

Competência(s):  
1, 2 e 8

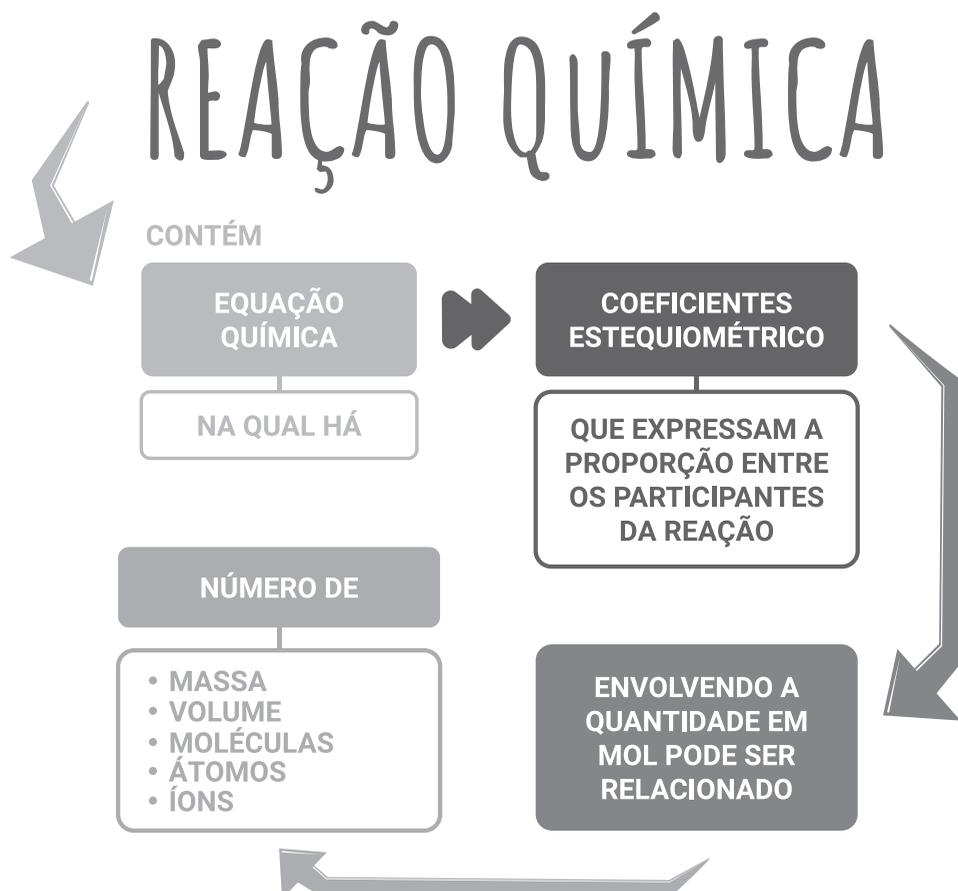
Habilidade(s):  
4, 7, 29 e 30

# AULAS 5 E 6

## VOCÊ DEVE SABER!

- Balanceamento de equações químicas
- Método das tentativas
- Roteiro para resolução de problemas de estequiometria
- Cálculos envolvendo volumes de substâncias gasosas

## MAPEANDO O SABER



# ANOTAÇÕES



# EXERCÍCIOS DE SALA

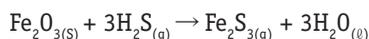
## TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Resíduos de papel contribuem para que o clima mude mais do que a maioria das pessoas pensam. A Blue Planet Ink anunciou que sua tinta de impressora autoapagável Paper Saver® agora está disponível em cartuchos remanufaturados para uso em impressoras de uma determinada marca. A tinta autoapagável (economizadora de papel) é uma tinta roxa de base aquosa, que pode ser impressa em papel sulfite normal. Um cartucho rende a impressão de até 4000 folhas. Com a exposição ao ar, ao absorver dióxido de carbono e vapor de água, o componente ativo (corante) da tinta perde sua cor, a impressão torna-se não visível e o papel fica branco, tornando possível sua reutilização.

1. (UNICAMP 2022) A “pegada de carbono” – isto é, a quantidade de carbono gerada na produção, transporte e descarte – de 120 folhas de papel é a mesma de um carro a gasolina que se move por 16 km. O **Regulamento sobre Automóveis de Passageiros da Comissão Europeia** estabeleceu como meta que as emissões dos veículos leves não poderão ultrapassar 95 g CO<sub>2</sub>/km a partir de 2020. Levando em conta a combustão completa da gasolina (considere a gasolina como sendo constituída unicamente por C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>) e as informações do texto de referência, o uso de um cartucho da tinta Paper Saver®, nas condições estabelecidas pela Comissão Europeia, permitiria reduzir a emissão de aproximadamente

Massas molares em g · mol<sup>-1</sup> H = 1, C = 12, O = 16.

