



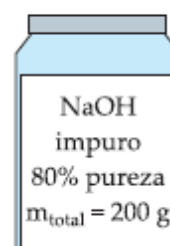
Estequiometria – Pureza do Reagente e Rendimento

1. REAGENTES COM IMPUREZAS

Grau, teor ou porcentagem de pureza de uma amostra é a porcentagem da parte pura existente na amostra. É a massa que vai reagir no problema de cálculo estequiométrico. Impurezas normalmente não participam da reação.

No frasco ao lado, a massa total da amostra (pura + impureza) é de 200 g.

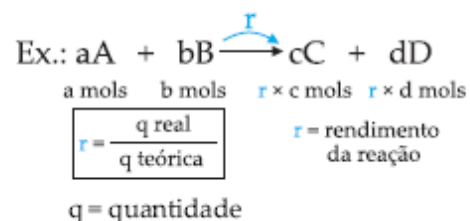
$$m_{\text{total}} = 200 \text{ g} \left\{ \begin{array}{l} \% \text{ pureza} = 80\% \rightarrow \text{existem } 160 \text{ g de NaOH puro na amostra} \\ \text{(é a massa que vai reagir);} \\ \% \text{ impureza} = 20\% \rightarrow \text{existem } 40 \text{ g de impurezas na amostra} \\ \text{(não reagem, ou seja, não participam da reação).} \end{array} \right.$$



2. RENDIMENTO DE UMA REAÇÃO QUÍMICA

Teoricamente, todas as reações químicas apresentam um rendimento de 100%, mas, na prática, isso é muito pouco provável de acontecer, porque podem ocorrer reações paralelas consumindo reagentes ou perdas de produtos, quando são removidos dos recipientes onde aconteceu a reação.

Quando o rendimento da reação não é 100%, a quantidade de produto obtida é menor que a quantidade teórica de produto.



EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

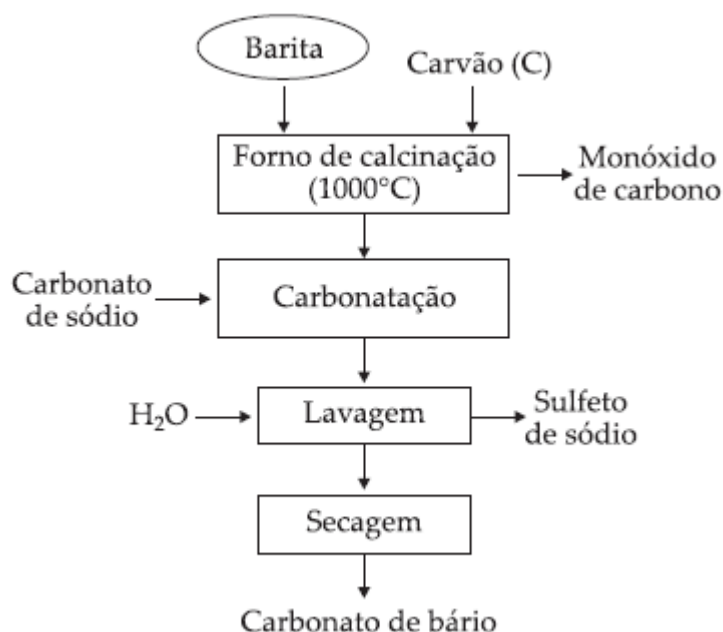
01 (Furg-RG) A decomposição térmica do nitrato cúprico é representada pela seguinte equação:



Calcule a massa de óxido cúprico que se obtém a partir da decomposição de 500 g de nitrato cúprico, sabendo-se que este apresenta 75% de pureza em $\text{Cu(NO}_3)_2$.

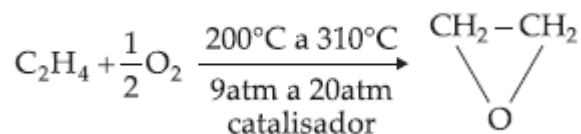
(Dados: massas atômicas: N = 14 ; O = 16 ; Cu = 64)

02 (UFRJ-RJ) O carbonato de bário é um insumo importante na indústria eletroeletrônica, onde é utilizado na fabricação de cinescópios de televisores e de monitores para computadores. O carbonato de bário pode ser obtido a partir da barita, um mineral rico em sulfato de bário, pelo processo esquematizado a seguir.



- a) Escreva a reação que ocorre no forno de calcinação.
 b) Sabendo que o rendimento global do processo é de 50%, calcule a quantidade, em kg, de carbonato de bário puro obtida a partir do processamento de 4,66 kg de sulfato de bário.
 (Dados: C = 12 ; O = 16 ; S = 32 ; Ba = 137)

03 (PUC-Campinas) A fabricação do óxido de etileno, a partir do eteno, é representada pela equação:



Em um processo industrial, cada 28 kg de eteno produziram 22 kg de óxido de etileno. Logo, o rendimento desse processo (% em massa) foi cerca de:

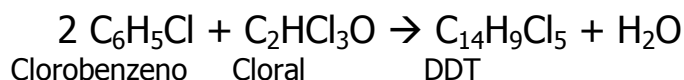
(Dados: H = 1 ; C = 12 ; O = 16)

- a) 50%
 b) 40%
 c) 30%
 d) 20%
 e) 10%

04 (Osec-SP) A massa de 28 g de ferro impuro, atacada por ácido clorídrico em excesso, produziu 8,96 litros de hidrogênio, nas CNTP. Sendo as massas atômicas Fe = 56, H = 1 e Cl = 35,5, pode-se dizer que o teor de ferro no material atacado era de:

