

ESCOLA BÁSICA E SECUNDÁRIA C/PE DA CALHETA

Física e Química A – 11.º Ano

Ficha de trabalho de iniciação F2.1 – n.º 1

Nome: _____ N.º: _____ Turma: _____

Unidade 2: Ondas e eletromagnetismo / Subunidade 2.1: Sinais e ondas.

2.1.1. Sinais e ondas. Classificação de ondas.

2.1.2. Onda periódica

2.1.3. Sinal sonoro

1. São vários os faróis instalados ao longo da costa portuguesa. Além de produzirem um poderoso sinal luminoso, muitos são ainda equipados com um sinal sonoro. Qual é a sua função?

Os faróis têm a função de auxílio à navegação, especialmente das pequenas embarcações com reduzidos recursos tecnológicos. O sinal luminoso emitido pelo farol propaga-se por dezenas de quilómetros foi concebido para comunicar com os navegadores que se estão a aproximar da costa. Esse sinal é complementado pelo sinal sonoro de aviso em dias de nevoeiro intenso.

2. Desde os tempos mais remotos até à atualidade, sempre se utilizaram sinais como meio de comunicação.

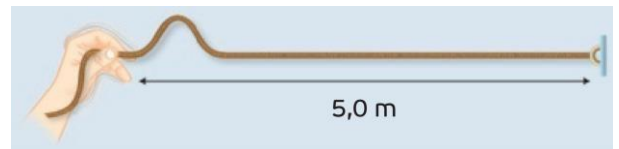
2.1. O que se entende por sinal?

É uma perturbação que ocorre localmente num meio e que pode conter informação.

2.2. Apresente dois exemplos de sinais utilizados para comunicar.

Envio de uma mensagem em código morse utilizando um sinal elétrico num telégrafo e o sinal sonoro do apito de uma arbitro numa partida de futebol.

3. Uma pessoa faz vibrar a extremidade de uma corda de acordo com a figura. Passados 1,5 s, a vibração atinge a outra extremidade da corda.



3.1. Que designação é atribuída à deformação causada na corda?

Pulso (é a deformação causada na corda).

3.2. Qual o módulo da velocidade com que se propagou a onda na corda?

$$v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{5}{1,5} = 3,3 \text{ m/s}$$

4. Um pulso propaga-se numa corda com uma velocidade de módulo $2,0 \text{ m s}^{-1}$.

4.1. Que distância terá percorrido o pulso em 3,0 s?

$$d = v \times \Delta t = 2 \times 3 = 6 \text{ m}$$

4.2. Indique, justificando, se o pulso teria percorrido a mesma distância numa corda com o dobro da espessura.

Como a corda tem o dobro da espessura o meio de propagação já será diferente. Uma vez que o módulo da velocidade de propagação de uma onda depende do meio de propagação, esta será diferente, e portanto, a distância percorrida pelo pulso não será a mesma

4.3. Por que motivo se pode dizer que foi gerada uma onda?

Como foi causada uma perturbação e esta se propagou pela corda, está-se perante o conceito de onda podendo afirmar-se que foi gerada uma onda.

5. A figura seguinte mostra a onda provocada pela queda de uma gota de água num pequeno charco.



- 5.1. Que designação se atribui à onda apresentada, atendendo ao modo de vibração? Justifique.

Designa-se onda transversal, uma vez que as partículas de água oscilam verticalmente, mas a onda propaga-se horizontalmente, ou seja, a oscilação faz-se numa direção perpendicular à propagação.

- 5.2. Indique, justificando, como se classifica a onda relativamente à sua natureza.

Trata-se de uma onda mecânica uma vez que necessita de um meio material para se propagar.

6. Duas molas, A e B, apresentam uma sequência de pulsos que se propagam ao longo das molas de acordo com a figura seguinte.



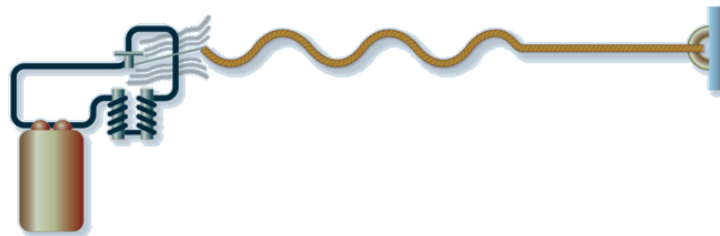
- 6.1. Classifique cada uma das ondas atendendo ao seu modo de vibração.

Onda A é transversal. A onda B é longitudinal.