- a) 1,5 kg de CO<sub>2</sub>, que é uma massa maior do que a massa de gasolina que foi queimada.  
b) 50 kg de CO<sub>2</sub>, que é uma massa menor do que a massa de gasolina que foi queimada.  
c) 1,5 kg de CO<sub>2</sub>, que é uma massa menor do que a massa de gasolina que foi queimada.  
d) 50 kg de CO<sub>2</sub>, que é uma massa maior do que a massa de gasolina que foi queimada.
2. (UNICAMP 2021) A remoção de sulfeto de hidrogênio presente em amostras de biogás é essencial, já que ele é altamente corrosivo para tubulações metálicas. A queima desse H<sub>2</sub>S também é muito prejudicial ao meio ambiente, pois leva à formação de dióxido de enxofre. Um estudo de 2014 sugere que a remoção do H<sub>2</sub>S pode ser realizada pelo uso de esponjas de óxido de ferro, que reage com esse gás, mas pode ser regenerado. Segundo o estudo, no dispositivo utilizado, 1,00 kg de óxido de ferro foi capaz de remover entre 0,200 e 0,716 kg de sulfeto de hidrogênio. Considere que apenas a reação abaixo equacionada esteja ocorrendo nessa remoção.



A partir desses dados, pode-se afirmar que, na condição de remoção máxima de sulfeto de hidrogênio relatada no estudo, Massas molares (g mol<sup>-1</sup>): Fe = 56, H = 1, O = 16 e S = 32.

- a) restaram cerca de 33% de óxido de ferro para reagir, tomando por base a estequiometria da equação química fornecida.  
b) restaram cerca de 67% de óxido de ferro para reagir, tomando por base a estequiometria da equação química fornecida.  
c) foi removida uma quantidade maior de H<sub>2</sub>S que a prevista pela estequiometria da equação química fornecida.  
d) as quantidades reagiram na proporção estequiométrica da equação química fornecida.

3. (UNICAMP 2019) A adição de biodiesel ao diesel tradicional é uma medida voltada para a diminuição das emissões de gases poluentes. Segundo um estudo da FIPE, graças a um aumento no uso de biodiesel no Brasil, entre 2008 e 2011, evitou-se a emissão de 11 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> (gás carbônico).

(Adaptado de Guilherme Profeta, “Da cozinha para o seu carro: cúrcuma utilizada como aditivo de biodiesel”. Cruzeiro do Sul, 10/04/2018.)

Dados de massas molares em g · mol<sup>-1</sup> H = 1; C = 12; O = 16.

Considerando as informações dadas e levando em conta que o diesel pode ser caracterizado pela fórmula mínima (C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>), é correto afirmar que entre 2008 e 2011 o biodiesel substituiu aproximadamente

- a) 3,5 milhões de toneladas de diesel.  
b) 11 milhões de toneladas de diesel.  
c) 22 milhões de toneladas de diesel.  
d) 35 milhões de toneladas de diesel.

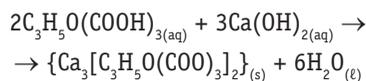
4. (ENEM PPL 2021) Um marceneiro esqueceu um pacote de pregos ao relento, expostos à umidade do ar e à chuva. Com isso, os pregos de ferro, que tinham a massa de 5,6 g cada, acabaram cobertos por uma camada espessa de ferrugem (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · H<sub>2</sub>O), uma substância marrom insolúvel, produto da oxidação do ferro metálico, que ocorre segundo a equação química:  $2\text{Fe}_{(\text{s})} + \frac{3}{2}\text{O}_{2(\text{g})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \longrightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}_{(\text{s})}$

Considere as massas molares (g/mol): H = 1; O = 16; Fe = 56.

Qual foi a massa de ferrugem produzida ao se oxidar a metade (50%) de um prego?

- a) 4,45 g  
b) 8,90 g  
c) 17,80 g  
d) 72,00 g  
e) 144,00 g

5. (UNESP 2022) O limão “Tahiti”, por não apresentar sementes e ter suco abundante, com elevado teor de ácido cítrico [C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>O(COOH)<sub>3</sub>]<sub>2</sub>, pode ser fonte desse ácido puro obtido no estado sólido. A primeira etapa dessa obtenção consiste na precipitação do ácido cítrico presente no suco do limão, como citrato de cálcio {Ca<sub>3</sub>[C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>O(COO)<sub>3</sub>]<sub>2</sub>}, por adição de solução aquosa saturada de hidróxido de cálcio [Ca(OH)<sub>2</sub>] ao suco, conforme a reação:



Considere que:

nessa reação foram obtidos 640 g de citrato de cálcio; as massas molares do citrato de cálcio e do ácido cítrico são, respectivamente, 498 g/mol e 192 g/mol; o rendimento da reação é 100%;

cada limão "Tahiti" apresenta em média 2,5 g de ácido cítrico.

De acordo com as informações, o número de limões "Tahiti" necessários para obter os 640 g de citrato de cálcio foi próximo de

- 200.
- 300.
- 500.
- 700.
- 800.

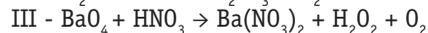
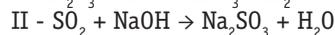
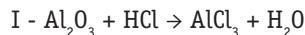
6. (UNICAMP 2021) O Brasil é líder mundial na produção do etanol, que substitui grande parte da gasolina. Um dos fatores a considerar nessa substituição é a geração de  $\text{CO}_2$  no processo global de produção e uso. O impacto na etapa final de uso pode ser avaliado por um cálculo simplificado. Por exemplo, um carro médio consome 1.000 g de etanol combustível ou 700g de gasolina comercial para percorrer 10km. Nessas condições, a queima de 700g de gasolina comercial leva à formação de 1.962g de  $\text{CO}_2$ . Assim, nas condições apresentadas, a diferença em massa de dióxido de carbono emitido na combustão, quando se substitui a gasolina comercial por etanol combustível, é de aproximadamente

**Dados:** 1.000 gramas de etanol combustível apresentam 940g de etanol e 60g de água; massas molares ( $\text{g mol}^{-1}$ ):  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} = 46$ ;  $\text{CO}_2 = 44$ .

