

## 01 D

Uma tecnologia promissora para atender parte de nossas necessidades energéticas, sem a poluição gerada pela queima de combustíveis fósseis, envolve a transformação direta de parte da energia luminosa do Sol em energia elétrica. Nesse processo são utilizadas as chamadas células fotogalvânicas, que podem funcionar utilizando semicondutores extrínsecos de silício, constituídos por uma matriz de silício de alta pureza, na qual são introduzidos níveis controlados de impurezas. Essas impurezas são elementos químicos em cujas camadas de valência há um elétron a mais ou a menos, em relação à camada de valência do silício. Semicondutores do tipo n são produzidos quando o elemento utilizado como impureza tem cinco elétrons na camada de valência. Considerando os elementos B, P, Ga, Ge, As e In como possíveis impurezas para a obtenção de um semicondutor extrínseco de silício, poderão ser do tipo n apenas aqueles produzidos com a utilização de:

- a) B.
- b) Ge.
- c) Ga e Ge.
- d) P e As.
- e) B, Ga e In.

### Resolução

Semicondutores do tipo n são produzidos quando o elemento utilizado como impureza tem **cinco elétrons na camada de valência**. Os elementos citados como possíveis impurezas são:

B, Ga e In : grupo 13 ou 3A (três elétrons na camada de valência)

P e As: grupo 15 ou 5A (cinco elétrons na camada de valência).

Os elementos utilizados são: P e As.

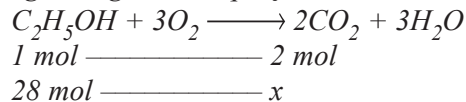
## 02 C

No Brasil, os dois combustíveis mais utilizados são a gasolina e o álcool hidratado, cujos principais componentes são  $C_8H_{18}$  e  $C_2H_5OH$ , respectivamente. Para liberar a mesma quantidade de energia que 1 L de gasolina, são necessários 1,7 L de álcool, o que corresponde a 6,5 mols de octano e 28,0 mols de etanol, respectivamente. Considerando combustão completa com 100% de eficiência, a relação entre as quantidades de  $CO_2$  produzidas por 1,7 L de álcool hidratado e 1 L de gasolina será:

- a) 0,23.
- b) 0,39.
- c) 1,08.
- d) 2,54.
- e) 4,31.

### Resolução

A combustão completa do etanol produz gás carbônico e água, segundo a equação:



$$x = 56 \text{ mol}$$

A combustão completa da gasolina, representada pelo  $C_8H_{18}$ , produz gás carbônico e água:



1 mol ————— 8 mol  
6,5 mol ————— y

$$y = 52 \text{ mol}$$

A relação entre as quantidades de  $CO_2$  produzidas é:

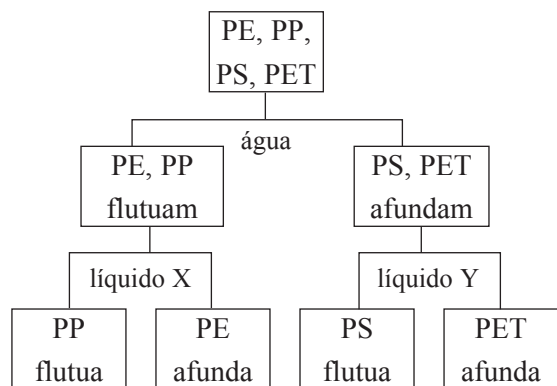
$$\frac{x}{y} = \frac{56 \text{ mol}}{52 \text{ mol}} = 1,08$$

## 03 B

Um dos problemas ambientais atuais é gerado pelo descarte inadequado de materiais plásticos, motivo pelo qual tem sido estimulada sua reciclagem. Essa reciclagem apresenta várias dificuldades, uma das quais é a natureza do material encaminhado para processamento, constituído por uma mistura de diferentes polímeros, que devem ser separados antes de processados. Na tabela a seguir são apresentadas as densidades dos polímeros presentes em um lote de material a ser reciclado, bem como dos líquidos, totalmente miscíveis entre si, disponíveis para a separação dos polímeros por flotação.

Líquido	Polímero (abreviatura)	Densidade (g.cm <sup>-3</sup> )
—	Polipropileno (PP)	0,90
—	Polietileno de alta densidade (PE)	0,95
—	Poliestireno (PS)	1,05
—	Poli(tereftalato de etileno) (PET)	1,37
Álcool	—	0,80
Água	—	1,00
Glicerina	—	1,26

O fluxograma a seguir representa as etapas do processo utilizado para a separação dos polímeros; após cada etapa, as frações são separadas e secas antes de serem submetidas às etapas seguintes.



Com respeito aos líquidos utilizados nas etapas finais do processo, é possível dizer que:

- X pode ser álcool puro.
- Y pode ser glicerina pura.
- X pode ser tanto álcool puro como glicerina pura.
- Y pode ser tanto glicerina pura como álcool puro.
- X e Y podem ser misturas de água e glicerina.

### Resolução

O líquido X tem densidade entre  $0,90 \text{ g.cm}^{-3}$  e  $0,95 \text{ g.cm}^{-3}$ . O líquido X poderia ser uma mistura de álcool e água ou de álcool e glicerina com uma composição que resulte uma mistura com densidade entre  $0,90 \text{ g.cm}^{-3}$  e  $0,95 \text{ g.cm}^{-3}$ .

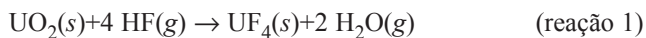
O líquido Y tem densidade entre  $1,05 \text{ g.cm}^{-3}$  e  $1,37 \text{ g.cm}^{-3}$ . Portanto, o líquido Y pode ser a glicerina pura.

**INSTRUÇÃO:** Leia o texto seguinte para responder as questões de **04** a **07**.

A geração de energia elétrica por reatores nucleares vem enfrentando grande oposição por parte dos ambientalistas e da população em geral ao longo de várias décadas, em função dos acidentes ocorridos nas usinas nucleares e da necessidade de controle dos resíduos radioativos por um longo período de tempo. Recentemente, o agravamento da crise energética, aliado à poluição e ao efeito estufa resultantes do uso de combustíveis fósseis, e à redução dos resíduos produzidos nas usinas nucleares, têm levado até mesmo os críticos a rever suas posições.

O funcionamento da maioria dos reatores nucleares civis baseia-se no isótopo  $^{235}_{92}\text{U}$  do urânio. O urânio natural apresenta uma distribuição isotópica de aproximadamente 0,72% de  $^{235}\text{U}$  e 99,27% de  $^{238}\text{U}$ . Para sua utilização em reatores, o urânio deve ser enriquecido

até atingir um teor de 3 a 4% em  $^{235}\text{U}$ . Um dos métodos utilizados nesse processo envolve a transformação do minério de urânio em  $\text{U}_3\text{O}_8$  sólido (“yellow cake”), posteriormente convertido em  $\text{UO}_2$  sólido e, finalmente, em  $\text{UF}_6$  gasoso, segundo as reações representadas pelas equações:



## 4

Com relação ao processo de transformação de  $\text{UO}_2$  (s) em  $\text{UF}_6$ (g), pode-se afirmar que:

- as reações 1 e 2 envolvem processos de oxidação-redução.
- apenas a reação 1 envolve processo de oxidação-redução.
- o agente oxidante na reação 2 é o  $\text{UF}_4$  sólido.
- o agente redutor da reação global é o HF gasoso.
- na reação global estão envolvidos os estados +4 e +6 do urânio.

### Resolução

A reação 1 não é de oxidorredução, pois não há variação do número de oxidação de nenhum átomo.

A reação 2 é de oxidorredução, pois há variação do número de oxidação do átomo de urânio de 4+ para 6+, respectivamente, no  $\text{UF}_4$  e no  $\text{UF}_6$ , e também o átomo de flúor varia de 0 a 1-, respectivamente, no  $\text{F}_2$  e no  $\text{UF}_6$ .

A reação global é de oxidorredução, pois o átomo de urânio oxida-se de 4+ para 6+, respectivamente, no  $\text{UO}_2$  e no  $\text{UF}_6$ . Portanto, o  $\text{UO}_2$  é o agente redutor, enquanto o flúor é reduzido de 0 a 1-, respectivamente, no  $\text{F}_2$  e no  $\text{UF}_6$ . Logo, o  $\text{F}_2$  é o agente oxidante.

## 05

Considere a reação global de produção de  $\text{UF}_6$  a partir da reação entre  $\text{UO}_2$ , HF e  $\text{F}_2$ , e as informações adicionais sobre entalpias de formação fornecidas a seguir.

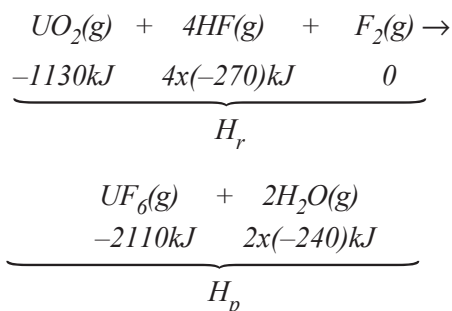
Substância (estado físico)	Entalpia de formação a 25 °C ( $\text{kJ mol}^{-1}$ )
$\text{UO}_2$ (s)	-1130
HF (g)	-270
$\text{UF}_6$ (g)	-2110
$\text{H}_2\text{O}$ (g)	-240

É correto afirmar que, a 25 °C, a reação de formação de UF<sub>6</sub> a partir de UO<sub>2</sub>, conforme descrito pela equação da reação global, é ..... kJ por mol de UF<sub>6</sub> formado.

Assinale a alternativa com as informações que preenchem corretamente a lacuna da frase acima.

- a) exotérmica, liberando 380
- b) exotérmica, liberando 950
- c) exotérmica, liberando 2110
- d) endotérmica, absorvendo 2110
- e) endotérmica, absorvendo 1080

### Resolução



$$\Delta H = H_p - H_r$$

$$\Delta H = [-2110 + 2x(-240)] - [-1130 + 4x(-270) + 0]$$

$$\Delta H = (-2590) - (-2210)$$

$$\Delta H = -380\text{kJ/mol}$$

Como  $\Delta H < 0 \Rightarrow$  reação exotérmica.

