



## BIOLOGIA

### 1

Acidentes cardiovasculares estão entre as doenças que mais causam mortes no mundo. Há uma intrincada relação de fatores, incluindo os hereditários e os ambientais, que se conjugam como fatores de riscos. Considerando os estudos epidemiológicos até agora desenvolvidos, altas taxas de colesterol no sangue aumentam o risco de infarto do miocárdio.

- a) Em que consiste o “infarto do miocárdio” e qual a relação entre altas taxas de colesterol e esse tipo de acidente cardiovascular?
- b) Considerando a relação entre os gases  $O_2$  e  $CO_2$  e o processo de liberação de energia em nível celular, explique o que ocorre nas células do miocárdio em uma situação de infarto.

#### Resolução

- a) **O infarto do miocárdio consiste na morte de uma parte do músculo estriado cardíaco.**  
As altas taxas de colesterol provocam obstrução e perda da elasticidade das artérias coronárias, diminuindo a chegada de oxigênio e nutrientes.
- b) Em situação de infarto, as células do miocárdio deixam de receber oxigênio. Sem este gás, as células não realizam respiração aeróbica, processo que libera  $CO_2$  e fornece energia para a contração muscular.

Em abril de 2005, a revista *Pesquisa FAPESP* reforçava a importância da aprovação da Lei de Biossegurança para as pesquisas brasileiras com células-tronco e, ao mesmo tempo, ponderava:

*Nos últimos anos, enquanto os trabalhos com células-tronco embrionárias de origem humana permaneciam vetados, os cientistas brasileiros não ficaram parados. Fizaram o que a legislação permitia: desenvolveram linhas de pesquisa com células-tronco de animais e células-tronco humanas retiradas de tecidos adultos, em geral de medula óssea e do sangue de cordão umbilical. (...) Não há evidências irrefutáveis de que as células-tronco adultas possam exibir a mesma plasticidade das embrionárias. (...) Menos versáteis que as embrionárias, as células-tronco adultas têm uma vantagem: parecem ser mais seguras. Nas terapias experimentais são injetadas nos pacientes células-tronco extraídas, em geral, deles mesmos.*

Marcos Pivetta

(www.revistapesquisa.fapesp.br Adaptado.)

Considerando o texto da revista, responda:

- O que se quer dizer ao se afirmar que as células-tronco adultas são “menos versáteis que as embrionárias”?
- Qual a vantagem de se injetar nos pacientes células-tronco extraídas deles mesmos?

**Resolução**

- As células-tronco adultas são “menos versáteis que as embrionárias”, porque podem originar muitas estruturas diferentes, mas não são totipotentes, como as células-tronco embrionárias, capazes de formar qualquer estrutura do corpo.
- A vantagem do uso de células-tronco, extraídas do próprio paciente nas terapias experimentais, elimina o risco de uma rejeição.

No ano de 2009, o mundo foi alvo da pandemia provocada pelo vírus influenza A (H1N1), causando perdas econômicas, sociais e de vidas. O referido vírus possui, além de seus receptores protéicos, uma bicamada lipídica e um genoma constituído de 8 genes de RNA. Considerando:

1. a sequência inicial de RNA mensageiro referente a um dos genes deste vírus:

5'

3'

AAAUGCGUUACGAAUGGUAUGCCUACUGAAU

2. a tabela com os códons representativos do código genético universal:

UUU Phe UUC Phe UUA Leu UUG Leu	UCU Ser UCC Ser UCA Ser UCG Ser	UAU Tyr UAC Tyr UAA pare* UAG pare*	UGU Cys UGC Cys UGA pare* UGG Trp
CUU Leu CUC Leu CUA Leu CUG Leu	CCU Pro CCC Pro CCA Pro CCG Pro	CAU His CAC His CAA Gin CAG Gin	CGU Arg CGC Arg CGA Arg CGG Arg
AUU Ile AUC Ile AUA Ile AUG iniciar*	ACU Thr ACC Thr ACA Thr ACG Thr	AAU Asn AAC Asn AAA Lys AAG Lys	AGU Ser AGC Ser AGA Ser AGG Ser
GUU Val GUC Val GUA Val GUG Val	GCU Ala GCC Ala GCA Ala GCG Ala	GAU Asp GAC Asp GAA Glu GAG Glu	GGU Gly GGC Gly GGA Gly GGG Gly

#### Abreviaturas dos aminoácidos

Phe = fenilalanina  
Leu = leucina  
Ile = isoleucina  
Met = Iniciar (metionina)  
Val = vallina  
Ser = serina  
Pro = prolina  
Thr = Treonina  
Ala = alanina  
Tyr = tirosina

His = histidina  
Gin = glutanina  
Asn = aspargina  
Lys = lisina  
Asp = ácido aspártico  
Glu = ácido glutâmico  
Cys = cisteína  
Trp = triptofano  
Arg = arginina  
Gly = Glicina

responda:

- a) Qual será a sequência de aminoácidos que resultará da tradução da sequência inicial de RNA mensageiro, referente a um dos genes deste vírus indicada em 1?
- b) Considerando os mecanismos de replicação do genoma viral, qual a principal diferença entre o vírus da gripe e o vírus que causa a AIDS?

#### Resolução

- a) **A sequência de aminoácidos será: Met, Arg, Tyr, Glu, Trp, Tyr, Ala, Tyr.**
- b) **O vírus da gripe é um RNA, vírus cujo genoma replica-se diretamente, isto é, o RNA viral produz, por pareamento complementar, cópias de RNA que serão incorporadas aos novos vírus. O HIV, vírus causador da Aids, é um retrovírus cujo genoma replica-se de forma indireta, ou seja, o RNA viral forma, na célula hospedeira, uma cadeia de DNA por transcrição reversa. Posteriormente, o DNA viral transcreve o RNA que será associado aos novos vírus.**

A tabela apresenta as características gerais de duas importantes classes de Angiospermas.

CARACTERÍSTICAS	
CLASSE I	CLASSE II
Sementes com dois cotilédones	Sementes com um cotilédone
Folhas com nervuras ramificadas	Folhas com nervuras paralelas à nervura principal
Estruturas florais geralmente em número múltiplo de 4 ou 5	Estruturas florais geralmente em número múltiplo de 3
Sistema radicular pivotante	Sistema radicular fasciculado
Feixes vasculares dispostos em anel	Feixes vasculares dispersos

Considerando as Classes I e II representadas na tabela,

- dê, para cada uma dessas classes, um exemplo de planta cultivada e escreva sobre sua importância econômica.
- a rotação de culturas envolvendo uma importante família de plantas pertencentes à Classe I e uma importante família de plantas pertencentes à Classe II, e a adubação verde são práticas agrícolas de grande relevância ecológica. Dê dois exemplos de plantas normalmente usadas na adubação verde e na rotação de culturas, e mostre qual a importância dessas práticas.

