

# Didáctica da Física I

Ano lectivo 2008/09

Folha de exercícios nº2

## Ondas e Fenómenos Eléctricos

1. Ao longo do eixo dos  $xx'$  propaga-se uma onda transversal cuja equação de propagação é

$$y_1(x, t) = 0,002 \cos\left(2\pi t - \frac{2\pi}{3} x\right).$$

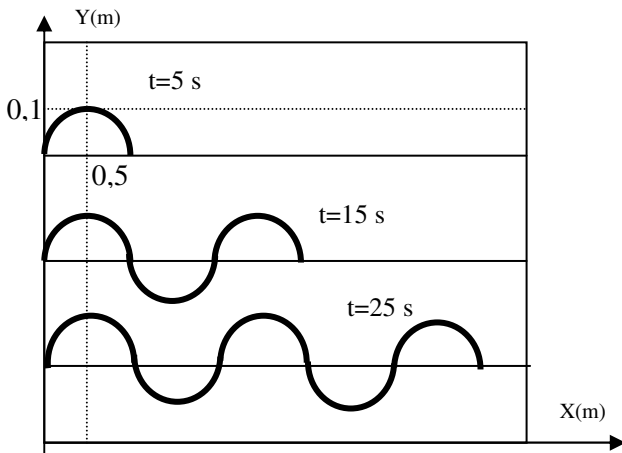
Ao ponto  $x = 2\text{m}$  chega simultaneamente uma outra onda propagando-se na mesma direcção e sentido e que na ausência da primeira, imprimiria a este ponto um MHS traduzido pela equação

$$y_2(t) = 0,002 \cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{4}\right).$$

Determinar:

- a velocidade de propagação da 1ª onda;
  - a equação do MHS que o ponto em  $x = 2\text{m}$  executaria se apenas se propagasse a 1ª onda;
  - a amplitude, frequência e fase do movimento desse ponto, resultante da sobreposição das duas ondas.
2. Como se modifica a frequência fundamental do som emitido por uma corda vibrante de um instrumento musical se:
- for reduzido a metade o seu comprimento;
  - for quadruplicada a sua tensão;
  - for duplicado o seu diâmetro.

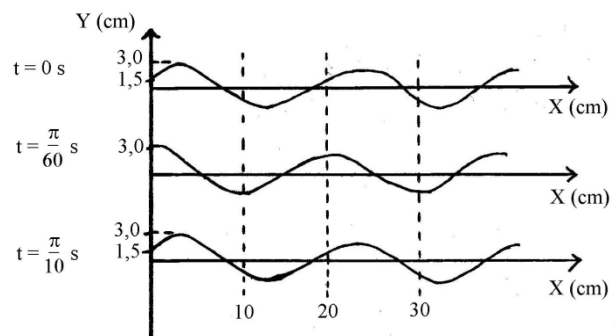
3. (*exame*) Numa corda, de massa 1 kg e comprimento 10 m, propaga-se uma onda sinusoidal. Foram tiradas 3 fotografias a essa corda intervaladas de 10 s, como mostra a figura, onde se vê a propagação da perturbação com origem na extremidade esquerda da corda.



- Determine a amplitude da onda.
- Determine o comprimento de onda, c.d.o..
- Calcule o instante em que a onda atinge a extremidade direita da corda.
- Escreva a equação de propagação desta onda.
- Calcule a velocidade máxima do ponto de abscissa 3m.

4. (*exame*) A figura representa três “instantâneos” de uma corda onde se propaga uma onda transversal, observada durante o 1º ciclo do movimento.

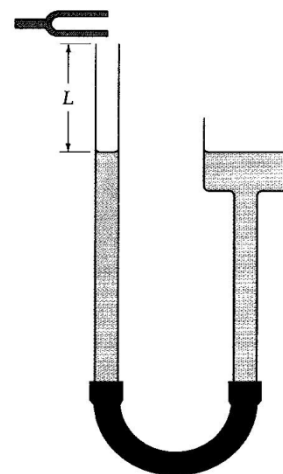
- Indicar a frequência, a amplitude e o comprimento de onda deste movimento ondulatorio.
- Calcular a velocidade de propagação da onda, indicando o sentido em que se propaga.