- a) 20%
- b) 45%
- c) 89,6%
- d) 50%
- e) 80%

05 (UNESP-SP) O inseticida DDT (massa molar = 354,5 g/mol) é fabricado a partir de clorobenzeno (massa molar = 112,5 g/mol) e cloral, de acordo com a equação:



Partindo-se de uma tonelada (1 t) de clorobenzeno e admitindo-se rendimento de 80%, a massa de DDT produzida é igual a:

- a) 1,575 t
- b) 1,260 t
- c) 800,0 kg
- d) 354,5 kg
- e) 160,0 kg

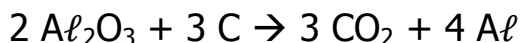
06 (Osec-SP) 12,25 g de ácido fosfórico com 80% de pureza são totalmente neutralizados por hidróxido de sódio, numa reação que apresenta rendimento de 90%.

A massa de sal obtida nesta reação é de:

(Dados: massas atômicas: H = 1; O = 16; Na = 23; P = 31)

- a) 14,76 g
- b) 16,40 g
- c) 164,00 g
- d) 9,80 g
- e) 10,80 g

07 (PUC-SP) Na metalurgia temos a reação:



Se utilizarmos 20,4 g de Al_2O_3 , qual a massa de alumínio metálico obtida se o rendimento da reação for 60%? (Dados: Al = 27 ; O = 16.)

- a) 6,48 g
- b) 10,8 g
- c) 10,2 g
- d) 4,08 g
- e) 7,42 g

08 (UFPR-PR) Em uma experiência na qual o metano (CH_4) queima em oxigênio, gerando dióxido de carbono e água, foram misturados 0,25 mol de metano com 1,25 mol de oxigênio.

(Dadas as massas atômicas: C = 12, H = 1 e O = 16.)

a) Todo metano foi queimado? Justifique.

b) Quantos gramas de CO_2 foram produzidos? Justifique.

09 (UFPR-PR) Na reação de 5 g de sódio com água, houve desprendimento de 2,415 L de hidrogênio nas CNTP. Qual é o grau de pureza do sódio? (Dados: massas atômicas - Na = 23 ; O = 16 ; H = 1; volume molar nas CNTP = 22,4 L/mol.)

10 (FM Pouso Alegre-MG) Uma indústria queima diariamente 1 200 kg de carvão (carbono) com 90% de pureza. Supondo que a queima fosse completa, o volume de oxigênio consumido para essa queima na CNTP seria de: (Dados: C = 12; volume molar nas CNTP = 22,4 L/mol.)

a) 22 800 L

b) 22 800 m^3

c) 24 200 L

d) 24 200 m^3

e) 2 016 m^3

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

11 Foram obtidos 100 g de Na_2CO_3 na reação de 1,00 litro de CO_2 , a 22,4 atm e 0°C , com excesso de NaOH . Calcule o rendimento da reação: (Dados: Na = 23 ; C = 12 ; O = 16.)



12 Encontrou-se uma amostra de mármore (CaCO_3), cuja pureza era de 60%. Decompondo-se 50 g de massa dessa amostra, obteve-se cal virgem (CaO) e gás carbônico (CO_2). Admitindo-se um rendimento de 70% para essa reação, quantos mols de gás carbônico foram conseguidos? (Dados: C = 12 ; O = 16 ; Ca = 40.)

13 **(PUC-SP)** O anidrido sulfuroso (SO_2) reage com oxigênio (O_2) e água (H_2O) para formar H_2SO_4 . Admitamos que usemos 6,4 toneladas de SO_2 por dia, com uma eficiência de conversão de 70%. Qual a produção de H_2SO_4 , ao cabo de 10 dias? (Dados: H = 1 ; O = 16 ; S = 32.)

14 Quantos mols de Cl_2 devemos utilizar para a obtenção de 5,0 mols de KClO_3 pela reação abaixo, sabendo que o rendimento da reação é igual a 75%?



15 (UFLAVRAS-MG) A produção de gás amônia (NH_3) foi realizada em uma fábrica, reagindo-se 280kg de gás nitrogênio (N_2) e 60kg de gás hidrogênio (H_2). Na presença de catalisador em condições adequadas, a reação foi completa, sendo os reagentes totalmente convertidos no produto. Pergunta-se:

a) Qual a equação balanceada que representa a reação entre os gases nitrogênio e hidrogênio, formando como produto o gás amônia?

b) Qual seria o volume de gás amônia obtido nas CNTP (Condições Normais de Temperatura e Pressão), se as massas de reagentes e as condições de reação fossem as acima indicadas, porém com o gás nitrogênio possuindo 80% de pureza, considerando-se que a reação foi completa? Massas molares (g/mol): $\text{N}_2 = 28,0$; $\text{H}_2 = 2,0$.

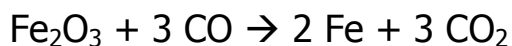
16 (UFPR-PR) A decomposição do bicarbonato de sódio pelo calor produz carbonato de sódio e dióxido de carbono gasoso, além de vapor d'água. Essa reação tem grande importância industrial, pois, além de ser utilizada na produção de carbonato de sódio, constitui o fundamento do uso dos fermentos químicos.