- 164 g; a relação estequiométrica  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} : \text{O}_2$  é de 1:3,5.
- 49 g; a relação estequiométrica  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} = \text{O}_2$  é de 1:3.
- 164 g; a relação estequiométrica  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} = \text{O}_2$  é de 1:3.
- 49 g; a relação estequiométrica  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} = \text{O}_2$  é de 1:3,5.

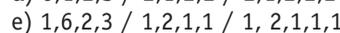
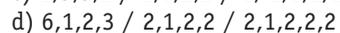
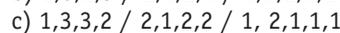
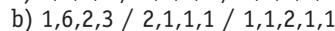
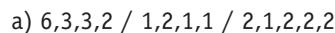
## ESTUDO INDIVIDUALIZADO (E.I.)

1. (UFSM-RS) Considere as equações:

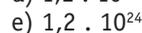
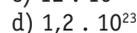
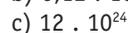
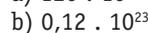


A sequência correta dos coeficientes dos reagentes e produtos necessários para o balanceamento estequiométrico dessas equações é:

I                      II                      III



2. Quantas moléculas de água,  $\text{H}_2\text{O}_{(\text{v})}$ , são obtidas na queima completa do acetileno  $\text{C}_2\text{H}_{2(\text{g})}$ , ao serem consumidas  $3,0 \cdot 10^{24}$  moléculas de gás oxigênio?

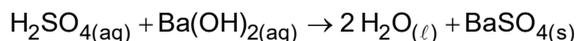


3. (FMP-Adaptada) O sulfato de bário ( $\text{BaSO}_4$ ) é indicado como meio de contraste radiopaco nos estudos radiológicos do tubo digestivo (deglutição, esôfago, estômago, duodeno, intestino delgado e intestino grosso). (...)

Nos estudos radiológicos que envolvam o estômago ou o intestino grosso, decorrido algum tempo de exame, a suspensão baritada, em contato com as secreções gástricas, tornam-se um aglomerado em flocos não aderido à mucosa.

Disponível em: <<http://www.radioinmama.com.br/meioscontraste.html>>. Acesso em: 1 out. 2020. Adaptado.

Deseja-se obter 675 g de  $\text{BaSO}_4$  para um determinado exame radiológico do esôfago, segundo a reação:



A quantidade de matéria de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} + \text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{aq})} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(\ell)} + \text{BaSO}_{4(\text{s})}$ ) para gerar 675 g de sulfato de bário, em mol, deverá ser, aproximadamente, de

Dado:  $\text{BaSO}_4 = 233 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$



4. (FGV) O carbeto de cálcio ( $\text{CaC}_2$ ) pode ser preparado a partir da reação entre o óxido de cálcio ( $\text{CaO}$ ) e carbono de alta pureza, em condições de atmosfera controlada em altas temperaturas, de acordo com a equação:



Em um experimento em um reator aberto, verificou-se que a diferença entre a massa da mistura reacional e a massa do conteúdo no reator ao término da reação foi 1400g.

Dados:

massa molar C = 12 g/mol  
massa molar O = 16 g/mol  
massa molar Ca = 40 g/mol

A massa de carbono que reagiu foi igual a

- a) 700 g.  
b) 1.200 g.  
c) 1.800 g.  
d) 2.400 g.  
e) 3.600 g.
5. (G1 - ifpe) O Brasil é o maior produtor mundial de nióbio, respondendo por mais de 90% da reserva desse metal. O nióbio, de símbolo Nb, é empregado na produção de aços especiais e é um dos metais mais resistentes à corrosão e a temperaturas extremas. O composto  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  é o precursor de quase todas as ligas e compostos de nióbio.

Assinale a alternativa com a massa necessária de  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  para a obtenção de 465 gramas de nióbio. Dado: Nb = 93 g/mol e O = 16 g/mol.

- a) 275 g.  
b) 330 g.  
c) 930 g.  
d) 465 g.  
e) 665 g.
6. (UFGD-Adaptada) Gases do efeito estufa, entre eles o  $\text{CO}_2$ , em condições controladas, são essenciais à manutenção do clima na Terra. Porém, a explosão demográfica, os desmatamentos, as queimadas – como as da floresta amazônica e as do cerrado pantaneiro –, e a queima de combustíveis fósseis têm contribuído para o rápido aumento dos níveis de  $\text{CO}_2$  na atmosfera, e conseqüentemente para o contínuo desequilíbrio climático. Com relação ao que resulta da combustão completa de um mol de gasolina ( $\text{C}_8\text{H}_{18}$ ), ainda um dos combustíveis fósseis mais utilizados mundialmente, é correto afirmar que são produzidos:

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

Equação não balanceada:  $\text{C}_8\text{H}_{18} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

- a) 352 g de  $\text{CO}_2$  e 288 g de  $\text{H}_2\text{O}$ .  
b) 704 g de  $\text{CO}_2$  e 144 g de  $\text{H}_2\text{O}$ .  
c) 528 g de  $\text{CO}_2$  e 288 g de  $\text{H}_2\text{O}$ .  
d) 352 g de  $\text{CO}_2$  e 162 g de  $\text{H}_2\text{O}$ .  
e) 528 g de  $\text{CO}_2$  e 216 g de  $\text{H}_2\text{O}$ .