- 6.2. Indique, justificando, se as ondas apresentadas são mecânicas ou eletromagnéticas.

São ondas mecânicas uma vez que o sinal se propaga ao longo da mola, ou seja, necessita de um meio material para se propagar.

7. A extremidade de uma corda foi presa à placa de vibração de uma campainha, de acordo com a figura que se segue.



Ao ligar a campainha, verifica-se que a placa de vibração realiza doze oscilações em cada segundo, provocando uma perturbação na corda que se propaga com uma velocidade de módulo $4,0 \text{ m s}^{-1}$.

- 7.1. Determine o intervalo de tempo que decorre entre o momento em que a campainha é ligada e o instante em que a onda atinge um ponto que dista $8,0 \text{ m}$ da extremidade da corda presa à placa de vibração.

$$\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{8}{4} = 2 \text{ s}$$

- 7.2. Calcule a frequência de oscilação do ponto referido na alínea anterior.

Todos os pontos apresentam a mesma frequência de oscilação.

$$f = \frac{n.^\circ \text{ de oscilações}}{\Delta t} = \frac{12}{1} = 12 \text{ Hz}$$

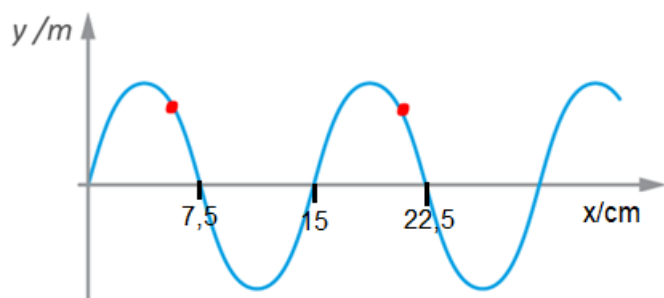
- 7.3. Qual é a distância entre duas cristas consecutivas, medidas paralelamente à direção de propagação da onda?

$\lambda = ?$ distância entre duas cristas consecutivas.

$$v = \frac{\lambda}{T} \Leftrightarrow \lambda = v \times T = v \times \frac{1}{f} = 4 \times \frac{1}{12} = 0,33 \text{ m}$$

8. Um dado mecanismo gera uma onda, com um comprimento de onda de 15 cm, que se propaga na horizontal. O movimento oscilatório contínuo na vertical da onda é repetido a cada 2,0 s.

8.1. Apresente um esboço da propagação da onda no espaço num determinado instante, representando dois pontos no mesmo estado de vibração.



8.2. Indique, justificando, se a onda gerada se pode considerar periódica.

Uma vez que o movimento do gerador da onda se repete em intervalos de tempo regulares, a onda gerada apresenta oscilações que se repetem regularmente pelo que considerar tratar-se de uma onda periódica.

8.3. Determine o módulo da velocidade de propagação da onda.

$$\lambda = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$$

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0,15 \text{ m}}{2 \text{ s}} = 0,075 \text{ m/s}$$

8.4. Se o movimento oscilatório passar a repetir-se a cada segundo, o que acontecerá aos módulos da velocidade de propagação e do comprimento de onda?

$$T = 1 \text{ s}$$

Como o meio de propagação mantém o módulo da velocidade de propagação também se mantém (a velocidade apenas depende do meio). Como o período diminui e para manter velocidade o comprimento de onda também diminui.

$$v = \frac{\lambda}{T} \Leftrightarrow v = \frac{\lambda}{T} \quad \downarrow \quad \downarrow$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{v}{0,5} = 2v \quad \lambda' = \frac{v}{f'} = \frac{v}{1} = v$$

$$v = \frac{\lambda_1}{T_1} = \frac{\lambda_2}{T_2}$$

O comprimento de onda (c.d.o.) irá diminuir para metade:

9. Uma onda propaga-se num determinado meio com uma velocidade de módulo $5,0 \text{ cm s}^{-1}$. A figura ao lado representa a forma da onda num dado instante.

Considere que cada divisão, quer na direção de vibração quer na de propagação da onda (x) corresponde a $1,0 \text{ cm}$.