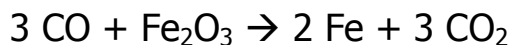
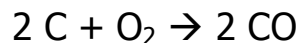
Os fermentos químicos empregados diariamente na fabricação de bolos contêm 30% em massa de bicarbonato de sódio. De posse dessa informação e da equação balanceada acima, calcule o volume de dióxido de carbono produzido quando 28 g de fermento em pó são misturados aos ingredientes da massa e aquecidos a 100 °C sob pressão de 1 atmosfera.

Dados: massas atômicas - H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0; Na = 23,0; R = 0,082 atm.L/mol.k

17 (UNESP-SP) O minério usado para a fabricação do ferro em algumas siderúrgicas brasileiras contém cerca de 80% de óxido de ferro III. Quantas toneladas de ferro podem ser obtidas pela redução de 20 toneladas desse minério? (Dados: C = 12 ; O = 16 ; Fe = 56.)



18 (UFMG-MG) Os processos mais importantes de redução da hematita que ocorrem num alto-forno podem ser representados por:



Considerando-se o teor de carvão utilizado igual a 100% e o teor de hematita igual a 80% em óxido de ferro (III), quantos quilogramas de carvão serão necessários para reduzir uma tonelada de minério de ferro? (Dados: Fe = 56 ; O = 16 ; C = 12.)

- a) 120 kg
- b) 180 kg
- c) 180 kg
- d) 360 kg
- e) 450 kg

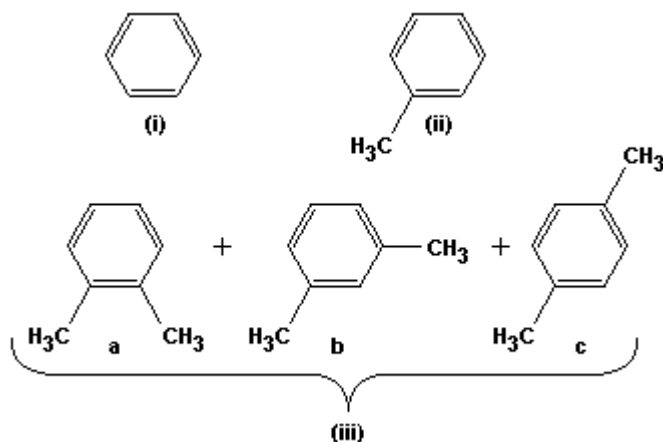
19 (Ufla-MG) Quando o nitrato de amônio decompõe-se termicamente, produz-se gás hilariante (N_2O) e água. Se a decomposição de 100 g de NH_4NO_3 impuro fornece 44 g de N_2O , a pureza do nitrato de amônio é: (Dados: N = 14 ; H = 1 ; O = 16.)



- a) 20%
- b) 40%
- c) 60%
- d) 80%
- e) 90%

20 (ITA-SP) Em um laboratório, a 20°C e utilizando um sistema adequado, $\text{H}_2(\text{g})$ foi obtido através da reação entre uma amostra de uma liga de 0,3 g de magnésio e um litro de uma solução aquosa 0,1 mol.L⁻¹ em HCl. Um manômetro indicou que a pressão no interior do recipiente que contém o $\text{H}_2(\text{g})$ era de 756,7 Torr. Sabendo-se que a pressão de vapor d'água a 20°C é 17,54 Torr e o volume de $\text{H}_2(\text{g})$ obtido foi 0,200 L, determine a pureza da amostra da liga de magnésio (massa de magnésio $\times 100$ /massa total da amostra), considerando que somente o magnésio reaja com o HCl.

21 (UFPA-PA) A composição de carvões minerais varia muito, mas uma composição média comum (em % m/m) é a seguinte: 80% carbono, 10% materiais diversos, 4% umidade e 5% de matéria volátil. Por isso, além de energia, o carvão pode ser fonte de vários compostos químicos. De sua fração volátil, pode-se obter hidrocarbonetos aromáticos simples. A importância destes hidrocarbonetos pode ser avaliada com base no seu consumo anual no mundo, que é de aproximadamente 25×10^6 toneladas. Dessa quantidade, em torno de 20% são obtidos pela conversão de parte da fração volátil do carvão mineral. As fórmulas estruturais de alguns destes hidrocarbonetos aromáticos estão representadas a seguir.



De uma tonelada de um carvão mineral, que contém 5% de matéria volátil, obteve-se 5 litros do composto (i). O rendimento percentual dessa conversão é

a) 7 b) 8 c) 9 d) 10 e) 11

Dado: Densidade da substância formada pelo composto (i) = 0,9 g/mL

22 (UEPG-PR) Considerando que a quantidade máxima de sódio recomendada para ingestão diária é de 2,3 g, assinale o que for correto a respeito deste assunto.

Dados de massa: Na = 23,0; K = 39,0; Cl = 35,5; C = 12,0; H = 1,0; O = 16,0; N = 14,0

(01) Ao se utilizar o sal light, composto por NaCl e KCl em partes iguais, o consumo de sódio é reduzido à metade.

(02) No cloreto de sódio há 23% de sódio.

(04) O consumo diário de NaCl não deve ultrapassar 5 g.

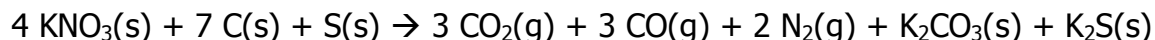
(08) Se o cloreto de sódio for substituído por glutamato monossódico ($\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_4\text{NNa}$), pode-se consumir até 16,9 g deste composto ao dia.