7. (UFRGS) Júlio Verne publicou, em 1865, *Da Terra à Lua (De la Terre à la Lune)*, que traz uma aventura inusitada para a época, enviar um objeto à Lua a partir de um tiro de canhão. Para o sucesso da missão, um dos desafios era o problema do ar a bordo do projétil, afinal o oxigênio seria consumido, e o ambiente ficaria saturado de gás carbônico. Júlio Verne tinha grandes conhecimentos de Física e Química para a época, e a solução proposta foi utilizar dois processos químicos: aquecimento de clorato de potássio ( $\text{KClO}_3$ ) para produzir  $\text{O}_2$  e exposição de potassa cáustica ( $\text{KOH}$ ) para absorver  $\text{CO}_2$ . Segundo a ficção, seriam necessários cerca de 3,2 kg de oxigênio por dia para cada tripulante da nave.

A quantidade de clorato de potássio necessário para produzir 3,2 kg de oxigênio é de aproximadamente

Dados: K = 39; Cl = 35,5; O = 16.

- a) 3,7 kg.  
b) 4,1 kg.  
c) 8,2 kg.  
d) 12,3 kg.  
e) 16,3 kg.

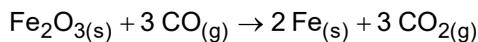
TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

A lama que vimos pintar de marrom a paisagem de Brumadinho consiste nos restos que permanecem após um processo chamado “extração e beneficiamento do minério de ferro”. A parte economicamente importante do minério de ferro é a hematita, a qual está misturada com outros minerais. O principal deles é areia ( $\text{SiO}_2$ ). Para descartar a areia, o minério de ferro é triturado. Depois, ele é jogado em grandes tanques, nos quais o mineral mais leve (areia) flutua em uma espuma e o mais pesado (hematita) afunda.

Como o minério é moído, o rejeito é composto por partículas finas. O tamanho delas varia desde a areia fina, que é mais grossa, até a argila, que, por ser muito fina, se junta com a água e forma a lama. Esses rejeitos, portanto, saem nessa forma lamacenta. E, uma vez separados da hematita, eles precisam ir para algum lugar. Uma das opções é a barragem.

Adaptado: <https://super.abril.com.br/sociedade/o-que-e-e-para-que-serve-uma-barragem-de-rejeitos-de-mineracao/>. Acesso em: 22/07/2019.

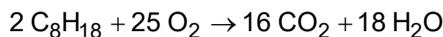
8. (G1 - COTUCA) A hematita, minério do qual se extrai o ferro metálico, tem, essencialmente, na sua constituição, o óxido de ferro III ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). As reações que ocorrem nesse processo siderúrgico podem ser resumidas pela equação:



Ao se adicionar 5,0 toneladas de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , serão necessárias 2,7 toneladas de monóxido de carbono, sendo produzidas 3,5 toneladas de ferro metálico e \_\_\_\_\_ toneladas de  $\text{CO}_2$ . E, ao se utilizar 452,5 kg de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , serão produzidos, aproximadamente, \_\_\_\_\_ quilogramas de ferro metálico.

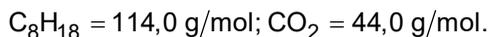
Assinale a alternativa cujos valores preenchem, respectivamente, as lacunas.

- a) 4,2 e 33,2.  
b) 11,2 e 316,7.  
c) 2,7 e 332.  
d) 4,2 e 316,7.  
e) 11,2 e 33,2.
9. (G1 - IFCE) A gasolina é um combustível constituído de uma mistura de diversos hidrocarbonetos, que, em média, pode ser representada pelo octano ( $\text{C}_8\text{H}_{18}$ ). Abaixo é apresentada a equação química do processo de queima da gasolina no motor de um veículo.



A massa aproximada de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) produzida na queima de 114,0 kg de gasolina, admitindo reação completa e a gasolina como octano, está expressa no item

Dados: Massas molares:

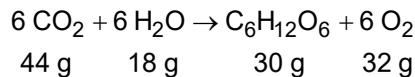


- a) 3,52 g.  
b) 352 g.  
c) 3,52 kg.  
d) 352 kg.  
e) 352.000 kg.
10. (G1 - CPS) O ano de 2010 foi o Ano Internacional da Biodiversidade: um alerta ao mundo sobre os riscos da perda irreparável da biodiversidade do planeta; um clamor mundial para a destruição deste imenso patrimônio quimiobiológico.

A vida na Terra é uma sequência de reações químicas diversas, com ênfase para as oxidações.

<<https://tinyurl.com/y6qvrjyy>> Acesso em: 05.02.2019.  
Adaptado.

A incorporação do gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), na fotossíntese representada, é um exemplo, onde as substâncias interagem numa proporção constante.



