

EXERCÍCIOS SOBRE ESTEQUIOMETRIA - CÁLCULO ESTEQUIOMÉTRICO II

**OBSERVAÇÃO:** utilize, quando necessário, a tabela periódica para consultar massas atômicas.

**Classificação Periódica**

(IA) 1	(IIA) 2											(IIIA) 13	(IVA) 14	(VA) 15	(VIA) 16	(VIIA) 17	(VIIIA) 18	
1 H hidrogênio 1,01	4 Be berílio 9,01											5 B boro 10,8	6 C carbono 12,0	7 N nitrogênio 14,0	8 O oxigênio 16,0	9 F flúor 19,0	10 Ne neônio 20,2	
3 Li lítio 6,94	11 Na sódio 23,0	12 Mg magnésio 24,3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al alumínio 27,0	14 Si silício 28,1	15 P fósforo 31,0	16 S enxofre 32,1	17 Cl cloro 35,5	18 Ar argônio 40,0
19 K potássio 39,1	20 Ca cálcio 40,1	21 Sc escândio 45,0	22 Ti titânio 47,9	23 V vanádio 50,9	24 Cr cromio 52,0	25 Mn manganês 54,9	26 Fe ferro 55,8	27 Co cobalto 58,9	28 Ni níquel 58,7	29 Cu cobre 63,5	30 Zn zinc 65,4	31 Ga gálio 69,7	32 Ge germânio 72,6	33 As arsênio 74,9	34 Se selênio 79,0	35 Br bromo 79,9	36 Kr criptônio 83,8	
37 Rb rubídio 85,5	38 Sr estrôncio 87,6	39 Y ítrio 88,9	40 Zr zircônio 91,2	41 Nb nióbio 92,9	42 Mo molibdênio 96,0	43 Tc tecnécio	44 Ru rútenio 101	45 Rh ródio 103	46 Pd paládio 106	47 Ag prata 108	48 Cd cádmio 112	49 In índio 115	50 Sn estanho 119	51 Sb antimônio 122	52 Te telúrio 128	53 I iodo 127	54 Xe xenônio 131	
55 Cs césio 133	56 Ba bário 137	57-71 lantanoídes	72 Hf háfnio 178	73 Ta tântalo 181	74 W tungstênio 184	75 Re rênio 186	76 Os ósio 190	77 Ir irídio 192	78 Pt platina 195	79 Au ouro 197	80 Hg mercúrio 201	81 Tl tálio 204	82 Pb chumbo 207	83 Bi bismuto 209	84 Po polônio	85 At ástato	86 Rn radônio	
87 Fr frâncio	88 Ra rádio	89-103 actinoídes	104 Rf rutherfordório	105 Db dúbnio	106 Sg seabórgio	107 Bh bóhrio	108 Hs hássio	109 Mt meitnério	110 Ds darmstádio	111 Rg roentgênio	112 Cn copernício	113 Nh nihônio	114 Fl fleróvio	115 Mc moscóvio	116 Lv livermório	117 Ts tenessino	118 Og oganessônio	

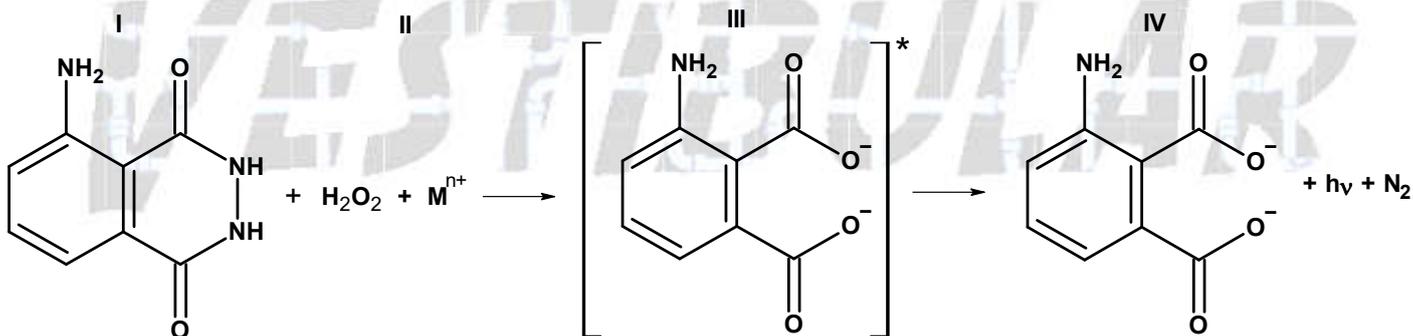
número atômico  
Símbolo  
nome  
massa atômica

