

QUÍMICA

Cálculos Estequiométricos

01 - (ENEM) As mobilizações para promover um planeta melhor para as futuras gerações são cada vez mais frequentes. A maior parte dos meios de transporte de massa é atualmente movida pela queima de um combustível fóssil. A título de exemplificação do ônus causado por essa prática, basta saber que um carro produz, em média, cerca de 200 g de dióxido de carbono por km percorrido.

Revista Aquecimento Global. Ano 2, no 8. Publicação do Instituto Brasileiro de Cultura Ltda.

Um dos principais constituintes da gasolina é o octano (C₈H₁₈). Por meio da combustão do octano é possível a liberação de energia, permitindo que o carro entre em movimento. A equação que representa a reação química desse processo demonstra que

- a. no processo há liberação de oxigênio, sob a forma de O₂.
- b. o coeficiente estequiométrico para a água é de 8 para 1 do octano.
- c. no processo há consumo de água, para que haja liberação de energia.
- d. o coeficiente estequiométrico para o oxigênio é de 12,5 para 1 do octano.
- e. o coeficiente estequiométrico para o gás carbônico é de 9 para 1 do octano.

02 - (ENEM) No Japão, um movimento nacional para a promoção da luta contra o aquecimento global leva o slogan: 1 pessoa, 1 dia, 1 kg de CO₂ a menos! A ideia é cada pessoa reduzir em 1 kg a quantidade de CO₂ emitida todo dia, por meio de pequenos gestos ecológicos, como diminuir a queima de gás de cozinha.

Um hambúrguer ecológico? É pra já! Disponível em: <http://lges.iqm.unicamp.br>. Acesso em: 24 fev. 2012 (adaptado).

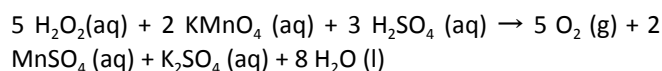
Considerando um processo de combustão completa de um gás de cozinha composto exclusivamente por butano (C₄H₁₀), a mínima quantidade desse gás que um japonês deve deixar de queimar para atender à meta diária, apenas com esse gesto, é de

Dados: CO₂ (44 g/mol); C₄H₁₀ (58 g/mol)

- a. 0,25 kg.
- b. 0,33 kg.

- c. 1,0 kg.
- d. 1,3 kg.
- e. 3,0 kg.

03 - (ENEM) O peróxido de hidrogênio é comumente utilizado como antisséptico e alvejante. Também pode ser empregado em trabalhos de restauração de quadros enegrecidos e no clareamento de dentes. Na presença de soluções ácidas de oxidantes, como o permanganato de potássio, este óxido decompõe-se, conforme a equação a seguir:

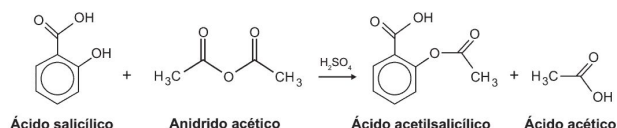


ROCHA-FILHO, R. C. R.; SILVA, R. R. Introdução aos Cálculos da Química. São Paulo: McGraw-Hill, 1992.

De acordo com a estequiometria da reação descrita, a quantidade de permanganato de potássio necessária para reagir completamente com 20,0 mL de uma solução 0,1 mol/L de peróxido de hidrogênio é igual a

- a. 2,0 . 10⁰ mol
- b. 2,0 . 10⁻³ mol
- c. 8,0 . 10⁻¹ mol
- d. 8,0 . 10⁻⁴ mol
- e. 5,0 . 10⁻³ mol

04 - (ENEM) O ácido acetilsalicílico, AAS (massa molar igual a 180 g/mol), é sintetizado a partir da reação do ácido salicílico (massa molar igual a 138 g/mol) com anidrido acético, usando-se ácido sulfúrico como catalisador, conforme a equação química:



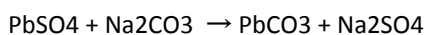
Após a síntese, o AAS é purificado e o rendimento final é de aproximadamente 50%. Devido às suas propriedades farmacológicas (antitérmico, analgésico, anti-inflamatório e antitrombótico), o AAS é utilizado como medicamento na forma de comprimidos, nos quais se emprega tipicamente uma massa de 500 mg dessa substância.