## 6 C

Os compostos de flúor utilizados no processamento do urânio são formados exclusivamente pelo isótopo 19, com massa atômica igual a 18,99840. O UF<sub>6</sub> gasoso obtido no processamento do urânio é, portanto, uma mistura de <sup>235</sup>UF<sub>6</sub> e <sup>238</sup>UF<sub>6</sub>, com massas moleculares de 349,0343 e 352,0412, respectivamente. Numa etapa subsequente do processamento, a mistura gasosa é reduzida a urânio metálico sólido por reação com magnésio. Com relação a estas informações e aos processos de separação da mistura dos fluoretos de urânio, são feitas as seguintes afirmações:

- I. No processo de obtenção de urânio metálico a partir da reação de UF<sub>6</sub> com magnésio, a diferença entre as reatividades químicas de <sup>235</sup>UF<sub>6</sub> e <sup>238</sup>UF<sub>6</sub> permite a separação do urânio nas duas formas isotópicas puras.
- II. O <sup>235</sup>UF<sub>6</sub> pode ser separado do <sup>238</sup>UF<sub>6</sub> por destilação fracionada do líquido obtido, após resfriamento da mistura gasosa inicial.

III. A ultracentrifugação da mistura gasosa é um método conveniente para se obter o enriquecimento do produto final em <sup>235</sup>UF<sub>6</sub>.

É correto o que se afirma em:

- a) I, apenas.
- b) II, apenas.
- c) III, apenas.
- d) II e III, apenas.
- e) I, II e III.

### Resolução

I - **Falsa**. Isótopos de um mesmo elemento apresentam propriedades químicas semelhantes (a reatividade de <sup>235</sup>UF<sub>6</sub> é semelhante à de <sup>238</sup>UF<sub>6</sub>).

II - **Falsa**. Tanto <sup>235</sup>UF<sub>6</sub> como <sup>238</sup>UF<sub>6</sub> apresentam praticamente o mesmo ponto de ebulição.

III - **Verdadeira** - Um processo de separação da mistura de <sup>235</sup>UF<sub>6</sub> com <sup>238</sup>UF<sub>6</sub> baseia-se na diferença das massas das partículas, por exemplo, ultracentrifugação da mistura no estado gasoso.

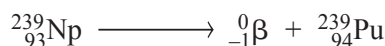
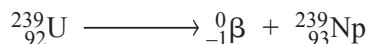
## 07 B

O <sup>235</sup>U é o responsável pela energia produzida por reatores comerciais, através do processo de fissão nuclear. O <sup>238</sup>U, que constitui a maior parte do combustível nuclear, não sofre processo de fissão nessas condições. No entanto, ao ser atingido por nêutrons produzidos no funcionamento normal do reator, dá origem ao isótopo <sup>239</sup>U, que emite, sucessivamente, duas partículas β, gerando um produto radioativo, com meia-vida extremamente longa e que pode ser utilizado para fins militares. Sobre o produto gerado pelo decaimento radioativo do <sup>239</sup>U, pela emissão sucessiva de duas partículas β, é correto afirmar que se trata de

- a) <sup>239</sup><sub>93</sub>Np.
- b) <sup>239</sup><sub>94</sub>Pu.
- c) <sup>234</sup><sub>90</sub>Th.
- d) <sup>236</sup>U.
- e) mistura de <sup>237</sup>U e <sup>238</sup>U.

### Resolução

A equação que representa o decaimento do <sup>239</sup>U com a emissão sucessiva de duas partículas β é:



## 8 D

As equações apresentadas a seguir representam equilíbrios químicos estabelecidos separadamente no interior de cilindros dotados de êmbolos móveis. Considerando que cada cilindro terá seu volume reduzido à metade do

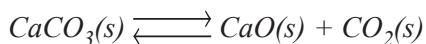
valor inicial, mantida a temperatura constante, assinale a alternativa que representa o equilíbrio afetado por esta alteração.

- a)  $C(s) + O_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g)$   
 b)  $H_2(g) + Br_2(g) \rightleftharpoons 2HBr(g)$   
 c)  $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + 2H_2O(g)$   
 d)  $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$   
 e)  $FeO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Fe(s) + CO_2(g)$

### Resolução

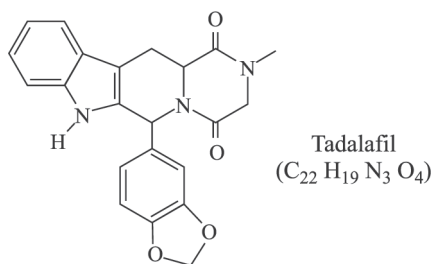
A variação da pressão desloca um equilíbrio quando a quantidade em mols dos reagentes é diferente da quantidade em mols dos produtos, desde que haja algum reagente e algum produto na fase gasosa.

O único equilíbrio em que a variação da pressão desloca o equilíbrio se encontra na alternativa d.



## 09

Entre os vários medicamentos disponíveis para o tratamento da disfunção erétil, um deles tem como princípio ativo o tadalafil, cuja fórmula estrutural é fornecida a seguir.



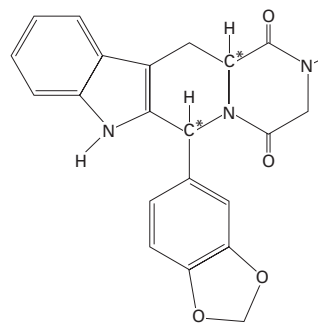
Com respeito ao tadalafil, é correto afirmar:

- a) todos os anéis da molécula apresentam pelo menos um heteroátomo.  
 b) a molécula apresenta a função éster.  
 c) a molécula apresenta a função aldeído.  
 d) a molécula apresenta a função amina primária.  
 e) a molécula possui átomo de carbono assimétrico.

### Resolução

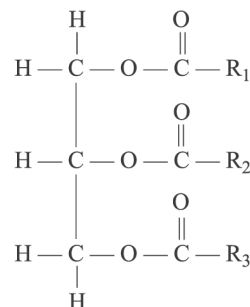
As funções orgânicas presentes no composto **tadalafil** são: amina secundária, amida e éter.

A molécula possui átomos de carbono assimétricos, assinalados com asterisco.



## 10

Óleos vegetais têm a seguinte fórmula geral



onde  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$  são cadeias abertas de carbono e hidrogênio formadas, em geral, por 13 a 17 átomos de carbono, que podem ser iguais ou diferentes, saturadas ou insaturadas, com predominância das insaturadas com até três insaturações. A partir desses óleos, podem ser obtidos diversos produtos de interesse industrial e tecnológico. Como exemplos, considere os seguintes processos:

- I. Hidrogenação parcial, catalisada por Ni metálico, formando o produto X.
- II. Reação com NaOH, formando glicerol e o produto Y.
- III. Reação com  $C_2H_5OH$ , catalisada por KOH, formando glicerol e o produto Z.

É correto afirmar que os produtos X, Y e Z correspondem, respectivamente, a

- a) banha vegetal, detergente e sabão.  
 b) manteiga, sabão e banha vegetal.  
 c) margarina, sabão e biodiesel.  
 d) biodiesel, banha vegetal e gasolina sintética.  
 e) gasolina sintética, sabão e banha vegetal.

### Resolução

- I. Hidrogenação parcial de óleos, catalisada por Ni metálico, forma **margarina** (produto X).
- II. Reação de óleo com NaOH forma glicerol e **sabão** (produto Y).
- III. Reação de óleos com  $C_2H_5OH$ , catalisada por KOH, forma glicerol e **biodiesel** (produto Z). A reação é chamada de transesterificação.

## 11 D

Considere  $a$ ,  $b$  e  $c$  algarismos que fazem com que a conta a seguir, realizada com números de três algarismos, esteja correta.

$$\begin{array}{r} 4 \text{ a } 5 \\ - 1 \text{ 5 } b \\ \hline c \text{ 7 } 7 \end{array}$$

Nas condições dadas,  $b \cdot c^{-a}$  é igual a

- a) 0.  
b)  $\frac{1}{16}$ .  
c)  $\frac{1}{4}$ .  
d) 1.  
e) 16.

### Resolução

Para que a conta

$$\begin{array}{r} 4 \text{ a } 5 \\ - 1 \text{ 5 } b \\ \hline c \text{ 7 } 7 \end{array}$$

esteja correta, devemos ter

- 1)  $15 - b = 7$   
2)  $a - 1 = 7 - 5$   
3)  $4 - 1 - 1 = c$

Logo,  $a = 3$ ,  $b = 8$  e  $c = 2$

Então,  $b \cdot c^{-a} = 8 \cdot 2^{-3} = 8 \cdot \frac{1}{8} = 1$

## 12 C

Uma loja vende três tipos de lâmpada ( $x$ ,  $y$  e  $z$ ). Ana comprou 3 lâmpadas tipo  $x$ , 7 tipo  $y$  e 1 tipo  $z$ , pagando R\$ 42,10 pela compra. Beto comprou 4 lâmpadas tipo  $x$ , 10 tipo  $y$  e 1 tipo  $z$ , o que totalizou R\$ 47,30. Nas condições dadas, a compra de três lâmpadas, sendo uma de cada tipo, custa nessa loja

- a) R\$ 30,50.                      c) R\$ 31,70.  
b) R\$ 31,40.                      d) R\$ 32,30.  
e) R\$ 33,20.

### Resolução

$$\begin{cases} 3x + 7y + z = 42,10 & (\text{Ana}) \\ 4x + 10y + z = 47,30 & (\text{Beto}) \end{cases}$$

Multiplicando a primeira equação por 3 e a segunda equação por  $-2$ , temos

$$\begin{cases} 9x + 21y + 3z = 126,30 \\ -8x - 20y - 2z = -94,60 \end{cases}$$

Adicionando-se as duas equações, encontramos

$$x + y + z = 31,70.$$

## 13 A

Seja  $f: \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{Q}$  uma função definida por

$$f(x) = \begin{cases} x + 1, & \text{se } x \text{ é ímpar} \\ \frac{x}{2}, & \text{se } x \text{ é par} \end{cases}$$

Se  $n$  é ímpar e  $f(f(f(n))) = 5$ , a soma dos algarismos de  $n$  é igual a

- a) 10.      b) 9.      c) 8.      d) 7.      e) 6.