57 La lantânio 139	58 Ce cério 140	59 Pr praseodímio 141	60 Nd neodímio 144	61 Pm promécio	62 Sm samário 150	63 Eu europio 152	64 Gd gadolínio 157	65 Tb térbio 159	66 Dy disprósio 163	67 Ho hólmio 165	68 Er érbio 167	69 Tm tulio 169	70 Yb itérbio 173	71 Lu lutécio 175
89 Ac actínio	90 Th tório 232	91 Pa protactínio 231	92 U urânio 238	93 Np neptúnio	94 Pu plutônio	95 Am américio	96 Cm cúrio	97 Bk berquélio	98 Cf califórnio	99 Es einstênio	100 Fm fêrmio	101 Md mendelévio	102 No nobélio	103 Lr laurêncio

**01.** (ENEM) substância que reage com o ferro presente na hemoglobina do sangue, produzindo luz que permite visualizar locais contaminados com pequenas quantidades de sangue, mesmo superfícies lavadas.

É proposto que, na reação do luminol (I) em meio alcalino, na presença de peróxido de hidrogênio (II) e de um metal de transição (M(n)<sup>+</sup>), forma-se o composto 3-aminofalato (III) que sofre uma relaxação dando origem ao produto final da reação (IV), com liberação de energia (hν) e de gás nitrogênio (N<sub>2</sub>).

(Adaptado. "Química Nova", 25, no. 6, 2002. pp. 1003-10)



Dados: pesos moleculares:

Luminol = 177

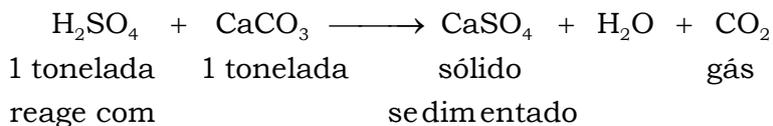
3-aminofalato = 164

Na análise de uma amostra biológica para análise forense, utilizou-se 54 g de luminol e peróxido de hidrogênio em excesso, obtendo-se um rendimento final de 70 %.

Sendo assim, a quantidade do produto final (IV) formada na reação foi de:

- a) 123,9.    b) 114,8.    c) 86,0.    d) 35,0.    e) 16,2.

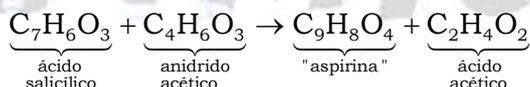
**02.** (ENEM) Em setembro de 1998, cerca de 10.000 toneladas de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) foram derramadas pelo navio Bahamas no litoral do Rio Grande do Sul. Para minimizar o impacto ambiental de um desastre desse tipo, é preciso neutralizar a acidez resultante. Para isso pode-se, por exemplo, lançar calcário, minério rico em carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>), na região atingida. A equação química que representa a neutralização do H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por CaCO<sub>3</sub>, com a proporção aproximada entre as massas dessas substâncias é:



Pode-se avaliar o esforço de mobilização que deveria ser empreendido para enfrentar tal situação, estimando a quantidade de caminhões necessária para carregar o material neutralizante. Para transportar certo calcário que tem 80 % de CaCO<sub>3</sub>, esse número de caminhões, cada um com carga de 30 toneladas, seria próximo de

- a) 100.      b) 200.      c) 300.      d) 400.      e) 500.

**03.** (FATEC) O ácido acetil-salicílico, conhecido como "aspirina", é um dos analgésicos mais consumidos. Pode ser produzido pela interação entre ácido salicílico e anidrido acético, conforme mostra a equação a seguir:



A massa de "aspirina" que seria possível produzir a partir de 1,38 toneladas métricas de ácido salicílico, supondo que transformação ocorra com rendimento de 80 %, é:

(Massas molares: ácido salicílico = 138 g/mol; "aspirina" = 180 g/mol; 1 tonelada métrica (t) = 1 x 10<sup>6</sup> g)

- a) 1,10 t  
b) 1,44 t  
c) 180 g  
d) 1,38 t  
e) 1,80 t

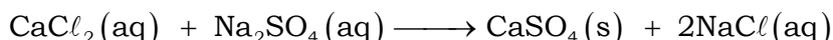
**04.** (Mackenzie) Na queima de 10 kg de carvão de 80 % de pureza, a quantidade de moléculas de gás carbônico produzida é:

Dados: massa molar (g/mol) C = 12; O = 16.



