

Na virada do século XIX para o XX, o Modernismo se constrói com base em um conjunto de ideias que vinha transformando a cultura e a sensibilidade europeias. Predominava o imaginário de ruptura e de libertação do passado, visto como um fardo a ser abandonado. Essa percepção do modernismo como urgência de uma demanda de tornar-se novo foi particularmente experimentada no Brasil.

Realizada no Teatro Municipal de São Paulo, nos dias 13, 15 e 17 de fevereiro de 1922, a Semana de Arte Moderna assumiu o papel de acontecimento fundador do moderno Brasileiro. Desde o início do século XX, porém, movimentos culturais relacionados ao advento de uma sensibilidade modernista vinham acontecendo em diversas cidades brasileiras. Ocorre que as dinâmicas e os ritmos culturais desses lugares não necessariamente condiziam com o perfil urbano e industrial-tecnológico de São Paulo. A coexistência do arcaico e do moderno, marcando distintas temporalidades, era uma realidade na vida cultural brasileira. (...) Assim, criar o “novo” significava construir vínculos de pertencimento com o repertório das tradições populares. O novo jamais é inteiramente novo.

(Adaptado de M. Velloso, *História e Modernismo*.  
Belo Horizonte: Autêntica, 2010, pp. 20, 21, 28.)



Ismael Nery (Belém 1909 – Rio de Janeiro 1934),  
*Autorretrato*, óleo sobre tela, 129 x 84 cm, 1927,  
coleção particular.

- a) As interpretações sobre o modernismo enquanto movimento cultural e artístico não raro se concentram em pares de conceitos polarizados como tradicional/moderno ou local/internacional. Identifique, para cada conceito indicado na tabela (que aparece no espaço da resposta), um elemento presente na imagem. Não repita elementos nas células.
- b) A obra de Ismael Nery é representativa do modernismo no Brasil. Com base na leitura do texto e na análise da imagem, identifique e analise a distinção entre o modernismo na Europa e no Brasil.

### Resolução

#### a) Tradicional:

**Referências à arquitetura com prédios antigos à esquerda.**

#### Local:

**Topografia com a imagem que remete ao Pão de Açúcar e arredores; a imagem da mulher dançando e vegetação tropical.**

#### Moderno:

**A perspectiva com influências cubistas e os edifícios à direita.**

#### Internacional:

**A referência à Torre Eiffel.**

- b) No caso brasileiro, ocorreu a valorização de elementos folclóricos, do patrimônio histórico material e imaterial, da população local, com a representação de mulheres, e também da mestiçagem. Além disso, no modernismo brasileiro, houve a aceitação de influências externas, a exemplo do surrealismo e do cubismo. No caso europeu, foi mais significativa a criação das vanguardas estéticas, rompendo com a arte tradicional, influenciando diversos movimentos pelo mundo, valorizando a aceleração provocada pela modernidade técnica e industrial.



Transcrição da primeira legenda: “Mas também, quando a gente se lembra que eles assentam um pobre cristão naquele prato que travam no beijo e o engolem como se fosse feijoada!...Que horror!”

Transcrição da segunda legenda: “Mas quem diria! Esses antropófagos é que ficaram com medo de serem devorados pela curiosidade pública. Só a muito custo o diretor do museu impediu que eles fugissem.”

(Angelo Agostini, Charge sobre a Exposição Antropológica, *Revista Ilustrada*, n. 310, 1882, p. 4-5.)

“A Exposição Antropológica Brasileira, ocorrida em 1882, insere-se no quadro das grandes Exposições Internacionais, bem como das exposições etnográficas desenvolvidas ao longo do século XIX. Marcadas pela prática colecionista e pela ambição de conhecer, colonizar e categorizar o mundo, as exposições etnográficas expunham objetos e muitas vezes pessoas de culturas exóticas e distantes. Na ocasião, sete índios botocudos, acompanhados de intérprete, foram enviados para o Rio de Janeiro com a finalidade de serem expostos ao público e também estudados pelos pesquisadores do Museu Nacional.

Os Botocudos pareciam estar ali para performar o mito do primeiro contato ao serem apresentados como selvagens, bárbaros, violentos e grotescos. Apesar de terem vivido no aldeamento do Mutum, portanto sob o jugo e tutela do Estado, foram lidos pelos habitantes da corte como se estivessem tendo seu primeiro contato com os brancos naquele momento, já que, segundo os jornais, estavam com medo e queriam fugir. Nessa exposição os Botocudos representavam por definição “o outro”, a imagem que espelha exatamente o contrário do Brasil civilizado.”

(Adaptado de Marina Cavalcanti Vieira, “A Exposição Antropológica Brasileira de 1882 e a exibição de índios botocudos: performances de primeiro contato em um caso de zoológico humano brasileiro”, in *Horizontes antropológicos*, n. 53, 2019, p. 317-357.)

a) Considerando o contexto das exposições da época,

explique qual o objetivo de apresentar os indígenas em um zoológico humano durante a Exposição Antropológica, de 1882. Analise criticamente a proposta da Exposição.

b) Há uma contradição entre os estereótipos sobre os Botocudos representados na charge e sua situação concreta no contexto de 1882. Relacionando a imagem com o excerto, identifique os atores das ações violentas na charge e explique essa contradição.

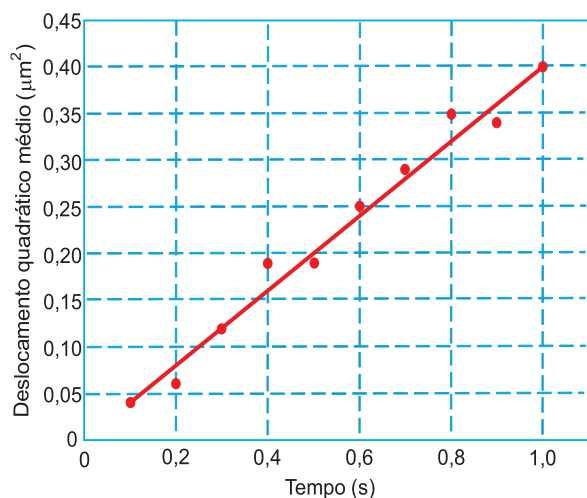
### Resolução

- a) O excerto traz como base do contexto histórico geral e das exposições (como braço material de sua ideologia) o fato de “conhecer, colonizar e categorizar” etnias. Expor um nativo em um ‘zoológico humano’ nos faz inferir o ideal de dominador/dominado, bem como revelar o exotismo que contribuía para legitimar a ideia de superioridade em aspectos culturais e econômicos.
- b) Dois são os exemplos de atos violentos: a construção de um estereótipo étnico a partir de uma ordem eurocêntrica e a generalização de práticas antropofágicas e de rituais específicos político-religiosos em atos recorrentes de canibalismo, ligados a questões de hábitos alimentares.

As células contêm várias estruturas que sintetizam moléculas utilizadas em locais distantes de onde elas foram formadas. Por exemplo, a molécula de adenosina trifosfato (ATP) é sintetizada num local específico da célula e usada em diferentes locais. O mecanismo de transporte molecular mais básico no mundo celular é a *difusão*, que resulta das colisões da molécula sintetizada com as moléculas que compõem o meio. No movimento de difusão, o deslocamento médio,  $L$ , da molécula sintetizada está relacionado com o tempo,  $t$ , da seguinte forma:

$$L^2 = 6Dt$$

onde  $D$  é a constante de difusão da molécula sintetizada num determinado meio.



- A relação entre o tempo e o deslocamento quadrático médio,  $L^2$ , é apresentada, para uma molécula de ATP, no gráfico acima. Estime a constante de difusão da molécula.
- A membrana plasmática, composta por uma bicamada de fosfolipídios, representa uma barreira à difusão, em especial quando tratamos moléculas para as quais a membrana apresenta baixa permeabilidade. Como você explica a difusão dessas moléculas para o interior das células? O que é necessário para o movimento de moléculas contra um gradiente de concentração?

#### Resolução

- A relação entre o tempo  $t$ , em segundos, e o deslocamento quadrático  $L^2$ , em  $\mu\text{m}^2$ , é  $L^2 = 6Dt$ . De acordo com o gráfico, para  $t = 1,0\text{s}$  resulta

$$L^2 = 0,4. \text{ Logo:}$$

$$0,4 = 6 \cdot D \cdot 1 \Leftrightarrow D = 0,4 \div 6 = 0,0666 \dots \cong 0,07$$

Resposta:  $0,07 \mu\text{m}^2/\text{s}$

- Para que ocorra o processo de difusão e consequente transporte dessa molécula com baixa permeabilidade ao interior da célula, é necessária a presença de proteínas transportadoras na membrana (canais e permeases), além de uma maior concentração da referida molécula no meio extracelular.

Para que haja o movimento de moléculas contra o gradiente de concentração, é necessária uma proteína transportadora na membrana, chamada de bomba, a qual consumirá ATP nesse processo.

A água é essencial para a vida, não apenas por compor a maior parte do corpo das plantas, mas também pelas suas propriedades. Devido às pontes de hidrogênio formadas entre as moléculas, a água tem um alto calor específico e também um alto calor latente de vaporização. Essas propriedades são essenciais para a regulação térmica das plantas em um ambiente em constante mudança, onde temperatura e disponibilidade de água variam sazonalmente.

- a) Tecidos hidratados possuem menor variação da sua temperatura se comparados a tecidos desidratados. Considerando o enunciado, defina a propriedade da água que explica esse fenômeno.
- b) Em uma situação de baixa disponibilidade de água no solo, a temperatura das folhas aumenta. Com base no enunciado, explique esse fenômeno.

### Resolução

- a) Como a água tem grande calor específico sensível,  $c$ , comparativamente com outras substâncias, sua presença nos tecidos vegetais faz com que esses tecidos tenham que trocar grandes quantidades de energia térmica,  $Q$ , para que se verifiquem pequenas variações de temperatura,  $\Delta\theta$ . Tal fato pode ser explicado pela equação fundamental da calorimetria.

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

Da qual:

$$c = \frac{Q}{m \Delta\theta}$$

Sendo  $c$  grande, para determinada massa  $m$  deve ocorrer  $Q$  grande e  $\Delta\theta$  pequeno.