#### Resolução

- Classe I – Dicotiledônea: soja, feijão e ervilha.**  
**Classe II – Monocotiledônea: milho, arroz, trigo.**  
**Soja e milho, bem como as demais plantas citadas, são importantes fontes de alimento para a nutrição humana.**
- A rotação de culturas pode ser feita entre plantas da família leguminosa (feijão, soja) e plantas da família gramínea (milho, arroz e trigo).**  
**A adubação verde é um processo natural de formação de húmus, rico em nutrientes minerais, como consequência da decomposição de plantas leguminosas. Estes vegetais associam suas raízes com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico, permitindo a formação, durante a decomposição, de nutrientes ricos neste elemento químico, indispensáveis à síntese de proteínas e ácidos nucleicos. A rotação de cultura é um processo utilizado na agricultura para reduzir os efeitos provenientes da monocultura que leva à retirada dos mesmos elementos químicos do solo, desgastando-o. Quando se realiza o plantio alternado de feijão e milho, por exemplo, o solo sofre menor desgaste quanto aos nutrientes minerais.**



As citações:

- I. “A floresta Amazônica deve ser preservada a qualquer custo. Afinal ela é o verdadeiro pulmão do mundo”.
- II. “Diante das demandas promissoras dos mercados de carbono, algumas áreas de plantio na Amazônia têm sido abandonadas para dar lugar a uma nova dinâmica de recolonização nessas áreas”.

foram extraídas, a primeira, de uma propaganda de TV de cunho ambientalista, e a segunda, de uma revista de divulgação científica.

Considerando tais citações:

- a) pode se falar em erro conceitual, quando se faz referências a florestas maduras como a Amazônia, como “pulmão do mundo”? Justifique sua resposta.
- b) indique duas diferenças básicas encontradas entre comunidades de início e de final de sucessão relacionadas com a dinâmica dos processos ecofisiológicos em um ecossistema florestal.

### **Resolução**

- a) **Sim. A floresta amazônica é uma comunidade clímax e nesta situação existe um equilíbrio entre a produção e o consumo de matéria orgânica. Assim sendo, todo o oxigênio produzido pela vegetação durante a fotossíntese será consumido na respiração da biomassa da floresta (vegetais, animais e decompositores).**
- b) **Início da sucessão ecológica:**
  - **pequena biodiversidade**
  - **produção de alimento por fotossíntese supera o consumo por respiração.**
  - **biomassa pequena**

**Final da sucessão ecológica:**

- **grande biodiversidade**
- **produção por fotossíntese igual ao consumo por respiração.**
- **grande biomassa.**



Na queima do cigarro, há a liberação dos gases CO, CO<sub>2</sub> e de outras substâncias tóxicas como alcatrão, nicotina, fenóis e amônia (NH<sub>3</sub>). Para a conscientização sobre a toxicidade do cigarro, a campanha antifumo do estado de São Paulo mostrava o uso do monoxímetro, “bafômetro do cigarro”, que mede a concentração de monóxido de carbono, em ppm (partes por milhão), no ar exalado dos pulmões do indivíduo. A figura representa o resultado da aplicação do teste.



(www.bhsbrasil.com.br/monoximetro.htm Adaptado.)

- a) Dado que 1 ppm de CO refere-se ao teor de 1 L de CO em 10<sup>6</sup> L de ar e que a densidade do CO é 1,145 g/L nas condições do teste, qual deve ser o valor de XX, indicado no visor do monoxímetro, se dois litros de ar exalado por aquele indivíduo contêm 4,58 x 10<sup>-2</sup> mg de monóxido de carbono?
- b) As moléculas de amônia e de gás carbônico apresentam formas geométricas e polaridades bem distintas. Descreva essas características.

### Resolução

- a) Cálculo do volume de CO exalado em 2L de ar:

$$\begin{array}{l} 1,145\text{g} \quad \text{——} \quad 1\text{L} \\ 4,58 \cdot 10^{-5}\text{g} \quad \text{——} \quad x \end{array}$$

$$x = 4 \cdot 10^{-5}\text{L}$$

Cálculo do volume de CO em 10<sup>6</sup>L de ar:

$$\begin{array}{l} 2\text{L de ar} \quad \text{——} \quad 4 \cdot 10^{-5}\text{L de CO} \\ 10^6 \text{ L de ar} \quad \text{——} \quad y \end{array}$$

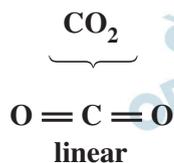
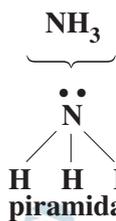
$$y = 20\text{L de CO}$$

Cálculo do valor XX (ppm):

$$\begin{array}{l} 1\text{ppm} \quad \text{——} \quad 1\text{L de CO} \\ z \quad \text{——} \quad 20\text{L de CO} \end{array}$$

$$z = 20 \text{ ppm}$$

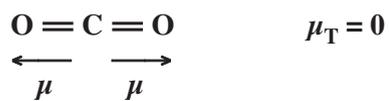
b) Fórmulas estruturais:



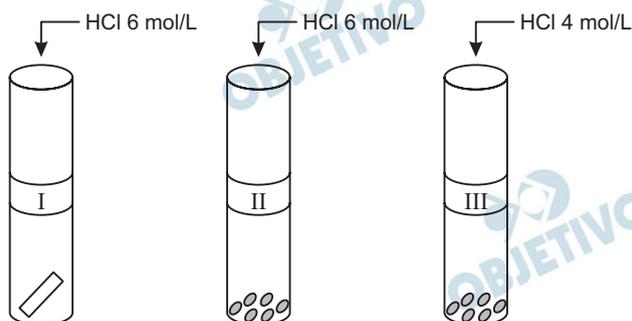
A amônia apresenta geometria molecular piramidal e é polar:



O gás carbônico apresenta geometria molecular linear e é apolar:



Em uma aula de laboratório de química, foram realizados três experimentos para o estudo da reação entre zinco e ácido clorídrico. Em três tubos de ensaio rotulados como I, II e III, foram colocados em cada um  $5,0 \times 10^{-3}$  mol (0,327 g) de zinco e 4,0 mL de solução de ácido clorídrico, nas concentrações indicadas na figura. Foi anotado o tempo de reação até ocorrer o desaparecimento completo do metal. A figura mostra o esquema dos experimentos, antes da adição do ácido no metal.