Soma ()

23 (UNIFESP-SP) A geração de lixo é inerente à nossa existência, mas a destinação do lixo deve ser motivo de preocupação de todos. Uma forma de diminuir a grande produção de lixo é aplicar os três R (Reduzir, Reutilizar e Reciclar). Dentro desta premissa, o Brasil lidera a reciclagem do alumínio, permitindo economia de 95 % no consumo de energia e redução na extração da bauxita, já que para cada kg de alumínio são necessários 5 kg de bauxita. A porcentagem do óxido de alumínio (Al_2O_3) extraído da bauxita para produção de alumínio é aproximadamente igual a

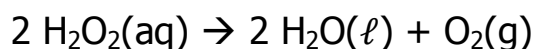
- a) 20,0 %.
b) 25,0 %.
c) 37,8 %.
d) 42,7 %.
e) 52,9 %.

24 (UERJ-RJ) A pólvora consiste em uma mistura de substâncias que, em condições adequadas, reagem, com rendimento de 100 %, segundo a equação química a seguir:



Sob condições normais de temperatura e pressão, e admitindo comportamento ideal para todos os gases, considere a reação de uma amostra de pólvora contendo 1515 g de KNO_3 com 80% de pureza. Calcule o volume total de gases produzidos na reação. Em seguida, nomeie os sais formados.

25 (UFMG-MG) Um frasco que contém 1 litro de água oxigenada, $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$, na concentração de 1 mol/L, foi armazenado durante um ano. Após esse período, verificou-se que 50% dessa água oxigenada se tinha decomposto, como mostrado nesta equação:

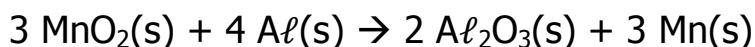


Considerando-se essas informações, é CORRETO afirmar que a massa de oxigênio produzida nesse processo é:

- a) 8 g.
- b) 16 g.
- c) 17 g.
- d) 32 g.

26 (PUC-SP) A pirolusita é um minério do qual se obtém o metal manganês (Mn), muito utilizado em diversos tipos de aços resistentes. O principal componente da pirolusita é o dióxido de manganês (MnO_2).

Para se obter o manganês metálico com elevada pureza, utiliza-se a aluminotermia, processo no qual o óxido reage com o alumínio metálico, segundo a equação:



Considerando que determinado lote de pirolusita apresenta teor de 80% de dióxido de manganês (MnO_2), a massa mínima de pirolusita necessária para se obter 1,10 t de manganês metálico é:

- a) 1,09 t
- b) 1,39 t
- c) 1,74 t
- d) 2,18 t
- e) 2,61 t

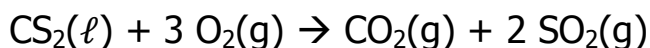
27 (PUC-RJ) Para responder à questão a seguir, considere o seguinte esquema de procedimento industrial para obtenção de gás nitrogênio ou azoto (N_2):



Partindo de 200 L de ar contendo 5% de umidade e, sendo a porcentagem dos gases no ar seco em volumes, a opção que MAIS SE APROXIMA DO VOLUME MÁXIMO de N_2 obtido em rendimento de 70% é:

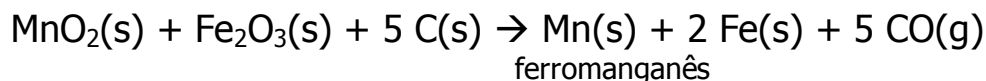
- a) 105 L
- b) 120 L
- c) 133 L
- d) 150 L
- e) 158 L

28 (PUC-RJ) Assinale a opção que mais se aproxima da massa de SO_2 , e que resulta da queima de 20,0 mL de sulfeto de carbono (líquido com densidade igual a $1,43 \text{ g.mL}^{-1}$) em atmosfera com excesso de gás oxigênio, tendo essa reação 80 % de rendimento.



- a) 5,6 g
- b) 9,5 g
- c) 18,9 g
- d) 38,5 g
- e) 62,3 g

29 (UFC-CE) O manganês é um metal de transição com elevada importância na indústria siderúrgica, sendo utilizado na composição de ligas metálicas para a produção de aço. Na natureza, sua principal fonte é o minério pirolusita (MnO_2), que é empregado para a obtenção de ferromanganês, de acordo com a seguinte reação:



Em uma reação com 70 % de rendimento, qual é a massa (em gramas) de ferro que é obtida a partir de 173,8 g de pirolusita com 20 % de impurezas?

30 (UEL-PR) A osteoporose é uma doença que resulta da carência de cálcio nos ossos, havendo uma redução da massa óssea e deterioração da qualidade dos mesmos. Os ossos ficam cada vez mais porosos e, após alguns anos, ficam suficientemente frágeis e fraturam com facilidade. Uma das medidas de prevenção consiste no fornecimento de cálcio aos ossos nas quantidades que eles necessitam diariamente. Segundo recomendações médicas, um adulto deve ingerir uma dose diária de 800 mg de cálcio. Suponha que um adulto esteja tomando, diariamente, um tablete de 1,30 g de um suplemento nutricional, à base de casca de ostras, o qual contém 82% de carbonato de cálcio.

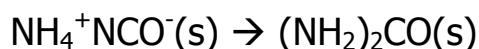
Com base no texto e nos conhecimentos sobre o carbonato de cálcio, considere as afirmativas a seguir.