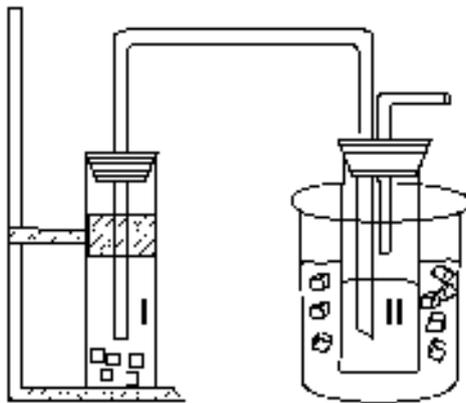
- a) 17,6 × 10<sup>28</sup>      b) 6,25 × 10<sup>27</sup>      c) 57,6 × 10<sup>19</sup>      d) 4,8 × 10<sup>25</sup>      e) 4,0 × 10<sup>26</sup>

**05.** (PUCRJ) O sulfato de cálcio (CaSO<sub>4</sub>) é matéria-prima do giz e pode ser obtido pela reação entre soluções aquosas de cloreto de cálcio e de sulfato de sódio (conforme reação abaixo). Sabendo disso, calcule a massa de sulfato de cálcio obtida pela reação de 2 mols de cloreto de cálcio com excesso de sulfato de sódio, considerando-se que o rendimento da reação é igual a 75 %.



- a) 56 g.  
b) 136 g.  
c) 272 g.  
d) 204 g.  
e) 102 g.

06. (UNIFESP) No laboratório de química, um grupo de alunos realizou o experimento esquematizado na figura, que simula a fabricação do bicarbonato de sódio, um produto químico de grande importância industrial.

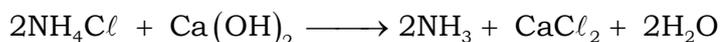
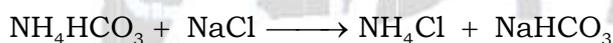
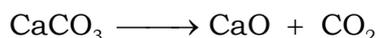


O frasco II, imerso em um banho de água e gelo, contém solução aquosa com carbonato de amônio e 23,4 g de cloreto de sódio. O frasco I, gerador de gás carbônico, contém "gelo seco", que quando borbuhlado na solução do frasco II causa uma reação, produzindo como único produto sólido o bicarbonato de sódio. Decorrido o tempo necessário de reação, os cristais foram separados e secados, obtendo-se 25,2 g de  $\text{NaHCO}_3$ . Considerando que reagente limitante é  $\text{NaCl}$ , o rendimento percentual desse processo, corretamente calculado pelo grupo de alunos, foi igual a:

a) 85 %. b) 80 %. c) 75 %. d) 70 %. e) 39 %.

07. (ITA) Uma forma de sintetizar óxido nítrico em meio aquoso é reagir nitrito de sódio com sulfato ferroso e ácido sulfúrico, produzindo, além do óxido nítrico, sulfato férrico e bissulfato de sódio. Partindo de 75,0 g de nitrito de sódio, 150,0 g de ácido sulfúrico e 152,0 g de sulfato ferroso e tendo a reação 90 % de rendimento, determine a massa de óxido nítrico obtida.

08. (IME) O processo Solvay de produção de carbonato de sódio realiza-se mediante as reações abaixo:



A partir destas equações, determine:

a) a reação global que representa o processo;

b) a massa de cada reagente que é necessária para produzir 1.000 kg de carbonato de sódio.

09. (IME) Um composto cuja molécula contém apenas carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio foi queimado em presença de  $\text{O}_2$ , fornecendo uma mistura gasosa de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{N}_2$ . A água presente nesta mistura foi condensada e correspondeu a 1/6 do total de mols. Verificou-se que o  $\text{CO}_2$  representava 80 % em mol da fração não condensada. Determine:

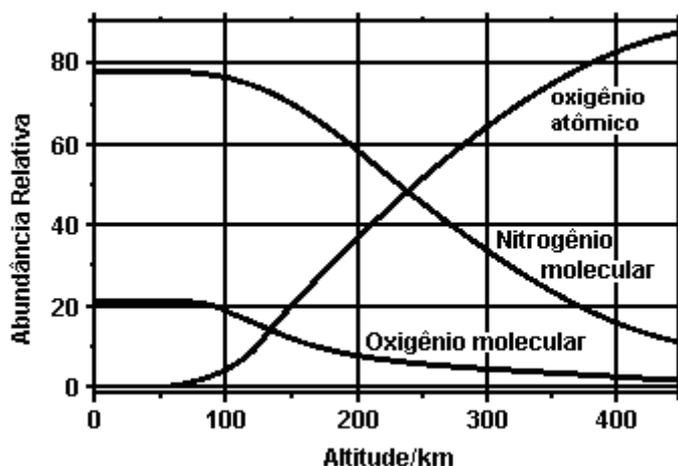
a) a fórmula mínima do composto, sabendo-se ainda que sua molécula contém tantos átomos de carbono quanto de oxigênio;

b) a fórmula molecular do composto, sabendo-se que 170,4 g do mesmo, no estado gasoso a 800 K e 0,64 atm, ocupam 82 L;

c) a massa mínima de O<sub>2</sub> necessária para a combustão completa de 213,0 g deste composto.