### Resolução

Se  $n$  é ímpar e  $f(f(f(n))) = 5$ , então

$$f(f(n + 1)) = 5 \Leftrightarrow f\left(\frac{n + 1}{2}\right) = 5$$

1) Se  $\frac{n + 1}{2}$  é par, então  $\frac{n + 1}{4} = 5 \Leftrightarrow n = 19$

2) Se  $\frac{n + 1}{2}$  é ímpar, então  $\frac{n + 1}{2} + 1 = 5 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow n = 7$  (não serve, pois para  $n = 7$ , temos

$$\frac{n + 1}{2} = 4, \text{ que é par}).$$

Como  $n = 19$ , a soma dos algarismos de  $n$  é  $1 + 9 = 10$ .

## 14 E

Adotando-se  $\log 2 = a$  e  $\log 3 = b$ , o valor de  $\log_{1,5} 135$  é igual a

- a)  $\frac{3ab}{b - a}$ .                      b)  $\frac{2b - a + 1}{2b - a}$ .  
c)  $\frac{3b - a}{b - a}$ .                      d)  $\frac{3b + a}{b - a}$ .  
e)  $\frac{3b - a + 1}{b - a}$ .

### Resolução

Se  $\log 2 = a$  e  $\log 3 = b$ , temos:

$$\log_{1,5} 135 = \frac{\log 135}{\log 1,5} = \frac{\log \left( \frac{3^3 \cdot 10}{2} \right)}{\log \left( \frac{3}{2} \right)} =$$

$$= \frac{3 \cdot \log 3 + \log 10 - \log 2}{\log 3 - \log 2} =$$

$$= \frac{3 \cdot b - a + 1}{b - a}$$

## 15 A

Sejam as seqüências  $(75, a_2, a_3, a_4, \dots)$  e  $(25, b_2, b_3, b_4, \dots)$  duas progressões aritméticas de mesma razão.

Se  $a_{100} + b_{100} = 496$ , então  $\frac{a_{100}}{b_{100}}$  é igual a

- a)  $\frac{273}{223}$       b)  $\frac{269}{219}$       c)  $\frac{247}{187}$   
d)  $\frac{258}{191}$       e)  $\frac{236}{171}$

### Resolução

Seja  $r$  a razão das progressões aritméticas  $(75, a_2, a_3, \dots)$  e  $(25, b_2, b_3, \dots)$ .

Assim,  $a_1 = 75$  e  $b_1 = 25$ . Como  $a_{100} + b_{100} = 496$ , temos:

$$a_1 + 99 \cdot r + b_1 + 99 \cdot r = 492 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 75 + 25 + 198 \cdot r = 496 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 198r = 396 \Leftrightarrow r = 2.$$

Logo,  $\frac{a_{100}}{b_{100}} = \frac{75 + 99 \cdot 2}{25 + 99 \cdot 2} = \frac{273}{225}$ .

## 16 C

Considere o conjunto

$$C = \{2, 8, 18, 20, 53, 124, 157, 224, 286, 345, 419, 527\}.$$

O número de subconjuntos de três elementos de  $C$  que possuem a propriedade “soma dos três elementos é um número ímpar” é

- a) 94.      b) 108.      c) 115.  
d) 132.      e) 146.

### Resolução

Seja o conjunto:

$$C = \{2, 8, 18, 20, 53, 124, 157, 224, 286, 345, 419, 527\}$$

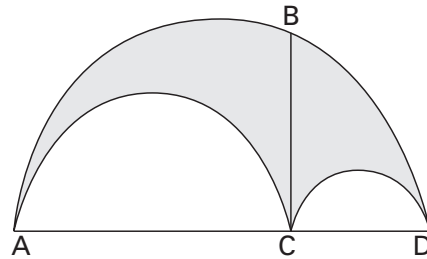
A soma de 3 desses elementos é **ímpar** quando os três números são ímpares ou quando dois números são pares e um é ímpar.

Como o conjunto  $C$  é constituído por cinco elementos ímpares e sete elementos pares, o total de possibilidades é:

$$C_{5,3} + C_{7,2} \cdot C_{5,1} = \frac{5!}{3!2!} + \frac{7!}{2!5!} \cdot 5 = 10 + 105 = 115$$

## 17 D

A figura representa três semicírculos, mutuamente tangentes dois a dois, de diâmetros  $\overline{AD}$ ,  $\overline{AC}$  e  $\overline{CD}$ .



Sendo  $\overline{CB}$  perpendicular a  $\overline{AD}$ , e sabendo-se que  $AB = 4$  cm e  $DB = 3$  cm, a medida da área da região sombreada na figura, em  $\text{cm}^2$ , é igual a

- a)  $1,21 \pi$       b)  $1,25 \pi$       c)  $1,36 \pi$   
d)  $1,44 \pi$       e)  $1,69 \pi$

### Resolução

O triângulo  $ABD$  é retângulo, com  $AB = 4$  cm,  $DB = 3$  cm e  $AD = 5$  cm (Teorema de Pitágoras). Assim,

$$(AB)^2 = AC \cdot AD \Rightarrow AC = \frac{16}{5} \text{ cm}$$

$$(BD)^2 = CD \cdot AD \Rightarrow CD = \frac{9}{5} \text{ cm}$$

Seja  $S_I$ ,  $S_{II}$  e  $S_{III}$ , respectivamente as áreas dos semicírculos de diâmetros,  $\overline{AD}$ ,  $\overline{AC}$  e  $\overline{CD}$ , temos a área

$S$  da região sombreada, em  $\text{cm}^2$ , por

$$S = S_I - S_{II} - S_{III} \Leftrightarrow$$

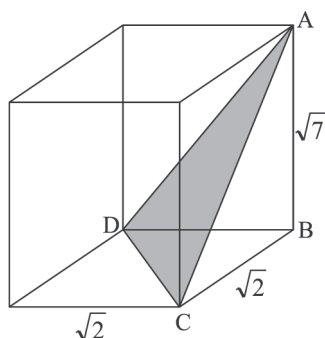
$$\Leftrightarrow S = \frac{1}{2} \left[ \pi \left( \frac{5}{2} \right)^2 - \pi \left( \frac{16}{10} \right)^2 - \pi \left( \frac{9}{10} \right)^2 \right] \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow S = \frac{1}{2} \cdot 2,88\pi \Leftrightarrow S = 1,44\pi$$

## 18 B

A figura indica um paralelepípedo reto-retângulo de dimensões  $\sqrt{2} \times \sqrt{2} \times \sqrt{7}$ , sendo A, B, C e D quatro de

seus vértices. A distância de B até o plano que contém A, D e C é igual a



- a)  $\frac{\sqrt{11}}{4}$ .      b)  $\frac{\sqrt{14}}{4}$ .      c)  $\frac{\sqrt{11}}{2}$ .  
 d)  $\frac{\sqrt{13}}{2}$ .      e)  $\frac{3\sqrt{7}}{2}$ .

### Resolução

I) O sólido ABCD é um tetraedro tri-retângulo. Sendo V o volume do tetraedro, temos:

$$V = \frac{1}{3} \cdot \frac{\sqrt{2} \cdot \sqrt{2}}{2} \cdot \sqrt{7} = \frac{\sqrt{7}}{3}$$

II) No triângulo isósceles ACD, temos:

$$AC = AD = \sqrt{(\sqrt{2})^2 + (\sqrt{7})^2} = \sqrt{9} = 3$$

e

$$DC = \sqrt{(\sqrt{2})^2 + (\sqrt{2})^2} = \sqrt{4} = 2$$

Assim, o semiperímetro p do triângulo ACD é

$$p = \frac{3 + 3 + 2}{2} = 4$$

e, portanto, a área S do triângulo ACD é:

$$S = \sqrt{4 \cdot (4 - 3) \cdot (4 - 3) \cdot (4 - 2)} = 2\sqrt{2}$$

III) Se tomarmos o triângulo ACD como base do tetraedro, a altura h será a distância do vértice B ao plano que contém A, D e C.

$$\text{Logo, } V = \frac{1}{3} \cdot S \cdot h \Leftrightarrow \frac{\sqrt{7}}{3} = \frac{1}{3} \cdot 2\sqrt{2} \cdot h \Leftrightarrow h = \frac{\sqrt{7}}{2\sqrt{2}} \Leftrightarrow h = \frac{\sqrt{14}}{4}$$

**19**



As coordenadas dos vértices do triângulo ABC num plano cartesiano são A(-4, 0), B(5, 0) e C(sen θ, cos θ). Sendo θ um arco do primeiro quadrante da circunferência

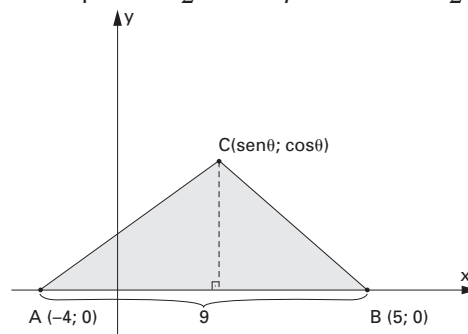
trigonométrica, e sendo a área do triângulo ABC maior que  $\frac{9}{4}$ , o domínio de validade de θ é o conjunto

- a)  $\left] \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2} \right[$ .      b)  $\left] \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3} \right[$ .      c)  $\left[ 0, \frac{\pi}{6} \right[$ .  
 d)  $\left[ 0, \frac{\pi}{4} \right[$ .      e)  $\left[ 0, \frac{\pi}{3} \right[$ .