- I. O carbonato de cálcio não pode ser ingerido porque, sendo um composto covalente, é um sal pouco solúvel em água.
- II. O adulto em questão está ingerindo cerca de 53,4% da dose diária recomendada do elemento cálcio.
- III. O carbonato de cálcio pode resultar da reação de dupla troca entre um ácido fraco e uma base forte.
- IV. O adulto em questão está ingerindo cerca de 65,0% da dose diária recomendada do elemento cálcio.

Assinale a alternativa que contém todas as afirmativas corretas:

- a) I e II
- b) II e III
- c) II e IV
- d) III e IV
- e) I, III e IV

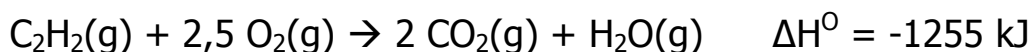
31 A uréia, $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, produto presente na urina humana, foi a primeira substância orgânica a ser produzida em laboratório a partir de uma substância classificada como inorgânica (cianato de amônio), segundo a reação mostrada a seguir:



Esta síntese foi responsável pelo fracasso da chamada teoria da Força Vital defendida por Berzelius. Considerando que a reação tem um rendimento de 80 %, assinale a alternativa que apresenta a massa de uréia obtida a partir de 0,25 mol de cianato de amônio. Massas Molares: $\text{NH}_4^+\text{NCO}^-$: 60 g mol^{-1} ; $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$: 60 g mol^{-1} .

- a) 25 g b) 12 g c) 15 g d) 5 g e) 10 g

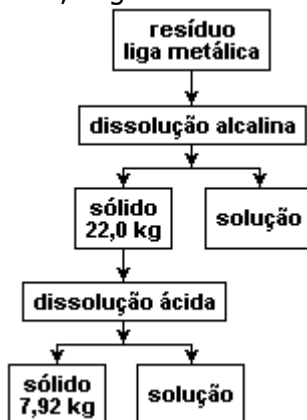
32 (PUC-RJ) A combustão completa do etino (mais conhecido como acetileno) é representada na equação a seguir.



Assinale a alternativa que indica a quantidade de energia, na forma de calor, que é liberada na combustão de 130 g de acetileno, considerando o rendimento dessa reação igual a 80 %.

- a) -12.550 kJ
- b) - 6.275 kJ
- c) - 5.020 kJ
- d) - 2.410 kJ
- e) - 255 kJ

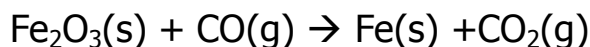
33 (FGV-SP) Alguns metais sofrem risco de escassez na natureza, e por isso apresentam um alto valor agregado. A recuperação dos metais de resíduos industriais e de laboratórios torna-se importante porque associa dois fatores: o econômico e a redução do impacto ambiental, causado pelo descarte dos metais diretamente na natureza. A figura representa um fluxograma para recuperação dos metais Al, Mg e Cu, de 88,0 kg de resíduo de uma liga metálica utilizada na aviação.



Na recuperação dos metais desse resíduo, considera-se que a dissolução alcalina é empregada para dissolver somente o alumínio, não reagindo com os outros dois metais, e a dissolução ácida, para dissolver o magnésio. Sabendo-se que o resíduo da liga contém somente Al, Mg e Cu e que não há perda de massa durante o processo, a porcentagem, em massa, de magnésio nessa liga é igual a

- a) 9 %.
- b) 16 %.
- c) 25 %.
- d) 66 %.
- e) 75 %.

34 (PUC-MG) Nas usinas siderúrgicas, a obtenção do ferro metálico, Fe ($M = 56 \text{ g.mol}^{-1}$), a partir da hematita, Fe_2O_3 ($\text{MM} = 160 \text{ g.mol}^{-1}$), envolve a seguinte equação, não balanceada:

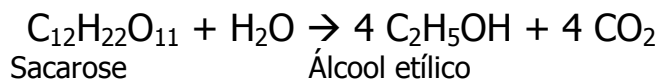


Assinale a massa de ferro metálico, em gramas, obtida quando se faz reagir 200 kg de hematita, que apresenta 20 % de impurezas.

- a) $5,60 \times 10^5$
- b) $1,12 \times 10^5$
- c) $5,60 \times 10^3$
- d) $1,12 \times 10^3$

35 (UFSM-RS) O pequeno produtor, ao transportar seus produtos para as feiras, pode utilizar o etanol como combustível no seu veículo.

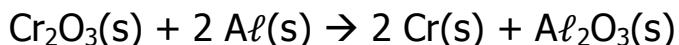
A cana-de-açúcar é uma fonte de sacarose, matéria-prima para a obtenção industrial desse combustível. A reação de fermentação da sacarose para a obtenção do álcool etílico pode ser representada pela equação:



Partindo-se de uma quantidade de caldo de cana que contenha 684 g de sacarose e admitindo-se um rendimento de 80%, calcule, em kJ, a energia liberada na combustão do álcool etílico formado na reação, sendo o seu calor de combustão $-1.230 \text{ kJ mol}^{-1}$.

- a) - 9.840
- b) + 9.840
- c) - 2.460
- d) - 7.872
- e) + 7.872

36 (UFJF-MG) O cromo é um metal empregado na produção do aço inox e no revestimento (cromação) de algumas peças metálicas. Esse metal é produzido por meio da reação a seguir:



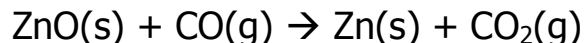
Partindo-se de 15,2 gramas de Cr_2O_3 e admitindo-se que este processo tem um rendimento de 75 %, a massa produzida de cromo é igual a:

- a) 11,8 g.
- b) 10,4 g.
- c) 13,8 g.
- d) 15,2 g.
- e) 7,8 g.