- c) Escrever a equação deste movimento ondulatório e determinar qual é o primeiro instante, a partir do início da contagem do tempo, em que a partícula de abcissa  $x = 10$  cm passa pela posição  $y=0$ ; calcule a velocidade desta partícula no instante  $t = \pi/10$  s.
- d) Considerar que esta corda se encontra ligada a uma segunda corda com uma densidade linear de massa dupla. Como se alteram as características da onda quando esta se propaga de um corda para a outra?

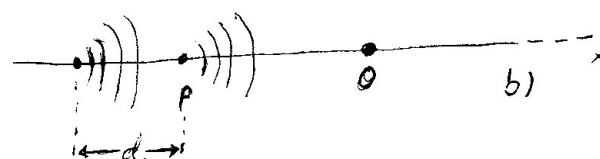
5. (exame) A seguinte experiência pode ser realizada para determinação da velocidade do som:

Um diapasão vibrando a 256 Hz é mantido sobre um cilindro quase cheio de água cuja altura pode ser ajustada elevando ou descendo o reservatório da direita (ver figura). Inicialmente o som audível é fraco, mas se uma determinada quantidade de água for retirada do cilindro, o som torna-se bem forte. Quanto isto acontece, o som audível consiste numa sobreposição de ondas causadas pelas vibrações do diapasão mais as causadas pelas vibrações idênticas provenientes da coluna de ar (efeito do eco). Se a altura da coluna de ar correspondente ao som mais intenso for  $L = 0,31$  m e se se considerar que o nó de pressão (um ventre da oscilação) está exactamente localizado na boca do cilindro:



- Determinar a velocidade do som no ar.
- Determinar as sucessivas alturas  $L$  da coluna de ar para as quais o som se tornará novamente muito fraco e muito forte.
- Indicar as diferenças que seriam observadas se esta experiência fosse realizada no alto da Serra da Estrela?
- Quando se encosta ao ouvido um búzio do mar é vulgar dizer que se “ouve o mar”. Explique.

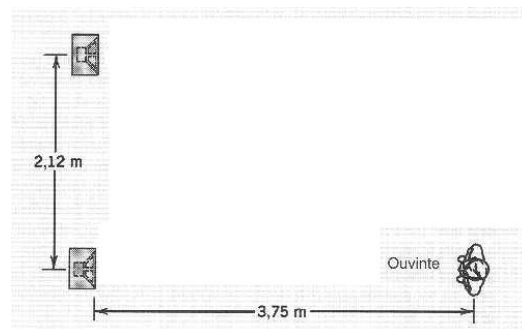
6. (exame) O Rui instalou duas pequenas fontes sonoras coerentes (que produzem um som puro com uma frequência de 680 Hz, mesma amplitude e fase) no ponto  $P$  da figura. A sua amiga Ângela está situada no ponto  $O$  distante 2 m de  $P$ , segurando um microfone para registo do sinal sonoro. A velocidade do som no ar é 340 m/s.



- Como varia a intensidade do som detectado no microfone quando a Ângela se afasta do ponto  $O$ ?
- Com a Ângela posicionada no ponto  $O$ , o Rui afasta uma das fontes sonoras segundo a direcção da recta  $PO$  (eixo  $OX$ , figura b). Analise a variação do som audível e detectado no microfone em função da posição de afastamento,  $d$ , das fontes sonoras. Considere as situações em que  $d$  é igual a 25, 37,5 e 50 cm.