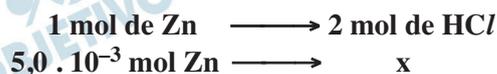
- Qual experimento deve ter ocorrido com menor tempo de reação? Justifique.
- Determine o volume da solução inicial de HCl que está em excesso no experimento III. Apresente os cálculos efetuados.

### Resolução

- O experimento II.**  
Pelo mostrado, no experimento II há maior concentração de HCl que no experimento III e maior superfície de contato que no experimento I. Portanto, se possuir maior concentração de HCl e maior superfície de contato, possui maior velocidade.
- Considere a equação da reação do zinco com o ácido clorídrico:

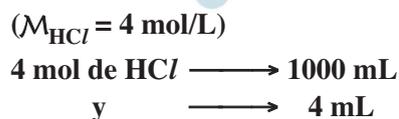


Cálculo da quantidade, em mol, de HCl necessária para reagir totalmente com o zinco:



$$x = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol de HCl}$$

Cálculo da quantidade, em mol, de HCl adicionado ao zinco, no experimento III:



$$y = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol de HCl}$$

Cálculo da quantidade, em mol, de HCl adicionado, em excesso, no experimento III:

$$1,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol} - 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} = 0,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol de HCl}$$

(quantidade adicionada)      (quantidade necessária)      (quantidade em excesso)

Cálculo do volume de HCl, em mL, adicionado em excesso:

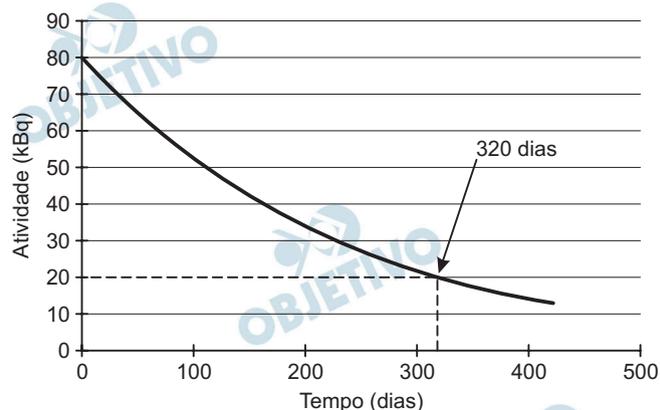
$$(M_{\text{HCl}} = 4 \text{ mol/L})$$

$$\begin{array}{l} 4 \text{ mol} \longrightarrow 1000 \text{ mL} \\ 0,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \longrightarrow z \end{array}$$

$z = 1,5 \text{ mL de solução de HCl}$ adicionada em excesso
-----------------------------------------------------------------



No estudo do metabolismo ósseo em pacientes, pode ser utilizado o radioisótopo Ca-45, que decai emitindo uma partícula beta negativa, e cuja curva de decaimento é representada na figura.



A absorção deficiente de cálcio está associada a doenças crônicas como osteoporose, câncer de cólon e obesidade. A necessidade de cálcio varia conforme a faixa etária. A OMS (Organização Mundial da Saúde) recomenda uma dose de 1000 mg/dia na fase adulta. A suplementação desse nutriente é necessária para alguns indivíduos. Para isso, o carbonato de cálcio pode ser apresentado em comprimidos que contêm 625 mg de  $\text{CaCO}_3$ .

- Determine a meia-vida do radioisótopo Ca-45 e identifique o elemento químico resultante do seu decaimento.
- Determine o número de comprimidos do suplemento carbonato de cálcio que corresponde à quantidade de cálcio diária recomendada pela OMS para um indivíduo adulto.

### Resolução

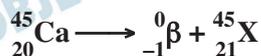
- a) Pelo gráfico, a atividade deste radioisótopo cai de 80kBq para 20 kBq em 320 dias, logo:

$$80 \xrightarrow{P} 40 \xrightarrow{P} 20$$

$$t = 2P \text{ (período de meia vida)}$$

$$320 = 2P \quad \boxed{P = 160 \text{ dias}}$$

Pela tabela periódica dada:



Pela mesma tabela  $\text{X} = \text{Sc}$  (escândio)

- b) A OMS recomenda uma dose diária 1000 mg de cálcio e o comprimido tem 625 mg de  $\text{CaCO}_3$ :

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ CaCO}_3 & \longrightarrow & 1 \text{ Ca} \\ 100\text{g} & & 40\text{g} \\ 625\text{mg} & & x \end{array}$$

$$x = \frac{625 \cdot 40}{100}$$

$x = 250\text{mg}$  de cálcio em 1 comprimido

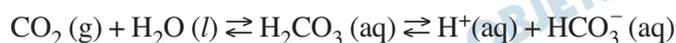
$$\begin{array}{ccc} 250\text{mg} & \longrightarrow & 1 \text{ comprimido} \\ 1000\text{mg} & \longrightarrow & y \end{array}$$

$$y = \frac{1000}{250} \quad y = 4 \text{ comprimidos}$$

**9**



O metabolismo humano utiliza diversos tampões. No plasma sanguíneo, o principal deles é o equilíbrio entre ácido carbônico e íon bicarbonato, representado na equação:



A razão  $[\text{HCO}_3^-]/[\text{H}_2\text{CO}_3]$  é 20/1.

Considere duas situações:

- I. No indivíduo que se excede na prática de exercícios físicos, ocorre o acúmulo de ácido lático, que se difunde rapidamente para o sangue, produzindo cansaço e câibras.
- II. O aumento da quantidade de ar que ventila os pulmões é conhecido por hiperventilação, que tem como consequência metabólica a hipocapnia, diminuição da concentração de gás carbônico no sangue.
  - a) O que ocorre com a razão  $[\text{HCO}_3^-]/[\text{H}_2\text{CO}_3]$  no plasma sanguíneo do indivíduo que se excedeu na prática de exercícios físicos? Justifique.
  - b) O que ocorre com o pH do sangue do indivíduo que apresenta hipocapnia? Justifique.

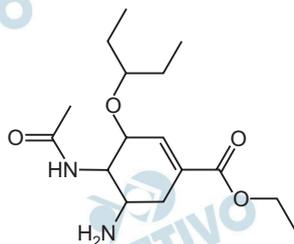
#### Resolução

- a) Quando um indivíduo se excede na prática de exercícios físicos, ocorre um acúmulo de ácido lático, que se difunde para o sangue, aumentando a concentração de íons  $\text{H}^+(\text{aq})$ .