- b) A ausência de água nos tecidos foliares reduz significativamente o calor específico sensível do material vegetal, com isso, conforme a equação citada no item a, pequenas quantidades de energia térmica recebida provocam grandes aquecimentos.

Nota:

Em baixa disponibilidade de água, os estômatos se fecham. Nesta situação, a planta diminui o processo de transpiração, mecanismo útil para o resfriamento do vegetal, ocasionando o aumento da temperatura foliar.

**Respostas:** a) Isso ocorre devido ao grande calor específico sensível da água presente nos tecidos vegetais.

- b) A ausência de água nos tecidos foliares reduz significativamente o calor específico sensível do material vegetal.

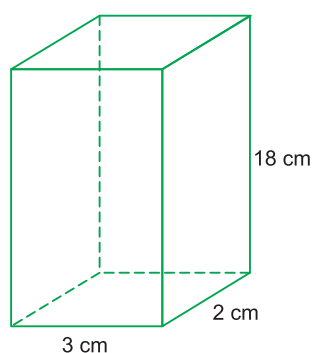
Um fabricante de produtos de beleza está modificando as dimensões da embalagem de seu principal produto, o shampoo antiplolhos chamado 100πolho. Atualmente, as embalagens têm o formato de um paralelepípedo com 18 cm de altura e com base retangular de dimensões 2 cm x 3 cm.

São utilizados dois tipos de materiais para construir a embalagem. O material utilizado tanto para a base quanto para a lateral é mais simples e custa R\$ 10,00 o metro quadrado. O material utilizado para a tampa custa R\$ 40,00 o metro quadrado, por ser mais resistente.

- Qual o custo atual do material para construir 100 embalagens?
- Por questões logísticas, as novas embalagens devem ter o formato de um paralelepípedo com base quadrada e com altura de 12 cm, e precisam ter a mesma capacidade volumétrica que as embalagens atuais. Quais as dimensões da nova embalagem e o custo de produção de 100 delas, considerando os mesmos materiais para produção?

### Resolução

#### a) Embalagem atual



$$\begin{aligned} \text{I) A soma da área da base com a área lateral é} \\ (3 \text{ cm}) \cdot (2 \text{ cm}) + [(2 \cdot (3 \text{ cm}) \cdot (18 \text{ cm}) + \\ + 2 \cdot (2 \text{ cm}) \cdot (18 \text{ cm})] = 186 \text{ cm}^2 = \\ = 0,0186 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

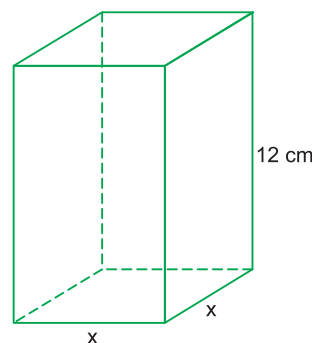
$$\begin{aligned} \text{II) A área da tampa é} \\ (3 \text{ cm}) \cdot (2 \text{ cm}) = 6 \text{ cm}^2 = 0,0006 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Assim, o custo atual, em reais, para produzir 100

embalagens é

$$\begin{aligned} 100 \cdot 0,0186 \cdot 10 + 100 \cdot 0,0006 \cdot 40 = \\ = 18,6 + 2,4 = 21 \end{aligned}$$

#### b) Nova embalagem



I) Como o volume, em  $\text{cm}^3$ , da nova embalagem será igual ao volume da embalagem atual, temos:

$$x \cdot x \cdot 12 = 3 \cdot 2 \cdot 18 \Rightarrow x^2 = 9 \Rightarrow x = 3 \text{ cm}$$

II) A soma da área da base com a área lateral da nova embalagem será

$$\begin{aligned} (3 \text{ cm})^2 + 4 \cdot (3 \text{ cm}) \cdot (12 \text{ cm}) = \\ = 9 \text{ cm}^2 + 144 \text{ cm}^2 = 153 \text{ cm}^2 = 0,0153 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

III) A área da tampa da nova embalagem será

$$(3 \text{ cm})^2 = 9 \text{ cm}^2 = 0,0009 \text{ m}^2$$

Assim, o custo, em reais, para produzir 100 novas embalagens é  $100 \cdot 0,0153 \cdot 10 + 100 \cdot 0,0009 \cdot 40 = 15,3 + 3,6 = 18,9$

Respostas: a) O custo do material é R\$ 21,00.

b) As dimensões são  $3\text{cm} \times 3\text{cm} \times 12\text{cm}$  e o custo de produção é R\$ 18,90.

Márcia está fazendo um teste de condicionamento físico e corre numa pista circular de 200 m de comprimento, com velocidade angular constante, e no sentido anti-horário. A distância, em metros, entre Márcia e um equipamento eletrônico localizado na parte externa da pista foi registrada nos primeiros 60 segundos e está representada na Figura 1 abaixo.

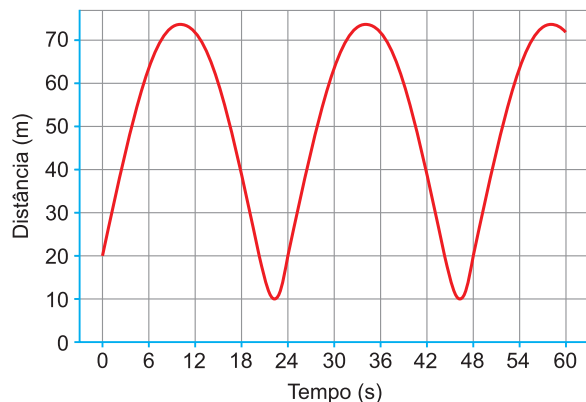


Figura 1: Distância, em função do tempo, entre Márcia e o equipamento eletrônico.

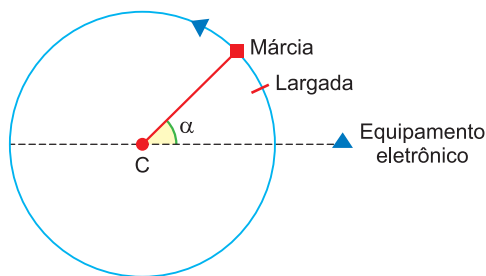


Figura 2: Representação da situação considerada no item (b).

- a) Determine quanto tempo Márcia demora para completar uma volta e quantos metros ela percorreu nos primeiros 60 segundos.
- b) A Figura 2 representa um determinado instante em que a distância entre Márcia e o centro da pista (ponto C) é igual à distância entre ela e o equipamento eletrônico. Calcule o cosseno do ângulo  $\alpha$  indicado na Figura 2.

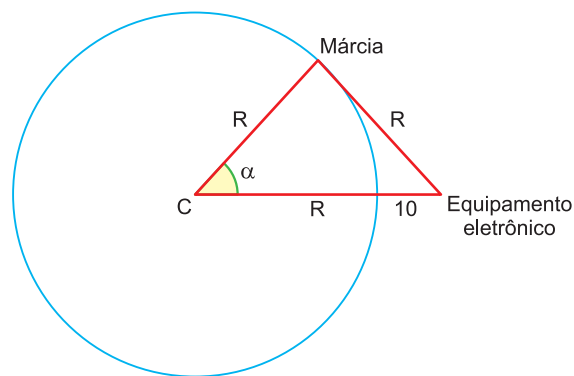
### Resolução

- a) Do gráfico, temos que Márcia completa uma volta em 24s.

Como a pista tem comprimento  $C = 200$  m, ela percorre nos primeiros 60s uma distância  $\Delta s$ , sendo

$$\frac{\Delta s}{60} = \frac{200}{24} \Rightarrow \Delta s = 500 \text{ m}$$

- b) Da figura 2, podemos representar que no instante considerado, temos:



Pela lei dos cossenos:

$$\begin{aligned} R^2 &= R^2 + (R + 10)^2 - 2 \cdot R \cdot (R + 10) \cdot \cos \alpha \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow 2R(R + 10) \cdot \cos \alpha &= (R + 10)^2 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \cos \alpha &= \frac{R + 10}{2R} \end{aligned}$$

Como  $C = 200 \text{ m} \Leftrightarrow 2\pi R = 200$ , então  $R = \frac{100}{\pi}$  e

$$\cos \alpha = \frac{\frac{100}{\pi} + 10}{2 \cdot \frac{100}{\pi}} = \frac{100 + 10\pi}{200} = \frac{10 + \pi}{20}$$

Respostas: a) 24s e 500m

$$\text{b) } \cos \alpha = \frac{10 + \pi}{20}$$

Heloísa está brincando com uma urna que contém dez bolinhas, sendo três azuis, três verdes e quatro rosas. Ela resolve construir uma sequência numérica  $x_0, x_1, x_2, \dots$  de acordo com as cores das bolinhas que sorteia da urna. O primeiro termo da sequência é  $x_0 = 1$ .

A cada sorteio, um novo termo da sequência é determinado multiplicando-se o termo anterior:

- por 2, se a bolinha sorteada for azul;
- por 3, se a bolinha sorteada for verde;
- por 5, se a bolinha sorteada for rosa.

A bolinha sorteada é devolvida para a urna antes do próximo sorteio. Por exemplo, se nos três primeiros sorteios Heloísa retira, respectivamente, uma bolinha rosa, uma verde e uma azul, então a sequência obtida é

- $x_0 = 1$ ,
- $x_1 = 5 \cdot x_0 = 5$ ,
- $x_2 = 3 \cdot x_1 = 15$ ,
- $x_3 = 2 \cdot x_2 = 30$ .

a) É possível que Heloísa obtenha uma sequência contendo o termo 189? Justifique.

b) Qual a probabilidade de Heloísa obter o número 360 como termo de uma sequência?

### Resolução

a) 1)  $189 = 3^2 \cdot 7 = 1 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 7$

2) Não é possível obter uma sequência com um dos termos igual a 189 pois nenhuma bolinha “vale 7”.

b) 1) Decompondo 360 em fatores primos obtemos

$$360 = 2^3 \cdot 3^2 \cdot 5$$

$$2) 2^3 \cdot 3^2 \cdot 5 = 1 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 5$$

3) Na sequência  $(x_0, x_1, x_2, \dots, 360)$ , o 360 é o

$$x_6 = 1 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 5$$

4) Representando por A a bolinha azul, V a bolinha verde e R a bolinha Rosa, uma maneira de obter o 360 é obter, nas 6 primeiras extrações, o evento A, A, A, V, V, R, nesta ordem.