9.1. Qual é o valor do comprimento de onda?

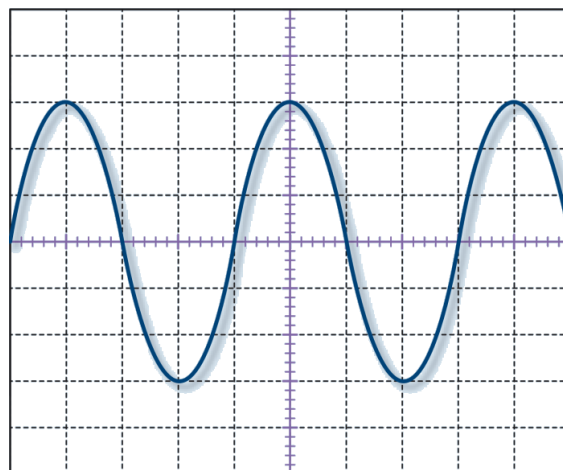
O c.d.o. são 4 divisões na horizontal.

$$\lambda = 4 \text{ cm} = 0,04 \text{ m}$$

9.2. Calcule a frequência da onda.

$$v = \lambda f \quad v = 5 \text{ cm/s} = 0,05 \text{ m/s}$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{0,05}{0,04} = 1,25 \text{ Hz}$$



9.3. Determine a frequência angular da onda e apresente a expressão da função que traduz este sinal harmónico.

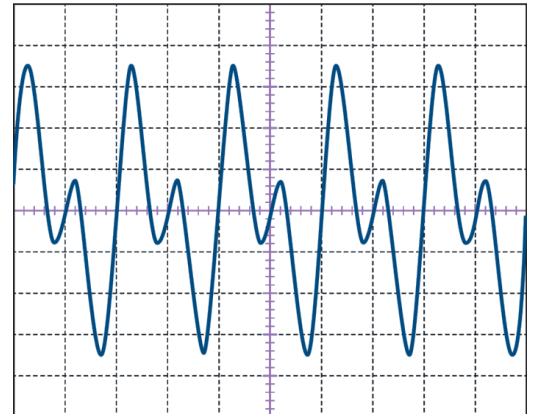
$$\omega = 2 \pi f = 2 \pi 1,25 = 7,9 \text{ rad /s}$$

$$Y = 0,03 \text{ sen } (7,9 t) \text{ (SI)}$$

10. A figura que se segue representa uma imagem captada no visor de um osciloscópio, um aparelho que permite visualizar sinais eléctricos. O sinal está representado em função do tempo de modo que cada divisão corresponde a 1,0 ms.

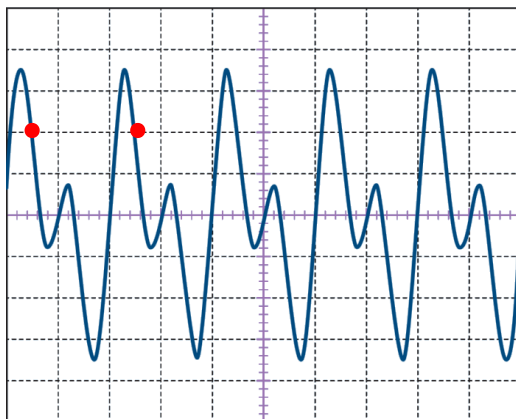
10.1. Indique, justificando, se o sinal apresentado traduz um sinal harmónico simples.

Trata-se de um sinal periódico no entanto não pode ser expresso pela função sinusoidal $y = A \text{ sen}(\omega t)$, logo não traduz um sinal harmónico simples. Trata-se de um sinal complexo.



10.2. Represente na figura dois pontos que se encontrem na mesma fase de vibração.

Por exemplo:



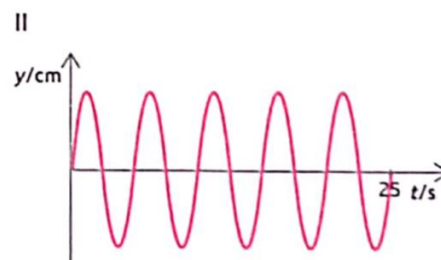
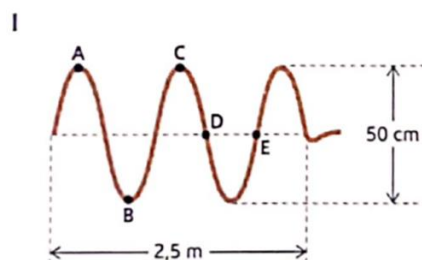
10.3. Determine o período e a frequência do sinal.

Período 2 divisões

$$T = 2 \times 1 \text{ ms} = 2 \text{ ms} = 2 \times 10^{-3} \text{ s}$$

$$f = \frac{1}{2 \times 10^{-3}} = 500 \text{ Hz}$$

11. Uma corda sob tensão está a ser agitada. A figura I (que não está à escala) mostra a corda num determinado instante; a figura II representa as posições do ponto A marcado na corda, ao longo do tempo.