**10.** (UNICAMP) Vivemos em uma época notável. Os avanços da ciência e da tecnologia nos possibilitam entender melhor o planeta em que vivemos. Contudo, apesar dos volumosos investimentos e do enorme esforço em pesquisa, a Terra ainda permanece misteriosa. O entendimento desse sistema multifacetado, físico-químico-biológico, que se modifica ao longo do tempo, pode ser comparado a um enorme quebra-cabeças. Para entendê-lo, é necessário conhecer suas partes e associá-las. Desde fenômenos inorgânicos até os intrincados e sutis processos biológicos, o nosso desconhecimento ainda é enorme. Há muito que aprender. Há muito trabalho a fazer. Nesta prova, vamos fazer um pequeno ensaio na direção do entendimento do nosso planeta, a Terra, da qual depende a nossa vida.

A Terra é um sistema em equilíbrio altamente complexo, possuindo muitos mecanismos auto-regulados de proteção. Esse sistema admirável se formou ao longo de um extenso processo evolutivo de 4550 milhões de anos. A atmosfera terrestre é parte integrante desse intrincado sistema. A sua existência, dentro de estreitos limites de composição, é essencial para a preservação da vida. No gráfico a seguir, pode-se ver a abundância relativa de alguns de seus constituintes em função da altitude. Um outro constituinte, embora minoritário, que não se encontra na figura é o ozônio, que age como filtro protetor da vida na alta atmosfera. Na baixa atmosfera, a sua presença é danosa à vida, mesmo em concentrações relativamente baixas.



a) Considerando que o ozônio seja formado a partir da combinação de oxigênio molecular com oxigênio atômico, e que este seja formado a partir da decomposição do oxigênio molecular, escreva uma seqüência de equações químicas que mostre a formação do ozônio.

b) Tomando como base apenas o gráfico e as reações químicas citadas no item a, estime em que altitude a formação de ozônio é mais favorecida do ponto de vista estequiométrico. Justifique.

**11.** (UFLAVRAS) Um caminhão-tanque derramou 4,9 toneladas de ácido sulfúrico numa estrada. Para que esse ácido não atinja uma lagoa próxima ao local do acidente e para amenizar os danos ecológicos, jogou-se barrilha (50 %) sobre o ácido sulfúrico derramado (barrilha = Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>).

a) Classifique a reação que ocorre entre o ácido sulfúrico e a barrilha, mostrando a equação química.

b) Qual a massa de barrilha (50 %) necessária para neutralizar todo o ácido derramado? Massas molares (g/mol): H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 98; Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> = 106.

**12.** (FUVEST) ma jovem senhora, não querendo revelar sua idade, a não ser às suas melhores amigas, convidou-as para a festa de aniversário, no sótão de sua casa, que mede  $3,0\text{ m} \times 2,0\text{ m} \times 2,0\text{ m}$ . O bolo de aniversário tinha velas em número igual à idade da jovem senhora, cada uma com  $1,55\text{ g}$  de parafina. As velas foram queimadas inteiramente, numa reação de combustão completa. Após a queima, a porcentagem de gás carbônico, em volume, no sótão, medido nas condições ambientes, aumentou de  $0,88\%$ . Considere que esse aumento resultou, exclusivamente, da combustão das velas.

Dados:

massa molar da parafina,  $\text{C}_{22}\text{H}_{46}$ :  $310\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ; volume molar dos gases nas condições ambientes de pressão e temperatura:  $24\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

- Escreva a equação de combustão completa da parafina.
- Calcule a quantidade de gás carbônico, em mols, no sótão, após a queima das velas.
- Qual é a idade da jovem senhora? Mostre os cálculos.

**13.** (PUCRIO) Considere a reação a seguir:  $\text{CHCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CCl}_4(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g})$ .

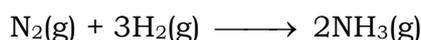
a) Ao reagir  $11,9\text{ g}$  de  $\text{CHCl}_3$  em um ambiente contendo gás cloro em excesso, qual a massa de  $\text{CCl}_4(\text{g})$  e de  $\text{HCl}(\text{g})$  produzida se a reação apresentar  $75\%$  de rendimento?

b) Quais os nomes das substâncias  $\text{CHCl}_3$  e  $\text{CCl}_4$  segundo a IUPAC?

c) Que tipo de ligação química existe entre os átomos de H e de Cl na molécula de HCl?

Dados: C = 12; H = 1; Cl = 35,5.

**14.** (UERJ - adaptado) O clássico processo Haber de produção de amônia, cujo rendimento é de  $80\%$  em condições ótimas, está representado a seguir.