De acordo com essa proporção e admitindo rendimento de 100%, se uma planta absorver 66 g de  $\text{CO}_2$ , a quantidade de glicose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) produzida, em gramas, será

- a) 50.  
b) 48.  
c) 40.  
d) 43.  
e) 45.
11. (UNISINOS) Considerando a estequiometria, são feitas as seguintes afirmativas:

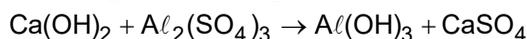
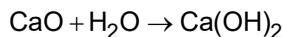
I. A análise química de um composto revelou uma porcentagem em massa de carbono e hidrogênio, respectivamente, de 82,76% e 17,24%. Com base nessas informações, podemos afirmar que a fórmula mínima do composto é  $\text{C}_2\text{H}_5$ .

II. De acordo com a equação  $\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$ , podemos afirmar que o número de mols de moléculas de oxigênio necessário para reagir com 5 mols de átomos de ferro é 5,0 mols.

III. De acordo com a equação  $\text{CaO}_{(s)} + \text{HF}_{(aq)} \rightarrow \text{CaF}_{2(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$ , podemos afirmar que 8 toneladas de ácido fluorídrico irão produzir  $1,56 \times 10^7$  g de fluoreto de cálcio.

Sobre as proposições acima, pode-se afirmar que

- a) apenas I está correta.  
b) apenas I e II estão corretas.  
c) apenas I e III estão corretas.  
d) apenas II e III estão corretas.  
e) I, II e III estão corretas.
12. (UPE-SSA 1-Adaptada) Nas estações de tratamento de água, para utilização pública, existem várias etapas, entre elas, uma denominada floculação, em que o óxido de cálcio,  $\text{CaO}$ , e o sulfato de alumínio,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  são adicionados à água, para a remoção de impurezas a partir da agregação de partículas pequenas em flocos grandes. As equações químicas a seguir, não balanceadas, demonstram as reações envolvidas:



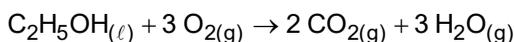
Se for adicionado, em um tanque de tratamento, 252 kg de óxido de cálcio, qual a massa aproximada de sulfato de cálcio produzida no processo?

Dados: Massas molares (g/mol) H = 1; O = 16;

Al = 27; S = 32; Ca = 40.

- a) 285 kg
- b) 515 kg
- c) 612 kg
- d) 920 kg
- e) 1224 kg

13. (ENEM) O crescimento da frota de veículos em circulação no mundo tem levado à busca e desenvolvimento de tecnologias que permitam minimizar emissões de poluentes atmosféricos. O uso de veículos elétricos é uma das propostas mais propagandeadas por serem de emissão zero. Podemos comparar a emissão de carbono na forma de CO<sub>2</sub> (massa molar igual a 44 g mol<sup>-1</sup>) para os dois tipos de carros (a combustão e elétrico). Considere que os veículos tradicionais a combustão, movidos a etanol (massa molar igual a 46 g mol<sup>-1</sup>), emitem uma média de 2,6 mol de CO<sub>2</sub> por quilômetro rodado, e os elétricos emitem o equivalente a 0,45 mol de CO<sub>2</sub> por quilômetro rodado considerando as emissões na geração e transmissão da eletricidade). A reação de combustão do etanol pode ser representada pela equação química:



Foram analisadas as emissões de CO<sub>2</sub> envolvidas em dois veículos, um movido a etanol e outro elétrico, em um mesmo trajeto de 1000 km.

CHIARADIA, C. A. *Estudo da viabilidade da implantação de frotas de veículos elétricos e híbridos elétricos no atual cenário econômico, político, energético e ambiental brasileiro*. Guaratinguetá: Unesp, 2015 (adaptado).

A quantidade equivalente de etanol economizada, em quilograma, com o uso do veículo elétrico nesse trajeto, é mais próxima de

- a) 50.
- b) 60.
- c) 95.
- d) 99.
- e) 120.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

### **SOBREVIVEREMOS NA TERRA?**

Tenho interesse pessoal no tempo. Primeiro, meu *best-seller* chama-se *Uma breve história do tempo*. Segundo, por ser alguém que, aos 21 anos, foi informado pelos médicos de que teria apenas mais cinco anos de vida e que completou 76 anos em 2018. Tenho uma aguda e desconfortável consciência da passagem do tempo. Durante a maior parte da minha vida, convivi com a sensação de que estava fazendo hora extra.

Parece que nosso mundo enfrenta uma instabilidade política maior do que em qualquer outro momento. Uma grande quantidade de pessoas sente ter ficado para trás. Como resultado, temos nos voltado

para políticos populistas, com experiência de governo limitada e cuja capacidade para tomar decisões ponderadas em uma crise ainda está para ser testada. A Terra sofre ameaças em tantas frentes que é difícil permanecer otimista. Os perigos são grandes e numerosos demais. O planeta está ficando pequeno para nós. Nossos recursos físicos estão se esgotando a uma velocidade alarmante. A mudança climática foi uma trágica dádiva humana ao planeta. Temperaturas cada vez mais elevadas, redução da calota polar, desmatamento, superpopulação, doenças, guerras, fome, escassez de água e extermínio de espécies; todos esses problemas poderiam ser resolvidos, mas até hoje não foram. O aquecimento global está sendo causado por todos nós. Queremos andar de carro, viajar e desfrutar um padrão de vida melhor. Mas quando as pessoas se derem conta do que está acontecendo, pode ser tarde demais.