11.1. Qual das seguintes afirmações não está correta?

- (A) Da figura II pode inferir-se que a onda é transversal. A figura II apenas traduz as posições de um ponto da corda ao longo do tempo.

- (B) A figura I traduz a periodicidade espacial da onda.
 (C) A figura II traduz a periodicidade temporal da onda.
 (D) A onda é periódica e sinusoidal.

11.2. Identifique dois pontos da corda no mesmo estado de vibração. R: A e C

11.3. Qual é a distância de um ponto da corda à sua posição de equilíbrio?

- (A) 50 cm (B) 25 cm (C) 2,5 m (D) 1,0 m

11.4. Quanto tempo dura a oscilação completa de um ponto da corda?

- (A) 25 s (B) 5 s (C) 2 s (D) 1 s

$$R: T = \frac{\Delta t}{n.^{\circ} \text{ de voltas}} = \frac{25}{5} = 5 \text{ s}$$

11.5. Quantas vezes por segundo oscila cada ponto da corda?

- (A) 25 (B) 5 (C) 0,2 (D) 0,04

$$R: f = \frac{1}{T} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ s}$$

11.6. Que equação, em unidades SI, pode traduzir as posições de um ponto da corda relativamente à sua posição de equilíbrio, y, ao longo do tempo, t?

- (A) $y = 25 \times \sin\left(\frac{2}{5}\pi t\right)$ (C) $y = 0,25 \times \sin(2\pi t)$
 (B) $y = 0,25 \times \sin\left(\frac{\pi}{5} t\right)$ (D) $y = 0,25 \times \sin\left(\frac{2\pi}{5} t\right)$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{5} \text{ rad s}^{-1}$$

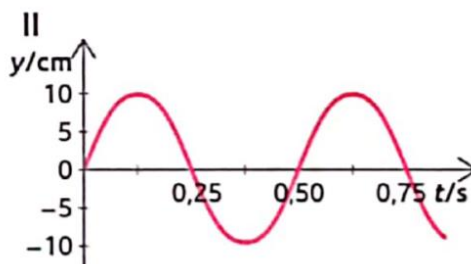
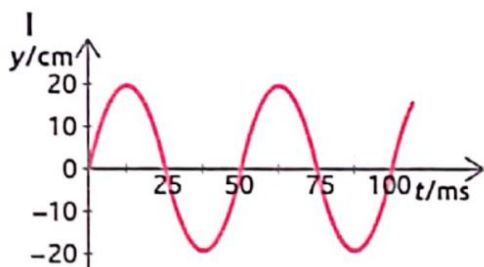
$$y = A \sin(\omega t) \Rightarrow y = 0,25 \times \sin\left(\frac{2\pi}{5} t\right)$$

11.7. Qual é a velocidade de propagação do sinal na corda?

$$v = \frac{d}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{2,5}{2,5 \times T} = \frac{2,5}{2,5 \times 5} = 0,2 \text{ m s}^{-1}$$

Como a distância é 2,5 m e faz 2,5 voltas, o tempo de 2,5 voltas é $\Delta t = 2,5 \times 5 \text{ s}$

12. A figura refere-se a dois sinais que se propagam, separadamente, no mesmo meio material com velocidade 5,0 m s⁻¹.



12.1. Qual é a distância mínima entre duas partículas na mesma fase de vibração quando se propaga o sinal I?

$$R: T_I = 50 \text{ ms} = 50 \times 10^{-3} \text{ s}$$

$$v = \frac{\lambda}{T} \Leftrightarrow \lambda = v \times T = 5,0 \times 50 \times 10^{-3} = 0,25 \text{ m}$$

12.2. Estabeleça a relação entre as frequências e os comprimentos de onda das ondas originadas por estes sinais.

$$\frac{T_{II}}{T_I} = \frac{0,50}{50 \times 10^{-3}} = 10 \Leftrightarrow T_{II} = 10T_I$$

$$\frac{f_{II}}{f_I} = \frac{1}{10} \Rightarrow f_{II} = \frac{f_I}{10}$$

$$\frac{\lambda_I}{T_I} = \frac{\lambda_{II}}{T_{II}} \Leftrightarrow \frac{T_{II}}{T_I} = \frac{\lambda_{II}}{\lambda_I} = 10$$

12.3. Indique, justificando, qual destas ondas transporta mais energia.

R: Onda I, pois este sinal tem maior amplitude e maior frequência que o sinal da onda II.