37 (ENEM) Para se obter 1,5 kg do dióxido de urânio puro, matéria-prima para a produção de combustível nuclear, é necessário extrair-se e tratar-se 1,0 tonelada de minério. Assim, o rendimento (dado em % em massa) do tratamento do minério até chegar ao dióxido de urânio puro é de:

- a) 0,10 %.
- b) 0,15 %.
- c) 0,20 %.
- d) 1,5 %.
- e) 2,0 %.

38 (PUC-MG) Na metalurgia do zinco, uma das etapas é a reação do óxido de zinco com o monóxido de carbono, produzindo zinco elementar e dióxido de carbono, segundo a equação:



Considere que a amostra de ZnO tenha 60 % de pureza. Nessas condições, para cada mol de zinco produzido, a massa de $\text{ZnO}(\text{s})$ impuro utilizado, em gramas, é aproximadamente igual a: Dados: $\text{Zn} = 65,4$; $\text{O} = 16$.

- a) 135,0
- b) 113,0
- c) 81,0
- d) 49,0

39 (UFRS-RS) Num experimento, 1000 kg do minério hematita (Fe_2O_3 + impurezas refratárias) foram reduzidos com coque, em temperatura muito elevada, segundo a reação representada a seguir.



Supondo-se que a reação tenha sido completa, a massa de ferro puro obtida foi de 558 kg. Pode-se concluir que a percentagem de pureza do minério é aproximadamente igual a:

- a) 35,0%.
- b) 40,0%.
- c) 55,8%.
- d) 70,0%.
- e) 80,0%.

40 (PUC-RJ) O sulfato de cálcio 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.

41 (PUC-SP) 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.

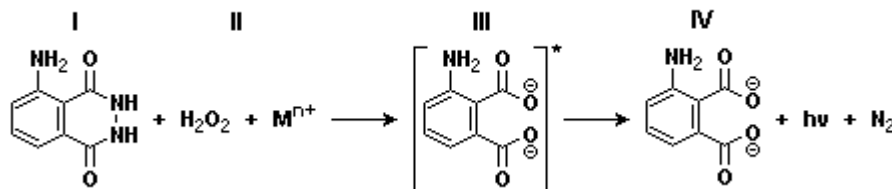
O mercúrio é obtido a partir do cinábrio, minério vermelho cujo principal componente é o sulfeto de mercúrio (II), HgS . Minérios com alto teor de HgS são aquecidos em contato com cal (CaO), formando mercúrio metálico (Hg), sulfato de cálcio (CaSO_4) e sulfeto de cálcio (CaS). Escreva a equação balanceada 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: $\text{Hg} = 200,5 \text{ g/mol}$; $\text{S} = 32,0 \text{ g/mol}$; $\text{Ca} = 40,0 \text{ g/mol}$; $\text{O} = 16,0 \text{ g/mol}$.

42 (ENEM) Na investigação forense, utiliza-se luminol, uma 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 ($M(n)^+$), forma-se o composto 3-aminoftalato (III) que sofre uma relaxação dando origem ao produto final da reação (IV), com liberação de energia ($h\nu$) e de gás nitrogênio (N_2).

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

Dados: pesos moleculares: Luminol = 177; 3-aminoftalato = 164

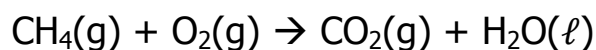


Na análise de uma amostra biológica para análise forense, utilizou-se 54 g de luminol e peróxido de hidrogênio em excesso, obtendo-se um rendimento final de 70 %.

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

- 123,9.
- 114,8.
- 86,0.
- 35,0.
- 16,2.

43 (UERJ-RJ) A combustão completa do gás metano, feita em presença de ar, a temperatura e pressão constantes, pode ser representada pela seguinte equação química não balanceada:



Admita que:

- 60,0 L deste combustível foram queimados por um veículo;
- o oxigênio reagente represente 20% do volume total do ar;
- o rendimento do processo seja de 90%.

Nestas condições, o volume de ar, em litros, necessário à combustão equivale a:

- 810
- 540
- 480
- 270

44 (UFRN-RN) Sulfato de bário (BaSO_4), substância bastante densa, comporta-se como material radiopaco, capaz de barrar os raios X. Apesar da grande toxicidade do íon bário (Ba^{2+}), o referido composto, sendo muito insolúvel, pode ser ingerido sem risco de absorção pelo tubo digestivo e depois totalmente eliminado nas fezes. Por essas propriedades, tem sido amplamente usado como contraste em exames radiológicos do tubo digestivo.

Porém, deve-se garantir que esse sulfato de bário esteja bastante puro, livre de outros compostos que possam liberar íon bário (Ba^{2+}) dissolvido na corrente sanguínea, onde sempre se mostra letal, mesmo em pequenas doses.

A infeliz tentativa de obtenção de sulfato de bário pela reação de carbonato de bário com ácido sulfúrico por certa indústria farmacêutica resultou em sulfato impuro com 14% de carbonato, cuja ingestão causou diversas mortes em pacientes de radiologia.

Adaptado de: "Época", 06 de jun. de 2003.

No quadro a seguir, são fornecidas algumas propriedades de substâncias possivelmente envolvidas na questão.