5) A probabilidade de obter esse evento é

$$\left(\frac{3}{10}\right)^3 \cdot \left(\frac{3}{10}\right)^2 \cdot \frac{4}{10} = \frac{3^5 \cdot 4}{10^6}$$

6) O número de eventos distintos, todos com a mesma probabilidade, de se obter o número 360

$$\text{é } P_6^{3,2} = \frac{6!}{3! 2!} = \frac{6 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 3!}{3! 2!} = 60$$

A, A, A, V, V, R

A, A, V, V, A, R

V, V, A, R, A, A

⋮

etc

7) A probabilidade pedida é, pois,

$$60 \cdot \frac{3^5 \cdot 4}{10^6} = 0,05832 = 5,832\%$$

Respostas: a) Não

b) 5,832%

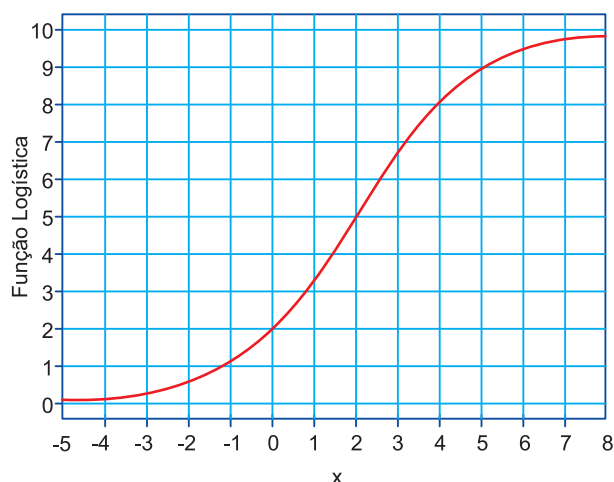
Por volta de 1845, o matemático belga Pierre Verhulst começou a estudar um tipo de função que hoje é conhecida como função logística. Originalmente utilizada para modelar problemas envolvendo crescimento populacional, atualmente tem muitas outras aplicações em ecologia, biomatemática, sociologia e ciências políticas.

Uma função logística pode ser definida por

$$f(x) = \frac{L}{1 + 2^{-k(x-x_0)}}, x \in \mathbb{R},$$

em que  $k > 0$ ,  $L > 0$  e  $x_0 \in \mathbb{R}$ .

- a) Seja  $f^{-1}$  a função inversa de  $f$ . Determine a expressão e o domínio de  $f^{-1}$ .
- b) O gráfico abaixo é de uma função logística com  $L = 10$ . Determine os valores de  $x_0$  e  $k$ .



### Resolução

- a) Dada a função  $f(x) = \frac{L}{1 + 2^{-k(x-x_0)}}$ , obtendo sua

inversa, temos:

$$y = \frac{L}{1 + 2^{-k(x-x_0)}}$$

Trocando as variáveis, temos:

$$x = \frac{L}{1 + 2^{-k(y-x_0)}} \Leftrightarrow 1 + 2^{-k(y-x_0)} = \frac{L}{x} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 2^{-k(y-x_0)} = \frac{L}{x} - 1 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow -k(y-x_0) = \log_2 \left( \frac{L}{x} - 1 \right) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow -ky + kx_0 = \log_2 \left( \frac{L}{x} - 1 \right) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow ky = kx_0 - \log_2 \left( \frac{L}{x} - 1 \right) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow y = \frac{kx_0 - \log_2 \left( \frac{L}{x} - 1 \right)}{k}$$

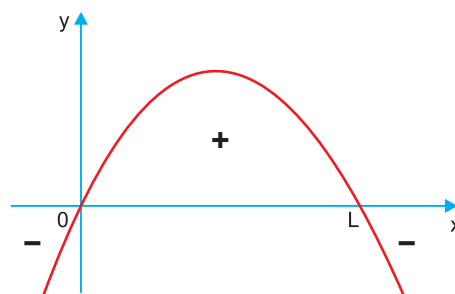
e assim, tem-se

$$f^{-1}(x) = \frac{kx_0 - \log_2 \left( \frac{L}{x} - 1 \right)}{k}$$

O domínio de  $f^{-1}$  são os valores que satisfazem a condição de existência do logaritmo. Assim, temos:

$$\frac{L}{x} - 1 > 0 \Leftrightarrow \frac{L-x}{x} > 0 \Leftrightarrow x \cdot (L-x) > 0$$

Resolvendo a inequação, temos:



$$D(f^{-1}) = \{x \in \mathbb{R} \mid 0 < x < L\}$$

- b) Pelo gráfico da função  $f$ , temos os seguintes pontos:  $(0; 2)$  e  $(4; 8)$ . Assim,  $f^{-1}(2) = 0$  e  $f^{-1}(8) = 4$ .

Substituindo na função inversa, temos:

$$f^{-1}(2) = \frac{k \cdot x_0 - \log_2 \left( \frac{10}{2} - 1 \right)}{k} = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow k \cdot x_0 - \log_2 4 = 0 \Leftrightarrow k \cdot x_0 = 2 \quad (\text{I})$$

$$f^{-1}(8) = \frac{k \cdot x_0 - \log_2 \left( \frac{10}{8} - 1 \right)}{k} = 4 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow k \cdot x_0 - \log_2 (1/4) = 4k \quad (\text{II})$$

Substituindo (I) em (II), temos:

$$2 - (-2) = 4k \Leftrightarrow k = 1$$

$$\text{Em (I), temos: } 1 \cdot x_0 = 2 \Leftrightarrow x_0 = 2$$

$$k \cdot x_0 - \log_2 \left( \frac{L}{x} - 1 \right)$$

$$\text{Respostas: a) } f^{-1}(x) = \frac{\quad}{k}$$

$$D(f^{-1}) = \{x \in \mathbb{R} \mid 0 < x < L\}$$

$$\text{b) } k = 1 \text{ e } x_0 = 2$$

## 9

Seja  $a$  um número real e considere o polinômio

$f(x) = x^3 + (a+1)x^2 + (a+2)x + 2$ , que tem  $x = -1$  como uma de suas raízes.

a) Determine todos os valores de  $a$  tais que  $x = -1$  é a única raiz real.

b) Determine todos os valores de  $a$  tais que as soluções de  $f(x) = 0$  sejam números inteiros.

### Resolução

O polinômio  $f(x)$  é divisível por  $x + 1$ , e assim

$f(x) = (x + 1)(x^2 + ax + 2)$ , a partir da divisão a seguir

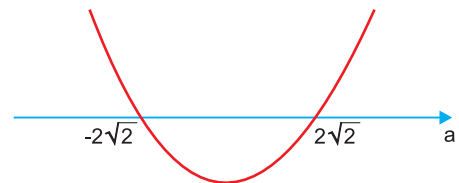
|   |         |         |   |      |
|---|---------|---------|---|------|
| 1 | $a + 1$ | $a + 2$ | 2 | $-1$ |
| 1 | $a$     | 2       | 0 |      |

a) Para que  $x = -1$  seja a única raiz real, devemos

$$\text{ter } a^2 - 4 \cdot 1 \cdot 2 < 0 \Leftrightarrow a^2 - 8 < 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow -2\sqrt{2} < a < 2\sqrt{2}, \text{ onde o gráfico de } f(a) = a^2 - 8$$

é do tipo



b) O conjunto solução de

$$x^3 + (a+1)x^2 + (a+2)x + 2 = 0 \text{ é } \{-1; x_2; x_3\} \text{ e a}$$

partir das relações de Girard, tem-se

$$\begin{cases} -1 + x_2 + x_3 = -a - 1 \\ -1 \cdot x_2 \cdot x_3 = -2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x_2 + x_3 = -a \\ x_2 \cdot x_3 = 2 \end{cases}$$

Se todas as raízes de  $f(x)$  são inteiras, então

$$-a = 1 + 2 \text{ ou } -a = -1 - 2 \Leftrightarrow a = -3 \text{ ou } a = 3.$$

$$\text{Respostas: a) } -2\sqrt{2} < a < 2\sqrt{2}$$

$$\text{b) } -3 \text{ ou } 3$$

Seja  $K$  a região poligonal, no plano cartesiano, dos pontos  $(x, y)$  que satisfazem as inequações

$$\begin{aligned}x &\geq 0, \\y &\geq 0, \\x + y &\leq 3, \\3x + y &\leq 5.\end{aligned}$$

A área hachurada da figura abaixo representa a região  $K$  no plano cartesiano.

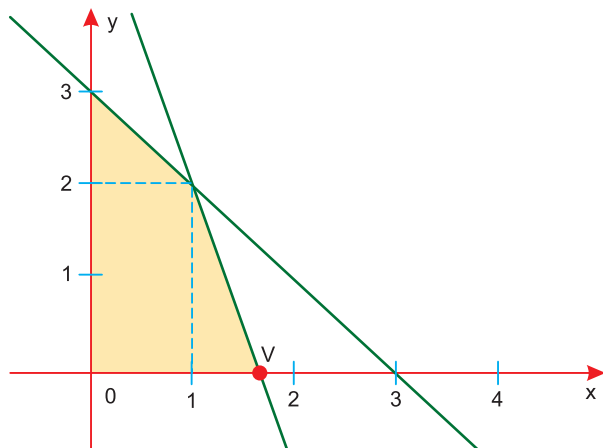
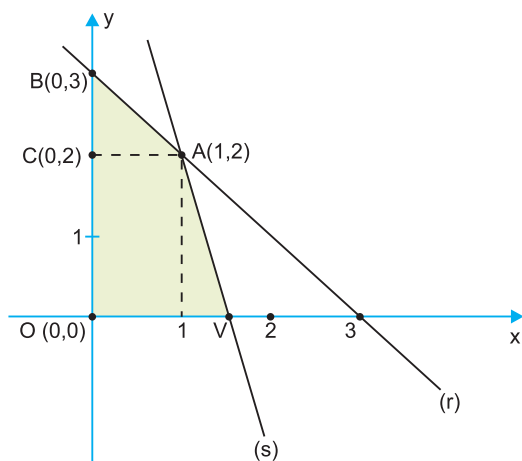


Figura 1: representação da região  $K$ .