- c) Se o som pudesse ser descrito, numa propagação a uma dimensão, como a vibração de “partículas de ar” em torno da sua posição de equilíbrio, qual seria a equação da onda gerada por uma destas fontes sonoras? Considere que  $A$  é o afastamento máximo dessas “partículas” da sua posição de equilíbrio e que no instante inicial a partícula em  $x = 0$  m começa a oscilar deslocando-se no sentido negativo do eixo OX.

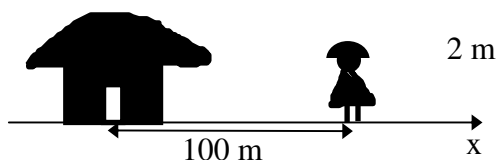
7. (exame) Dois altifalantes estéreos estão separados por uma distância de 2,12 m (ver figura). Suponha que a velocidade do som é 330 m/s e que a amplitude do som proveniente de cada um deles é aproximadamente a mesma na posição do ouvinte, que está a 3,75 m, directamente à frente de um dos altifalantes (ver figura 2).



- Para que frequências, na região do audível (20 – 20000 Hz), haverá um sinal sonoro mínimo?
- Para que frequências o som será máximo?

Considere agora que desliga um dos altifalantes e o sinal produzido pelo outro é composto pelas seguintes frequências: 115, 330, 445, 550, 660 e 720 Hz todas elas emitidas com a mesma amplitude. Considere também que o ouvinte só pode ouvir os sons através dum tubo com comprimento 0,5 m que se encontra encostado ao seu ouvido. Quais destas frequências serão mais audíveis? Quais é que não serão audíveis?

8. (exame) Muitos habitantes da cidade chinesa Tangsham relataram que, durante o tremor de terra de Julho de 1976, foram atirados ao ar, até uma altura de **2 m**, como que levando um empurrão.

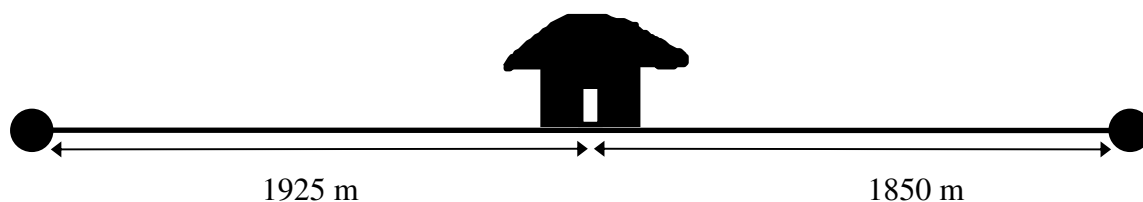


- Partindo do princípio que o movimento vertical era sinusoidal puro com a frequência de **1 Hz**, qual a amplitude da onda necessária para provocar o movimento de ascensão (até à altura de **2 m**) dos habitantes chineses?

b) Se o comprimento de onda desta onda for **50 m**, e esta se propagar no sentido negativo do eixo dos  $xx$ , quanto tempo demora a atingir a casa da figura? (Considere o instante inicial aquele em que a onda atinge o chinês)

c) Escreva a equação de propagação da onda.

d) Suponha agora que a casa chinesa está à distância de **1925** e de **1850 m** de dois epicentros sísmicos. Suponha ainda que estes epicentros são fontes de onda coerentes, com c.d.o de **50 m**. Diga se a casa do chinês está num ponto de interferência construtiva ou destrutiva ou nem uma coisa nem outra.



9. (*exame*) Considere um violino com quatro cordas de tripa (densidade  $1.276 \text{ g/cm}^3$ ) com diâmetros diferentes. A parte vibrante de uma corda tem dois pontos fixos: uma ponta onde a corda passa no cavalete do violino e a outra na zona onde a corda está pressionada contra o braço do violino pelo dedo da violinista. A distância máxima entre os pontos fixos é de 42 cm. Na tabela a seguir são dadas, correspondentes à afinação diatónica em *C-major*, as massas por unidade de comprimento (em g/m) e as tensões (em N) das várias cordas.