### Resolução

Sendo A(-4; 0), B(5; 0) e C(sen θ; cos θ) e a área do triângulo ABC maior que  $\frac{9}{4}$ , temos:

$$\frac{AB \cdot \cos \theta}{2} > \frac{9}{4} \Leftrightarrow \frac{9 \cdot \cos \theta}{2} > \frac{9}{4} \Leftrightarrow \cos \theta > \frac{1}{2}$$



Como θ é o arco do primeiro quadrante, resulta:

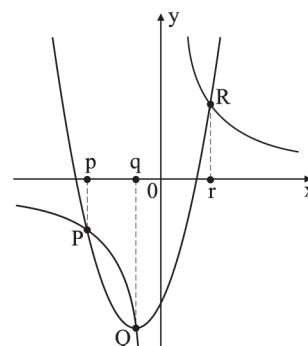
$$0 \leq \theta < \frac{\pi}{2}$$

O domínio da validade de θ é o conjunto  $\left[ 0; \frac{\pi}{3} \right[$

**20**



A figura indica a representação gráfica, no plano cartesiano ortogonal xOy, das funções  $y = x^2 + 2x - 5$  e  $xy = 6$ .



Sendo P, Q e R os pontos de interseção das curvas, e p, q e r as respectivas abscissas dos pares ordenados que representam esses pontos, então p+q+r é igual a

- a)  $-\frac{2}{3}$ .      b) -1.      c)  $-\frac{3}{2}$ .  
 d) -2.      e) -3.

## Resolução

Os pontos de intersecção das curvas são obtidos pela resolução do sistema determinado por suas equações:

$$\begin{cases} y = x^2 + 2x - 5 & \textcircled{I} \\ x \cdot y = 6 & \textcircled{II} \end{cases}$$

De  $\textcircled{I}$  e  $\textcircled{II}$ , temos:

$$x \cdot (x^2 + 2x - 5) = 6 \Leftrightarrow x^3 + 2x^2 - 5x - 6 = 0$$

Se  $p$ ,  $q$  e  $r$  são as abscissas dos pares ordenados que representam os pontos de intersecção, conclui-se que

$$p + q + r = \frac{-a_1}{a_0} = \frac{-2}{1} = -2,$$

de acordo com as relações de Girard.

## HISTÓRIA

### 21 C

Com efeito, como os atenienses molestavam consideravelmente os peloponésios de um modo geral, e principalmente o território dos lacedemônios [espartanos], estes pensaram que a melhor maneira de afastá-los seria retaliar mandando um exército contra os aliados de Atenas, especialmente porque tais aliados poderiam assegurar o sustento do exército e estavam chamando os lacedemônios para vir ajudá-los, criando condições para que eles se revoltassem. Em adição, os lacedemônios estavam contentes por terem um pretexto para mandar os hilotas para longe, a fim de impedi-los de tentar revoltar-se na situação presente (...) Realmente, por medo de sua juventude e de seu número – na verdade, a maioria das medidas adotadas pelos lacedemônios visava sempre protegê-los contra os hilotas (...).

(Tucídides. *História da Guerra do Peloponeso*, século V a.C.)

Sobre o momento histórico a que se refere Tucídides, é correto afirmar que

- os hilotas representavam os soldados de elite do exército ateniense.
- o principal objetivo de Atenas era transformar Esparta em um Estado democrático.
- a preocupação dos lacedemônios era controlar a população de Lacônia e Messênia, que eles escravizaram quando chegaram ao Peloponeso.

d) os exércitos atenienses eram compostos essencialmente por hilotas, geralmente agricultores que viviam em cidades.

e) os lacedemônios tinham por objetivo consolidar a aliança entre as cidades gregas que faziam parte da Liga de Delos.

## Resolução

A estrutura aristocrática e militarista que Esparta estabeleceu após conquistar a Messênia e escravizar seus habitantes (sem incluir os primitivos habitantes da Lacônia, que foram transformados em periécos) visava, primordialmente, manter sob controle os hilotas (descendentes dos messênios escravizados).

### 22 A

O Quarto Concílio de Latrão, em 1215, decretou medidas contra os senhores seculares caso protegessem heresias em seus territórios, ameaçando-os até com a perda dos domínios. Já antes do Concílio e como consequência dele, as autoridades laicas decretaram a pena de morte para evitar a disseminação de heresias em seus territórios, a começar por Aragão em 1197, Lombardia em 1224, França em 1229, Roma em 1230, Sicília em 1231 e Alemanha em 1232.

(Nachman Falbel. *Heresias medievais*, 1976.)

A respeito das heresias medievais, é correto afirmar que

- o termo heresia designava uma doutrina contrária aos princípios da fé oficialmente declarada pela Igreja Católica.
- os heréticos eram filósofos e teólogos que debatiam racionalmente a natureza divina e humana da Trindade no século XIII.
- a Igreja tinha atitudes tolerantes com os hereges de origem popular, que propunham uma nova visão ética da instituição eclesiástica.
- os primeiros heréticos apareceram nos séculos XII e XIII e defendiam antigas doutrinas difundidas pelo império otomano.
- a heresia era conciliável com o poder temporal do Papa, mas provocou a ruptura das relações entre a Igreja e o Estado.

## Resolução

A alternativa corresponde ao conceito básico de heresia, pois esta não é uma nova doutrina, mas apenas a variante de uma doutrina oficial. No caso de IV Concílio de Latrão, a heresia a ser combatida era a dos cátaros ou albigenses, cujo principal protetor era o conde de Toulouse.

*A 5 de outubro, oito ou dez mil mulheres foram a Versalhes; muita gente as acompanhou. A Guarda Nacional forçou o sr. de La Fayette a conduzi-las para lá na mesma noite. No dia 6, elas trouxeram o rei e obrigaram-no a residir em Paris.*

*(...) Não devemos procurar aqui a ação dos partidos. Eles agiram, mas fizeram muito pouco.*

*A causa real, certa, para as mulheres, para a multidão mais miserável, foi uma só, a fome. Tendo desmontado um cavaleiro, em Versalhes, mataram o cavalo e comeram-no quase cru.*

*(...) O que há no povo de mais povo, quero dizer, de mais instintivo, de mais inspirado, são, por certo, as mulheres. Sua idéia foi esta: “Falta pão, vamos buscar o rei; se ele estiver conosco, cuidar-se-á para que o pão não falte mais. Vamos buscar o padeiro!”*

(Jules Michelet. *História da Revolução Francesa*, 1989.)

Sobre aquele momento da Revolução Francesa, é correto afirmar:

- o povo, constituído principalmente de funcionários da nobreza, acreditava que era necessário separar o rei da corte, para que se pudessem fazer as reformas econômicas.
- a Assembléia havia assinado a Declaração de Direitos do Homem e do Cidadão e o povo acreditava que o rei era seu aliado para resolver o problema da circulação de cereais.
- os revolucionários estavam negociando com o rei a assinatura de sua deposição, visando a instalação de uma República na França.
- o rei e a rainha eram vistos como inimigos do povo e cúmplices da aristocracia, responsabilizada pela crise econômica.
- o rei escolheu ficar em Versalhes, com a finalidade de proteger a nobreza dos ataques do povo.

#### Resolução

*O episódio citado (transferência forçada da Família Real de Versalhes para o Palácio das Tulherias, em Paris) ocorreu nos primeiros meses da Revolução Francesa, ainda em 1789. Esse fato não tem relação direta com a Declaração dos Direitos do Homem e do Cidadão, aprovada em agosto daquele ano. Mas ambos pertencem ao contexto geral do início do processo revolucionário.*

*Esse mundo novo de extermínio em massa e aniquilação cultural patrocinados pelo Estado deu origem a um novo termo – genocídio, que surgiu em 1944 (...)*

(Mark Mazower. *Continente sombrio*. SP: Companhia das Letras, 2001.)

O termo *genocídio* foi historicamente cunhado com o extermínio

- dos anarquistas ucranianos durante a revolução bolchevique.
- dos judeus durante a vigência do nazismo.
- dos romenos no seu processo de independência.
- dos etíopes na invasão italiana.
- dos zulus durante o governo racista da África do Sul.

#### Resolução

*O termo genocídio foi criado para designar o projeto de extermínio, pelos nazistas, dos judeus que se encontravam em seu poder. A palavra foi cunhada por um intelectual judeu (Raphael Lenkin) em 1944, para caracterizar aquele acontecimento específico. Mas, com o decorrer do tempo, passou a designar qualquer projeto ou ação que visasse exterminar uma comunidade – fosse ela étnica, religiosa ou social. Por essa razão, outro intelectual israelita, Elie Wiesel (Prêmio Nobel da Paz), passou a designar o massacre dos judeus pelos nazistas como sendo o “Holocausto” – critério atualmente predominante.*

A característica do governo neoliberal da primeira ministra inglesa Margaret Thatcher balizou uma época que gerou

- o repúdio dos jovens beatniks à política inglesa, influenciados pela literatura de vanguarda norte-americana dos anos de 1960.
- o fortalecimento das ações políticas do partido trabalhista, atrelado aos ideais socialistas.
- a cooperação do feminismo internacional, envolvido em campanhas para a presença de mulheres nos cargos de governo.
- a reação de jovens ingleses, com o surgimento da banda Sex Pistols em 1975, com forte vínculo com os movimentos punks.
- o apoio de artistas pops, beneficiados pelas políticas de incentivo à cultura e à arte na Inglaterra.

#### Resolução

*Alternativa escolhida por eliminação, pois os Sex Pistols surgiram em 1975 e o governo neoliberal de Margaret*

*Thatcher começou em 1979! Talvez o examinador quisesse dizer (mas não o conseguiu) que aquela banda e o movimento punk tenham-se posicionado fortemente contra o thatcherismo. De qualquer forma, a oposição desses grupos era ao “establishment” como um todo, embora seu alvo mais óbvio, na Inglaterra, fosse o Partido Conservador da “Dama de Ferro”.*

**26**  **E**

*Em nome da Segurança Nacional, foram realizados seqüestros, prisões, torturas e encarceramentos em campos de concentração, para quem se manifestou contra o governo. Logo no início do regime foi feita queima dos acervos das bibliotecas públicas e particulares. Essa realidade durou até 1989, quando, por pressão internacional, foi realizado um plebiscito no qual o povo deveria optar pela permanência do governante por mais cinco anos. O plebiscito foi realizado e ficou conhecido historicamente como “El Plebiscito del No”, já que a maioria do povo disse não à permanência do regime, implantado com o apoio da CIA.*

O relato é parte da história

- a) da Argentina.
- b) da Colômbia.
- c) da Bolívia.
- d) da Venezuela.
- e) do Chile.

