

1. As ondas como transportadoras de energia.

Para se perceber como se processa a comunicação de informação a curtas distâncias e a longas distâncias, tem de se compreender o modelo ondulatório e saber o que é o movimento harmónico simples.

Quando se provoca uma deformação num meio elástico, por exemplo numa região de superfície livre da água em repouso, põe-se em jogo uma certa quantidade de energia mecânica que é transportada pela onda. A onda progride na superfície livre da água, continuamente e, no caso de encontrar pequenos corpos flutuantes, transmite-lhes energia que os põe em movimento. A amplitude, a frequência e a velocidade determinam a quantidade de energia que a onda transmite; quanto maiores forem os seus valores maior quantidade de energia é transmitida, parcialmente na forma de energia potencial e parcialmente na forma de energia cinética.

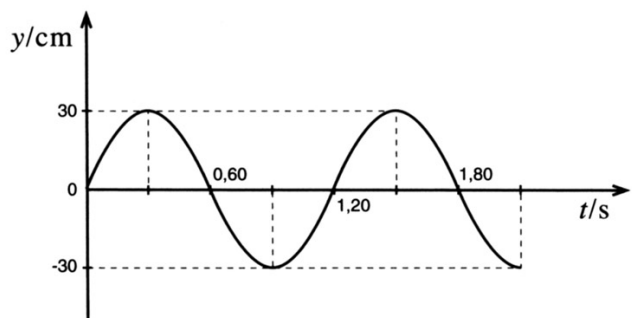
As ondas podem ser classificadas de modos diferentes consoante as características que se pretende evidenciar. Assim, conhecem-se ondas mecânicas e ondas electromagnéticas, ondas transversais e longitudinais, ondas aperiódicas e periódicas, ondas esféricas, ondas planas e ondas unidireccionais.

1.1. Considere as ondas que resultam da propagação de uma perturbação nas seguintes situações:

- I. Campainha tocar
- II. Abalo sísmico
- III. Pedra que cai na superfície da água em repouso
- IV. Compressão de algumas espirais de uma mola em hélice, que depois se abandonam.
- V. Lâmpada acesa.
- VI. Deslocação vertical brusca, da extremidade de uma corda horizontal tensa, que depois regressa à posição inicial.

Escreva um texto no qual faça a classificação das ondas que resultam destas perturbações, acompanhada da respectiva justificação.

1.2. Admita que a extremidade de uma corda muito comprida está animada de movimento harmónico simples, rectilíneo vertical, de amplitude A e período T , que se propaga com velocidade v . A figura 1 representa a elongação y da extremidade da corda no decorrer do tempo t .



- 1.2.1. Calcule o n.º de oscilações que a extremidade da corda executa por unidade de tempo. (R. 0,83 Hz)

- 1.2.2. Escreva, no SI, a equação que descreve a função $y=f(t)$ da extremidade da corda.
- 1.3. A velocidade de propagação da onda ao longo da corda referida na alínea anterior, tem módulo 10 m/s. Selecciona as opções verdadeiras e as falsas.
- (A) A distância entre duas cristas sucessivas é 60 cm.
 - (B) A onda percorre 24 m em 2,0 segundos.
 - (C) A extremidade da corda afasta-se no máximo 30 cm da posição em que estava no equilíbrio.
 - (D) O período das oscilações para outros pontos da corda é igual ao período de oscilação da extremidade da corda.
 - (E) O valor da frequência de vibração da extremidade da corda é de 0,56 Hz.
 - (F) A propagação da vibração ao longo da corda tem o comprimento de 12 m.
 - (G) Se a amplitude da vibração aumentar, a velocidade de propagação da onda diminui.
2. Uma bola de massa m , flutuando na água, sobe e desce quando atingida por ondas que se propagam à superfície. A energia cinética transferida para a bola é dada por $\frac{1}{2}m\omega^2(A^2 - y^2)$ e a sua energia potencial por $\frac{1}{2}m\omega^2 y^2$.
- 2.1. Por que razão a bola sobe e desce mas não avança com a onda?
- 2.2. Calcule os valores da elongação do centro de massa da bola para os quais a energia cinética e a energia potencial da bola têm valores iguais. (R: $\pm\sqrt{\frac{1}{2}}A$)
3. Os golfinhos emitem e detectam ultra-sons, capacidade esta que utilizam para localizar obstáculos com que se deparam nas águas dos mares.
- Num determinado instante, um golfinho emitiu um ultra-som de frequência 10 kHz e detectou o seu eco passado 4,0 s. Sabendo que a velocidade de propagação do som na água do mar é 1560 m/s, determina.
- 3.1. A distância a que se encontra o obstáculo. (R: 3,1 km)
- 3.2. Caso o obstáculo e o golfinho se encontrassem à superfície da água, qual seria o tempo decorrido desde a emissão até à detecção do sinal? (R: ~18 s)
-

4. Um sinal harmónico simples propaga-se através de uma onda harmónica com a fase inicial nula, tendo a amplitude de 20 cm e o período de 2 s .