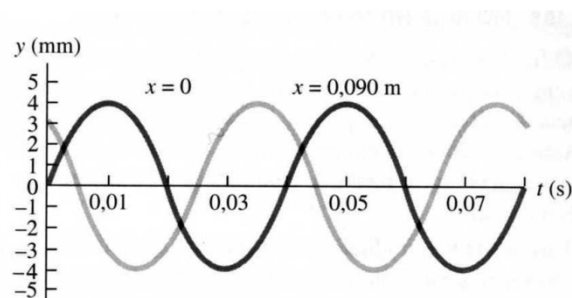
corda	tensão (N)	massa (g/m)
<i>G</i>	35	1.35
<i>D</i>	50	0.85
<i>A</i>	70	0.55
<i>E</i>	80	0.28

- Explique o que são harmónicas.
- A que distância do cavalete tem a violinista que prender a corda *D*, para que possa produzir nela a nota *B* (480 Hz).
- Em quais das cordas pode a violinista tocar a nota *A* (427 Hz)? Justifique a resposta.

10. (*exame*) Três fios, cada um com comprimento  $L$ , são ligados em série através das suas extremidades formando um fio de comprimento  $3L$ . As densidades lineares dos três fios são,  $\mu_1$ ,  $\mu_2 = 4\mu_1$  e  $\mu_3 = \mu_1/4$ . Sendo  $T$  a tensão a que o conjunto dos fios fica sujeito, determinar em função de  $\mu_1$ ,  $T$  e  $L$ :

- o tempo total que uma onda transversal leva a percorrer o comprimento total  $3L$ . Dependerá o valor desse tempo da ordem em que os fios se encontram ligados?
- Como variam a amplitude, o comprimento de onda e a frequência da onda transversal quando esta se propaga nos três fios?
- Considere que uma formiga de massa  $m$  está tranquilamente em repouso (antes da onda alcançar o ponto onde se encontra) sobre a segunda corda e que o movimento do fio está no plano vertical. Sendo  $\lambda_1$  o c.d.o. na região do primeiro fio, qual deverá ser a amplitude mínima da onda para que a formiga fique repentinamente com um peso aparente nulo? Suponha que a massa da formiga é suficientemente pequena para que a sua presença não altere a propagação da onda.

11. (*exame*) Uma onda transversal propaga-se numa corda esticada segundo a direcção do eixo dos  $xx'$ . As posições dos pontos da corda situados em  $x=0$  e  $x=0.090 \text{ m}$  em função do tempo são ilustrados na figura. O comprimento de onda é superior à distância entre estes dois pontos.



- Determinar a equação da onda que se propaga na corda considerando que a onda se propaga no sentido positivo do eixo dos  $xx'$ .
- Repetir a alínea a) considerando que a onda se propaga no sentido negativo do eixo dos  $xx'$ . (atenção: poderá não ser suficiente trocar o sinal à velocidade)
- Seria possível responder inequivocamente às alíneas anteriores sem considerar que o comprimento de onda é superior à distância entre os dois pontos referidos? Justifique.
- A densidade linear de massa desta corda é  $0,1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}$ . Qual a tensão a que ela está sujeita quando a onda se propaga no sentido positivo do eixo  $xx'$ ? Qual é a energia média transportada por unidade de tempo pela onda?

12. Ao passar corrente eléctrica estacionária num fio condutor MN, onde o campo eléctrico está orientado de M para N, qual é o comportamento dos electrões no fio?