Sais	BaSO_4	BaCO_3	BaCl_2
Solubilidade em água a 36,5 °C e 1atm	insolúvel	insolúvel	muito solúvel
Ácidos	H_2SO_4	HCl	H_2CO_3
Solubilidade em água a 36,5° C e 1atm	solúvel	solúvel	pouco solúvel
Força ácida a 36,5° C e 1atm	forte	forte	fraco

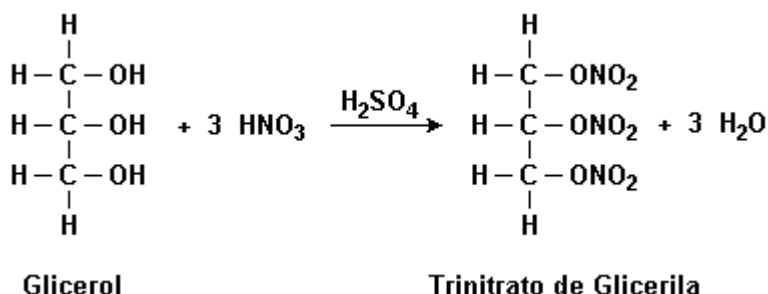
Baseando-se nas informações do texto e do quadro acima, responda às solicitações propostas. Dado: Ba = 137; C = 12; O = 16.

- Explique, segundo a lei das proporções definidas, por que o sulfato de bário (BaSO_4) obtido continha impureza de carbonato de bário (BaCO_3).
- Explique, considerando que o carbonato de bário (BaCO_3) reage com o ácido clorídrico (HCl) presente no estômago humano, como foi possível a absorção dos íons bário (Ba^{2+}) pelo sistema digestivo.
- Calcule a massa de sulfato de bário impuro (com 14% de BaCO_3) suficiente para matar um paciente, sabendo que a dose letal média do íon Ba^{2+} é 35 mg.

45 (PUC-RJ) Queimando-se um saco de carvão de 3 kg, numa churrasqueira, com rendimento de 90%, quantos quilogramas de CO_2 são formados?

- 2,7
- 3,0
- 4,4
- 9,9
- 11

46 (UFF-RJ) A nitroglicerina - comumente denominada trinitrato de glicerila - é um poderoso explosivo, instável ao calor e ao choque. É produzida em condições controladas por reação entre o glicerol e o ácido nítrico sob catálise de ácido sulfúrico. O processo é representado pela reação a seguir:



Em um experimento, 25,0 g de glicerol ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$) foram tratados com excesso de ácido nítrico, obtendo-se 53,0 g de trinitrato de glicerila ($\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9$).

O percentual de rendimento dessa reação é, aproximadamente:

- a) 6%
- b) 12%
- c) 27%
- d) 56%
- e) 86%

47 (UFSM-RS) A contaminação dos mares e rios pelo mercúrio dos resíduos industriais resulta na formação do composto dimetilmercúrio, $\text{Hg}(\text{CH}_3)_2$, sintetizado por microorganismos a partir desse metal. E esse composto é altamente tóxico aos seres vivos.

A quantidade de dimetilmercúrio (massa molar = 231 g/mol) produzida por 0,050 g de mercúrio metálico com 80% de pureza, considerando que a reação tenha 100 % de rendimento, é, aproximadamente, em g:

- a) 0,040
- b) 0,046
- c) 0,057
- d) 0,200
- e) 0,230

48 (UFF-RJ) Em certo processo de produção do ácido acético, o oxigênio é borbulhado numa solução de acetaldeído, sob determinada pressão, a 60°C, na presença de acetato de magnésio como catalisador.

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

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

49 (PUC-PR) 39,2 g de ácido sulfúrico reage com quantidade suficiente de hidróxido de cálcio produzindo quantos gramas de sulfato de cálcio, sabendo que o rendimento desta reação é de 90%?
Dados: H = 1,00 g/mol; O = 16,00 g/mol; S = 32,00 g/mol; Ca = 40,00 g/mol

- a) 61,44 g
- b) 54,40 g
- c) 59,84 g
- d) 48,96 g
- e) 41,09 g

50 (FATEC-SP) Uma pessoa adulta consome, em média, cerca de 2000 kcal de energia por dia. A porcentagem desse valor fornecida pela ingestão de 34g de sacarose é aproximadamente
Dados: energia liberada no metabolismo da sacarose: $1,4 \times 10^3 \text{ kcal.mol}^{-1}$
massa molar da sacarose: 342 g mol^{-1}

- a) 0,2 %.
- b) 3,0 %.
- c) 7,0 %.
- d) 17 %.
- e) 34 %.