Estamos no limiar de um período de mudança climática sem precedentes. No entanto, muitos políticos negam a mudança climática provocada pelo homem, ou a capacidade do homem de revertê-la. O derretimento das calotas polares ártica e antártica reduz a fração de energia solar refletida de volta no espaço e aumenta ainda mais a temperatura. A mudança climática pode destruir a Amazônia e outras florestas tropicais, eliminando uma das principais ferramentas para a remoção do dióxido de carbono da atmosfera. A elevação da temperatura dos oceanos pode provocar a liberação de grandes quantidades de dióxido de carbono. Ambos os fenômenos aumentariam o efeito estufa e exacerbariam o aquecimento global, tornando o clima em nosso planeta parecido com o de Vênus: atmosfera escaldante e chuva ácida a uma temperatura de 250 °C. A vida humana seria impossível. Precisamos ir além do Protocolo de Kyoto – o acordo internacional adotado em 1997 – e cortar imediatamente as emissões de carbono. Temos a tecnologia. Só precisamos de vontade política.

Quando enfrentamos crises parecidas no passado, havia algum outro lugar para colonizar. Estamos ficando sem espaço, e o único lugar para ir são outros mundos. Tenho esperança e fé de que nossa engenhosa raça encontrará uma maneira de escapar dos sombrios grilhões do planeta e, deste modo, sobreviver ao desastre. A mesma providência talvez não seja possível para os milhões de outras espécies que vivem na Terra, e isso pesará em nossa consciência.

Mas somos, por natureza, exploradores. Somos motivados pela curiosidade, essa qualidade humana única. Foi a curiosidade obstinada que levou os exploradores a provar que a Terra não era plana, e é esse mesmo impulso que nos leva a viajar para as estrelas na velocidade do pensamento, instigando-nos a realmente chegar lá. E sempre que realizamos um grande salto, como nos pousos lunares, exaltamos a humanidade, unimos povos e nações, introduzimos novas descobertas e novas tecnologias. Deixar a Terra exige uma abordagem global combinada – todos devem participar.

STEPHEN HAWKING (1942-2018) Adaptado de *Breves respostas para grandes questões*. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2018.

14. (UERJ) Com o reflorestamento, é possível minimizar os efeitos do aquecimento global, tendo em vista que uma árvore consegue captar, em média, 15,6 kg do  $\text{CO}_2$  lançado na atmosfera por ano. Sabe-se que, na combustão completa da gasolina, todos os átomos de carbono são convertidos em moléculas de  $\text{CO}_2$ .

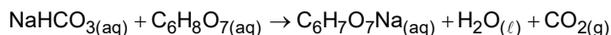
Admitindo que 1 litro de gasolina contém 600 g de isoctano ( $\text{C}_8\text{H}_{18}$ ) e 200 g de etanol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ), no período de 1 ano, uma árvore será capaz de captar o  $\text{CO}_2$  emitido na combustão completa de X litros de gasolina.

O valor de X corresponde, aproximadamente, a:

Dados: C = 12; H = 1; O = 16.

- a) 3
- b) 5
- c) 7
- d) 9

15. (UPE-SSA 1) A efervescência de um comprimido contendo vitamina C é causada pelo dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), produzido na reação do bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) com o ácido cítrico ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ), formando o dihidrogenocitrato de sódio ( $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_7\text{Na}$ ), conforme a equação a seguir:



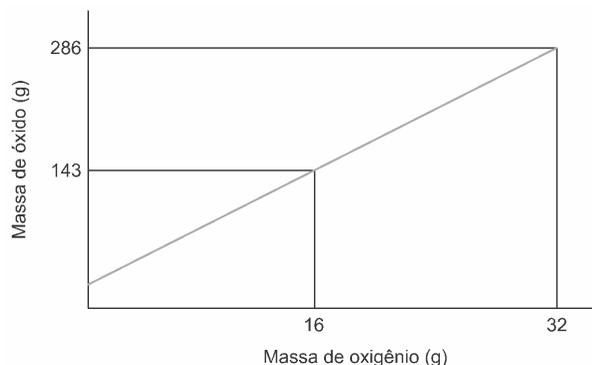
Inicialmente, pesou-se o sistema formado pelo bquer, pelo comprimido efervescente e uma quantidade de água, e a massa foi de 80 g. Ao final do processo, a massa do sistema foi novamente medida 77,8 g. Qual a massa de bicarbonato de sódio na composição do comprimido, informada no rótulo do medicamento?

Dados:

H = 1 g/mol; C = 12 g/mol; O = 16 g/mol; Na = 23 g/mol

- a) 2.200 mg
- b) 2.350 mg
- c) 4.400 mg
- d) 4.700 mg
- e) 4.200 mg

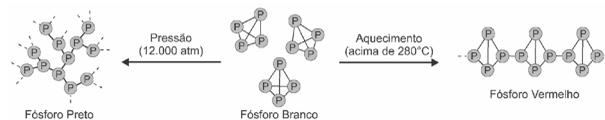
16. (FMJ-Adaptada) Um metal X, muito utilizado em construção civil, ao ser oxidado forma um óxido de fórmula  $\text{X}_2\text{O}$ . O gráfico mostra a relação entre a massa de oxigênio e a massa do óxido desse metal.