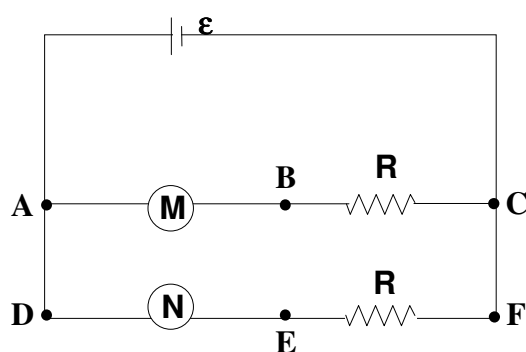
- Todos passam a mover-se paralelamente e ordenadamente de M para N.
- Todos passam a mover-se paralelamente e ordenadamente de N para M.
- Continuam a ziguezaguear com ligeiro arrastamento para o lado de M.
- Continuam a ziguezaguear com ligeiro arrastamento para o lado de N.
- Continuam a ziguezaguear aleatoriamente.



A um fio de prata, com resistividade  $\rho=1.51 \times 10^{-6} \Omega\text{cm}$ , aplica-se um campo eléctrico  $E=100 \text{ V/cm}$ . Calcule a velocidade de deriva (*drift*) dos electrões.

(a massa específica da prata é  $10.5 \text{ g/cm}^3$  e o peso atómico é  $107.870$ )

13. Nas 3 situações que se seguem, só uma resposta está certa. Selecciona-a e justifique a selecção.



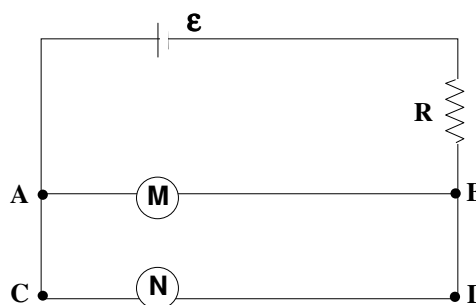
I) A fonte de tensão  $\epsilon$  na figura não tem resistência interna. As lâmpadas M e N estão acesas. Retira-se a N.

- A lâmpada M brilha mais.
- $V_D - V_E = 0$ .
- $V_D - V_E$  mantém o valor que tinha antes.
- $V_D - V_E$  aumenta.

II) A fonte de tensão  $\epsilon$  na figura não tem resistência interna.

As lâmpadas M e N estão acesas. Retira-se a N.

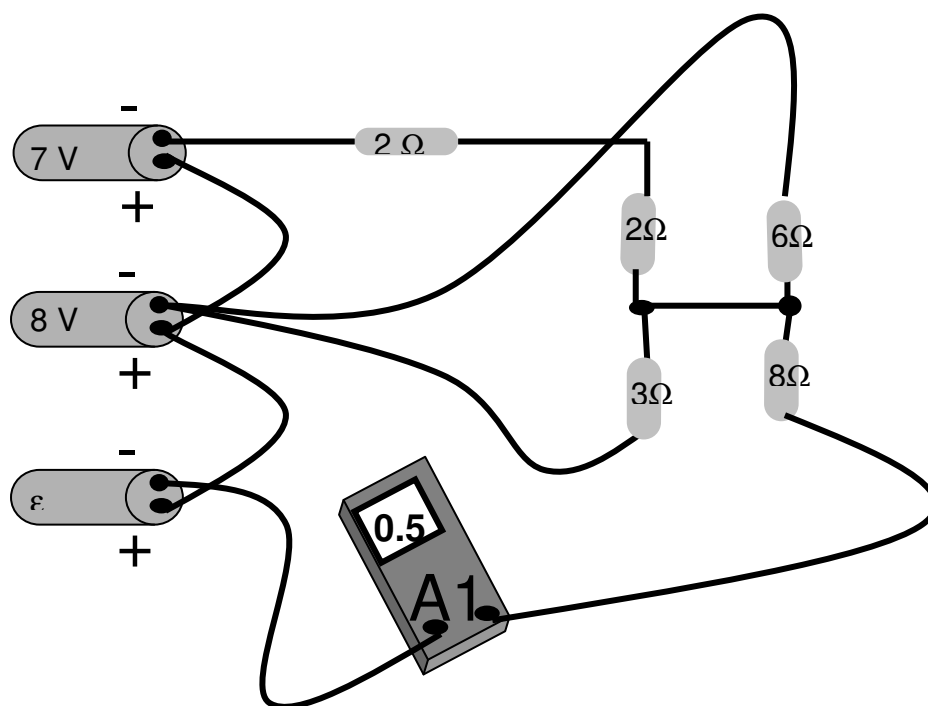
- A lâmpada M brilha mais.
- $V_C - V_D = 0$ .
- $V_C - V_D$  mantém o valor que tinha antes.
- $V_C - V_D$  diminui.