A equação anterior representa um processo alternativo de produção de amônia, que tem como reagentes gás natural, vapor d'água e ar atmosférico. O rendimento deste processo é de  $20\%$  em condições ótimas.



Admita comportamento ideal dos gases e vapores envolvidos.

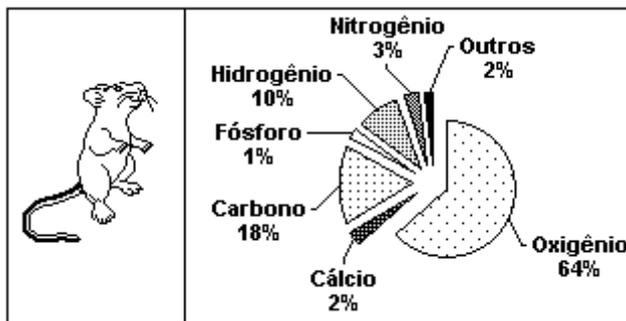
Considerando um mesmo volume de nitrogênio, calcule a razão entre os volumes de amônia gasosa produzidos pelo processo Haber e pelo processo alternativo, ambos em condições ótimas.

**15.** (UFF) Em certo processo de produção do ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), o oxigênio é borbulhado numa solução de acetaldeído ( $\text{CH}_3\text{COH}$ ), sob determinada pressão, a  $60\text{ }^\circ\text{C}$ , na presença de acetato de magnésio ( $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Mg}^{2+}$ ) como catalisador.

Considere uma experiência em que  $20,0\text{ g}$  de acetaldeído e  $10,0\text{ g}$  de oxigênio foram colocados num recipiente, onde ocorreu a reação descrita acima, e determine a massa, em grama:

- de ácido acético produzido, supondo que o rendimento da reação foi de  $75\%$ ;
- do reagente, em excesso.

16. (UFRJ) Um camundongo, com 10 g, apresenta a seguinte composição centesimal em massa:



Determine a quantidade máxima de água, em gramas, que poderia ser formada apenas pela combinação dos átomos de hidrogênio e oxigênio presentes no camundongo.

17. (UNESP) Na indústria, um dos processos de obtenção do ácido sulfúrico consiste no tratamento térmico vigoroso da pirita ( $\text{FeS}_2$ ) na presença de corrente de ar (reação de ustulação). Os produtos obtidos são óxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) e dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ). O dióxido de enxofre é oxidado a anidrido sulfúrico ( $\text{SO}_3$ ), também pela reação com oxigênio, e, finalmente, por hidrólise do anidrido sulfúrico, obtém-se o ácido sulfúrico.

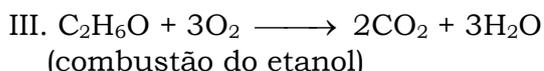
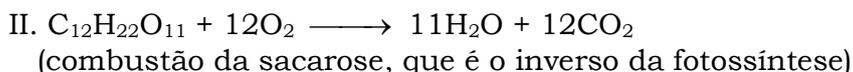
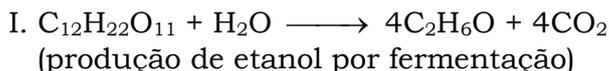
- Escreva as reações de obtenção do ácido sulfúrico a partir da ustulação da pirita.
- Calcule a massa de ácido sulfúrico produzido a partir de 24 kg de pirita.

Dados: massas molares:  $\text{FeS}_2 = 120 \text{ g/mol}$ ,  
 $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98 \text{ g/mol}$

18. (UNESP) Em 2004 iniciou-se, no Brasil, a exploração de uma importante jazida de minério de cobre. Nestes minérios, o metal é normalmente encontrado na forma de sulfetos, como o  $\text{CuS}$ , e para sua obtenção o minério é submetido à ustulação - aquecimento sob atmosfera de ar ou de oxigênio. Neste processo, além do cobre metálico obtém-se o dióxido de enxofre. Como subproduto, pode-se obter o ácido sulfúrico, por reação do  $\text{SO}_2$  com o oxigênio, formando o trióxido de enxofre ( $\text{SO}_3$ ), e deste com a água, resultando no  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

- Escreva a equação química para a ustulação do  $\text{CuS}$ .
- Dadas as massas molares, em  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ :  $\text{H} = 1$ ;  $\text{S} = 32$  e  $\text{O} = 16$ , calcule a massa de ácido sulfúrico que pode ser obtida a partir de 64 g de  $\text{SO}_2$ . Apresente seus cálculos.

19. (UNICAMP) O etanol, produzido a partir da cana-de-açúcar, tem se mostrado uma interessante alternativa como combustível em substituição a derivados de petróleo. No que diz respeito à poluição atmosférica, o assunto é polêmico, mas considerando apenas as equações químicas I, II e III a seguir, pode-se afirmar que o álcool etílico é um combustível renovável não poluente.