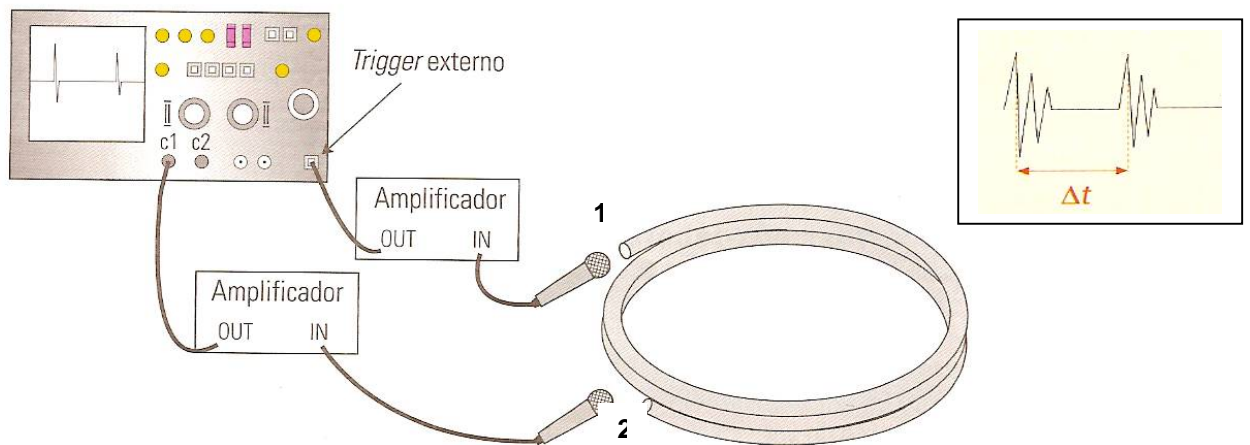
4.1. Escreve a expressão matemática que relaciona o valor do deslocamento do oscilador e a amplitude.

4.2. Representa graficamente a onda harmónica.

5. Para determinar a velocidade do som na Escola Secundária José Saramago usou-se um sensor microfone, a interface CBL2 e a calculadora gráfica, mas podemos usar o osciloscópio para fazer esta determinação.

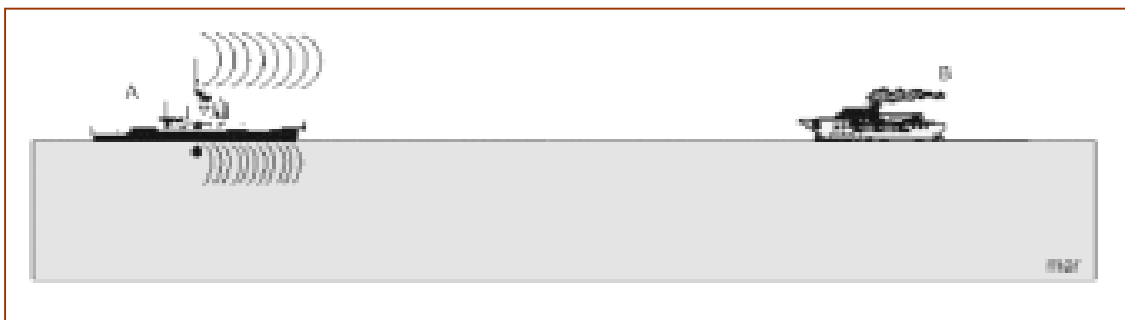
Utilizando a seguinte montagem e criando um som de curta duração, junto à extremidade da mangueira que está em frente do microfone 1 observam-se no osciloscópio dois pulsos (sinais de curta duração).

O primeiro pulso corresponde ao som inicial e o segundo pulso corresponde ao som captado pelo microfone 2, depois de percorrer a mangueira.



Considerando que o comprimento da mangueira é 20 m e sabendo que a posição do comando TIME/DIV é 50 ms e o número de divisões horizontais entre os dois pulsos é 1,2, determine a velocidade do som no ar nesta situação.