#### **Resolução**

*O texto se refere à ditadura do general Augusto Pinochet, a qual pertence a um conjunto de regimes semelhantes implantados no Cone Sul a partir de 1964. O governo de Pinochet, no Chile, tornou-se emblemático dessa conjuntura porque, diferentemente do que ocorreu no Brasil, Uruguai e Argentina, não houve no Chile rotatividade dos governantes, uma vez que Pinochet permaneceu à frente do Estado até a volta da democracia.*

**27**  **E**

A forte e atual presença de usos e costumes dos iorubás na Bahia deve-se

- a) à sua chegada no último ciclo do tráfico dos escravos na região, no fim do século XVI e início do XVII.
- b) à vitória dos portugueses sobre os holandeses no Golfo da Guiné, de onde vieram para o Brasil numerosos escravos embarcados no forte São Jorge da Mina.
- c) ao controle pelos portugueses da costa do Congo, onde obtinham um grande número de escravos, trocados por barras de ferro.

- d) à presença numerosa desse povo em Angola, onde era realizado o comércio entre a África e a Bahia, envolvendo escravos e o tabaco.
- e) à resistência cultural desses descendentes de escravos oriundos de classe social elevada e de sacerdotes firmemente ligados aos preceitos religiosos africanos.

#### **Resolução**

*Explicação corrente entre os seguidores do Candomblé e antropólogos que atualmente se dedicam ao tema. Na Bahia, houve efetivamente uma concentração de escravos oriundos do golfo da Guiné (conhecidos pela designação genérica de “sudaneses”), adeptos de cultos com as características do Candomblé. Todavia, o fortalecimento desses cultos e práticas na Bahia ocorreu mais por um retorno de seus membros às raízes africanas, em décadas recentes, do que por uma transmissão quase esotérica daquelas crenças entre os escravos e seus descendentes.*

**28**  **A**

*Em julho de 1924, a elite paulista buscava fugir da capital bombardeada a esmo pelas forças legalistas, descendo a serra em seus automóveis ou em táxis. (...) O bombardeio desencadeado pelas forças legais ao governo constituía o principal motivo do pânico. Situadas em uma posição elevada do Alto da Penha, um bairro ainda periférico, lançavam tiros de canhão contra a cidade, com uma imprecisão espantosa.*

(Boris Fausto. *Negócios e ócios. Histórias da imigração*, 1997.)

Os acontecimentos descritos no texto referem-se à:

- a) Revolta dos Tenentes.
- b) Revolução Constitucionalista.
- c) Deposição de Washington Luís.
- d) Intentona Comunista.
- e) Revolta da Armada.

#### **Resolução**

*O texto refere-se a uma das revoltas que pontuaram o movimento tenentista na década de 1920. Trata-se da Revolução de 1924, irrompida em São Paulo (com um pequeno reflexo em Alegrete/RS) sob o comando do general Isidoro Dias Lopes – o único oficial de alta patente a comungar com os ideais dos tenentes. A revolta fracassou, mas foram seus participantes (juntamente com os correligionários gaúchos) que deram origem à Coluna Prestes.*

**29**  **B**

Em 1968, o artista plástico Hélio Oiticica, acompanhado por outros artistas, participou de uma manifestação no Largo General Osório, em Ipanema, no Rio de Janeiro,

apresentando um estandarte/bandeira com a foto de seu amigo morto, que dizia *Seja Marginal Seja Herói*. A obra era uma homenagem a um ladrão e traficante do Rio, conhecido como “Cara-de-cavalo”, que foi assassinado violentamente pela polícia.



Considerando que a obra expressa um manifesto político, qual seu significado naquele contexto histórico?

- O artista utilizou o slogan para criticar o apoio da imprensa às ações violentas da polícia do Rio de Janeiro, que tinham ajuda do governo federal.
- Preito aos marginais em geral, que podiam ser tanto ladrões e traficantes, como estudantes, artistas e operários, presos e mortos pelo regime militar.
- Um protesto do artista contra a população das favelas do Rio de Janeiro, que considerava o traficante “Cara-de-cavalo” um herói.
- Expressava a crise gerada pela mudança de paradigma na imagem do anti-herói brasileiro, que se distanciava do personagem *Macunaíma*, de Mário de Andrade.
- Versão barroca dos bandidos das favelas do Rio de Janeiro, transformados em objeto de consumo da sociedade capitalista em expansão.

### Resolução

*Alternativa que corresponde à interpretação do enunciado, ou seja, de um “manifesto político” em um “contexto histórico”. Nesse sentido, é possível aceitar a obra de Hélio Oiticica como “um preito aos marginais em geral, que podiam ser tanto ladrões e traficantes, como estudantes, artistas e operários presos e mortos pelo regime militar”. Cabem, no entanto, duas observações:*

- O endurecimento do regime militar ocorreu depois da manifestação citada no enunciado, pois o AI-5 foi editado em dezembro de 1968. A morte do estudante Edson Souto no Rio de Janeiro, ocorrida naquele ano, não pode ser considerada parte de um procedimento sistemático dos órgãos de repressão.*
- O marginal “Cara de Cavalo” foi morto pela polícia em 1963, durante o governo de Carlos Lacerda no estado da Guanabara. Lacerda, que participou com destaque do Golpe de 64, era odiado pelos setores de esquerda, dos quais Oiticica fazia parte. Assim, é plausível supor que o artista tenha procurado associar a morte do marginal a uma figura preeminente do golpe militar.*

Observe a tabela.

Ano	Variação do PIB (%)
1964	2,9
1965	2,7
1966	3,8
1967	4,8
1968	11,2
1969	10,2
1970	8,8
1971	13,3
1972	11,7
1973	14,0
1974	9,8
1975	5,6
1976	9,0
1977	4,7
1978	6,0
1979	6,4
1980	8,5

(The World Bank: *Country Study, Brazil: Human Resources Special Report*, 1979, para os dados referentes a 1964-1977, e *Istoé*, dez. 1980.)

Observando os dados representados, referentes ao Brasil, pode-se dizer que expressam:

- o crescimento econômico de 1964 a 1967, no início do regime militar, que sustentou o auge da repressão política.
- o crescente fortalecimento da política democrática no país, estimulada pelas altas taxas de crescimento econômico em vigor durante o regime militar.
- o crescimento industrial de 1968 a 1973, durante o regime militar, conhecido como “milagre brasileiro”.
- a associação entre o crescimento agrícola e o industrial de 1968 a 1969, favorecido pela diminuição da dívida externa.
- o aumento das taxas de crescimento econômico por conta dos investimentos dos capitais nacionais na indústria nordestina, no período de 1973 a 1976.

### Resolução

*Os números da tabela são tradicionalmente aceitos como demonstrativos do Milagre Brasileiro (hoje mais conhecido como “Milagre Econômico”). Deve-se contudo lembrar que os dados estatísticos divulgados pelo governo Médici (1969-73, auge da censura e repressão militar) devem ser aceitos com alguma cautela.*

## 31

Atualmente, a humanidade depende fortemente do uso de combustíveis fósseis para atender suas necessidades energéticas. No processo de queima desses combustíveis, além dos produtos diretos da reação de combustão – dióxido de carbono e vapor de água –, vários outros poluentes gasosos são liberados para a atmosfera como, por exemplo, dióxido de nitrogênio e dióxido de enxofre. Embora nos últimos anos tenha sido dado destaque especial ao dióxido de carbono por seu papel no efeito estufa, ele, juntamente com os óxidos de nitrogênio e enxofre, tem um outro impacto negativo sobre o meio ambiente: a propriedade de se dissolverem e reagirem com a água, produzindo os ácidos correspondentes, que acarretam a acidificação das águas das chuvas, rios, lagos e mares.

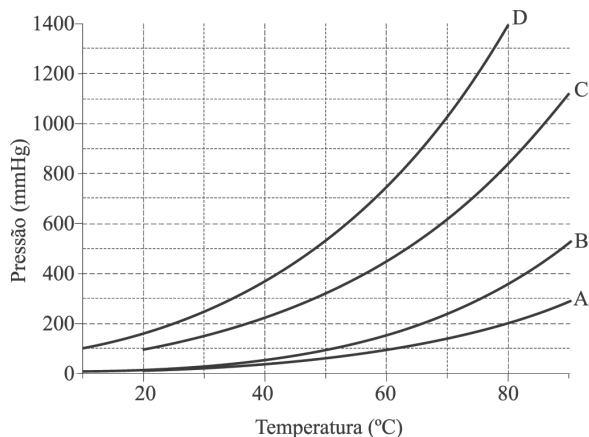
- Escreva as equações químicas balanceadas das reações de dióxido de carbono e dióxido de enxofre com a água, dando origem aos ácidos correspondentes.
- A chuva acidificada pela poluição reage com o carbonato de cálcio, principal componente de rochas calcárias, provocando a dissolução lenta dessas rochas. Escreva a equação química balanceada entre o carbonato de cálcio e os íons  $H^+$  presentes na chuva acidificada.

### Resolução

- Óxidos ácidos reagem com água produzindo ácidos:  
 $CO_2(g) + H_2O(l) \longrightarrow H_2CO_3(aq)$   
 $SO_2(g) + H_2O(l) \longrightarrow H_2SO_3(aq)$
- Carbonato de cálcio, em meio ácido, reage segundo a equação:  
 $CaCO_3(s) + 2H^+(aq) \longrightarrow H_2O(l) + CO_2(g) + Ca^{2+}(aq)$

## 32

As curvas A, B, C e D, mostradas na figura, apresentam as variações das pressões de vapor em função da temperatura de quatro substâncias puras.