Um estudante, ao realizar a oxidação desse metal em laboratório, obteve 3,18 g de um óxido, consumindo, para sua formação, 0,64 g de  $\text{O}_2$ .

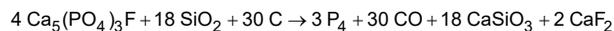
Escreva a equação balanceada que representa a reação entre o metal X e o gás oxigênio, formando  $\text{X}_2\text{O}$ . Calcule a massa molar do metal X.

17. (FUVEST-Adaptada) O fósforo elementar pode ser obtido em diferentes formas alotrópicas, nas condições mostradas na figura.



O fósforo branco, de fórmula  $\text{P}_4$ , é convertido em fósforo vermelho, conforme a estrutura mostrada na figura. Isso faz com que suas propriedades se alterem. Por exemplo, fósforo branco é solúvel no solvente dissulfeto de carbono, ao passo que o vermelho não é solúvel.

A obtenção industrial do fósforo branco é feita a partir do aquecimento do mineral fluorapatita,  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ , na presença de sílica e carvão, conforme a equação



Com base nessas informações, responda ao que se pede.

- a) Qual das formas alotrópicas do fósforo mostradas na figura terá maior densidade?  
 b) Estima-se que, anualmente, 744.000 toneladas de fósforo branco são produzidas industrialmente. Calcule a massa total de fluorapatita usada como matéria-prima nesse processo. Considere que esse mineral possui 100% de pureza. Demonstre os cálculos.

Note e adote:

Massas molares (g/mol):

Fluorapatita = 504; P<sub>4</sub> = 124.

18. (UNIFESP-Adaptada) Analise a tabela, que fornece informações sobre a cal hidratada e o carbonato de cálcio.

Composto	Fórmula	Massa molar (g/mol)	Cor	Comportamento sob aquecimento a 1.000 °C
Cal hidratada	Ca(OH) <sub>2</sub>	74	branca	produz CaO <sub>(s)</sub> e H <sub>2</sub> O <sub>(g)</sub>
Carbonato de cálcio	CaCO <sub>3</sub>	100	branca	produz CaO <sub>(s)</sub> e CO <sub>2(g)</sub>

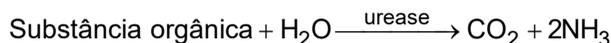
Um estudante recebeu uma amostra de 5,0 g de um desses dois compostos para ser aquecida. Após aquecimento prolongado a 1.000 °C, ele notou que a massa da amostra sofreu uma redução de 2,2 g em relação à inicial. Justifique por que a amostra recebida pelo estudante foi de CaCO<sub>3</sub>.

Dados: C = 12; O = 16.

19. (Ufpr) O carbonato de sódio é um composto largamente usado para corrigir o pH em diversos sistemas, por exemplo, água de piscina. Na forma comercial, ele é hidratado, o que significa que uma quantidade de água está incluída na estrutura do sólido. Sua fórmula mínima é escrita como Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> · xH<sub>2</sub>O, em que x indica a razão de mols de água por mol de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. O valor de x pode ser determinado através de uma análise gravimétrica. Uma amostra de 2,574 kg do sal hidratado foi aquecida a 125 °C, de modo a remover toda a água de hidratação. Ao término, a massa residual de sólido seco foi de 0,954 kg.

Dados: M (g mol<sup>-1</sup>): Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> = 106; H<sub>2</sub>O = 18.

- a) Calcule a quantidade de matéria presente no sal seco. Mostre claramente seus cálculos.  
 b) Calcule a quantidade de matéria de água que foi removida pelo aquecimento. Mostre claramente seus cálculos.  
 c) Calcule a razão entre os resultados dos itens b) e a).  
 d) Forneça a fórmula mínima do sal hidratado incluindo o valor de x.
20. (PUCRJ-Adaptada) A urease é uma enzima que catalisa a reação de uma determinada substância orgânica (com massa molar igual a 60 g mol<sup>-1</sup>) com a água formando CO<sub>2</sub> e NH<sub>3</sub> (segundo a equação abaixo).



A partir de 12,0 g dessa substância orgânica, calcule a massa de CO<sub>2</sub> produzida, considerando a reação completa.

# GABARITO

1. E	2. E	3. C	4. C	5. E
6. D	7. C	8. D	9. D	10. E
11. C	12. C	13. A	14. C	15. E

16.