- a) Determine as coordenadas do vértice  $V$ , indicado na Figura 1, e a área da região  $K$ .
- b) Determine o maior valor de  $2x + y$  para  $(x, y) \in K$ .

### Resolução

- a) Seja  $x + y = 3$  e  $3x + y = 5$  as equações das retas  $(r)$  e  $(s)$ , respectivamente.



O ponto  $V(v; 0) \in (s)$  e, portanto,

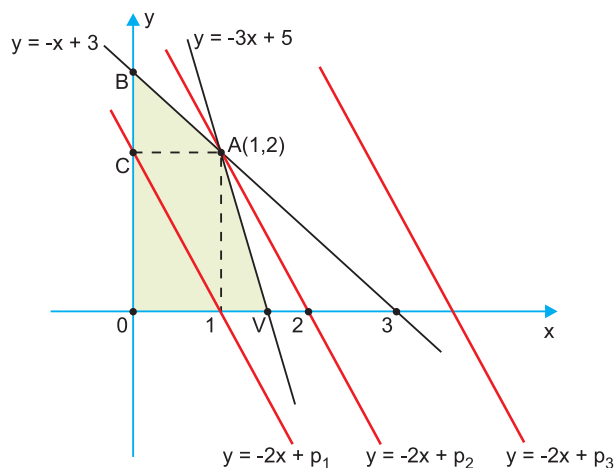
$$3 \cdot v + 0 = 5 \Rightarrow v = \frac{5}{3}$$

A área  $S$  da região poligonal  $K$  é igual a soma das áreas do triângulo  $ABC$  e do trapézio  $ACOV$ .

Logo:

$$S = \frac{1 \cdot 1}{2} + \frac{\left(\frac{5}{3} + 1\right) \cdot 2}{2} = \frac{19}{6}$$

- b) Seja  $y = -2x + p$  um feixe de retas paralelas com coeficiente angular  $-2$ .

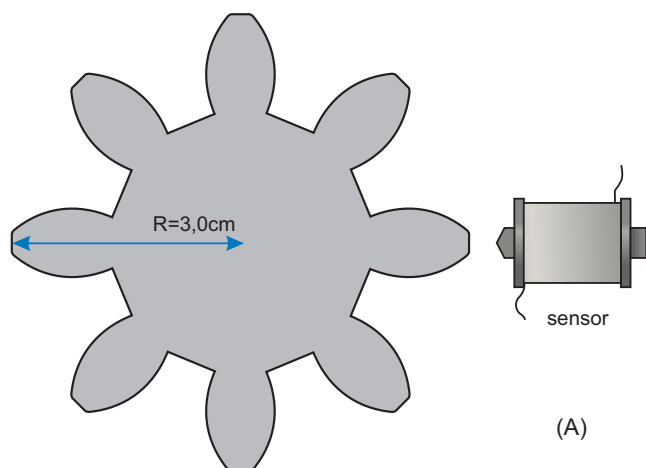


Para que  $(x; y) \in K$ , a reta  $y = -2x + p$  deve conter o ponto  $A(1; 2)$  e, portanto,  $2 = -2 \cdot 1 + p \Leftrightarrow p = 4$ . Logo, o maior valor de  $2x + y$  é igual a 4.

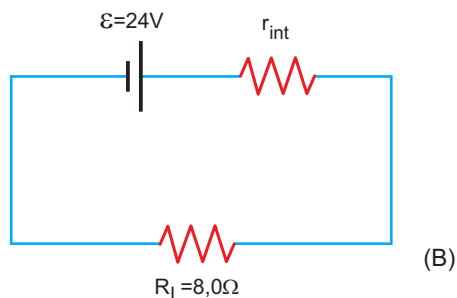
Respostas: a)  $V\left(\frac{5}{3}; 0\right)$  e área =  $\frac{19}{6}$

b) 4

O órgão Hammond, instrumento eletromecânico inventado por Laurens Hammond e John Hanert em 1935, como alternativa aos órgãos de tubos em igrejas, rapidamente tornou-se popular entre músicos de jazz e de outros gêneros musicais. O funcionamento do instrumento é baseado num conjunto de rodas fônicas (discos metálicos com dentes magnetizados) que giram próximas a bobinas eletromagnéticas (sensores), conforme a figura A. À medida que os dentes passam em frente ao sensor, o fluxo magnético através da bobina varia, dando origem a uma corrente elétrica que oscila com um período correspondente à passagem de cada dente. Essa corrente elétrica é então amplificada e alimenta os alto-falantes.



- a) Se a roda fônica da nota Lá, de frequência  $f = 220 \text{ Hz}$ , possui 8 dentes e tem um raio  $R = 3,0 \text{ cm}$ , qual é o módulo da velocidade linear de um ponto na extremidade de um dente?
- b) Uma fonte contínua de força eletromotriz  $\varepsilon = 24 \text{ V}$  e resistência interna  $r_{\text{int}}$  alimenta um amplificador de áudio. A figura B apresenta um circuito com a fonte e sua resistência interna ligadas à resistência  $R_L = 8,0 \, \Omega$ , equivalente ao circuito do amplificador. Se a queda de tensão em  $r_{\text{int}}$  é igual a  $U_{\text{int}} = 4,0 \text{ V}$ , qual é a potência  $P_L$  dissipada por  $R_L$ ?



$$v = 2\pi r f$$

$$v = 2 \cdot 3 \cdot 3,0 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{220}{8} \text{ (m/s)}$$

$$v = 4,95 \text{ m/s}$$

- b) 1) A queda de tensão na resistência interna reduz a tensão disponível para alimentar o amplificador.

$$U_L = \varepsilon - U_{\text{int}}$$

$$U_L = 24 - 4,0 \text{ (V)}$$

$$U_L = 20,0 \text{ V}$$

- 2) Cálculo da potência dissipada:

$$P_L = \frac{U_L^2}{R_L}$$

$$P_L = \frac{(20,0)^2}{8,0} \text{ (W)}$$

$$P_L = 50,0 \text{ W}$$

Respostas: a) 4,95 m/s  
b) 50,0 W

### Resolução

$$a) f_{\text{Lá}} = 8$$

$$f_{\text{roda}}$$

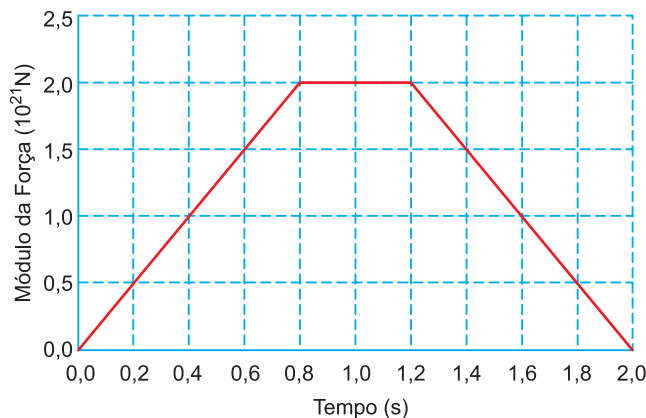
$$f_{\text{roda}} =$$

$$\frac{220}{8} \text{ Hz}$$

Recentemente, cientistas internacionais realizaram um estudo sobre as opções para evitar um possível impacto de um asteroide com a Terra e estimaram que o tempo mínimo de antecedência do início das ações para impedir a colisão é de cinco anos.

a) Considere um asteroide de massa  $M = 3,0 \times 10^{15}$  kg (comparável com a massa do asteroide que supostamente colidiu com a Terra e causou a extinção dos dinossauros) se deslocando em direção à Terra com uma quantidade de movimento de módulo  $|\vec{Q}_i| = 1,2 \times 10^{20}$  N . s. Na tentativa de evitar o impacto, pretende-se lançar um míssil da Terra em direção ao asteroide de modo que, com o choque, seja gerado um impulso que altere a velocidade do asteroide (em módulo ou direção). Suponha que essa operação ocorra com sucesso, reduzindo o módulo da velocidade de deslocamento do asteroide pela metade. Desprezando a variação da massa do asteroide durante a operação, calcule a **variação** da energia cinética do asteroide como resultado da operação.

b) Considere agora um outro asteroide que sofre, de fato, um impacto com a Terra. Considere também que o módulo da força de impacto da superfície da Terra agindo sobre o asteroide varie em função do tempo, de acordo com o gráfico abaixo. Calcule o módulo do impulso que agiu sobre o asteroide durante a colisão com a Terra.



### Resolução

a) 1) Cálculo do módulo da velocidade inicial

$$|\vec{Q}_i| = M V_0 \Rightarrow 1,2 \cdot 10^{20} = 3,0 \cdot 10^{15} V_0$$

$$V_0 = 0,40 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

$$V_0 = 4,0 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

2) De acordo com o texto:

$$V_f = \frac{V_0}{2} = 2,0 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