6. Um método utilizado, no início do século XX, para sinalizar a presença de barcos-farol quando havia nevoeiro, consistia no seguinte: o barco-farol (A) emitia um sinal sonoro por uma sirene situada num ponto elevado do barco e, simultaneamente, outro sinal sonoro por um emissor (um gongo) situado debaixo de água. Ambos os sinais podiam ser detectados por outros barcos. Os tripulantes de um barco (B) que se encontrasse na vizinhança obtinham a distância ao barco-farol cronometrando o intervalo de tempo entre a chegada dos dois sinais sonoros (figura). (Exame de 2006)



- 6.1. Suponha que a temperatura do ar é de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ e que a temperatura da água do mar é de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Calcule, utilizando dados da tabela 3 que considere apropriados, a distância entre os dois barcos se os dois sinais sonoros forem detectados pelo barco (B) com uma diferença de 9 s. Despreze os efeitos dos ventos e das correntes marítimas na propagação do som. Apresente todas as etapas de resolução.

Tabela

Gases	
Material	Velocidade do som / ms^{-1}
Hidrogénio (0°C)	1286
Hélio (0°C)	972
Ar (20°C)	343
Ar (0°C)	331
Líquidos a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$	
Material	Velocidade do som / ms^{-1}
Glicerina	1904
Água do mar	1533
Água	1493
Mercúrio	1450

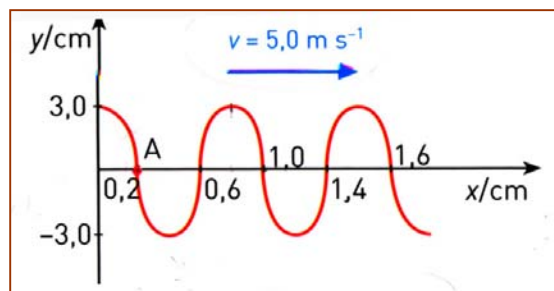
6.2. Ondas sonoras utilizadas para detecção de objectos submersos (ondas de sonar) têm comprimento de onda da ordem de 30 cm. Ondas electromagnéticas com o mesmo comprimento de onda são utilizadas no radar.
Indique duas diferenças nas características destes dois tipos de onda.

6.3. Uma partícula de um meio em que se propaga uma onda efectua um movimento oscilatório harmónico simples. A equação que exprime a posição, x , da partícula que efectua este movimento, em função do tempo, t , é $x = 2,0 \times 10^{-2} \sin 24 \pi t$ (SI).

Seleccione a alternativa **CORRECTA**.

- (A) A amplitude do movimento é de 24 m.
 - (B) A frequência angular do movimento é de $24 \pi \text{ rad s}^{-1}$.
 - (C) O período do movimento é de $2,0 \times 10^{-2} \text{ s}$.
 - (D) A frequência angular do movimento é de 24 s^{-1} .
-

7. A figura seguinte mostra a propagação de uma onda sinusoidal na direcção do eixo dos xx .



7.1. Qual o comprimento de onda?

(R: 0,8 cm)

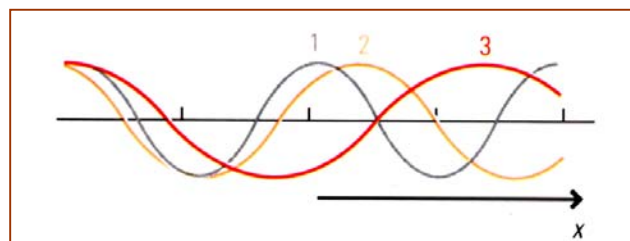
7.2. Calcule a frequência e o período de vibração que originou a onda.

(R: 625 Hz e $1,6 \times 10^{-3}$ s)

7.3. Esboçar o gráfico que traduz a vibração da partícula do meio assinalada pela letra A. ($y=f(t)$).

7.4. Esboçar o gráfico de $y=f(x)$ da propagação da mesma vibração num meio onde a velocidade de propagação seja dupla.

8. A figura representa três ondas correspondentes aos sons 1, 2 e 3 que se propagam no ar num dado instante. Indique as afirmações verdadeiras e as falsas justificando.



[Nota: A intensidade é a energia por unidade de tempo e por unidade de área (unidade SI - W/m^2), sendo que a energia de uma onda depende da amplitude e da frequência.]

(A) Os três sons possuem a mesma altura.

(B) Os sons são igualmente intensos.

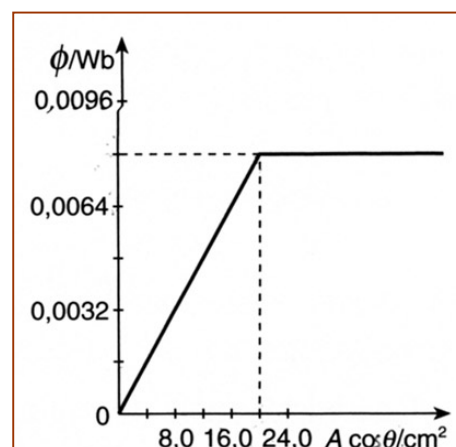
(C) O som 3 é mais grave que o som 1.