A tabela a seguir apresenta as fórmulas e massas molares das quatro substâncias associadas às curvas A, B, C e D, porém não necessariamente nesta ordem.

Substância	Massa molar (g/mol)
$H_2O$	18
$CH_3COOH$	60
$HCCl_3$	119
$CCl_4$	154

- Considere que cada substância foi aquecida, isoladamente, até  $70^\circ C$ , sob pressão de 760 mmHg. Quais das curvas (A, B, C ou D) representam as substâncias que estão no estado gasoso nessas condições? Justifique sua resposta.
- Identifique qual curva de pressão de vapor em função da temperatura (A, B, C, ou D) corresponde àquela da substância  $CCl_4$ . Justifique sua resposta.

### Resolução

- A substância que estará no estado de vapor a  $70^\circ C$  e pressão de 760 mmHg deverá ter ponto de ebulição inferior a  $70^\circ C$  sob esta pressão. A curva que representa uma substância com ponto de ebulição inferior a  $70^\circ C$  sob pressão de 760 mmHg é a curva D.
- O ácido acético estabelece ligação de hidrogênio muito forte, correspondendo à curva A. A água também estabelece ponte de hidrogênio muito forte, mas apresenta menor massa molar que o ácido acético. A água corresponde à curva B.

O  $CCl_4$  é apolar e o  $HCCl_3$  é muito pouco polar, porém a massa molar do  $CCl_4$  é maior que a massa molar do  $HCCl_3$  e, portanto, o  $HCCl_3$  é mais volátil que o  $CCl_4$ . Logo, a curva C representa o  $CCl_4$  e a curva D corresponde ao  $HCCl_3$ .

**Observação:** Consultando a literatura química, verifica-se que o ponto de ebulição do  $CCl_4$  é  $76^\circ C$  e o do  $HCCl_3$  é  $61^\circ C$ .

## 33

Uma das origens da água fornecida à população são as fontes superficiais, compreendendo rios e lagos, cujas águas normalmente contêm material em suspensão. Um dos processos utilizados para a remoção do material em suspensão envolve a reação entre  $FeCl_3$  e  $Ca(OH)_2$ , com produção de  $Fe(OH)_3$  gelatinoso, o qual, durante sua decantação, remove esse material, que se deposita no fundo do tanque de decantação. Na seqüência, a água já clarificada segue para as outras etapas do tratamento, envolvendo filtração, cloração, ajuste do

pH e, eventualmente, fluoretação. Considere um lote de água tratado por esse processo e distribuído à população com pH igual a 7,0.

a) Nas condições descritas, calcule a concentração máxima de ferro dissolvido na água, expressa em mol/L. Explícite seus cálculos.

Constante do produto de solubilidade de  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  a 25 °C:  $4 \times 10^{-38}$ .

b) Segundo as normas vigentes, o valor máximo para o teor de ferro dissolvido em água potável é de 0,3 mg/L. O lote de água em consideração atende à legislação? Justifique sua resposta, comparando o valor máximo previsto pela legislação com a concentração de ferro encontrada no lote de água distribuído para a população.

### Resolução

a) Considerando 25 °C, temos:

$$\text{pH} = 7, \text{pOH} = 7$$

$$[\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$$



$$K_{ps} = [\text{Fe}^{3+}] [\text{OH}^-]^3$$

$$4 \cdot 10^{-38} = [\text{Fe}^{3+}] (1 \cdot 10^{-7})^3$$

$$[\text{Fe}^{3+}] = 4 \cdot 10^{-17} \text{ mol/L}$$

b)  $55,8\text{g}$  —————  $1 \text{ mol de } \text{Fe}^{3+}$

$0,3 \cdot 10^{-3}$  —————  $x$

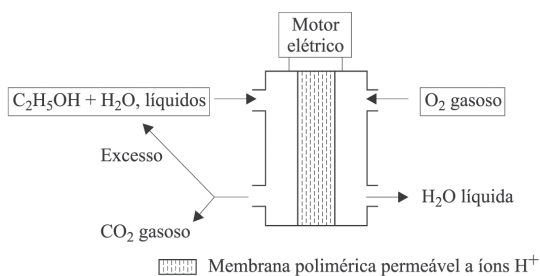
$$x = 5,4 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \therefore [\text{Fe}^{3+}] = 5,4 \cdot 10^{-6} \text{ mol/L}$$

O lote de água em consideração atende à legislação, pois a concentração dos íons  $\text{Fe}^{3+}$  dissolvidos ( $4 \cdot 10^{-17} \text{ mol/L}$ ) é menor do que o valor máximo previsto ( $5,4 \cdot 10^{-6} \text{ mol/L}$ ).

## 34

Uma tecnologia promissora para a redução do uso de combustíveis fósseis como fonte de energia são as células de combustível, nas quais os reagentes são convertidos em produtos através de processos eletroquímicos, com produção de energia elétrica, que pode ser armazenada ou utilizada diretamente.

A figura apresenta o esquema de uma célula de combustível formada por duas câmaras dotadas de catalisadores adequados, onde ocorrem as semi-reações envolvidas no processo.



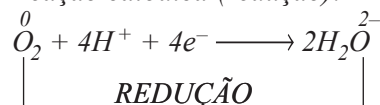
O contato elétrico entre as duas câmaras se dá através de uma membrana permeável a íons  $\text{H}^+$  e do circuito elétrico externo, por onde os elétrons fluem e acionam, no exemplo da figura, um motor elétrico. Comparando-se um motor a explosão com outro movido a eletricidade gerada por uma célula de combustível, ambos utilizando etanol, os produtos finais serão os mesmos –  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  –, mas a eficiência da célula de combustível é maior, além de operar em temperaturas mais baixas.

a) Sabendo que no processo estão envolvidos, além de reagentes e produtos finais, a água, íons  $\text{H}^+$  e elétrons, escreva as equações químicas balanceadas para as semi-reações que ocorrem em cada câmara da célula de combustível apresentada na figura.

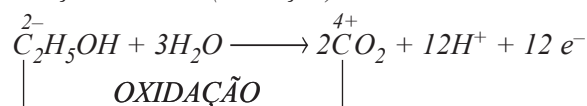
b) Determine o sentido do fluxo de elétrons pelo circuito elétrico externo (motor elétrico). Justifique sua resposta.

### Resolução

a) Reação catódica (redução):



Reação anódica (oxidação):

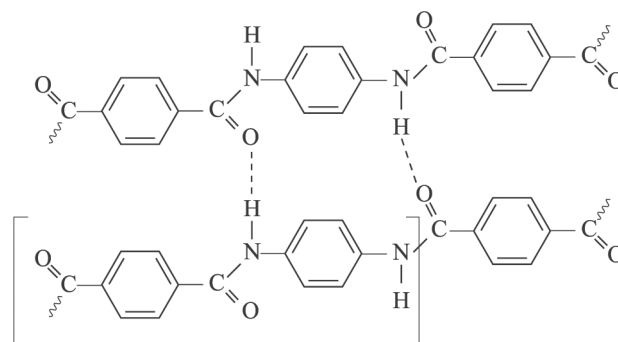


b) Os elétrons perdidos na oxidação do álcool (ânodo) caminham através do circuito elétrico externo e são recebidos pelo oxigênio no processo de redução (cátodo).

Fluxo de elétrons: da esquerda para a direita.

## 35

Uma porção representativa da estrutura do polímero conhecido como Kevlar, patente da DuPont, é mostrada na figura a seguir.



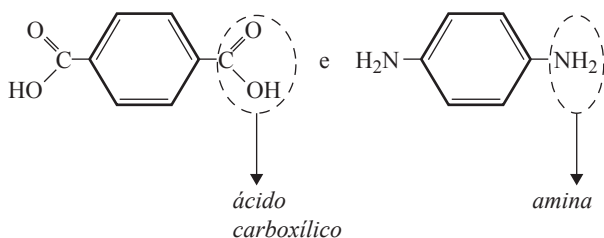
A estrutura pode ser descrita como sendo formada por longas fibras poliméricas, aproximadamente planares, mantidas por ligações covalentes fortes, e cada fibra interagindo com suas vizinhas através de ligações hidrogênio, representadas por linhas interrompidas na figura. Devido ao conjunto dessas interações, o polímero é altamente resistente a impactos, propriedade que é aproveitada na confecção de coletes à prova de bala.

a) Escreva as fórmulas estruturais dos dois reagentes utilizados na síntese do Kevlar, identificando as funções orgânicas presentes nas moléculas de cada um deles.

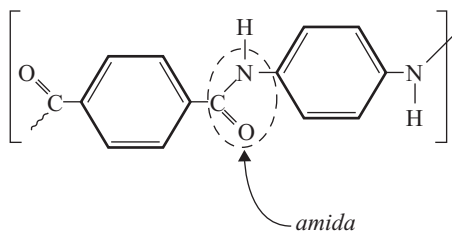
b) Transcreva a porção representativa da fórmula estrutural da fibra polimérica em destaque na figura (dentro dos colchetes) para seu caderno de respostas. Assinale e identifique a função orgânica que se origina da reação de polimerização.

### Resolução

a) Os dois reagentes utilizados são:



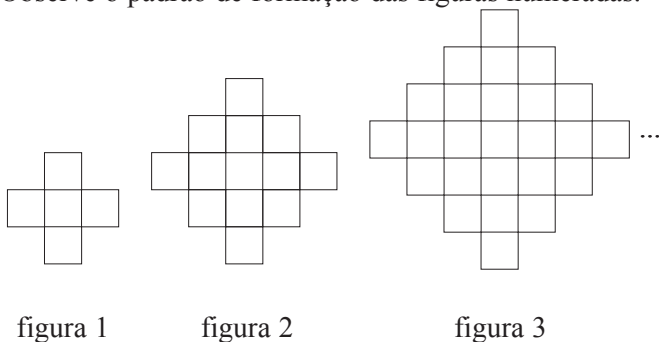
b) A função orgânica que se origina da reação de polimerização é **amida**.



## MATEMÁTICA

36

Observe o padrão de formação das figuras numeradas.