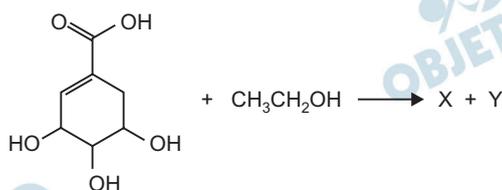
Com esse aumento, o equilíbrio é deslocado para a esquerda, ou seja, no sentido de produção de  $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$  e consumo de  $\text{HCO}_3^-(\text{aq})$ . Neste caso, a razão  $[\text{HCO}_3^-]/[\text{H}_2\text{CO}_3]$  diminui, passando a ser menor que 20/1.

- b) Para um indivíduo que apresenta hipocapnia (diminuição da concentração de gás carbônico no sangue), o equilíbrio entre ácido carbônico e íon bicarbonato será deslocado para a esquerda, ou seja, no sentido da produção de  $\text{CO}_2(\text{g})$  e consumo de  $\text{H}^+(\text{aq})$ . Neste caso, a concentração de  $\text{H}^+(\text{aq})$  diminui, tornando o meio menos ácido, ou seja, o pH aumenta.

O medicamento utilizado para o tratamento da gripe A (gripe suína) durante a pandemia em 2009 foi o fármaco antiviral fosfato de oseltamivir, comercializado com o nome Tamiflu®. A figura representa a estrutura química do oseltamivir.



Uma das rotas de síntese do oseltamivir utiliza como reagente de partida o ácido siquímico. A primeira etapa dessa síntese é representada na equação:

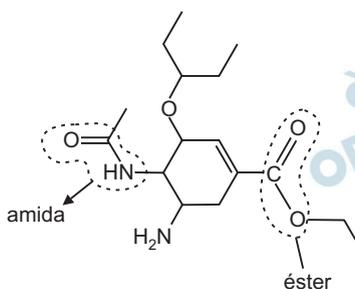


- Na estrutura do oseltamivir, identifique as funções orgânicas que contêm o grupo carbonila.
- Apresente a estrutura do composto orgânico produzido na reação do ácido siquímico com o etanol.

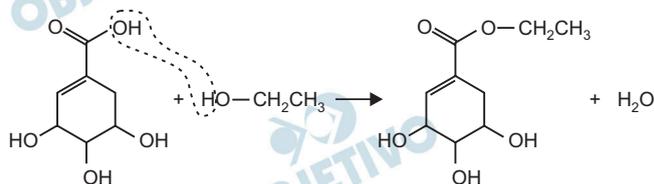
### Resolução

- a) As funções orgânicas que contêm o grupo carbonila

( $\text{>C=O}$ ) são:

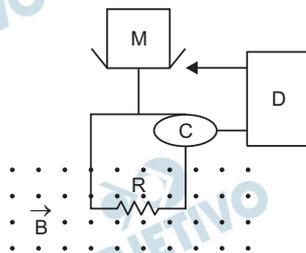


- b) A reação do ácido siquímico com etanol é uma reação de esterificação:



Em uma balança analítica eletrônica, o prato que recebe a massa  $M$ , a ser aferida, fica sobre um suporte acoplado a uma bobina quadrada de lado  $5,0\text{ cm}$  e com  $10$  voltas, que se ajusta perpendicularmente às linhas de campo magnético  $\vec{B}$ , uniforme e constante, de módulo igual a  $2,0\text{ T}$ , orientado para fora do plano da figura. A corrente elétrica produzida pela célula fotoelétrica  $C$ , ao percorrer a bobina, interage com o campo magnético, resultando em uma força magnética que sustenta o prato e o suporte na posição de equilíbrio mecânico. A balança está zerada quando o nível do braço indicador  $D$  coincide com o fundo do prato vazio. Quando a massa  $M$  é colocada sobre o prato, o conjunto sai da posição de equilíbrio e tende a mover-se para baixo, desalinhando o braço indicador com o fundo do prato. Nesta situação surge uma corrente elétrica na bobina fazendo com que o fundo do prato volte à sua posição original. Considere que a balança encontra-se inicialmente zerada e o fluxo do campo magnético sobre a bobina mantenha-se constante.

Dado:  $g = 10,0\text{ m/s}^2$



Determine:

- O módulo, a direção e o sentido da força magnética resultante sobre a bobina devido à massa de  $10\text{ g}$  colocada sobre o prato.
- O módulo e o sentido (horário ou anti-horário) da corrente elétrica na bobina necessária para equilibrar a massa de  $10\text{ g}$ , bem como a potência elétrica dissipada pela bobina nessa situação. A resistência ôhmica  $R$  equivalente da bobina é  $50\Omega$ .

### Resolução

- a) **A força magnética deve equilibrar o peso do corpo de massa  $M$  acrescido ao prato**

$$F = P = M \cdot g$$

$$\text{Sendo: } M = 10\text{g} = 10 \cdot 10^{-3}\text{kg} = 1,0 \cdot 10^{-2}\text{kg}$$

$$g = 10\text{m/s}^2$$

$$F = 1,0 \cdot 10^{-2} \cdot 10\text{ (N)}$$

$$F = 1,0 \cdot 10^{-1}\text{N}$$

A direção da força é vertical e o sentido é para cima.

- b) **A intensidade da força magnética na bobina de  $10$  voltas se relaciona com a intensidade de corrente por:**

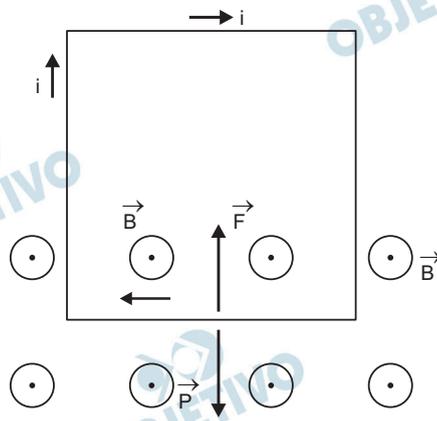
$$F = (Ni) \cdot LB$$

$$\text{Sendo } N = 10; L = 5,0\text{cm} = 5,0 \cdot 10^{-2}\text{m}$$

$B = 2,0\text{T}$ , temos:

$$1,0 \cdot 10^{-1} = 10 \cdot i \cdot 5,0 \cdot 10^{-2} \cdot 2,0$$

$$i = 1,0 \cdot 10^{-1}\text{A}$$



Esta corrente obedece à regra da mão esquerda e tem o sentido horário.