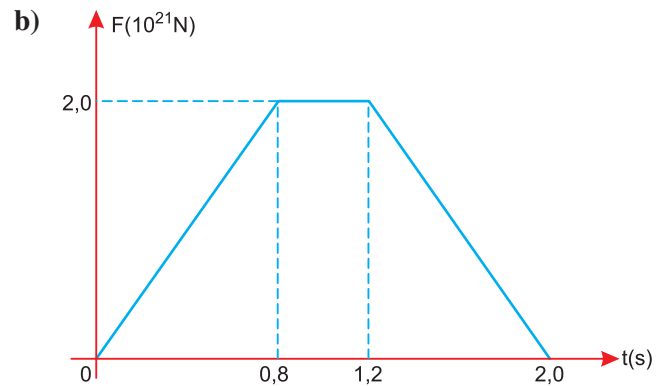
3) Cálculo da variação da energia cinética:

$$\Delta E_{\text{cin}} = \frac{M}{2} (V_f^2 - V_0^2)$$

$$\Delta E_{\text{cin}} = \frac{3,0 \cdot 10^{15}}{2} (4,0 \cdot 10^8 - 16,0 \cdot 10^8) \text{ (J)}$$

$$\Delta E_{\text{cin}} = 1,5 \cdot 10^{15} (-12,0 \cdot 10^8) \text{ (J)}$$

$$\Delta E_{\text{cin}} = -1,8 \cdot 10^{24} \text{ J}$$



$$|\vec{I}| = \text{área} (F \times t)$$

$$|\vec{I}| = \frac{(2,0 + 0,4) \cdot 2,0 \cdot 10^{21}}{2} \text{ (SI)}$$

$$|\vec{I}| = 2,4 \cdot 10^{21} \text{ N.s}$$

Respostas: a)  $\Delta E_{\text{cin}} = -1,8 \cdot 10^{24} \text{ J}$

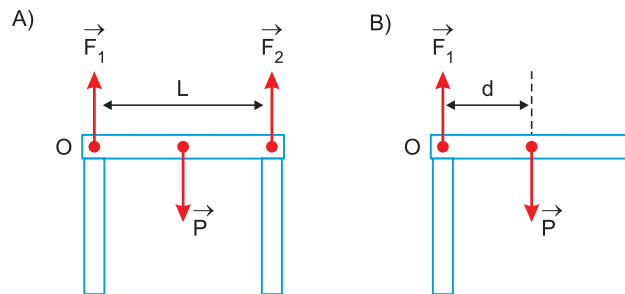
b)  $|\vec{I}| = 2,4 \cdot 10^{21} \text{ N.s}$

Recentemente, os arqueólogos do Reino Unido apresentaram novas evidências sobre a origem do círculo de pedras de Stonehenge, na Grã-Bretanha. Testes geoquímicos indicam que a maioria dos monumentos megalíticos compartilham uma origem comum a cerca de vinte e cinco quilômetros de distância, enquanto as pedras azuis menores podem ter sido trazidas de outro monumento que foi desmontado e movido duzentos e oitenta quilômetros.

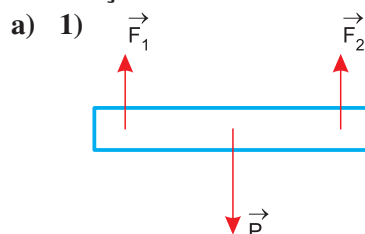


a) Observe o conjunto de pedras mostrado na figura A, e considere que a pedra na horizontal está em equilíbrio estático, sustentada pelas duas pedras verticais de mesma altura. A pedra horizontal é homogênea, estando a sua massa uniformemente distribuída ao longo do seu comprimento  $L = 4,0$  m. A força vertical  $\vec{F}_1$  indicada na figura A tem módulo igual a  $F_1 = 9,0 \times 10^4$  N. Suponha que uma das pedras verticais se rompa, gerando, imediatamente após a ruptura, o diagrama de forças mostrado na figura B. Na situação da figura A, a força peso – que age no centro de massa da pedra horizontal – produz um torque com módulo  $\tau_p$  em relação ao ponto O. O módulo do torque  $\tau_p$  é dado pelo produto do módulo da força peso  $P$  vezes a distância  $d$  do centro de massa ao ponto O. Calcule o módulo do torque resultante  $\tau_p$  na situação da figura B.

b) Um mistério que permanece sobre o monumento de Stonehenge diz respeito ao modo como pedras tão pesadas teriam sido deslocadas, percorrendo grandes distâncias. Para ilustrar tal desafio, calcule o trabalho que deve ser realizado por uma força horizontal aplicada a uma pedra de massa  $M = 1,8 \times 10^4$  kg para **arrastá-la**, com velocidade constante, por uma distância  $d = 20$  km em contato com uma superfície horizontal de coeficiente de atrito cinético igual a  $\mu_c = 0,6$ . Sabendo que  $1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$ , expresse sua resposta em kWh.



### Resolução

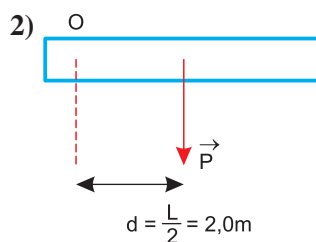


Condição de força resultante nula:

$$|\vec{F}_1| + |\vec{F}_2| = |\vec{P}|$$

Da simetria das figuras:  $|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = 9,0 \cdot 10^4 \text{ N}$

Portanto:  $|\vec{P}| = 1,8 \cdot 10^5 \text{ N}$



$$\tau_p = |\vec{P}| d = 1,8 \cdot 10^5 \cdot 2,0 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

$$\tau_p = 3,6 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}$$



1) Sendo a velocidade constante, a força resultante é nula e teremos:

$$F = F_{at} = \mu P$$

$$F = 0,6 \cdot 1,8 \cdot 10^5 \text{ (N)}$$

$$F = 1,08 \cdot 10^5 \text{ N}$$

$$2) \tau_F = F \cdot d \cdot \cos 0^\circ$$

$$\tau_F = 1,08 \cdot 10^5 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 1 \text{ (J)}$$

$$\tau_F = 21,6 \cdot 10^8 \text{ J}$$

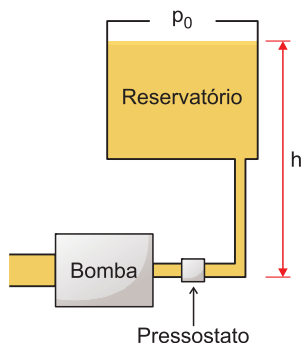
$$\tau_F = \frac{21,6 \cdot 10^8}{3,6 \cdot 10^6} \text{ kWh}$$

$$\tau_F = 6,0 \cdot 10^2 \text{ kWh}$$

Respostas: a)  $\tau_P = 3,6 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}$

b)  $\tau_F = 6,0 \cdot 10^2 \text{ kWh}$

Na ilustração da figura, uma bomba eleva óleo até um reservatório. Um pressostato instalado ao lado da bomba tem a função de ligá-la e de desligá-la conforme varia a altura  $h$  do nível do óleo.



a) A bomba é desligada quando a **pressão manométrica** no pressostato atinge o valor  $p_m = 3,2 \times 10^5$  Pa. Lembrando que a **pressão manométrica** é dada por  $p_m = p - p_0$ , sendo  $p$  a pressão absoluta e  $p_0$  a pressão atmosférica, e sabendo que a densidade do óleo em questão é  $\rho_{\text{óleo}} = 8,0 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$ , qual é o valor de  $h$  para que o pressostato desligue a bomba?

b) Um elevador hidráulico faz uso da força exercida por um fluido, normalmente um óleo ou o ar. Num elevador residencial a vácuo, a força aplicada sobre a cabine verticalmente para cima é proveniente da diferença de pressão do ar na base e no teto da referida cabine. A parte inferior da base fica em contato com a atmosfera ambiente, portanto, na pressão atmosférica  $p_0 = 100$  kPa. Já na parte superior do teto, que é fechada hermeticamente, retira-se ar com uma bomba de vácuo, reduzindo-se a pressão. Qual deve ser a pressão  $p_{\text{sup}}$  na parte superior de uma cabine cilíndrica de massa  $m = 300$  kg para que ela suba em movimento retilíneo uniforme? As áreas da base e do teto são idênticas e dadas por  $A_{\text{base}} = A_{\text{teto}} = 1,5 \text{ m}^2$ . Despreze qualquer força de atrito.

### Resolução

a) A **pressão manométrica ou hidrostática** é dada por:

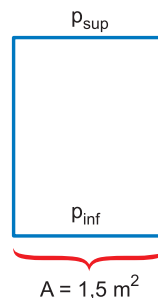
$$p_H = \rho g h$$

$$3,2 \cdot 10^5 = 8,0 \cdot 10^2 \cdot 10 \cdot h$$

$$h = 0,40 \cdot 10^2 \text{ m}$$

$$h = 40 \text{ m}$$

b)



Sendo a velocidade constante, a força resultante no elevador deverá ser nula e a força proveniente da diferença de pressão deverá equilibrar o peso:

$$\Delta p \cdot A = mg$$

$$(p_{\text{inf}} - p_{\text{sup}}) A = mg$$

$$(1,0 \cdot 10^5 - p_{\text{sup}}) \cdot 1,5 = 3,0 \cdot 10^3$$

$$1,0 \cdot 10^5 - p_{\text{sup}} = 2,0 \cdot 10^3$$

$$p_{\text{sup}} = 1,0 \cdot 10^5 - 2,0 \cdot 10^3 \text{ (Pa)}$$

$$p_{\text{sup}} = 100 \text{ kPa} - 2,0 \text{ kPa}$$

$$p_{\text{sup}} = 98 \text{ kPa}$$

Respostas: a)  $h = 40 \text{ m}$

b)  $p_{\text{sup}} = 98 \text{ kPa}$

Foi inaugurada em 2021, no deserto do Atacama, no Chile, a primeira usina termossolar da América Latina. Nessa usina, a energia solar é usada para fundir uma mistura de sais em temperaturas elevadas. A energia térmica armazenada nesses sais fundidos é então usada para produzir vapor de água em alta pressão e temperatura, o qual aciona as turbinas geradoras de eletricidade. A coleta da energia solar é feita por mais de dez mil espelhos móveis (helióstatos) distribuídos sobre o terreno.

- a) A insolação diária  $\sigma$  é a energia solar incidente por unidade de área durante 1 dia. Na área  $A = 6,0 \times 10^6 \text{ m}^2$  do terreno ocupado pelos heliostatos,  $\sigma = 8,0 \text{ kWh/m}^2$ . Uma fração de 5% dessa energia solar incidente no terreno é convertida em energia elétrica pela usina, energia esta fornecida para o consumo durante as 24 h do dia a uma potência constante. Qual é a potência fornecida pela usina?
- b) Quanto tempo leva para que uma massa  $m = 25000$  toneladas de sal seja fundida se a potência luminosa usada para a fusão for  $P_{\text{lumin}} = 400 \text{ MW}$ ? O calor latente de fusão do sal é  $L_{\text{sal}} = 160 \text{ kJ/kg}$ . Desde o início até o final do processo, a temperatura do sal permanece constante e igual à temperatura de fusão.