- a) Sabendo-se que as figuras 1, 2 e 3 são formadas, respectivamente, por 5, 13 e 25 quadrados de área  $1 \text{ cm}^2$ , calcule a área da figura 10 da sequência indicada.
- b) Seja  $x$  o número de figuras  $x$ , e  $f(x)$  o número de quadrados de  $1 \text{ cm}^2$  que compõem essa mesma figura. Em relação à função  $f$ , determine sua lei de formação e seus conjuntos domínio e imagem.

### Resolução

a) Sendo  $(a_n) = (a_1, a_2, a_3, \dots) = (5, 13, 25, \dots)$ , temos:

$$a_1 = 5$$

$$a_2 = a_1 + 8$$

$$a_3 = a_2 + 12$$

$$a_4 = a_3 + 16$$

$$a_{10} = a_9 + 40$$

Somando membro a membro todas essas igualdades, resulta

$$\begin{aligned} a_{10} &= 5 + 8 + 12 + 16 + \dots + 40 = \\ &= 5 + \frac{(8 + 40) \cdot 9}{2} = 5 + 216 = 221 \end{aligned}$$

Portanto, a área da figura 10 é  $221 \text{ cm}^2$ .

b) Generalizando, obtém-se

$f(x) = f(x-1) + 4x$  e, então,

$$\begin{aligned} f(x) &= 5 + 4 \cdot (2 + 3 + 4 + \dots + x) = \\ &= 5 + 4 \cdot \frac{(2 + x)(x - 1)}{2} = 5 + 2(x + 2)(x - 1) = \\ &= 2x^2 + 2x + 1. \end{aligned}$$

O domínio dessa função é  $D(f) = \mathbb{N}^*$  e o conjunto-imagem é  $Im(f) = \{5, 13, 25, 41, \dots, 2x^2 + 2x + 1, \dots\}$ ,  $x \in \mathbb{N}^*$

Respostas:

a)  $221 \text{ cm}^2$

b)  $D(f) = \mathbb{N}^*$  e

$$Im(f) = \{5, 13, 25, 41, \dots, 2x^2 + 2x + 1, \dots\}, x \in \mathbb{N}^*$$

37

Em uma urna foram colocadas cem bolas, numeradas de 1 a 100. Para um sorteio aleatório de uma bola, o jogador A apostou no número 35, o jogador B no número 63 e o jogador C no número 72. A, B e C foram os únicos jogadores da partida. Depois de escolhidos os números apostados, o organizador do evento divulgou a seguinte regra:

Ganhará o prêmio quem acertar o número sorteado e, não havendo acertador, ganhará aquele que mais se aproximar do número sorteado. Se houver empate entre dois jogadores, ganhará aquele que vencer uma partida de cara ou coroa realizada com uma moeda honesta.

- a) Qual é a probabilidade de que A seja o ganhador do prêmio?  
 b) Qual é a probabilidade de que B seja o ganhador do prêmio?

**Resolução**

Já que o jogador A apostou no 35, o jogador B no 63 e o jogador C no 72, então:

- a) O jogador A será o ganhador se o número sorteado for 1 ou 2 ou 3 ou ... ou 48 e terá 50% de chance de ganhar se o número sorteado for o 49.

A probabilidade dele ganhar será, portanto:

$$\frac{48}{100} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{100} = \frac{48 + 0,5}{100} = \frac{48,5}{100} = 48,5\%$$

- b) O jogador B será o ganhador se o número sorteado for 50 ou 51 ou 52 ou ... ou 67 e tem 50% de chance de ganhar se o número sorteado for o 49.

A probabilidade dele ganhar será, portanto:

$$\frac{18}{100} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{100} = \frac{18 + 0,5}{100} = \frac{18,5}{100} = 18,5\%$$

Resposta: a) 48,5 %

b) 18,5%

**38**

Admita que a matriz cuja inversa seja formada apenas por elementos inteiros pares receba o nome de EVEN.

Seja M uma matriz 2x2, com elementos reais, tal que

$$M = \begin{bmatrix} 2 & 3x \\ x+1 & x \end{bmatrix}$$

Admita que M seja EVEN, e que sua inversa tenha o elemento da primeira linha e primeira coluna igual a 2.

- a) Determine o valor de x nas condições dadas.  
 b) Determine a inversa de M nas condições dadas.

**Resolução**

Seja  $M^{-1} = \begin{bmatrix} 2 & a \\ b & c \end{bmatrix}$  a inversa de M.

Como  $M \cdot M^{-1} = I$ , temos:

$$\begin{bmatrix} 2 & 3x \\ x+1 & x \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 2 & a \\ b & c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \Leftrightarrow$$

$$\begin{bmatrix} 4 + 3bx & 2a + 3cx \\ 2x + 2 + bx & ax + a + cx \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} 4 + 3bx = 1 & (I) \\ 2a + 3cx = 0 & (II) \\ 2x + 2 + bx = 0 & (III) \\ ax + a + cx = 1 & (IV) \end{cases}$$

a) Da equação (I), temos:  $4 + 3bx = 1 \Leftrightarrow bx = \frac{1-4}{3} \Leftrightarrow bx = -1$ .

Assim, substituindo  $bx = -1$  na equação (III), vem:

$$2x + 2 + bx = 0 \Leftrightarrow 2x + 2 - 1 = 0 \Leftrightarrow x = -\frac{1}{2}$$

b) Para  $x = -\frac{1}{2}$ , temos:

$$\begin{cases} 4 + 3bx = 1 \\ 2a + 3cx = 0 \\ 2x + 2 + bx = 0 \\ ax + a + cx = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 4 - \frac{3b}{2} = 1 \\ 2a - \frac{3c}{2} = 0 \\ -1 + 2 - \frac{b}{2} = 0 \\ -\frac{a}{2} + a - \frac{c}{2} = 1 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} b = 2 \\ 4a - 3c = 0 \\ a - c = 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = -6 \\ b = 2 \\ c = -8 \end{cases}$$

Logo,  $M^{-1} = \begin{bmatrix} 2 & -6 \\ 2 & -8 \end{bmatrix}$

Respostas: a)  $x = -\frac{1}{2}$

b)  $M^{-1} = \begin{bmatrix} 2 & -6 \\ 2 & -8 \end{bmatrix}$

**39**

Sejam f e g funções modulares reais definidas por  $f(x) = |x+2|$  e  $g(x) = 2|x-2|$ .

- a) Resolva a equação  $f(x) = g(x)$ .  
 b) Construa o gráfico da função real h, definida por  $h(x) = |x+2| - 2|x-2|$ .

**Resolução**

Observando que  $h(x) = f(x) - g(x) = |x+2| - 2|x-2|$ , temos:

I. Para  $x \leq -2$ :  
 $h(x) = (-x-2) - 2(-x+2) \Leftrightarrow h(x) = x - 6$

II. Para  $-2 \leq x \leq 2$ :  
 $h(x) = (x+2) - 2(-x+2) \Leftrightarrow h(x) = 3x - 2$

III. Para  $x \geq 2$ :

$$h(x) = (x+2) - 2(x-2) \Leftrightarrow h(x) = -x + 6$$

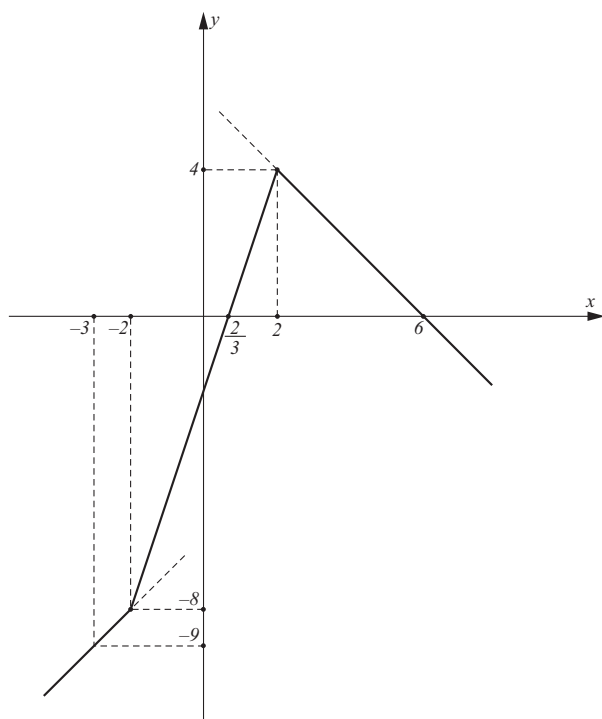
De I, II e III, resulta:

$$h(x) = \begin{cases} x - 6, & \text{para } x \leq -2 \\ 3x - 2, & \text{para } -2 \leq x \leq 2 \\ -x + 6, & \text{para } x \geq 2 \end{cases}$$

a)  $f(x) = g(x) \Leftrightarrow f(x) - g(x) = 0 \Leftrightarrow h(x) = 0 \Leftrightarrow$

$$x = \frac{2}{3} \text{ ou } x = 6$$

b) Gráfico de  $h(x)$



Respostas: a)  $\left\{ \frac{2}{3}; 6 \right\}$

b) Gráfico

**40**

Admita os pontos  $A(2, 2)$  e  $B(-3, 4)$  como sendo vértices opostos de um losango  $ACBD$ .

- Determine a equação geral de cada uma das retas suportes das diagonais do losango  $ACBD$ .
- Calcule o comprimento do lado do losango  $ACBD$ , admitindo-se que um de seus vértices esteja no eixo das abscissas.