A potência dissipada na bobina é:

$$P = R \cdot i^2$$

$$P = 50 \cdot (1,0 \cdot 10^{-1})^2 \text{ (W)}$$

$$P = 5,0 \cdot 10^{-1}\text{W}$$

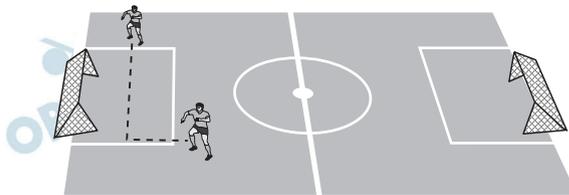
Respostas: a)  $1,0 \cdot 10^{-1}\text{N}$  (vertical para cima)

b)  $5,0 \cdot 10^{-1}\text{W}$

No campeonato paulista de futebol, um famoso jogador nos presenteou com um lindo gol, no qual, ao correr para receber um lançamento de um dos atacantes, o goleador fenomenal parou a bola no peito do pé e a chutou certeira ao gol. Analisando a jogada pela TV, verifica-se que a bola é chutada pelo armador da jogada a partir do chão com uma velocidade inicial de 20,0 m/s, fazendo um ângulo com a horizontal de 45° para cima.

**Dados:**  $g = 10,0 \text{ m/s}^2$  e  $\sqrt{2} = 1,4$

- a) Determine a distância horizontal percorrida pela bola entre o seu lançamento até a posição de recebimento pelo artilheiro (goleador fenomenal).
- b) No instante do lançamento da bola, o artilheiro estava a 16,0 m de distância da posição em que ele estimou que a bola cairia e, ao perceber o início da jogada, corre para receber a bola. A direção do movimento do artilheiro é perpendicular à trajetória da bola, como mostra a figura. Qual é a velocidade média, em km/h, do artilheiro, para que ele alcance a bola imediatamente antes de ela tocar o gramado?



### Resolução

- a) 1) Componentes da velocidade inicial:

$$V_{0x} = V_0 \cos \theta$$

$$V_{0y} = V_0 \sin \theta$$

- 2) Cálculo do tempo de voo:

$$V_y = V_{0y} + \gamma_y t$$

$$0 = V_0 \sin \theta - g t_s$$

$$t_s = \frac{V_0 \sin \theta}{g}$$

$$T = t_s + t_Q = \frac{2 V_0 \sin \theta}{g}$$

- 3) Cálculo da distância horizontal percorrida:

$$D = V_{0x} T = V_0 \cos \theta \cdot \frac{2 V_0 \sin \theta}{g}$$

$$D = \frac{V_0^2}{g} \sin 2\theta$$

Para  $\theta = 45^\circ$ , temos  $\sin 2\theta = 1$

$$D = \frac{V_0^2}{g} = \frac{400}{10,0} \text{ (m)} \Rightarrow D = 40,0\text{m}$$

- b) 1) O tempo de voo é dado por:

$$T = \frac{2 V_0 \sin \theta}{g}$$

$$T = \frac{2 \cdot 20,0 \cdot \sqrt{2} / 2}{10,0} \text{ (s)}$$

$$T = 2,0 \sqrt{2} \text{ s}$$

2) A velocidade escalar média é dada por:

$$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{16,0\text{m}}{2,0 \sqrt{2} \text{ s}} = \frac{8,0}{\sqrt{2}} \text{ m/s} = 4,0 \sqrt{2} \text{ m/s}$$

$$V_m = 4,0 \sqrt{2} \cdot 3,6 \text{ (km/h)}$$

$$V_m = 4,0 \cdot 1,4 \cdot 3,6 \text{ (km/h)}$$

$$V_m \cong 20,2\text{km/h}$$

Respostas: a) 40,0m  
b) 20,2km/h

# 13

Um dos brinquedos prediletos de crianças no verão é o *toboágua*. A emoção do brinquedo está associada à grande velocidade atingida durante a descida, uma vez que o atrito pode ser desprezado devido à presença da água em todo o percurso do brinquedo, bem como à existência das curvas fechadas na horizontal, de forma que a criança percorra esses trechos encostada na parede lateral (vertical) do *toboágua*.



(www.pt.wikipedia.org/wiki/Toboágua)

Sabendo que a criança de 36 kg parte do repouso, de uma altura de 6,0 m acima da base do *toboágua*, colocado à beira de uma piscina, calcule:

**Dado:**  $g = 10,0 \text{ m/s}^2$

- A força normal, na horizontal, exercida sobre a criança pela parede lateral do *toboágua*, no ponto indicado na figura (curva do *toboágua* situada a 2,0 m da sua base) onde o raio de curvatura é igual a 80 cm.
- A força dissipativa média exercida pela água da piscina, necessária para fazer a criança parar ao atingir 1,5 m de profundidade, considerando que a criança entra na água da piscina com velocidade, na vertical, aproximadamente igual a 10,9 m/s, desprezando-se, neste cálculo, a perda de energia mecânica no impacto da criança com a água da piscina.

### Resolução

- a) 1) Cálculo do módulo da velocidade na altura 2,0m.

$$E_B = E_A$$

(referência em B)

$$\frac{mV_B^2}{2} = mgh$$

$$V_B^2 = 2gh$$

$$V_B^2 = 2 \cdot 10,0 \cdot 4,0$$

$V_B^2 = 80,0 \text{ (SI)}$

- 2) Na posição B a força normal aplicada pela parede lateral faz o papel de resultante centrípeta:

$$F_N = F_{cp} = \frac{mV^2}{R}$$

$$F_N = \frac{36 \cdot 80,0}{0,80} \text{ (N)}$$

$$F_N = 3,6 \cdot 10^3 \text{ N}$$

- b) Quando a pessoa penetra na água, ela fica sujeita, além de seu peso, a uma força de empuxo aplicada pela água e a uma força dissipativa de origem viscosa. Se admitirmos que a densidade da criança é praticamente igual à da água, o empuxo terá a mesma intensidade do seu peso e a força resultante será apenas a força dissipativa da água. Aplicando-se o teorema da energia cinética, vem:

$$\tau_{total} = \Delta E_{cin}$$

$$\tau_P + \tau_E + \tau_D = E_{cin_f} - E_{cin_0}$$

$$-F_d \cdot h = -\frac{mV_0^2}{2}$$

$$F_d = \frac{mV_0^2}{2h}$$

$$F_d = \frac{36 \cdot (10,9)^2}{3,0} \text{ (N)}$$

$$F_d = 12 \cdot 119 \text{ (N)}$$

$$F_d \approx 1,4 \cdot 10^3 \text{ N}$$

Se entendermos a força dissipativa média como sendo a força resultante aplicada pela água, teríamos:

$$F_{\text{água}} = F_d + E$$

$$F_{\text{água}} = 1,4 \cdot 10^3 \text{ N} + 0,36 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$F_{\text{água}} \approx 1,8 \cdot 10^3 \text{ N}$$