14. (*problema proposto*) Numa aula laboratorial de Física, um dos alunos monta o seguinte circuito, mas apercebe-se que não consegue ler o valor da fem de uma das pilhas.

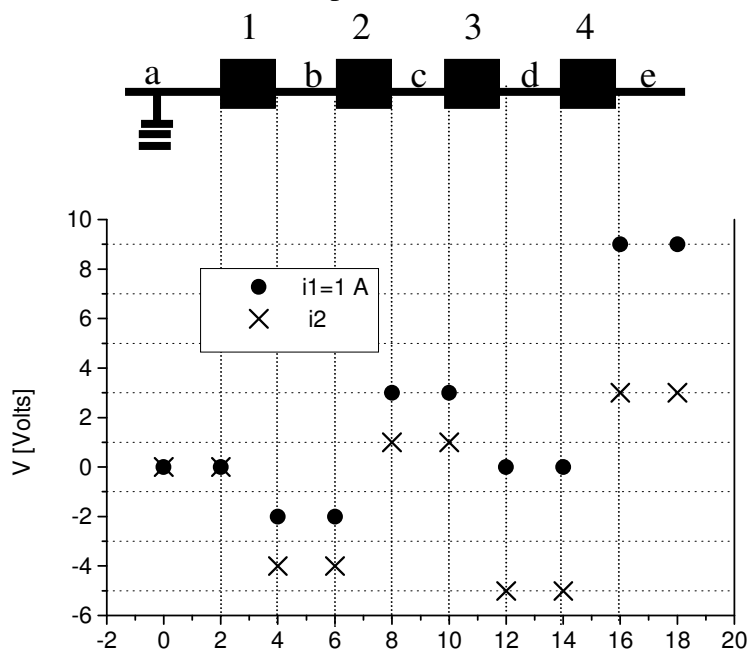
- Ajude o aluno, esquematizando o circuito com os símbolos convencionais de gerador, resistência, amperímetro.
- Utilizando as leis das malhas e dos nodos, calcule a *fem* desconhecida, considerando todos os elementos ideais e sabendo que o amperímetro marca  $0.5 \text{ A}$ .
- Marque o sentido convencional e a intensidade da corrente que percorre cada fio, na figura abaixo.
- Calcule a diferença de potencial  $V_a - V_b$ .

Nota: os fios consideram-se ligados quando estão unidos pelo símbolo ●



15. (*exame*) Considere a figura seguinte onde se representa parte de um circuito eléctrico, composto por quatro componentes: duas resistências ideais, um gerador ideal e outro não ideal. Desconhece-se a ordem dos componentes mas mediu-se o potencial em vários pontos do circuito relativamente ao ponto *a* tomado como origem, tendo-se construído os gráficos quando:

- Passava uma corrente de 1 A de *a* para *e*.
- Passava uma corrente  $I_2$  de *a* para *e*.



- Identifique as componentes **1**, **2**, **3**, **4** e determine o valor das resistências e das forças electromotrizes envolvidas.
- Determine o valor da corrente  $I_2$ .
- Se se ligar um condensador plano de capacidade  $10 \mu\text{F}$  aos pontos *b* e *d*, no caso *i*, esse condensador carrega? Se a sua resposta for negativa explique, se for positiva, calcule a carga e, através de um esboço, mostre como esta se distribui. Se ligar o mesmo condensador aos mesmos pontos no caso *ii*, espera a mesma distribuição de cargas? Explique.