Uma indústria farmacêutica pretende fabricar um lote de 900 mil comprimidos, de acordo com as especificações do texto. Qual é a massa de ácido salicílico, em kg, que deve ser empregada para esse fim?

- a.293
- b.345
- c.414
- d.690
- e.828

05 - (ENEM) A composição média de uma bateria automotiva esgotada é de aproximadamente 32% Pb, 3% PbO, 17% PbO₂ e 36% PbSO₄. A média de massa da pasta residual de uma bateria usada é de 6 kg, onde 19% é PbO₂, 60% PbSO₄ e 21% Pb. Entre todos os compostos de chumbo presentes na pasta, o que mais preocupa é o sulfato de chumbo (II), pois nos processos pirometalúrgicos, em que os compostos de chumbo (placas das baterias) são fundidos, há a conversão de sulfato em dióxido de enxofre, gás muito poluente.

Para reduzir o problema das emissões de SO₂(g), a indústria pode utilizar uma planta mista, ou seja, utilizar o processo hidrometalúrgico, para a dessulfuração antes da fusão do composto de chumbo. Nesse caso, a redução de sulfato presente no PbSO₄ é feita via lixiviação com solução de carbonato de sódio (Na₂CO₃) 1M a 45°C, em que se obtém o carbonato de chumbo (II) com rendimento de 91%. Após esse processo, o material segue para a fundição para obter o chumbo metálico.



Dados: Massas Molares em g/mol Pb = 207; S = 32; Na = 23; O = 16; C = 12.

Segundo as condições do processo apresentado para a obtenção de carbonato de chumbo (II) por meio da lixiviação por carbonato de sódio e considerando uma massa de pasta residual de uma bateria de 6 kg, qual quantidade aproximada, em quilogramas, de PbCO₃ é obtida?

- a.1,7 kg
- b.1,9 kg
- c.2,9 kg
- d.3,3 kg
- e.3,6 kg

06 - (ENEM) No Brasil, os postos de combustíveis comercializavam uma gasolina com cerca de 22% de álcool anidro. Na queima de 1 litro desse combustível são liberados cerca de 2 kg de CO₂ na atmosfera. O plantio de árvores pode atenuar os efeitos dessa emissão de CO₂. A

quantidade de carbono fixada por uma árvore corresponde a aproximadamente 50% de sua biomassa seca, e para cada 12 g de carbono fixados, 44 g de CO₂ são retirados da atmosfera. No Brasil, o plantio de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) é bem difundido, sendo que após 11 anos essa árvore pode ter a massa de 106 kg, dos quais 29 kg são água.

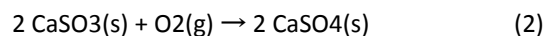
Uma única árvore de *Eucalyptus grandis*, com as características descritas, é capaz de fixar a quantidade de CO₂ liberada na queima de um volume dessa gasolina mais próxima de

- a.19 L.
- b.39 L.
- c.71 L.
- d.97 L.
- e.141 L.

07 - (ENEM) Grandes fontes de emissão do gás dióxido de enxofre são as indústrias de extração de cobre e níquel, em decorrência da oxidação dos minérios sulfurados. Para evitar a liberação desses óxidos na atmosfera e a consequente formação da chuva ácida, o gás pode ser lavado, em um processo conhecido como dessulfurização, conforme mostrado na equação (1).



Por sua vez, o sulfito de cálcio formado pode ser oxidado, com o auxílio do ar atmosférico, para a obtenção do sulfato de cálcio, como mostrado na equação (2). Essa etapa é de grande interesse porque o produto da reação, popularmente conhecido como gesso, é utilizado para fins agrícolas.



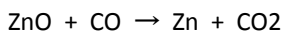
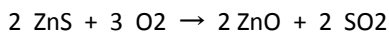
As massas molares dos elementos carbono, oxigênio, enxofre e cálcio são iguais a 12 g/mol, 16 g/mol, 32 g/mol e 40 g/mol, respectivamente.

BAIRD, C. Química ambiental. Porto Alegre: Bookman. 2002 (adaptado).

Considerando um rendimento de 90% no processo, a massa de gesso obtida, em gramas, por mol de gás retido é mais próxima de

- a.64.
- b.108.
- c.122.
- d.136.
- e.245.