- Use adequadamente as equações I, II e III para chegar à conclusão de que aquela afirmação sobre o álcool etílico está correta, demonstrando o seu raciocínio.

b) Na safra brasileira de 1997, foram produzidas  $14 \times 10^6$  toneladas de açúcar. Se, por fermentação, todo esse açúcar fosse transformado em etanol, que massa desse produto, em toneladas, seria obtida?

Massa molar do etanol = 42 g/mol;

Massa molar da sacarose (açúcar) = 342 g/mol.

**20.** (PUCSP) A produção de lixo decorrente das atividades humanas é responsável por sérios problemas ambientais causados pela liberação inadequada de resíduos residenciais ou industriais.

Um dos resíduos industriais que merece destaque na contaminação do ambiente é o metal mercúrio e seus compostos. O mercúrio tem larga aplicação como eletrodo do processo de obtenção do cloro gasoso ( $Cl_2$ ) e da soda cáustica (NaOH) a partir da eletrólise da salmoura ( $NaCl(aq)$ ). O metal mercúrio também é utilizado no garimpo do ouro em leito de rios, e na fabricação de componentes elétricos como lâmpadas, interruptores e retificadores.

Compostos iônicos contendo os cátions de mercúrio (I) ou (II), respectivamente  $Hg_2^{2+}$  e  $Hg^{2+}$ , são empregados como catalisadores de importantes processos industriais ou ainda como fungicidas para lavoura ou produtos de revestimento (tintas).

O descarte desses compostos, de toxicidade relativamente baixa e geralmente insolúveis em água, torna-se um grave problema ambiental, pois algumas bactérias os convertem na substância dimetilmercúrio ( $CH_3HgCH_3$ ) e no cátion metilmercúrio (II) ( $CH_3Hg^+$ ) que são altamente tóxicos.

Esses derivados são incorporados e acumulados nos tecidos corporais dos organismos, pois estes não conseguem metabolizá-los.

O mercúrio é obtido a partir do cinábrio, minério vermelho cujo principal componente é o sulfeto de mercúrio (II),  $HgS$ . Minérios com alto teor de  $HgS$  são aquecidos em contato com cal ( $CaO$ ), formando mercúrio metálico ( $Hg$ ), sulfato de cálcio ( $CaSO_4$ ) e sulfeto de cálcio ( $CaS$ ).

Escreva a equação balanceada do processo descrito.

Determine a massa de mercúrio obtida a partir de 465 kg de sulfeto de mercúrio (II), considerando que o rendimento do processo é de 80 %.

Dados:  $Hg = 200,5$  g/mol;  $S = 32,0$  g/mol;  $Ca = 40,0$  g/mol;  $O = 16,0$  g/mol.

## RESPOSTAS

01. D    02. D    03. B    04. E    05. D    06. C

**07.** Temos:

Nitrito de sódio:  $NaNO_2$ .

Óxido nítrico:  $NO$ .

Sulfato ferroso:  $FeSO_4$ .

Ácido sulfúrico:  $H_2SO_4$ .

Sulfato férrico:  $Fe_2(SO_4)_3$ .

Bissulfato de sódio:  $NaHSO_4$ .

Água:  $H_2O$ .

Equação a balancear:

+ 2 \_\_\_\_\_ + 3 (oxidação)

$NaNO_2 + FeSO_4 + H_2SO_4 \longrightarrow NO + Fe_2(SO_4)_3 + NaHSO_4 + H_2O$

+ 3 \_\_\_\_\_ + 2 (redução)

$2N^{3+} + 2e^- \rightarrow 2N^{2+}$  (redução)

$2Fe^{2+} \rightarrow 2Fe^{3+} + 2e^-$  (oxidação)

Temos a equação balanceada, onde  $\text{NaNO}_2 = 69$ ;  $\text{FeSO}_4 = 152$ ;  $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98$ .



$$138 \text{ g} \text{ — } 304 \text{ g} \text{ — } 294 \text{ g}$$

$$75 \text{ g} \text{ — } 152 \text{ g} \text{ — } 150 \text{ g}$$

$$\underline{75} \times 304 > 138 \times 52$$

EXCESSO

$$152 \times 294 < \underline{150} \times 304$$

EXCESSO

O reagente limitante é o  $\text{FeSO}_4$ .