O gráfico fornece a relação entre a massa de oxigênio em gramas e a massa do óxido em gramas.

$$O_2 = 2 \times 16 = 32 \text{ (vide tabela periódica)}$$

$$M_{O_2} = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

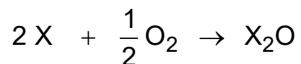
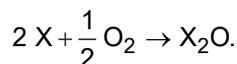
Massa de oxigênio (g) : Massa de óxido (g)

$$16 \text{ g} \quad : \quad 143 \text{ g}$$

$$32 \text{ g} \quad : \quad 286 \text{ g}$$

$$n_{O_2} = \frac{m_{O_2}}{M_{O_2}} = \frac{16 \text{ g}}{32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{1}{2} \text{ mol}$$

Então:



$$2 \times M_X \quad 16 \text{ g} \quad 143 \text{ g}$$

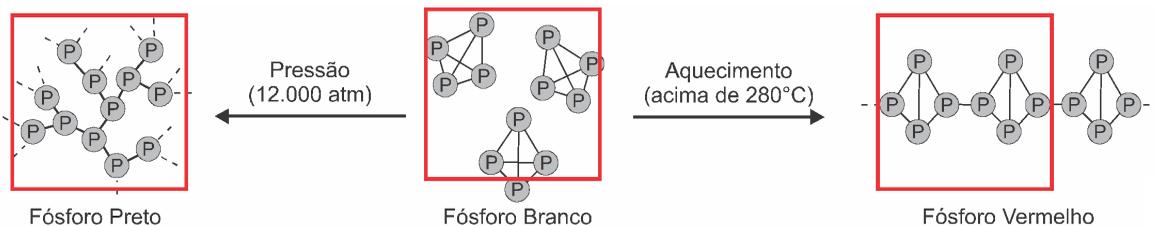
$$2 \times M_X + 16 \text{ g} = 143 \text{ g}$$

$$M_X = \frac{143 \text{ g} - 16 \text{ g}}{2} = 63,5 \text{ g}$$

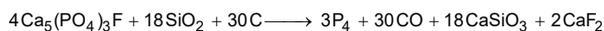
$$M_X = 63,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

17.

a) O fósforo preto terá maior densidade, pois para um mesmo volume, o número de átomos de fósforo será maior nesta variedade alotrópica submetida à maior pressão.



b) Cálculo da massa total de fluorapatita usada como matéria prima nesse processo:



$$4 \times 504 \text{ g} \quad \text{-----} \quad 3 \times 124 \text{ g}$$

$$m_{\text{fluoroapatita}} \quad \text{-----} \quad 744.000 \text{ t}$$

$$m_{\text{fluoroapatita}} = \frac{4 \times 504 \text{ g} \times 744.000 \text{ t}}{3 \times 124 \text{ g}}$$

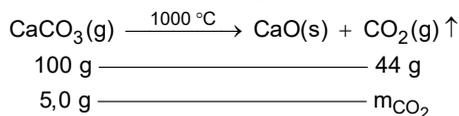
$$m_{\text{fluoroapatita}} = 4.032.000 \text{ t}$$

$$m_{\text{fluoroapatita}} \approx 4,0 \times 10^6 \text{ t}$$

18.

O gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) liberado na calcinação do carbonato de cálcio é responsável pela redução de massa do sistema.

$$M_{\text{CaO}} = 100 \text{ g/mol}; M_{\text{CO}_2} = (12 + 2 \times 16) \text{ g/mol} = 44 \text{ g/mol.}$$



$$m_{\text{CO}_2} = \frac{5,0 \text{ g} \times 44 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 2,2 \text{ g}$$

19.

a) Cálculo da quantidade de matéria (número de mols) presente no sal seco:

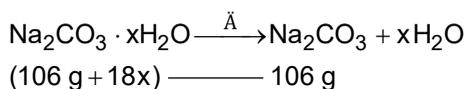
$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0,954 \text{ kg} = 0,954 \times 10^3 \text{ g}$$

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{m_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}{M_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}$$

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{0,954 \times 10^3 \text{ g}}{106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 9 \text{ mol}$$

b) Cálculo da quantidade de matéria (número de mols) de água que foi removida:



$$(106 \text{ g} + 18x) \text{ ————— } 106 \text{ g}$$

$$2,574 \times 10^3 \text{ g} \text{ ————— } 0,954 \times 10^3 \text{ g}$$

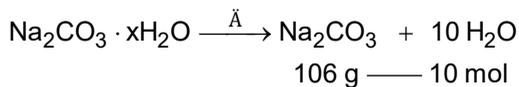
$$106 \text{ g} + 18x = \frac{2,574 \times 10^3 \text{ g} \times 106 \text{ g}}{0,954 \times 10^3 \text{ g}}$$

$$18x = \frac{2,574 \times 10^3 \text{ g} \times 106 \text{ g}}{0,954 \times 10^3 \text{ g}} - 106 \text{ g}$$

$$18x = 180$$

$$x = \frac{180}{18}$$

$$x = 10$$



$$106 \text{ g} \text{ ————— } 10 \text{ mol}$$

$$0,954 \times 10^3 \text{ g} \text{ ————— } n$$

$$n = \frac{0,954 \times 10^3 \text{ g} \times 10}{106 \text{ g}}$$

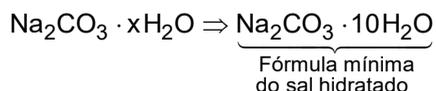
$$n = 90 \text{ mol}$$

c) Cálculo da razão entre os resultados do item b) e a):

$$R = \frac{n_{\text{item b}}}{n_{\text{item a}}} \Rightarrow R = \frac{90}{9}$$

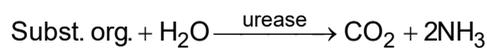
$$R = 10$$

d) Como  $x = 10$ , vem:



20.

a) Teremos:



$$60 \text{ g} \text{ ————— } 44 \text{ g}$$

$$12 \text{ g} \text{ ————— } x$$

$$x = 8,8 \text{ g}$$