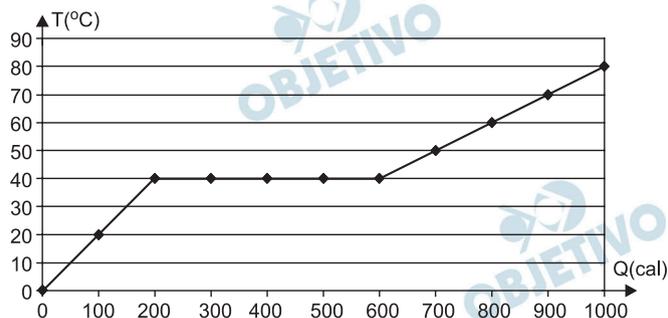
$$F_{\text{água}} \approx 1,8 \text{ kN}$$

Respostas: a) 3,6kN

b)  $F_{\text{dissipativa}} = 1,4 \text{ kN}$

$F_{\text{total água}} = 1,8 \text{ kN}$

Em uma experiência de Termologia, analisou-se a variação da temperatura, medida em graus Celsius, de 100 g de uma substância, em função da quantidade de calor fornecido, medida em calorias. Durante o experimento, observou-se que, em uma determinada etapa do processo, a substância analisada apresentou mudança de fase sólida para líquida. Para visualizar o experimento, os dados obtidos foram apresentados em um gráfico da temperatura da substância como função da quantidade de calor fornecido.



Determine:

- O calor específico da substância na fase líquida e seu calor latente específico de fusão.
- Após a substância atingir a temperatura de 80°C, cessou-se o fornecimento de calor e adicionou-se à ela 50 g de gelo a 0°C. Supondo que a troca de calor ocorra apenas entre o gelo e a substância, determine a massa de água, fase líquida, em equilíbrio térmico.

**Dados:**

Calor latente de fusão do gelo:  $L = 80 \text{ cal/g}$

Calor específico da água:  $c = 1,0 \text{ cal/(g.}^\circ\text{C)}$

**Resolução**

- Observa-se pelo gráfico que a temperatura de fusão da substância é de 40°C. Assim:

$$Q = m L_F$$

$$(600 - 200) = 100 \cdot L_F$$

$$L_F = 4,0 \frac{\text{cal}}{\text{g}}$$

Após a fusão total da substância, esta encontra-se no estado líquido e, com os valores fornecidos no gráfico, podemos determinar o calor específico sensível na fase líquida.

$$Q = m c \Delta\theta$$

$$(1000 - 600) = 100 c (80 - 40)$$

$$c = 0,10 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}}$$

- b) A substância, ao se resfriar até  $0^{\circ}\text{C}$ , pode fornecer uma quantidade de calor  $Q = 1000 \text{ cal}$ . Essa quantidade de calor será suficiente para derreter uma massa  $m$  de gelo. Assim:

$$Q = m \cdot L_{\text{fusão gelo}}$$

$$1000 = m \cdot 80$$

$$m = 12,5\text{g}$$

Respostas: a)  $0,10 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$

$4,0 \text{ cal/g}$

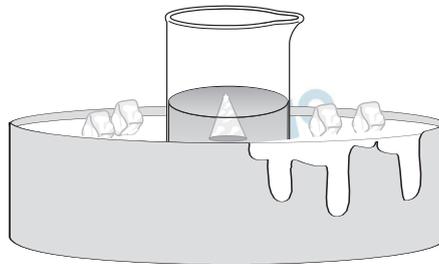
b)  $12,5\text{g}$  (fase líquida)

Pelo Princípio de Arquimedes explica-se a expressão popular “isto é apenas a ponta do *iceberg*”, frequentemente usada quando surgem os primeiros sinais de um grande problema. Com este objetivo realizou-se um experimento, ao nível do mar, no qual uma solução de água do mar e gelo (água doce) é contida em um béquer de vidro, sobre uma bacia com gelo, de modo que as temperaturas do béquer e da solução mantenham-se constantes a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



([www.bioqmed.ufrj.br/ciencia/CuriosIceberg.htm](http://www.bioqmed.ufrj.br/ciencia/CuriosIceberg.htm))

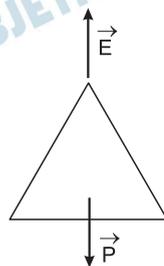
No experimento, o *iceberg* foi representado por um cone de gelo, conforme esquematizado na figura. Considere a densidade do gelo  $0,920\text{ g/cm}^3$  e a densidade da água do mar, a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , igual a  $1,025\text{ g/cm}^3$ .



- a) Que fração do volume do cone de gelo fica submersa na água do mar? O valor dessa fração seria alterado se o cone fosse invertido?
- b) Se o mesmo experimento fosse realizado no alto de uma montanha, a fração do volume submerso seria afetada pela variação da aceleração da gravidade e pela variação da pressão atmosférica? Justifique sua resposta.

### Resolução

a)



Para o equilíbrio do cone de gelo temos:

$$E = P$$

$$\mu_a V_i g = \mu_g V g$$

$$\frac{V_i}{V} = \frac{\mu_g}{\mu_a}$$

$$\frac{V_i}{V} = \frac{0,920}{1,025} \cong 0,90$$

$$\frac{V_i}{V} = 0,90 \text{ (90\%)}$$

Se o cone fosse invertido a fração imersa continuaria a mesma.

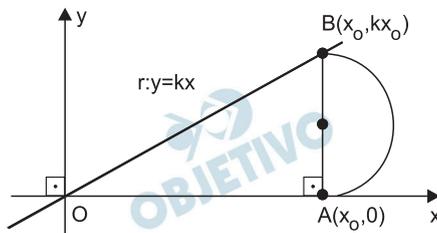
- b) A fração imersa continuaria a mesma (90%) porque é dada pela razão das densidades que não são afetadas pela variação da aceleração da gravidade ou da pressão atmosférica.

Respostas: a) 90%

- b) Não, pois só depende da razão entre as densidades do gelo e da água do mar.