### Resolução

$$\text{a) } \sigma = \frac{E_{\text{solar}}}{A}$$

$$E_{\text{solar}} = \sigma \cdot A$$

$$\text{Pot}_{\text{fornecida}} = \frac{E_{\text{fornecida}}}{\Delta t}$$

Como  $E_{\text{fornecida}} = 5\% E_{\text{solar}}$ , temos

$$\text{Pot}_{\text{fornecida}} = \frac{0,05 \cdot \sigma \cdot A}{\Delta t}$$

$$\text{Pot}_{\text{fornecida}} = \frac{0,05 \cdot 8,0 \cdot 6,0 \cdot 10^6}{24} \text{ (kW)}$$

$$\text{Pot}_{\text{fornecida}} = 1,0 \cdot 10^5 \text{ kW}$$

$$\text{b) } P_{\text{lumin}} = \frac{Q_{\text{fusão}}}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{Q_{\text{fusão}}}{P_{\text{lumin}}}$$

$$\Delta t = \frac{m_{\text{sal}} \cdot L_{\text{sal}}}{P_{\text{lumin}}}$$

$$\Delta t = \frac{25 \cdot 10^3 \cdot 10^3 \cdot 160 \cdot 10^3}{400 \cdot 10^6} \text{ (s)}$$

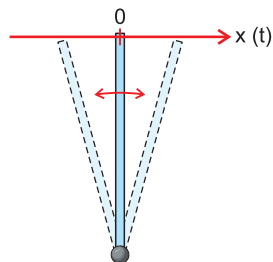
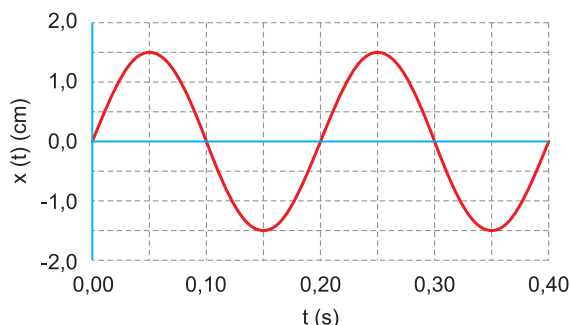
$$\Delta t = 1,0 \cdot 10^4 \text{ s}$$

Respostas: a)  $1,0 \cdot 10^5 \text{ kW}$

b)  $1,0 \cdot 10^4 \text{ s}$

Uma nova forma de geração de energia elétrica eólica que vem sendo testada usa a vibração de uma haste vertical de carbono produzida pela força do vento. A energia da oscilação da haste é transformada em energia elétrica por meio de alternadores. Esse sistema apresenta vantagens para o meio ambiente, uma vez que não utiliza as turbinas eólicas convencionais por serem muito barulhentas e perturbarem as comunidades vizinhas e a migração de pássaros.

(A)

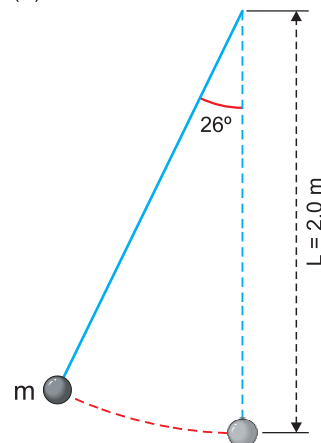


a) Uma haste vertical rígida, usada num experimento de laboratório, oscila com pequena amplitude de forma que a sua extremidade superior descreve um movimento aproximadamente horizontal. A posição horizontal da extremidade,  $x(t)$ , varia com o tempo  $t$  conforme o gráfico da figura A. Calcule a velocidade escalar média em  $v_{em}$  e o módulo  $v_m$  da velocidade média da extremidade superior da haste durante um período completo de oscilação.

b) O movimento da extremidade superior da haste do item (a) é similar ao de um pêndulo. Um pêndulo simples, de comprimento  $L = 2,0$  m e massa  $m$  em sua extremidade inferior (a massa da haste em si é desprezível), é solto a partir do repouso do ângulo  $\theta_0 = 26^\circ$  (veja a figura B). Despreze perdas por atrito e calcule a velocidade da massa  $m$  quando ela passa pelo ponto mais baixo da trajetória.

Dados:  $\sin 26^\circ \approx 0,44$ ;  $\cos 26^\circ \approx 0,90$ ;  $\tan 26^\circ \approx 0,49$ .

(B)



### Resolução

a) 1) De acordo com o gráfico dado, a amplitude de oscilação vale  $A = 1,5$  cm.

2) Para um período completo de oscilação, a extremidade superior da haste vertical retornou ao ponto de partida e o deslocamento vetorial é o vetor nulo e, por consequência, a velocidade vetorial média é o vetor nulo

$$\vec{V}_m = \vec{0} \text{ e } |\vec{V}_m| = 0$$

3) Por outro lado, sendo a trajetória retilínea, o deslocamento escalar também será nulo e a velocidade escalar média também será nula:

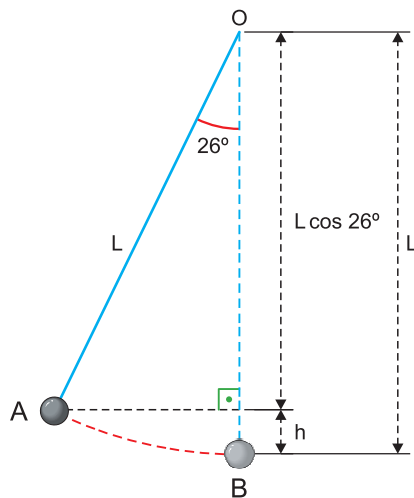
$$\Delta s = 0 \text{ e } V_{em} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = 0$$

4) Contudo, existe também o conceito de *rapidez média*, usado muito em Portugal e nos Estados Unidos, com o nome de “*speed*” definida como a razão entre a distância percorrida e o tempo gasto:

$d = 4 \cdot A = 6,0$  cm e  $T = 0,20$  s (leitura do gráfico)

$$r_m = \frac{d}{\Delta t} = \frac{6,0 \text{ cm}}{0,20 \text{ s}} \Rightarrow r_m = 30,0 \text{ cm/s}$$

b)



$$1) h = L - L \cos 26^\circ = L (1 - \cos 26^\circ)$$

$$h = 2,0 (1 - 0,90) \text{ (m)} \Rightarrow \boxed{h = 0,20\text{m}}$$

2) Conservação da energia mecânica

$$\boxed{E_B = E_A} \text{ (referência em B)}$$

$$\frac{m V_B^2}{2} = mgh$$

$$V_B = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,20} \text{ (m/s)}$$

$$\boxed{V_B = 2,0\text{m/s}}$$

Respostas: a)  $\vec{V}_m = \vec{0}$  e  $|\vec{V}_m| = 0$ 

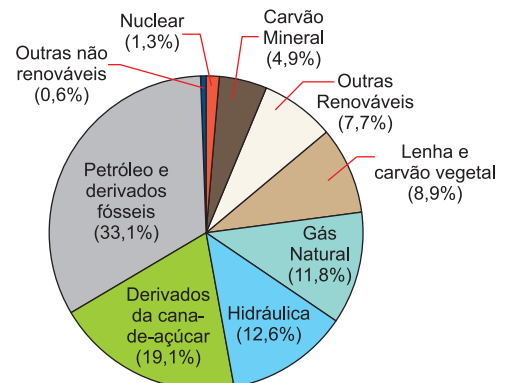
$$V_{em} = 0 \text{ e } r_m = 30,0\text{cm/s}$$

b) 2,0m/s

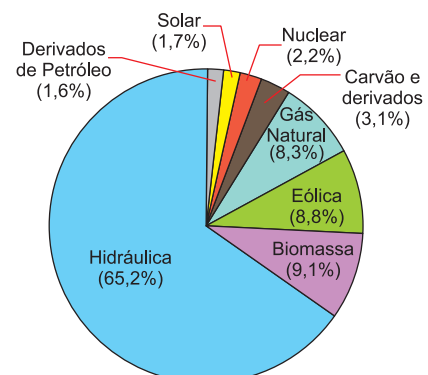
# 17

O combustível do futuro, o  $H_2$ , está sendo anunciado em uma representação que guarda semelhança com o espectro de cores de um arco-íris. O hidrogênio verde é produzido por eletrólise da água, eletrólise esta alimentada só por fontes renováveis de energia como a eólica, a solar e a hidráulica. Todas as outras cores envolvem fontes não renováveis de energia, as quais se utilizam, ou não, da eletrólise. O marrom é produto da gaseificação de carvão mineral, e o cinza é obtido a partir da reforma do gás natural. Para os  $H_2$  marrom e cinza, os gases emitidos na sua produção, inclusive o  $CO_2$ , vão para a atmosfera. O azul é uma variante do marrom ou do cinza quando se captura e se armazena o dióxido de carbono. O hidrogênio, contudo, pode ser classificado em outras cores.

- a) De acordo com as informações do texto, indique três critérios gerais, utilizados para classificar o  $H_2$  nas diversas cores.
- b) Considerando as condições ambientais, climáticas e econômicas em 2021, bem como a composição das matrizes energética e elétrica brasileiras (ano-base: 2020), comente, separadamente, os desafios para a implementação do  $H_2$  verde e azul como fonte de combustível alternativo.



Matriz Energética Brasileira (2020)



Matriz Elétrica Brasileira (2020)

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

## Resolução

a) Para classificar o  $H_2$  em diversas cores, são utilizados os critérios:

- 1) Matéria-prima para a produção do  $H_2$ : água (todas); carvão (marrom); metano (cinza).
- 2) Fonte de energia: renováveis (verde) ou não-renováveis (as outras cores).
- 3) Não-emissão de  $CO_2$  (verde) ou emissão (as demais cores) e/ou captura de  $CO_2$  (azul).

