,

quase completamente cheio de água. Formam-se, então, ondas concêntricas, que se propagam com velocidade de 2cm/s . Com base no exposto acima, assinale a afirmativa correta.

- a) A cortiça permanece em repouso.
- b) A cortiça chega à parede do vaso em 15 segundos.
- c) A cortiça chega à parede do vaso em 30 segundos.
- d) A cortiça não se desloca até a parede do vaso.
- e) Impossível chegar a uma conclusão com as informações fornecidas pelo enunciado.

12. (FUVEST) Uma onda sonora, propagando-se no ar com frequência f , comprimento de onda λ e velocidade v , atinge a superfície de uma piscina e continua a se propagar na água.

Nesse processo, pode-se afirmar que

- a) apenas f varia.
- b) apenas v varia.
- c) apenas f e v variam.
- d) apenas λ e v variam.
- e) apenas f e v variam.

13. (FUVEST) o ouvido humano é capaz de ouvir sons entre 20Hz e 20.000Hz , aproximadamente. A velocidade do som no ar é de aproximadamente 340m/s . O som mais grave que o ouvido humano é capaz de ouvir tem comprimento de onda:

- a) $1,7\text{cm}$
- b) $58,8\text{cm}$
- c) 17m
- d) 6800m
- e) 6800km

14. (UNESP) O caráter ondulatório do som pode ser utilizado para eliminação, total ou parcial, de ruídos indesejáveis. Para isso, microfones captam o ruído do ambiente e o enviam a um computador, programado para analisá-lo e para emitir um sinal ondulatório que anule o ruído original indesejável. O fenômeno ondulatório no qual se fundamenta essa nova tecnologia é a

- a) interferência.
- b) difração.
- c) polarização.
- d) reflexão.
- e) refração.

15. (UNESP) Pesquisadores da UNESP, investigando os possíveis efeitos do som no desenvolvimento de

mudas de feijão, verificaram que sons agudos podem prejudicar o crescimento dessas plantas, enquanto que sons mais graves, aparentemente, não interferem no processo.

[*Ciência e Cultura* 42(7) supl: 180-1, Julho 1990].

Nesse experimento o interesse dos pesquisadores fixou-se principalmente na variável física:

- a) velocidade.
- b) umidade.
- c) temperatura.
- d) frequência.
- e) intensidade.

16. Julgue os itens a seguir, marcando (V) ou (F), conforme sejam Verdadeiras ou Falsas as afirmativas.

() O batimento é um fenômeno decorrente da interferência ou superposição de duas ondas periódicas com frequências próximas.

() Caso ocorra batimento com ondas periódicas sonoras de mesma amplitude A , notaremos reforço no som somente quando a onda resultante da superposição apresentar amplitude máxima positiva $2A$.

() A frequência dos batimentos, quando há superposição de duas ondas periódicas com frequências próximas, vale a diferença entre as frequências das duas ondas superpostas.

17. (UFRS) Considere as afirmações a seguir:

I.) O som se propaga no ar com uma velocidade de aproximadamente 340m/s .

II.) As velocidades de propagação do som no ar e no vácuo são aproximadamente iguais.

III.) O eco é devido à reflexão do som.

Quais delas são corretas?

- a) Apenas *I*.
- b) Apenas *I* e *II*.
- c) Apenas *I* e *III*.
- d) Apenas *II* e *III*.
- e) *I*, *II* e *III*.

18. (PUC-SP) Para determinar a profundidade de um poço de petróleo, um cientista emitiu uma fonte, na abertura do poço, ondas sonoras de frequência 220Hz . Sabendo-se que o comprimento de onda, durante o percurso, é de $1,5\text{m}$ e que o cientista recebe como resposta um eco após 8s , a profundidade do poço é

- a) 2640m
- b) 1440m
- c) 2880m
- d) 1320m
- e) 330m

19. (UNIRIO) Qual a frequência do som, em Hz , cuja onda tem $2,0m$ de comprimento e se propaga com uma velocidade de $340m/s$?

- a) 340Hz
- b) 680Hz
- c) 170Hz
- d) 510Hz
- e) 100Hz

20. (UFRS) Em uma onda sonora estacionária, no ar, a separação entre um nodo e o ventre mais próximo é de $0,19m$. Considerando-se a velocidade do som no ar igual a $334m/s$, qual é o valor aproximado da frequência dessa onda?

- a) 1760Hz
- b) 880Hz
- c) 586Hz
- d) 440Hz
- e) 334Hz

21. (UFRS) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto a seguir.

O alarme de um automóvel está emitindo som de uma determinada frequência. Para um observador que se aproxima rapidamente deste automóvel, esse som parece ser de ... frequência. Ao afastar-se, o mesmo observador perceberá um som de ... frequência.

- a) maior – igual.
- b) maior – menor.
- c) igual – igual.
- d) menor – maior.
- e) igual – menor.