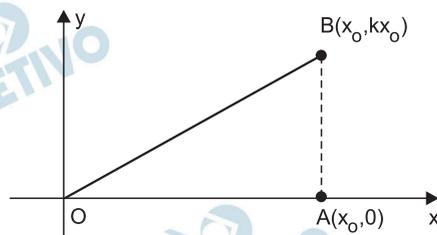
## 16

Considere, num sistema ortogonal, conforme a figura, a reta de equação  $r: y = kx$  ( $k > 0$  um número real), os pontos  $A(x_0, 0)$  e  $B(x_0, kx_0)$  (com  $x_0 > 0$ ) e o semicírculo de diâmetro  $AB$ .



- Calcule a razão entre a área  $S$ , do semicírculo, e a área  $T$ , do triângulo  $OAB$ , sendo  $O$  a origem do sistema de coordenadas.
- Calcule, se existir, o valor de  $k$  que acarrete a igualdade  $S = T$ , para todo  $x_0 > 0$ .

### Resolução



De acordo com os dados, representados na figura acima, temos:

- a área do triângulo  $OAB$  é

$$T = \frac{x_0 \cdot kx_0}{2} = \frac{k \cdot x_0^2}{2}$$

- a área do semicírculo de raio  $\frac{k \cdot x_0}{2}$  é

$$S = \frac{\pi \cdot \left(\frac{k \cdot x_0}{2}\right)^2}{2} = \frac{\pi k^2 \cdot x_0^2}{8}$$

- a razão entre  $S$  e  $T$  é

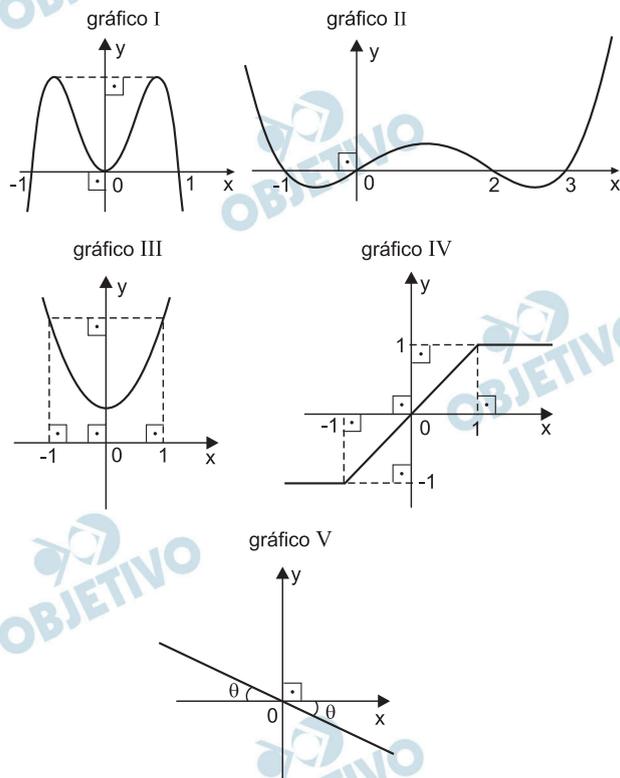
$$\frac{S}{T} = \frac{\frac{\pi k^2 \cdot x_0^2}{8}}{\frac{k \cdot x_0^2}{2}} = \frac{\pi k}{4}$$

- Se  $T = S$ , então  $\frac{\pi k}{4} = 1 \Leftrightarrow k = \frac{4}{\pi}$

Respostas: a)  $\frac{S}{T} = \frac{\pi k}{4}$       b)  $k = \frac{4}{\pi}$

Uma função  $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  diz-se par quando  $f(-x) = f(x)$ , para todo  $x \in \mathbb{R}$ , e ímpar quando  $f(-x) = -f(x)$ , para todo  $x \in \mathbb{R}$ .

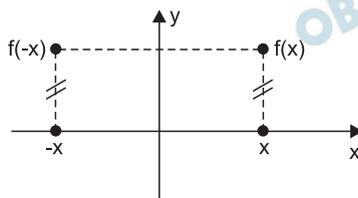
a) Quais, dentre os gráficos exibidos, melhor representam funções pares ou funções ímpares? Justifique sua resposta.



b) Dê dois exemplos de funções,  $y = f(x)$  e  $y = g(x)$ , sendo uma par e outra ímpar, e exiba os seus gráficos.

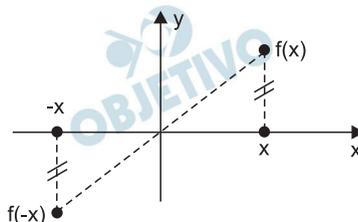
**Resolução**

1) O gráfico de uma função par é simétrico em relação ao eixo Oy, pois



Dos gráficos apresentados, (I) e (III) representam funções pares.

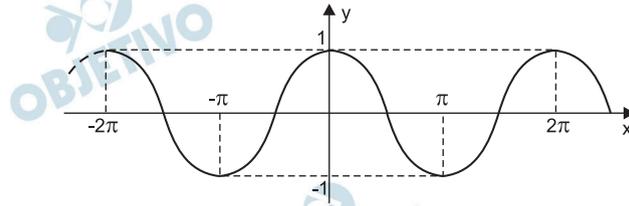
2) O gráfico de uma função ímpar é simétrico em relação à origem, pois



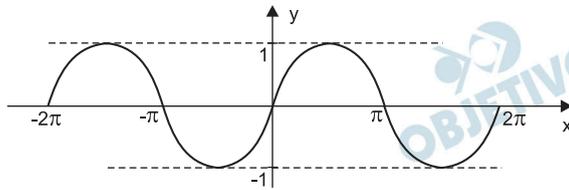
Dos gráficos apresentados, IV e V representam funções ímpares.

3) A função representada no gráfico II *não* é par, *nem* é ímpar.

4) A função  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  definida por  $f(x) = \cos x$  é par. Seu gráfico é:



5) A função  $g: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  definida por  $g(x) = \sin x$  é ímpar. Seu gráfico é:



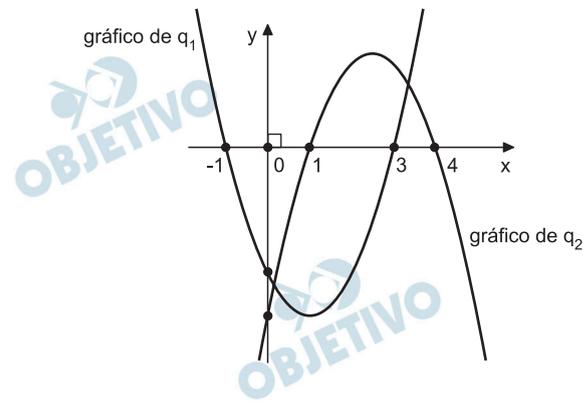
Respostas: a) (I) e (III) representam funções pares

(IV) e (V) representam funções ímpares

b)  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  definida por  $f(x) = \cos x$  é par

$g: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  definida por  $g(x) = \sin x$  é ímpar

Considere as funções quadráticas  $q_1(x)$  e  $q_2(x)$  cujos gráficos são exibidos na figura.