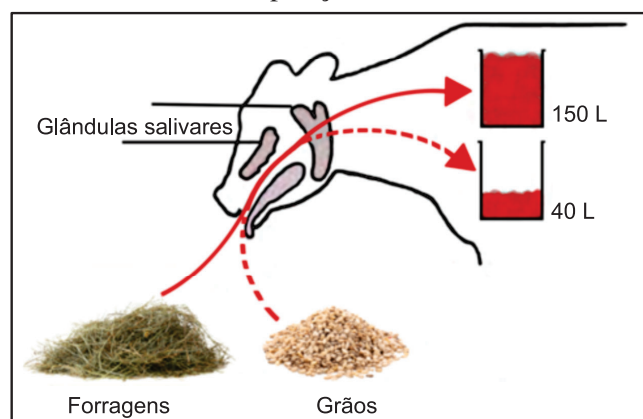
b1) Hidrogênio verde: A matriz elétrica brasileira é composta de uma pequena fração de fontes renováveis de energia, como eólica e solar. A hidráulica é usada em sua maioria na produção de energia elétrica nas hidroelétricas. Em 2021, no entanto, com a forte seca que atingiu o Brasil, a matriz hidráulica foi comprometida e em seu lugar utilizou-se a matriz termoeletrica, que, além de utilizar fontes fósseis não renováveis, libera  $CO_2$  para o ar. Além disso, com a crise econômica que atingiu o País em 2021, o custo da energia elétrica subiu, encarecendo a produção de  $H_2$  verde derivado da eletrólise da água. Na implementação do  $H_2$  verde, portanto, a matriz elétrica deve aumentar a participação de fontes renováveis.

b2) Hidrogênio azul: A matriz energética brasileira utiliza muitas fontes de energia fósseis e não renováveis, que emitem gases-estufa e tóxicos no ambiente. Em 2021, a participação das fontes derivadas do carvão cresceu devido à seca.

Na implementação de  $H_2$  azul, deve-se considerar a adoção de tecnologias para reter o  $CO_2$  emitido, tais como filtros nas chaminés das indústrias, os quais absorvem  $CO_2$  e o custo da captura e armazenamento do  $CO_2$ .

## 18

O pH do rúmen de bovinos varia entre 5,7 e 7,3, valores diretamente dependentes da alimentação. Em vacas leiteiras de alta produção, a acidose (pH ruminal < 6,0) é um problema comum, o que pode levar à acidose láctica, a abscessos hepáticos, à redução na digestão de fibras e à redução da gordura no leite. Isso ocorre quando a vaca ingere alimentos com muitos grãos, alimentos estes que contêm amido ou açúcar rapidamente digerível. Um alto valor de pH (> 7) será observado em dietas com forrageiras de baixa qualidade, suplementadas com ureia. A maior parte do tampão no rúmen vem na forma de saliva, que é gerada quando a vaca mastiga o alimento. A figura abaixo mostra esquematicamente o que ocorre com a produção de saliva, a depender do tipo de alimentação. A tabela mostra a composição média da saliva bovina.



| Composição da Saliva | Concentração (mmol L <sup>-1</sup> ) |
|----------------------|--------------------------------------|
| sódio                | 160                                  |
| potássio             | 6,2                                  |
| cloreto              | 7,1                                  |
| hidrogenocarbonato   | 126                                  |
| fosfato              | 26                                   |
| matéria seca         | 1,0                                  |

a) Considerando essas informações, aponte e discuta, do ponto de vista químico, duas razões pelas quais uma alimentação rica em grãos pode conduzir a uma acidose ruminal.

b) Numa situação de acidose ruminal, apenas um dos seguintes suplementos alimentares poderia ser fornecido às vacas para solucionar o problema:  $NH_4Cl$ ,  $NaCl$  ou  $Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$ . Explique, do ponto de vista químico, por que dois deles não poderiam ser usados e um deles seria o único indicado.

## Resolução

- a) Pelo texto, alimentos com muitos grãos podem provocar acidose láctica, abscessos hepáticos, redução na digestão de fibras e redução da gordura no leite.

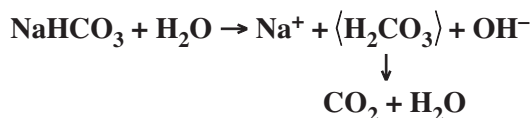
Ao ingerir grãos, a quantidade de saliva (solução tampão básica), será menor (40L) por ser o alimento rapidamente digerível e, consequentemente, pode não ser suficiente para manter o pH praticamente inalterado. Pelo texto, teríamos uma diminuição de pH.

Além disso, os grãos são ricos em amido e açúcar que, por fermentação, liberam ácidos.

- b) Numa acidose ruminal, para solucionar o problema, devemos adicionar um suplemento de caráter básico; o indicado será o



pois é um sal hidratado de caráter básico. Em solução aquosa produz íons  $\text{OH}^-$ .



O sal  $\text{NH}_4\text{Cl}$  é um composto que em solução aquosa produz um meio ácido:



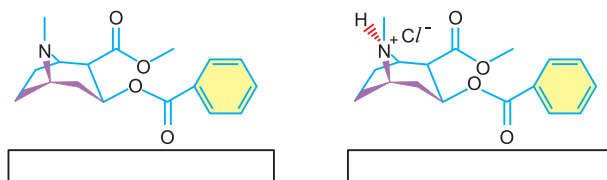
O sal  $\text{NaCl}$  sofre dissociação em água produzindo meio neutro:



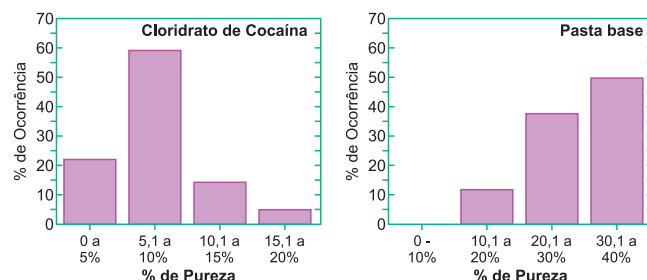
## 19

O mercado de drogas lícitas e ilícitas traz uma série de problemas à sociedade moderna, relativamente à saúde pública, evasão de divisas, criminalidade, entre outros. A cocaína, na forma de cloridrato, é um pó branco, muito solúvel em água, parcialmente solúvel em álcool e insolúvel em éter. Como base livre, a cocaína é branca ou ligeiramente amarela, muito pouco solúvel em água, um pouco solúvel em álcool e solúvel em éter. A cocaína de rua (cocaína e crack) geralmente vem adulterada, contendo outras substâncias. Assim, a toxicidade e o efeito de sua ingestão são frequentemente afetados por esses adulterantes.

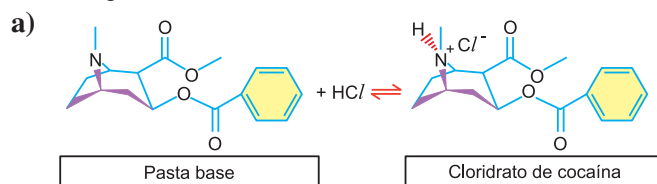
- a) Considerando as informações do texto e utilizando as fórmulas estruturais dadas pela figura no campo de resposta, complete a referida figura, de forma a transformá-la na equação de equilíbrio entre o cloridrato de cocaína e a pasta base, identificando, na equação, as duas espécies químicas. Explique, levando em conta as interações intermoleculares envolvidas na solubilização, as diferenças de solubilidades descritas no texto.



- b) O histograma da figura abaixo mostra os resultados dos testes de pureza de muitas amostras dos dois tipos de cocaínas comercializadas nas ruas de um estado brasileiro. De acordo com esses dados, em média, qual produto está mais adulterado: cloridrato de cocaína ou pasta base? Explique.



## Resolução

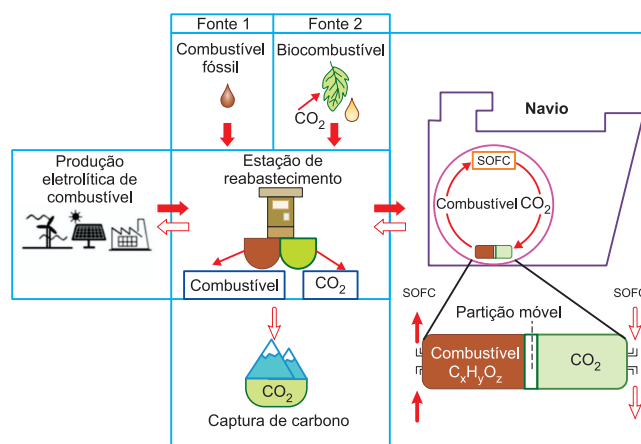


A pasta base possui caráter predominantemente apolar, sendo solúvel em éter (apolar) estabelecendo ligações de dipolo induzido (forças de London) entre suas moléculas. É pouco solúvel em álcool ( $R - OH$ ), que possui uma parte polar ( $-OH$ ) e outra apolar (hidrocarbônica), e insolúvel em água (polar).

O cloridrato de cocaína, que possui ligação iônica, forma ligação íon-dipolo com as moléculas de água, por isso é muito solúvel em água. É parcialmente solúvel em álcool (que possui hidroxila) e insolúvel em éter, apolar.

- b) O cloridrato de cocaína é o produto mais adulterado, pois a ocorrência maior (em torno de 60%) apresenta pureza baixa (entre 5,1% e 10%). A porcentagem de pureza da pasta base aumenta com o aumento da ocorrência da cocaína comercializada.

Navios cargueiros são responsáveis por 3% de todas as emissões de  $CO_2$ . Utilizando células de combustível de óxido sólido (SOFC) associadas à captura de  $CO_2$  “on board”, pesquisadores propõem tornar carbono neutro ou mesmo carbono negativo os navios. A SOFC funciona a partir da oxidação do combustível com oxigênio puro, extraído do ar, numa célula eletroquímica que dá origem a uma corrente elétrica. Nesse caso específico, o  $CO_2$  produzido é, então, armazenado no estado líquido, no espaço deixado pelo combustível queimado, num tanque com partição móvel. Esse  $CO_2$  deve ser reutilizado ou então armazenado adequadamente na natureza. A figura abaixo mostra como funciona o esquema proposto.