(D) O som 3 é menos intenso que o som 1.

(E) O som 1 pode corresponder a um "ré" e o som 2 a um "sol".

9. Uma espira condutora que delimita uma superfície de área A encontra-se num campo magnético uniforme. Durante 0,50 s alterou-se, a uma velocidade constante, a sua posição em relação às linhas de campo magnético.

Na figura ao lado está representada a variação do fluxo magnético que atravessa a espira em função da sua posição da sua posição relativa, $A \cos \theta$.



9.1. Indique, fundamentando a sua resposta, qual a área da superfície delimitada pela espira.

(R: 20,0 cm^2)

9.2. Determine a intensidade do campo magnético onde a espira se encontra. (R: 4,0 T)

9.3. Calcule o módulo da força electromotriz induzida na espira no intervalo de 0,50 s.

(R: $1,6 \times 10^{-2}$ V)

10. Um som puro foi captado por um microfone, ligado a um dos canais de um osciloscópio, cuja base de tempo, ao ser regulada para $0,5 \text{ ms/divisão}$, permitiu visualizar uma figura em que 5 períodos do sinal correspondem a 9,4 divisões.

10.1. Indique qual a função que melhor representa o sinal eléctrico observado no osciloscópio.

10.2. Determine o período do sinal e a incerteza experimental que lhe está associada. (R: $0,94 \pm 0,01 \text{ ms}$).

10.3. Calcule a frequência do sinal. (R: $1,06 \times 10^3 \text{ Hz}$)

11. Uma bobina, constituída por N espiras de área 20 cm^2 , é atravessada por um fluxo magnético de $3,0 \times 10^{-5} \text{ Wb}$, quando o seu eixo define um ângulo de 60° com a direcção do campo magnético uniforme, de intensidade $3,0 \times 10^{-3} \text{ T}$, onde se encontra.

Determine o n.º de espiras da bobine. (R: 10 espiras)

12. Um ião sódio (Na^+) numa solução aquosa está sujeito a uma força eléctrica por estar de um ião cloreto (Cl^-).

A intensidade da força a que o ião sódio está sujeito é $1,0 \times 10^{-3} \text{ N}$.

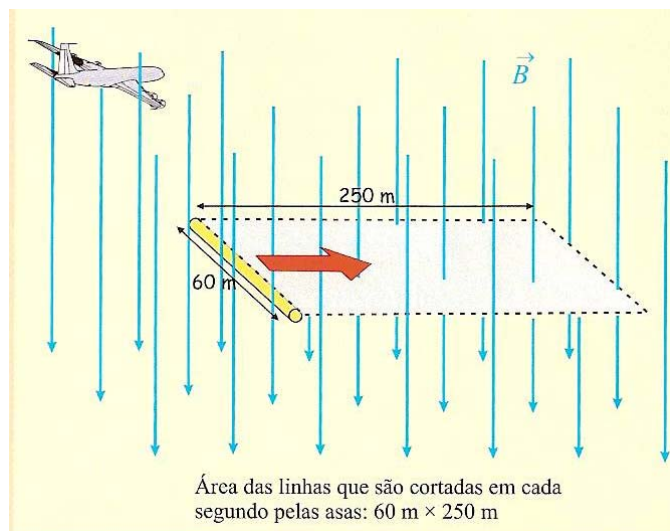
$$q_{\text{protão}} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

12.1. Represente as forças a que ficam sujeitos os dois iões devido à interacção mútua. Relacionar os seus módulos, justificando.

12.2. Defina campo eléctrico num ponto num ponto P devido à presença na vizinhança de uma carga eléctrica Q.

12.3. Calcule a intensidade do campo eléctrico criado pelo ião Cl^- , num ponto onde está colocado o ião sódio. (R: $6,3 \times 10^{15} \text{ NC}^{-1}$)

13. Um avião cujas asas têm a envergadura de 60 m , move-se com velocidade de 250 m s^{-1} , perpendicularmente às linhas de campo magnético terrestre, que nessa região tem a intensidade de $5,0 \times 10^{-4} \text{ T}$. Determine a f. e. m. entre as duas extremidades das asas, considerando-as como um condutor contínuo.



(R: $-7,5 \text{ V}$ ou $7,5 \text{ V}$ se for o módulo)