13. Os gráficos da figura representam a propagação de um sinal numa corda, da esquerda para a direita, em dois instantes separados por 0,20 s. Neste intervalo de tempo, o ponto P da corda não descreve uma oscilação completa.

13.1. Que periodicidade é representada nos gráficos?

R: Periodicidade espacial.

13.2. Determine o comprimento de onda, a velocidade de propagação e a frequência desta onda.

R: No intervalo de tempo referido a onda percorreu meio comprimento de onda, logo esse tempo corresponde a meio período. Assim:

$$T = 2 \times 0,20 = 0,40 \text{ s} ; \lambda = 0,40 \text{ m} ;$$

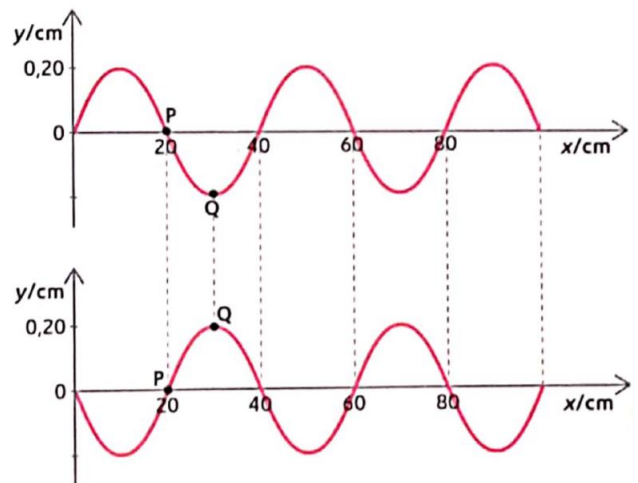
$$v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{0,40}{2 \times 0,20} = 1,0 \text{ m s}^{-1} \text{ e}$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{1,0}{0,40} = 2,5 \text{ Hz}$$

13.3. Qual das seguintes afirmações relativas à oscilação do ponto P da corda está correta?

- (A) P não vibra.
- (B) P vibra com a mesma frequência que Q.
- (C) P vibra com a amplitude de 0,40 cm.
- (D) P vibra com uma amplitude menor que a de Q.

A frequência de vibração de todos os pontos é a mesma.



14. A figura traduz o movimento de partículas de ar resultante da vibração de uma lâmina metálica.

Considere que a onda se propaga no ar com uma velocidade de módulo 343 m s^{-1} e que a distância entre duas zonas de grande densidade de partículas é 0,779 m.

14.1. Classifique a onda apresentada na figura.

É uma onda mecânica longitudinal, pois é necessário um meio material de propagação e a direção de propagação é paralela à direção de vibração.

14.2. Indique, justificando, se a imagem pode corresponder a uma onda sonora.

Sim, a imagem pode corresponder a uma onda sonora pois trata-se de uma onda de pressão, com sucessão de zonas de compressão e rarefação do ar, que se propagam com uma determinada velocidade ao longo do meio material.

14.3. Como se designam as zonas de maior densidade de partículas e as zonas de menor densidade de partículas?

As zonas de maior densidade de partículas são zonas de compressão e as zonas de menor densidade de partículas são zonas de rarefação.



14.4. Determine a frequência de vibração da lâmina.

$$v = 343 \text{ m/s} \quad \lambda = 0,779 \text{ m}$$

$$v = \lambda f \Leftrightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{343}{0,779} = 440 \text{ Hz}$$

14.5. Se a amplitude de pressão da onda for 5,0 Pa, apresente a expressão que traduz a variação da pressão num ponto do meio para um dado instante t .

$$p_0 = 5 \text{ Pa (Pascal)}$$

$$\omega = 2 \pi f = 2 \pi 440 = 880 \pi \text{ rad/s}$$

$$p = 5 \sin(880 \pi t) \text{ (Pa)}$$

15. Para analisar as ondas sonoras, um aluno percute, com o respetivo martelo, um diapásão cuja frequência é 285 Hz.

15.1. Faça um esboço da onda de pressão criada pela vibração do diapásão e represente:

- (A) dois pontos na mesma fase de vibração;
- (B) um ponto que se encontre numa zona de compressão;
- (C) um ponto que se encontre numa zona de rarefação.