- a) Considerando o que se informa no texto, qual a importância, para o bom funcionamento da proposta, do uso das células de combustível em relação a motores de explosão interna (como os usados em carros convencionais e navios comuns)? Em condições ambientes, o  $CO_2$  é mais estável no estado gasoso; do ponto de vista prático, o que é preciso fazer, nas condições da proposta, para estocá-lo?
- b) De acordo com o texto e a figura acima, qual fonte de combustível (1 e 2) seria classificada como carbono neutro e qual como carbono negativo. Justifique suas escolhas

### Resolução

- a) Motores de explosão interna geram gás carbônico ( $CO_2$ ) que, quando liberado na atmosfera, contribui para o aumento do efeito estufa. Na proposta apresentada – utilizando SOFC –, o  $CO_2$  gerado será armazenado no reservatório (no estado líquido), o que reduz o impacto ambiental. Para manter o  $CO_2$  no estado líquido, é preciso

submetê-lo a uma pressão superior à pressão atmosférica e a uma diminuição da temperatura. No motor a combustão interna, o  $\text{CO}_2$  deve ser separado do  $\text{N}_2$  para ser estocado, constituindo uma desvantagem, pois na SOFC é utilizado  $\text{O}_2$  puro.

- b) **Carbono neutro:** proposta que não altera a quantidade de carbono da atmosfera.

**Carbono negativo:** proposta que reduz a quantidade de carbono da atmosfera.

O  $\text{CO}_2$  produzido pelas duas fontes (fóssil e biocombustível) não será liberado na atmosfera, portanto, gerando **carbono neutro**, porém, para a obtenção da matéria orgânica da fonte 2, os vegetais absorvem  $\text{CO}_2$  da atmosfera, resultando menor quantidade de carbono atmosférico.

Assim:

Carbono neutro – combustível 1 (fóssil).

Carbono negativo – combustível 2 (biocombustível).

## 21 Bio/Exatas

Analise os cartoons a seguir antes de responder às questões em a) e b).

Cartoon A



Cartoon B



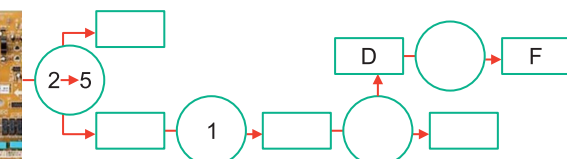
Cartoon C



- a) Para os cartoons A e B, indique, separadamente, uma ação (verbo) que pode ser realizada para superar os desafios impostos pelo cartoon C. Dê um exemplo concreto para cada ação (verbo) indicada. As ações enumeradas não podem corresponder à proposta apresentada no item b, a seguir.
- b) O processo de obtenção de metais provenientes de resíduos eletrônicos consiste na mineração urbana, que se baseia no conceito de economia circular. O fluxograma do campo de resposta apresenta uma forma de recuperação de metais do lixo eletrônico. Complete o fluxograma, utilizando os códigos para processos (números) e espécies (letras), apresentados no quadro ao lado do fluxograma do campo de resposta, de modo a tornar correto o processo representado pelo fluxograma. Cada processo ou espécie pode ser representado por um ou mais códigos que podem ser repetidos em campos diferentes.



Resíduo eletrônico



| Processos           | Espécies          |
|---------------------|-------------------|
| 1 - Dissolução      | A - $M1^{X+}(aq)$ |
| 2 - Moagem          | B - $M1(OH)_X(s)$ |
| 3 - Eletrodeposição | C - $M1(s)$       |
| 4 - Precipitação    | D - $M2^{Y+}(aq)$ |
| 5 - Decantação      | E - Não-Metais    |
|                     | F - $M2(s)$       |

### Resolução

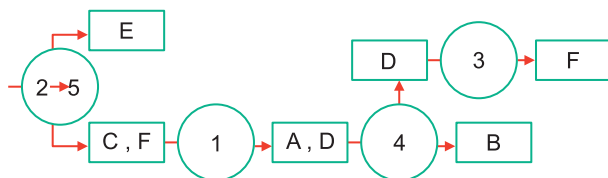
a) Para o cartoon A podem ser utilizados:

- Reduzir. Alguns modelos novos de *smartphones* já não vêm acompanhados de carregador de bateria para que sejam utilizados os carregadores antigos.
- Ação de reduzir: produção de eletrônicos que demorem mais tempo para ficar obsoletos.

Para o cartoon B pode ser utilizado:

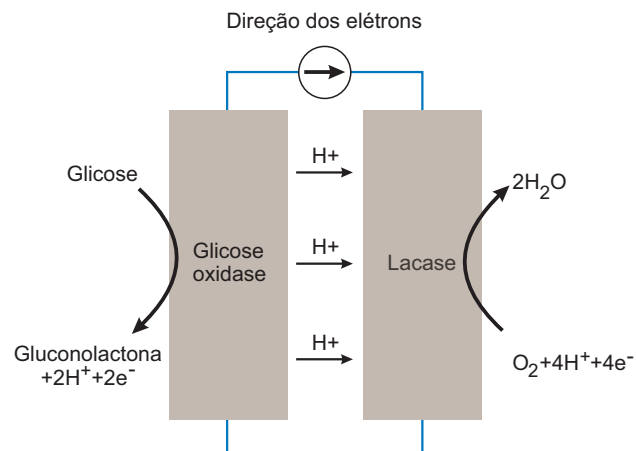
- Reutilizar. Ação: Parte do entulho de uma construção pode ser utilizado em outra obra.

b) É a ação de reciclar.



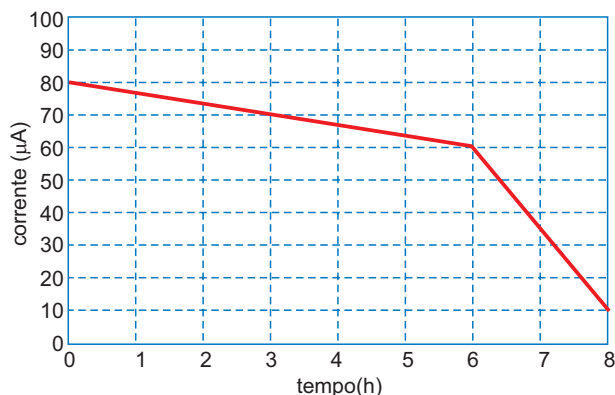
Após moagem (2) e adição de um líquido, os metais (M1 e M2) decantam-se (5), sendo separados dos não-metais (E). A dissolução é feita transformando os metais nos seus respectivos íons ( $M1^{X+}/A$  e  $M2^{Y+}/D$ ). Após adição de uma base, um dos metais é separado na forma de hidróxido insolúvel (precipitação do  $M1(OH)_X/B$ ). O metal M2 (F) finalmente é obtido por eletrodeposição (3).

Recentemente, pesquisadores desenvolveram uma célula eletroquímica que usa glicose como combustível para gerar eletricidade (figura abaixo).



Na célula usam-se enzimas adsorvidas em eletrodos de papel, onde ocorrem as reações que geram a corrente elétrica. O eletrodo da esquerda é previamente mergulhado em solução de glicose ( $20 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ ) e, depois de retirado dessa solução, a célula está pronta para funcionar. No seu funcionamento (no gráfico, no campo de resposta), observa-se uma queda da corrente ao longo do tempo, um reflexo da diminuição da concentração da glicose. Assim, para efeito de cálculo, pode-se considerar que a intensidade da corrente elétrica é diretamente proporcional à concentração de glicose.

a) Imagine uma situação em que esta célula eletroquímica esteja inserida diretamente na corrente sanguínea de um indivíduo saudável, cuja concentração de glicose é 90 mg/dL. No gráfico do espaço de resposta, esboce a curva da corrente em função do tempo, produzida pela célula nesta situação. Construa a curva, usando argumentos quantitativos, e justifique seu formato.



- b) Com base nas informações do gráfico disposto no espaço de resposta, calcule a quantidade, em mol de glicose, que foi consumida durante as primeiras 3 horas de funcionamento.

Dado: massa molar da glicose = 180 g/mol. Constante de Faraday: 96500 C/mol (1 C = A . s)

### Resolução

- a) Cálculo da concentração em mol/L da glicose na corrente sanguínea.

$$C = 90 \text{ mg / dL} ; M = 180 \text{ g/mol.}$$

$$180 \text{ g} \text{ ————— } 1 \text{ mol}$$

$$90 \cdot 10^{-3} \text{ g} \text{ ————— } x \quad \therefore x = 5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$1 \text{ dL} \rightarrow 0,1 \text{ L} \text{ ————— } 5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$1 \text{ L} \text{ ————— } y \quad \therefore y = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

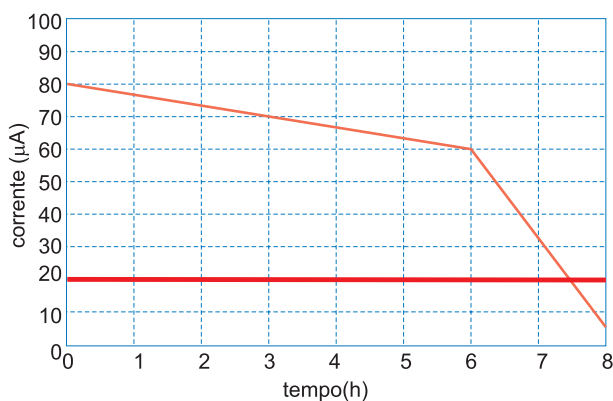
A concentração da glicose ( $5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ ) na corrente sanguínea é  $\frac{1}{4}$  da concentração da solução da glicose fornecida ( $20 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ )

Como a intensidade da corrente elétrica é diretamente proporcional à concentração da glicose, temos:

$$20 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} \text{ ————— } 80 \mu\text{A}$$

$$5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} \text{ ————— } i \quad \therefore i = 20 \mu\text{A}$$

Considerando que, no organismo, a concentração de glicose se mantém aproximadamente constante, a corrente fornecida ao longo do tempo também será constante.



- b) A corrente elétrica média no intervalo 0 a 3h é

$$\text{igual a } 75 \mu\text{A} \left( \frac{80 + 70}{2} \right)$$

$$Q = i \cdot t$$

$$Q = 75 \cdot 10^{-6} \text{ A} \cdot 3 \cdot 3600 \text{ s}$$

$$Q = 0,81 \text{ C}$$



$$1 \text{ mol} \text{ ————— } 2 \text{ mol}$$

$$1 \text{ mol} \text{ ————— } 2 \cdot 96500 \text{ C}$$

$$x \text{ ————— } 0,81 \text{ C}$$

$$x \cong 4,2 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$