22. (Cesgranrio) Em uma festa no clube, uma pessoa observa que, quando se encontra mergulhada na água da piscina, ela ouve a música que está sendo tocada, no mesmo tom que ouvia quando estava fora da piscina.

Considere a velocidade de propagação, o comprimento de onda e a frequência como sendo, respectivamente v_1 , λ_1 e f_1 para o som ouvido fora da piscina e v_2 , λ_2 e f_2 para o som ouvido dentro d'água. Assinale a opção que apresenta uma relação correta entre essas

grandezas.

- a) $v_1 = v_2$
- b) $v_1 > v_2$
- c) $f_1 = f_2$
- d) $f_1 > f_2$
- e) $\lambda_1 = \lambda_2$

23. (PUC-MG) Uma cena comum em filmes de ficção científica é a passagem de uma nave espacial em alta velocidade, no espaço vazio, fazendo manobras com a ajuda de foguetes laterais, tudo isso acompanhado de um forte ruído.

Assinale a alternativa correta.

- a) A cena é correta, pois não há problema com o fato de uma nave voar no espaço vazio.
- b) A cena é correta, porque é perfeitamente perceptível o ruído de uma nave no espaço vazio.
- c) A cena não é correta, pois o som não se propaga no vácuo.
- d) A cena não é correta, pois não é possível que uma nave voe no espaço vazio.
- e) A cena não é correta, pois não é possível fazer manobras no espaço vazio.

24. (UFMG) Ao tocar um violão, um músico produz ondas nas cordas desse instrumento. Em consequência, são produzidas ondas sonoras que se propagam no ar.

Comparando-se uma onda produzida em uma das cordas do violão com a onda sonora correspondente, é correto afirmar que as duas tem

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

25. (PUC-Campinas) Um professor lê seu jornal sentando no banco de uma praça e, atento às ondas sonoras, analisa três eventos:

- I.) O alarme de um carro dispara quando o proprietário abre a tampa do porta-malas.
- II.) Uma ambulância se aproxima da praça com a sirene ligada.
- III.) Um mau motorista, impaciente, após passar pela praça, afasta-se com a buzina permanentemente ligada.

O professor percebe Efeito Doppler apenas

- a) no evento *I*, com frequência sonora invariável.
- b) nos eventos *I* e *II*, com diminuição da frequência.
- c) nos eventos *I* e *III*, com aumento da frequência.
- d) nos eventos *II* e *III*, com diminuição da frequência em *II* e aumento em *III*.
- e) nos eventos *II* e *III*, com aumento da frequência em *II* e diminuição em *III*.

26. (UFSM) Considere as afirmações a seguir, a respeito da propagação de ondas em meios elásticos.

- I.)** Em uma onda longitudinal, as partículas do meio no qual ela se propaga vibram perpendicularmente à direção de propagação.
- II.)** A velocidade de uma onda não se altera quando ela passa de um meio para o outro.
- III.)** A frequência de uma onda não altera quando ela passa de um meio para o outro.

Está(ão) corretas

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

27. (FATEC) Os morcegos são cegos. Para se guiarem, eles emitem um som na faixa de frequências ultra-sônicas, que é refletido pelos objetos, no fenômeno conhecido como eco, e processado, permitindo a determinação da distância do objeto.

Considerando que a velocidade do som no ar é de 340m/s e sabendo que o intervalo temporal entre a emissão do grito e o seu retorno é de $1,0 \cdot 10^{-2}\text{s}$, a distância na qual um objeto se encontra do morcego é de

- a) 3,4
- b) 34m
- c) 17m
- d) 1,7m
- e) 340m

28. (PUC-PR) O fenômeno que não pode ser observado nas ondas sonoras (ondas mecânicas longitudinais) é

- a) polarização
- b) reflexão
- c) refração

- d) difração
- e) interferência

29. O nível de intensidade sonora (N) é expresso em decibéis (dB) por

$$N = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

onde I representa a intensidade sonora fornecida pela caixa de som; I_0 representa a intensidade padrão, a qual corresponde ao limiar de audição (para o qual $N = 0$). Para o nível de intensidade $N = 120\text{dB}$, a intensidade sonora, fornecida pela caixa de som, deverá ser de

- a) $10^{10} \cdot I_0$
- b) $10^{12} \cdot I_0$
- c) $1200 \cdot I_0$
- d) $120 \cdot I_0$
- e) $12 \cdot I_0$

30. (UFSM) A velocidade de propagação de uma onda sonora aumenta ao passar do ar para a água, portanto, o comprimento de onda \dots e a frequência \dots .

Selecione a alternativa que completa, corretamente, as lacunas.

- a) aumenta – não se altera.
- b) não se altera – aumenta.
- c) aumenta – diminui.
- d) diminui – aumenta.
- e) diminui – não se altera.

31. (PUC-RS) Uma onda sonora de 1000Hz propagando-se no ar a 340m/s quando atinge uma parede, onde passa a se propagar com velocidade de 2000m/s . É correto afirmar que os valores de comprimento de onda e da frequência da onda propagando-se na parede são, respectivamente,

- a) 0,340m e 1000Hz .
- b) 0,680m e 1000Hz .
- c) 0,850m e 2000Hz .
- d) 2,000m e 1000Hz .
- e) 5,500m e 500Hz .