$$2 \text{ mols} \text{ ————— } 2 \text{ mols}$$

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

$$1 \text{ mol NO} \text{ — } 100\%$$

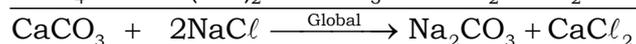
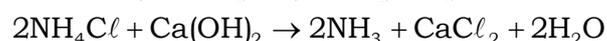
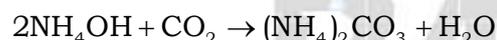
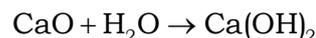
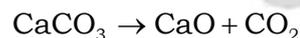
$$n_{\text{NO}} \text{ — } 90\%$$

$$n_{\text{NO}} = 0,9 \text{ mol}$$

$$m_{\text{NO}} = 0,9 \times 30 = 27,0 \text{ g}$$

$$m_{\text{NO}} = 27,0 \text{ g}$$

08. Teremos:



$$100 \text{ g} \text{ — } 2 \times 58,5 \text{ g} \text{ — } 106 \text{ g}$$

$$m_{\text{CaCO}_3} \text{ — } m_{\text{NaCl}} \text{ — } 1.000 \text{ kg}$$

$$m_{\text{CaCO}_3} = 943,4 \text{ kg}$$

$$m_{\text{NaCl}} = 1.103,77 \text{ kg}$$

09. a) A queima pode ser dada pela equação não balanceada:  $\text{C}_x\text{H}_y\text{N}_z\text{O}_w + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$

Temos que  $x = w$ ; a mistura que surge é formada por  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{N}_2$ .

$$\text{Então } n(\text{total}) = n(\text{CO}_2) + n(\text{H}_2\text{O}) + n(\text{N}_2).$$

$n(\text{H}_2\text{O}) = (1/6)n(\text{total})$ , substituindo, na equação anterior, vem:

$$n(\text{total}) = n(\text{CO}_2) + (1/6)n(\text{total}) + n(\text{N}_2)$$

$$n(\text{CO}_2) + n(\text{N}_2) = (5/6)n(\text{total})$$

Conforme os dados, sabemos que:

$$n(\text{CO}_2) = (80/100) \cdot (5/6)n(\text{total})$$

$$n(\text{CO}_2) = (4/6)n(\text{total}).$$

Então:

$$n(\text{N}_2) = [(5/6) - (4/6)]n(\text{total})$$

$$n(\text{N}_2) = (1/6)n(\text{total})$$

Logo, temos:

$$n(\text{CO}_2) = (4/6)n(\text{total})$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = (1/6)n(\text{total})$$

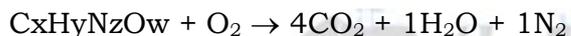
$$n(\text{N}_2) = (1/6)n(\text{total})$$

A proporção estequiométrica é:  
 $(4/6) : (6/6) : (91/6)$ , ou seja,

4 mols de  $\text{CO}_2$  : 1 mol de  $\text{H}_2\text{O}$  : 1 mol de  $\text{N}_2$ .

Substituindo na equação de combustão

$n\text{C}_x\text{H}_y\text{N}_z\text{O}_w + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$ , temos:



Fazendo o balanceamento, encontraremos:

$x = 4$ ,  $y = 2$  e  $z = 2$ , logo a fórmula mínima é dada por:  $\text{C}_2\text{HNO}_2$ .

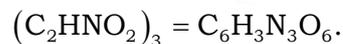
b) A massa molar do composto é dada pela repetição da fórmula mínima, ou seja:  
 $(\text{C}_2\text{HNO}_2)_n = 71n$

Aplicando a equação de estado para um gás ideal, teremos:

$$P \times V = \frac{m}{M} \times R \times T$$

$$0,64 \times 82 = \frac{170,4}{71n} \times 0,082 \times 800$$

$$n = 3$$



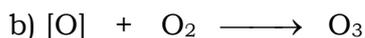
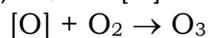
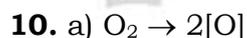
c) A equação da combustão é:



$$2 \times 213 \text{ g} \text{ — } 7,5 \times 32 \text{ g}$$

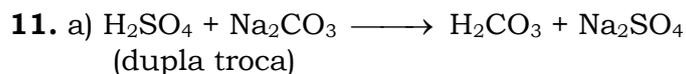
$$213 \text{ g} \text{ — } m_{\text{O}_2}$$

$$m_{\text{O}_2} = 120 \text{ g}$$



$$1 \text{ mol} \quad 1 \text{ mol}$$

Pelo gráfico as curvas se cruzam na altitude de 135 km.



b) 10,6 toneladas



b) 4,4 mols.

c) 1 mol (parafina) ——— 22 mols (CO<sub>2</sub>)

310 g ——— 22 mols

m<sub>parafina</sub> ——— 4,4 mols

$$m_{\text{parafina}} = 62 \text{ g.}$$

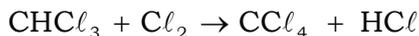
Como uma vela equivale a um ano, temos:

1 ano (1 vela) ——— 1,55 g

t ——— 62 g

t = 40 anos.