(A) pontos A e B;

(B) A ou B

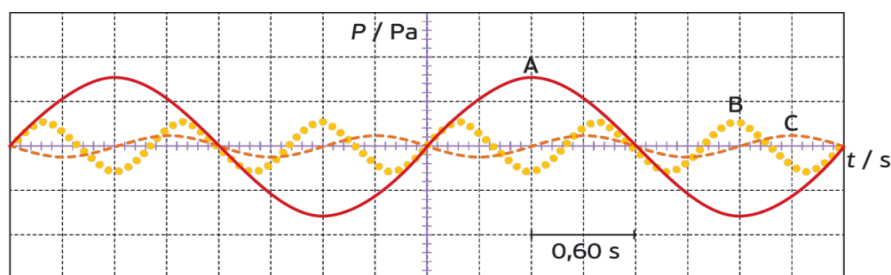
(C) C

15.2. Considerando que o som se propaga no ar (a 20 °C) com velocidade de módulo 343 m s⁻¹, qual é o valor do comprimento de onda da onda sonora produzida pelo diapásão?

$$v_{\text{som (ar 20 °C)}} = 343 \text{ m/s} \quad f = 285 \text{ Hz}$$

$$v = \lambda f \Leftrightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{343}{285} = 1,20 \text{ m}$$

16. A imagem que se segue representa a variação de pressão numa posição ao longo do tempo com a passagem de três ondas sonoras, A, B e C.



16.1. Qual é a onda que corresponde ao som mais alto?

Onda B, pois é a onda sonora de maior frequência.

16.2. Indique a onda que corresponde ao som mais forte. Justifique.

Onda A, pois é a onda que apresenta maior amplitude de pressão.

16.3. Qual é o período da onda A?

$$T_A \text{ oito quadrículas (2 quadrículas} = 0,60 \text{ s} \Rightarrow 1 \text{ quadrícula} = 0,30 \text{ s)}$$

$$T_A = 8 \times 0,30 = 2,4 \text{ s}$$

16.4. Qual a frequência da onda B.

1 oscilação completa da onda B são 2,5 divisões.

$$2,5 \times 0,30 = 0,75 \text{ s}$$

$$T_B = 0,75 \text{ s logo } f_B = \frac{1}{0,75} = 1,33 \text{ Hz}$$

17. Considere três sons puros A, B e C que se propagam no ar a 20 °C, cujas variações de pressão ao longo do tempo são expressas pelas funções sinusoidais ($v_{\text{som}}(20 \text{ °C}) = 343 \text{ m s}^{-1}$):

$$P_A = 3 \times 10^{-3} \text{ sen}(6283 t) \text{ (SI)}$$

$$P_B = 3 \times 10^{-1} \text{ sen}(4398 t) \text{ (SI)}$$

$$P_C = 3 \times 10^2 \text{ sen}(5655 t) \text{ (SI)}$$

- 17.1. Como se pode justificar que se trata de um som puro?

Trata-se de um som puro porque as funções sinusoidais fornecidas correspondem a uma onda sonora harmónica.

- 17.2. Identifique, justificando, o som mais alto e o som mais forte.

$\omega = 2 \pi f$, portanto ω e f são diretamente proporcionais.

O som mais alto é o A, pois apresenta maior frequência.

O som mais forte é o C pois apresenta maior amplitude (3×10^2)

- 17.3. Determine o comprimento de onda do som B.

$$\omega = 4398 \text{ rad/s}$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{4398}{2\pi} = 700 \text{ Hz}$$

$$v = \lambda \cdot f \Leftrightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{343}{700} = 0,490 \text{ m}$$

18. Durante um ensaio, uma flauta e um clarinete emitem um som com a mesma altura, sendo mais forte o som do clarinete. O professor de música encontra-se à mesma distância dos dois instrumentos.

- 18.1. Que tipo de onda sonora é emitida por esses instrumentos musicais?

Onda sonora periódica complexa.

- 18.2. Qual será o som que chegará com mais intensidade ao professor?

Durante a propagação do som, a onda sonora vai perdendo energia, sendo menor a intensidade com que chega ao recetor. Contudo, sendo a distância dos instrumentos ao professor iguais, como o som emitido pelo clarinete é mais forte, chegará com mais intensidade ao professor.

- 18.3. Indique, justificando, se estão a emitir a mesma nota musical.

Se o som emitido tem a mesma altura, tem a mesma frequência logo corresponde à mesma nota musical.

- 18.4. Será possível distinguir o som emitido por esses dois instrumentos?

Embora apresentem a mesma frequência, como são sons emitidos por instrumentos diferentes, a onda sonora complexa terá uma forma diferente, pelo que é possível distinguir o som emitido por esses dois instrumentos pelo seu timbre.