32. (UFES) Na Ilha Escalvada, em frente a Guarapari, existe um farol de auxílio à navegação. Em um dia com muito vento, estando abertas a porta base e a

janela do topo do farol, observa-se a formação de uma ressonância sonora com frequência de 30Hz no interior do farol. O farol pode ser considerado como um tubo ressonante de extremidades abertas. Sabendo-se que a velocidade do som no ar é 340m/s e considerando-se que a onda estacionária tem três nós de deslocamento, a altura do farol é

- a) $12m$
- b) $15m$
- c) $17m$
- d) $21m$
- e) $34m$

33. (UFPR) Ao tocar as cordas de um violão, o músico percebe que ele está desafinado. Com o intuito de afiná-lo, o músico utiliza um diapasão de 440Hz (nota musical Lá(A)). Fazendo vibrar simultaneamente o diapasão e a corda, ele percebe um batimento de 1Hz . Alterando a tensão nessa corda, ele elimina o batimento. A corda tem um comprimento de $0,80\text{m}$. Com base nessas informações, é correto afirmar:

- a) Modificando-se a tensão na corda, altera-se a velocidade de propagação da onda na corda.
- b) Quando a corda estiver afinada, a frequência correspondente ao terceiro harmônico será de 660Hz .
- c) A onda na corda é uma onda do tipo estacionária.
- d) O comprimento de onda do primeiro harmônico é $0,80\text{m}$.
- e) A velocidade de propagação da onda nessa corda, após ter sido afinada, é de 704m/s .

34. (PUC-PR) Instrumentos musicais de sopro, como saxofone, oboé e clarinete, empregam a ideia de onda sonora estacionária em tubos, pois são emitidas ondas sonoras de grande amplitude para as frequências de ressonância, ou harmônicos correspondentes.

Sobre este assunto, indique a alternativa incorreta.

- a) O harmônico fundamental num tubo sonoro aberto em ambas as extremidades tem um nó e um ventre.
- b) A extremidade fechada de um tubo sonoro fechado sempre corresponde a um nó.
- c) O comprimento de onda do harmônico fundamental num tubo fechado é igual ao quádruplo do comprimento do tubo.
- d) Em tubos abertos, todos os harmônicos podem existir; já em tubos fechados, apenas os harmônicos ímpares existem.
- e) Para um tubo fechado, a frequência do segundo harmônico é maior do que a do primeiro harmônico.

35. (UNITAU) Um corpo de massa m , ligado a uma mola de constante elástica k , está animado de um movimento harmônico simples. Nos pontos em que ocorre a inversão no sentido do movimento:

- a) são nulas a velocidade e a aceleração.
- b) são nulas a velocidade e a energia.
- c) o módulo da aceleração e a energia potencial são máximas.
- d) a energia cinética é máxima e a energia potencial é mínima.
- e) a velocidade, em módulo, e a energia potencial são máximas.

36. (OSEC-SP) Um móvel executa um movimento harmônico simples de equação

$$x(t) = 8 \cdot \cos\left(\frac{8}{\pi} \cdot t\right)$$

onde t é dado em segundos e x em metros. Após $2,0$ s, a alongação do movimento é:

- a) zero
- b) $2,0m$
- c) $3,5m$
- d) $5,7m$
- e) $8,0m$

37. (Projeto Med.) Um movimento harmônico simples é descrito pela função

$$x(t) = 7 \cos(4\pi t + \pi)$$

em unidades do $S.I.$. Nesse movimento, a amplitude e o período do movimento vale, em unidades de $S.I.$, respectivamente

- a) 7 e 1
- b) 7 e 0,5
- c) π e 4π
- d) 2π e π
- e) 2 e 1

38. (Projeto Med.) Uma partícula descreve uma trajetória circular com velocidade angular constante. A projeção ortogonal desse movimento sobre um diâmetro da circunferência descrita é um movimento

- a) retilíneo uniforme.
- b) harmônico simples.
- c) retilíneo uniformemente acelerado.
- d) retilíneo uniformemente retardado.
- e) harmônico acelerado.

39. (Projeto Med.) O período do Movimento Harmônico Simples (MHS) de um sistema massa-mola:

- a) depende da massa do ponto material em movimento.
- b) depende da amplitude de oscilação.
- c) independe da massa do ponto material.
- d) independe da constante elástica.
- e) independe da frequência de oscilação.

40. (Projeto Med.) Um corpo com uma massa de $220g$, preso a uma mola ideal de constante elástica $2500N/m$, descreve um Movimento Harmônico Simples de amplitude $12cm$. A velocidade do corpo, quando sua energia cinética iguala a sua energia potencial, é:

- a) $6,0m/s$
- b) $60m/s$
- c) $9,1m/s$
- d) $12m/s$
- e) $22m/s$