13. Teremos:



119,5 g ——— 154 g — 36,5 g

11,9 g ——— x — y

$$x = 15,34 \text{ g}$$

15,34 g — 100%

m<sub>CCl<sub>4</sub></sub> — 75%

$$m_{\text{CCl}_4} = 11,5 \text{ g}$$

$$y = 3,63 \text{ g}$$

3,63 g — 100%

m<sub>HCl</sub> — 75%

$$m_{\text{HCl}} = 2,72 \text{ g}$$

b) CHCl<sub>3</sub> : triclorometano.

CCl<sub>4</sub> : tetraclorometano.

c) Ligação covalente polar.

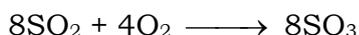
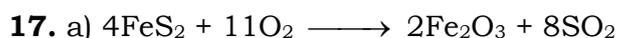
14. Em ambos os processos, 1 mol de N<sub>2</sub> produz 2 mols de NH<sub>3</sub>.

Logo, a diferença de volume produzido deve-se apenas ao rendimento, que é 4 vezes maior no processo Haber. Portanto, a razão é igual a 4.

15. a) 20,5 g de ácido acético.

b) 2,7g de oxigênio em excesso.

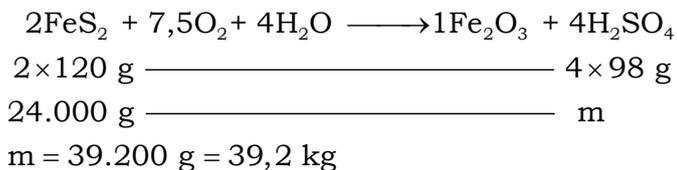
16. O camundongo tem 1,0 g de hidrogênio e 6,4 g de oxigênio. Como, em 1 mol de água há 2 g de hidrogênio e 16 g de oxigênio, o hidrogênio presente no camundongo seria suficiente para produzir  $1,0/2,0 = 0,5$  mol de água, enquanto o oxigênio seria suficiente para produzir  $6,4/16 = 0,4$  mol de água. Deste modo, a formação de água é limitada pela quantidade de oxigênio. Portanto, a quantidade máxima de água que poderia ser formada apenas pela combinação dos átomos de hidrogênio e oxigênio presentes no camundongo é 0,4 mol, o que corresponde a  $0,4 \times 18 = 7,2$  g de água.



Somando as três equações teremos:



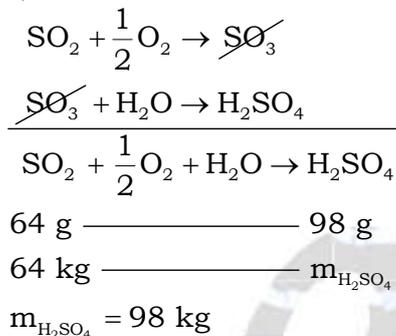
b) Dividido a equação anterior por 2:



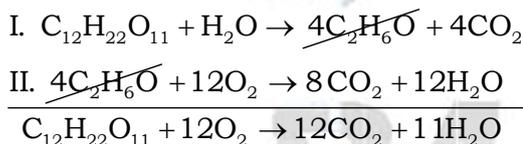
18. Teremos:

a) A equação química do processo é:  $\text{CuS} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{SO}_2$ .

b) Teremos:



19. a) Somando as equações I e III, temos:



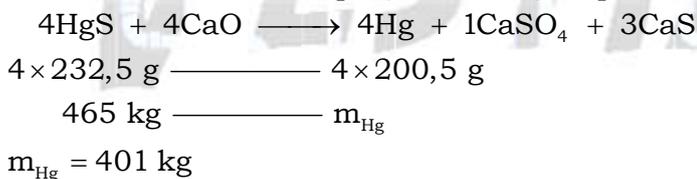
A formação do etanol libera  $\text{CO}_2$  (não venenoso) e a combustão do etanol produz  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  não venenosos. Além disso, todo o  $\text{CO}_2$  liberado na queima do açúcar ( $12\text{CO}_2$ ) é consumido na fotossíntese ( $12\text{CO}_2$ ).

O açúcar é renovável devido à fotossíntese:  $12\text{CO}_2 + 11\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{luz}} \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + 12\text{O}_2$ .

b)  $6,9 \times 10^6 \text{ t}$ .

Observação: A massa molecular do etanol é, na realidade, igual a 46 g/mol. Assim sendo, a resposta correta do item b seria  $7,5 \times 10^6 \text{ t}$ .

20. De acordo com a equação da reação química, temos:



401 kg — 100 %

m — 80 %

m = 320,8 kg de Hg.