**Resolução**

Se  $A(2, 2)$  e  $B(-3, 4)$  são vértices opostos de um losango  $ACBD$ , teremos:

a) 1) reta suporte de  $\overline{AB}$

$$\begin{vmatrix} x & y & 1 \\ -3 & 4 & 1 \\ 2 & 2 & 1 \end{vmatrix} = 0 \Leftrightarrow 2x + 5y - 14 = 0$$

2) reta suporte de  $\overline{CD}$

Se  $M\left(-\frac{1}{2}; 3\right)$  é o ponto médio de  $\overline{AB}$  e

$m_{AB} = -\frac{2}{5}$ , a equação da reta suporte da diagonal

$$\begin{aligned} \overline{CD} \text{ resulta: } y - 3 &= \frac{5}{2} \cdot \left(x + \frac{1}{2}\right) \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow 10x - 4y + 17 &= 0. \end{aligned}$$

b) Seja  $C$  o vértice do losango que pertence ao eixo das abscissas, então:

$$\begin{cases} y = 0 \\ 10x - 4y + 17 = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} y = 0 \\ x = -\frac{17}{10} \end{cases}$$

portanto:  $C = \left(-\frac{17}{10}; 0\right)$ .

O comprimento do lado  $\overline{AC}$  do losango resulta

$$AC = \sqrt{\left(2 + \frac{17}{10}\right)^2 + (2 - 0)^2} = \sqrt{\frac{1769}{100}} = \frac{\sqrt{1769}}{10}$$

Respostas: a)  $\overleftrightarrow{AB}: 2x + 5y - 14 = 0$

$\overleftrightarrow{CD}: 10x - 4y + 17 = 0$

b)  $AC = \frac{\sqrt{1769}}{10}$

**HISTÓRIA**

**41**

*Os palácios de fada eram um incêndio de luzes, antes que a pálida madrugada deixasse ver as monstruosas serpentes de fumo espalhando-se sobre Coketown. Um barulho de sapatos pesados na calçada, um tilintar de sinetas e todos os elefantes melancolicamente loucos, polidos e oleados para a rotina diária, começavam a sua tarefa.*

*Stephen, atento e calmo, debruçava-se sobre o seu tear, formando como os outros homens perdidos naquela floresta de máquinas um contraste com a máquina poderosa com que trabalhava.*

*Umhas tantas centenas de operários na fábrica, umhas tantas centenas de cavalos-vapor de energia. Sabe-se*

até ao mais pequeno pormenor aquilo que a máquina é capaz de fazer. Não existe qualquer mistério na máquina, porém, no mais mesquinho dentre esses homens existe um mistério jamais decifrado.

O dia clareou e mostrou-se lá fora, apesar das luzes brilhantes do interior. As luzes apagaram-se e o trabalho continuou. Lá fora, nos vastos pátios, os tubos de escapamento do vapor, os montes de barris e ferro-velho, os montículos de carvão ainda acesos, cinzas, por toda parte, amortalhavam o véu da chuva e do nevoeiro.

O trabalho continuou até a sineta tocar o meio-dia. Mais barulho de sapatos nas calçadas. Os teares, as rodas e as mãos paravam durante uma hora.

Stephen saiu do calor da fábrica para o frio e a umidade da rua molhada. Vinha cansado e macilento. Dando as costas ao seu bairro e aos companheiros, levando apenas um naco de pão, dirigiu-se à colina, onde residia o seu patrão numa casa vermelha com persianas pretas, cortinas verdes, porta de entrada negra, onde se lia *Boulderby*, numa chapa de cobre.

(Charles Dickens. *Tempos difíceis*. São Paulo: Clube do Livro, 1969.)

- Identifique o contexto histórico descrito no texto.
- A partir da interpretação do texto, escreva sobre os aspectos econômicos e sociais do contexto histórico citado.

### Resolução

- Revolução Industrial na Inglaterra, durante o século XIX.
- Aspectos econômicos: utilização das máquinas a vapor, concentradas em fábricas com grande capacidade produtiva e ênfase na indústria têxtil  
Aspectos sociais: exploração e miséria do proletariado, submetido a longas jornadas de trabalho, em contraste com a opulência do empresariado capitalista burguês.

## 42

É, pois, nas sociedades orais que não apenas a função da memória é mais desenvolvida, mas também a ligação entre o homem e a Palavra é mais forte. Lá onde não existe a escrita, o homem está ligado à palavra que profere. Está comprometido por ela. Ele é a palavra, e a palavra encerra um testemunho daquilo que ele é. (...)

Nas tradições africanas – pelo menos nas que conheço e que dizem respeito a toda a região de savana ao sul do Saara –, a palavra falada se empossava, além de um valor moral fundamental, de um caráter sagrado

vinculado à sua origem divina e às forças ocultas nela depositadas. Agente mágico por excelência, grande vetor de “forças etéreas”, não era utilizada sem prudência.

Inúmeros fatores – religiosos, mágicos ou sociais – concorrem, por conseguinte, para preservar a fidelidade da transmissão oral (...).

(A. Hampaté Bâ. *A tradição viva*. In: J. Ki-Zerbo (org.). *História geral da África*, 1982.)

- Escreva sobre a importância da criação da escrita na diferenciação entre sociedades pré-históricas e históricas, que esteve presente, durante muito tempo, no pensamento europeu.
- A partir da interpretação do texto apresentado, escreva por que é possível escrever a história de sociedades orais.

### Resolução

- As sociedades consideradas “históricas,” pela visão corrente no Mundo Ocidental, seriam aquelas dotadas de um sistema de escrita, pois este permitiria o registro dos acontecimentos e a consequente perpetuação de sua memória.
- O autor considera que, nas sociedades desprovidas de escrita, a palavra ganha um valor quase sagrado, o que proporciona confiabilidade e credibilidade à transmissão oral dos acontecimentos.

## 43

Se vendemos nossa terra a vós, deveis conservá-la à parte, como sagrada, como um lugar onde mesmo um homem branco possa ir sorver a brisa aromatizada pelas flores dos bosques.

Assim consideraremos vossa proposta de comprar nossa terra. Se nos decidirmos a aceitá-la, farei uma condição: o homem branco terá que tratar os animais desta terra como se fossem seus irmãos.

Sou um selvagem e não compreendo outro modo. Tenho visto milhares de búfalos apodrecerem nas pradarias, deixados pelo homem branco que neles atira de um trem em movimento. Sou um selvagem e não compreendo como o fumegante cavalo de ferro possa ser mais importante que o búfalo, que nós caçamos apenas para nos mantermos vivos.

(Carta do chefe índio Seattle ao presidente dos Estados Unidos, que pretendia comprar as terras de sua tribo em 1855.)

- Identifique uma diferença na maneira do chefe índio e dos brancos entenderem a relação entre o homem e a natureza.
- Explique as consequências, para a população indígena dos Estados Unidos, do contato com os brancos.

## Resolução

- a) O indígena entendia haver uma interação entre o homem e a Natureza, a qual deveria ser preservada. Quanto ao homem branco, ligado ao industrialismo do século XIX, a Natureza seria apenas um instrumento a serviço daquilo que se considerava ser o “progresso”.
- b) Expropriação das terras dos indígenas, geralmente por meio da violência, a par com o quase extermínio dessa comunidade – reduzida a viver em reservas quase sempre desprovidas de condições para seu sustento.

44

A gravura ilustra diferentes fases da produção do açúcar no Brasil colonial.



(Autoria não identificada. Açúcar do Brasil, 1700-1710.)

- a) Identifique essas fases.
- b) Escreva sobre o papel exercido pela produção açucareira na organização econômica e social da Colônia.

## Resolução

- a) Plantio da cana-de-açúcar, corte dela, transporte em carros de boi, moagem do produto no engenho “real” (movido a água) ou no “trapiche” (engenho com a moenda impelida por uma junta de bois), cozimento da garapa em fornos, apuração do açúcar nas casas de purgar e separação do açúcar bruto em montículos denominados “pães de açúcar”.
- b) A produção açucareira teve enorme importância para a organização econômica e social da Colônia. No plano econômico, definiu as características da economia de “plantation”: monocultura, latifúndio e escravidão. No plano social, definiu uma sociedade aristocrática, polarizada, estratificada, patriarcal e conservadora – cuja influência se faz sentir ainda hoje.

45

Leia os textos 1 e 2 e responda.

## Texto 1

Difícil é encontrar uma sociedade que seja monocultural. As culturas são feitas tanto de continuidade quanto de mudanças. E as transformações não significam o fim de sua sobrevivência. As culturas estão o tempo todo emprestando elementos umas das outras e isso é bom. Nada parece mais monocultural do que um monastério tibetano e, no entanto, o budismo veio de fora, da Índia. Quem visita as aldeias ao redor da cidade em que vivi em Gana pensa que está diante de comunidades monoculturais. Como, se quase todos os moradores são cristãos? O cristianismo chegou na região no século XIX, trazido pelos europeus. É, portanto, um aspecto recente da cultura local.

(Kwame Anthony Appiah. *Veja*, 08 de março de 2006.)

## Texto 2

### Curau

### Ingredientes

12 espigas de milho verde

½ litro de leite

2 ½ xícaras (chá) de açúcar

1 pitada de sal

canela em pó a gosto

1 – Retirar a palha e os cabelos das espigas. Ralar o milho e raspar os sabugos com a ajuda de uma colher. Acrescentar o leite, o sal, misturar e deixar a massa descansar por 10 minutos. Colocá-la em um pano de prato, juntar as pontas e torcer o pano para coar o líquido.

2 – Despejar o caldo em uma panela, acrescentar o açúcar, mexer e levar ao fogo brando.

3 – Cozinhar lentamente, mexendo sempre, até que tome consistência. Despejar em um refratário ou em tigelinhas molhadas.

4 – Deixar esfriar e levar à geladeira. Servir polvilhado com canela em pó.

(Rosa Belluzzo. *Fazeres e Sabores da Cozinha Paulista*. Prefeitura do Município de São Paulo, 2007.)

a) Faça uma análise comparativa dos dois textos, buscando seus aspectos semelhantes.

b) Como o argumento do texto 1 – *As culturas estão o tempo todo emprestando elementos umas das outras* – pode ser comprovado pela receita de como fazer curau (texto 2)?

## Resolução

a/b) Os dois textos abordam a questão da interpenetração de culturas. No primeiro, a cultura de uma região africana sofre influência religiosa da cultura europeia. No segundo, uma receita de origem indígena encontra ampla aceitação no microcosmo cosmopolita que é a cidade de São Paulo.