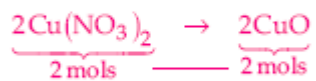
GABARITO

01-

$$500 \text{ g} \text{ ————— } 100\%$$

$$x \text{ ————— } 75\%$$

$$x = 375 \text{ g de Cu(NO}_3)_2 \\ \text{puro}$$



$$2 \cdot 188 \text{ g} \text{ ————— } 2 \cdot 80$$

$$375 \text{ g} \text{ ————— } y$$

$$y = 159,6 \text{ g}$$

02-



$$233 \text{ g} \text{ ————— } 197 \text{ g}$$

$$4,66 \text{ kg} \text{ ————— } x$$

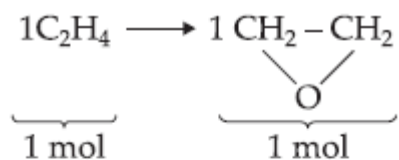
$$x = 3,94 \text{ kg}$$

$$3,94 \text{ kg} \text{ ————— } 100\% \text{ rendimento}$$

$$y \text{ ————— } 50\%$$

$$y = 1,97 \text{ kg}$$

03- A



$$28 \text{ g} \text{ ————— } 44 \text{ g}$$

$$28 \text{ kg} \text{ ————— } x$$

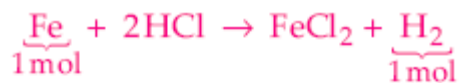
$$x = 44 \text{ kg óxido}$$

$$44 \text{ kg} \text{ ————— } 100\%$$

$$22 \text{ kg} \text{ ————— } y$$

$$y = 50\%$$

04- E



$$56 \text{ g} \text{ ————— } 22,4 \text{ L}$$

$$x \text{ ————— } 8,96 \text{ L}$$

$$x = 22,4 \text{ g}$$

$$28 \text{ g} \text{ ————— } 100\%$$

$$22,4 \text{ g} \text{ ————— } y$$

$$y = 80\%$$

05- B

$$2 \cdot 112,5 \text{ g} \text{ ————— } 354,5 \text{ g}$$

$$1 \text{ t} \text{ ————— } x$$

$$x = 1,57 \text{ t}$$

$$1,57 \text{ t} \text{ ————— } 100\%$$

$$y \text{ ————— } 80\%$$

$$y = 1,26 \text{ t}$$

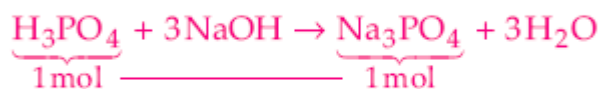
06- A



$$12,25 \text{ g} \quad \text{————} \quad 100\%$$

$$x \quad \text{————} \quad 80\%$$

$$x = 9,8 \text{ g } \text{H}_3\text{PO}_4 \text{ puro}$$



$$98 \text{ g} \quad \text{————} \quad 164 \text{ g}$$

$$9,8 \text{ g} \quad \text{————} \quad y$$

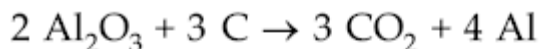
$$y = 16,4 \text{ g}$$

$$16,4 \text{ g} \quad \text{————} \quad 100\% \text{ rendimento}$$

$$z \quad \text{————} \quad 90\%$$

$$z = 14,76 \text{ g}$$

07- A



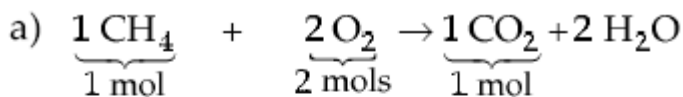
$$\begin{array}{l} 2 \cdot 102 \text{ g} \longrightarrow 4 \cdot 27 \text{ g} \\ 20,4 \text{ g} \longrightarrow x \end{array} \Rightarrow x = 10,8 \text{ g Al}$$

$$10,8 \text{ g} \longrightarrow 100\% (\text{rendimento})$$

$$y \longrightarrow 60\%$$

$$\boxed{y = 6,48 \text{ g Al}}$$

08-



$$0,25 \text{ mol l } x$$

$$x = 0,5 \text{ mol O}_2$$

$$\text{b) } x = 11 \text{ g de CO}_2$$

09- 99,2%

10- E

11- 94,3%

12- 0,21 mol

13- 68,6 ton

14- 20 mols

15- a) $\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{NH}_3$

- b) 358,4 m³
 16- 1,53 L
 17- 17,23 ton
 18- C
 19- D
 20- 64%
 21- C
 22- 1 + 8 = 9

23- C

24- 537,6 L

Carbonato de potássio e sulfeto de potássio.

25- A

26- D

27- A

28- D

29- 125,2 g

30- B

31- B

32- C

33- B

34- B

35- D

36- E

37- B

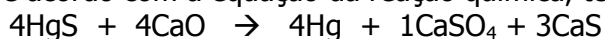
38- A

39- E

40- D

41-

De acordo com a equação da reação química, temos:



$$\begin{array}{ccc} 4 \times 232,5 \text{ g} & \text{-----} & 4 \times 200,5 \text{ g} \\ 465 \text{ kg} & \text{-----} & m \end{array}$$

$$m = 401 \text{ kg} \text{ ----- } 100 \%$$

$$x \text{ ----- } 80 \%$$

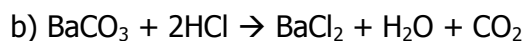
$$x = 320,8 \text{ kg de Hg.}$$

42- D

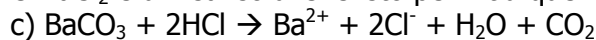
43- B

44-

a) Pois o rendimento da reação não foi de 100%, foi inferior a 100%.



O BaCl₂ é um sal solúvel e isto permitiu que íons bário fossem absorvidos pelo sistema digestivo.



$$197 \text{ g} \text{ ----- } 137 \text{ g}$$

$$m \text{ ----- } 0,035 \text{ g}$$

$$m = 0,05 \text{ g.}$$

$$0,05 \text{ g} \text{ ----- } 14\%$$

$$x \text{ ----- } 100\%$$

$$x = 0,36 \text{ g de sulfato de bário impuro.}$$

45- D

46- E

- 47- B
48- a) 20,5g de ácido acético; b) 2,7g de oxigênio em excesso
49- D
50- C