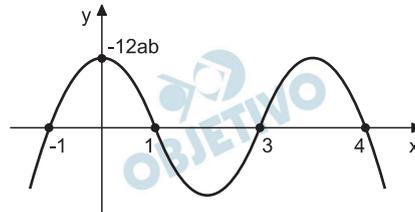


- Faça o esboço de um possível gráfico da função produto  $q(x) = q_1(x)q_2(x)$ .
- Calcule o quociente do polinômio  $h(x) = xq(x)$  pelo polinômio  $k(x) = x + 1$  e exiba suas raízes.

**Resolução**

De acordo com o enunciado, temos:

- 1)  $q_1(x) = a \cdot (x + 1) \cdot (x - 3)$ , com  $a > 0$
- 2)  $q_2(x) = b \cdot (x - 1) \cdot (x - 4)$ , com  $b < 0$
- 3)  $q(x) = (ab) \cdot (x + 1)(x - 1)(x - 3)(x - 4)$
- 4) Como  $ab < 0$ , o gráfico de  $q$  é do tipo



- 1)  $h(x) = x \cdot q(x) = ab \cdot (x + 1) \cdot x \cdot (x - 1)(x - 3)(x - 4)$
- 2) 
$$\begin{array}{r|l} (ab)(x+1)x(x-1)(x-3)(x-4) & x + 1 \\ \hline 0 & (ab) \cdot x \cdot (x - 1)(x - 3)(x - 4) \end{array}$$
- 3) O quociente de  $h(x)$  por  $k(x)$  é o polinômio  $(ab) \cdot (x - 0)(x - 1)(x - 3)(x - 4)$  e suas raízes são  $0, 1, 3$  e  $4$ .

Respostas: a) gráfico

b)  $(ab) \cdot x \cdot (x - 1)(x - 3)(x - 4)$ ;  $\{0, 1, 3 \text{ e } 4\}$

## 19

Um jovem possui dois despertadores. Um deles funciona em 80% das vezes em que é colocado para despertar e o outro em 70% das vezes. Tendo um compromisso para daqui a alguns dias e preocupado com a hora, o jovem pretende colocar os dois relógios para despertar.

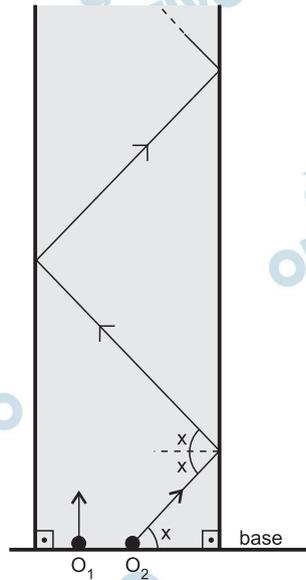
- a) Qual é a probabilidade de que os dois relógios venham a despertar na hora programada?
- b) Qual é a probabilidade de que nenhum dos dois relógios desperte na hora programada?

### Resolução

- a) A probabilidade de que os dois relógios venham a despertar na hora programada é  $80\% \cdot 70\% = 56\%$
- b) A probabilidade de que nenhum dos dois relógios desperte na hora programada é  $20\% \cdot 30\% = 6\%$

Respostas: a) 56%  
b) 6%

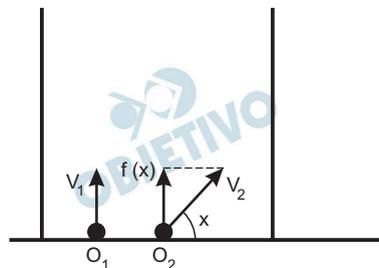
Um jogo eletrônico consiste de uma pista retangular e de dois objetos virtuais,  $O_1$  e  $O_2$ , os quais se deslocam, a partir de uma base comum, com  $O_1$  sempre paralelamente às laterais da pista e  $O_2$  formando um ângulo  $x$  com a base,  $x \in \left(0, \frac{\pi}{2}\right)$ . Considere  $v_1$  e  $v_2$  os módulos, respectivamente, das velocidades de  $O_1$  e  $O_2$ . Considere, ainda, que os choques do objeto  $O_2$  com as laterais da pista (lisas e planas) são perfeitamente elásticos e que todos os ângulos de incidência e de reflexão são iguais a  $x$ .



- a) Exiba o gráfico da função  $y = f(x)$  que fornece o módulo da componente da velocidade de deslocamento do objeto  $O_2$ , no sentido do deslocamento do objeto  $O_1$ , em função do ângulo,  $x \in \left(0, \frac{\pi}{2}\right)$ .
- b) Se  $v_1 = 10$  m/s e  $v_2 = 20$  m/s, determine todos os valores de  $x$ ,  $x \in \left(0, \frac{\pi}{2}\right)$ , para os quais os objetos  $O_1$  e  $O_2$ , partindo num mesmo instante, nunca se choquem.

**Resolução**

a)

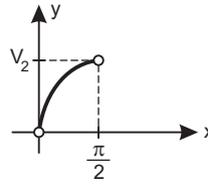


**O módulo do componente da velocidade de deslocamento do objeto  $O_2$ , no sentido do deslocamento**

de  $O_1$ , em função de  $x$ , com  $x \in \left] 0; \frac{\pi}{2} \right[$  é

$$f(x) = v_2 \cdot \text{sen } x$$

cujo gráfico é



b) Os objetos  $O_1$  e  $O_2$ , partindo num mesmo instante, nunca se chocam se

$$v_1 \neq v_2 \text{ sen } x \Rightarrow 10 \neq 20 \cdot \text{sen } x \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \text{sen } x \neq \frac{1}{2} \Leftrightarrow x \neq \frac{\pi}{6}$$

Respostas: a)  $f(x) = v_2 \cdot \text{sen } x$ , com  $x \in \left] 0; \frac{\pi}{2} \right[$

$$\text{b) } \left] 0; \frac{\pi}{6} \right[ \cup \left] \frac{\pi}{6}; \frac{\pi}{2} \right[$$