08 - (ENEM) Para proteger estruturas de aço da corrosão, a indústria utiliza uma técnica chamada galvanização. Um metal bastante utilizado nesse processo é o zinco, que pode ser obtido a partir de um minério denominado esfalerita (ZnS), de pureza 75%. Considere que a conversão do minério em zinco metálico tem rendimento de 80% nesta sequência de equações químicas:



Considere as massas molares: ZnS (97 g/mol); O₂ (32 g/mol); ZnO (81 g/mol); SO₂ (64 g/mol); CO (28 g/mol); CO₂ (44 g/mol); e Zn (65 g/mol).

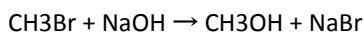
Que valor mais próximo de massa de zinco metálico, em quilogramas, será produzido a partir de 100 kg de esfalerita?

- a.25
- b.33
- c.40
- d.50
- e.54

09 - (ENEM) A minimização do tempo e custo de uma reação química, bem como o aumento na sua taxa de conversão, caracterizam a eficiência de um processo químico. Como consequência, produtos podem chegar ao consumidor mais baratos. Um dos parâmetros que mede a eficiência de uma reação química é o seu rendimento molar (R, em %), definido como

$$R = \frac{n_{\text{produto}}}{n_{\text{reagente limitante}}} \times 100$$

em que n corresponde ao número de mols. O metanol pode ser obtido pela reação entre brometo de metila e hidróxido de sódio, conforme a equação química:



As massas molares (em g/mol) desses elementos são: H = 1; C = 12; O = 16; Na = 23; Br = 80.

O rendimento molar da reação, em que 32 g de metanol foram obtidos a partir de 142,5 g de brometo de metila e 80 g de hidróxido de sódio, é mais próximo de

- a.22%
- b.40%
- c.50%

d.67%

e.75%

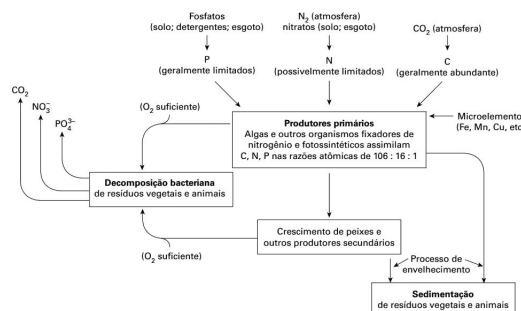
10 - (ENEM) A produção de aço envolve o aquecimento do minério de ferro, junto com carvão (carbono) e ar atmosférico em uma série de reações de oxidorredução. O produto é chamado de ferro-gusa e contém cerca de 3,3% de carbono. Uma forma de eliminar o excesso de carbono é a oxidação a partir do aquecimento do ferro-gusa com gás oxigênio puro. Os dois principais produtos formados são aço doce (liga de ferro com teor de 0,3% de carbono restante) e gás carbônico. As massas molares aproximadas dos elementos carbono e oxigênio são, respectivamente, 12 g/mol e 16 g/mol.

LEE, J. D. Química inorgânica não tão concisa. São Paulo: Edgard Blucher, 1999 (adaptado).

Considerando que um forno foi alimentado com 2,5 toneladas de ferro-gusa, a massa de gás carbônico formada, em quilogramas, na produção de aço doce, é mais próxima de

- a.28
- b.75
- c.175
- d.275
- e.303

11 - (ENEM) A eutrofização é um processo em que rios, lagos e mares adquirem níveis altos de nutrientes, especialmente fosfatos e nitratos, provocando posterior acúmulo de matéria orgânica em decomposição. Os nutrientes são assimilados pelos produtores primários e o crescimento desses é controlado pelo nutriente limitrofe, que é o elemento menos disponível em relação à abundância necessária à sobrevivência dos organismos vivos. O ciclo representado na figura seguinte reflete a dinâmica dos nutrientes em um lago.



SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. Química Ambiental. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2008 (adaptado).

Análise da água de um lago que recebe a descarga de águas residuais provenientes de lavouras adubadas revelou as concentrações dos elementos carbono (21,2 mol/L),

nitrogênio (1,2 mol/L) e fósforo (0,2 mol/L). Nessas condições, o nutriente limitrofe é o

- a.C
- b.N
- c.P
- d.CO₂
- e.PO₄³⁻

12 - (ENEM) Todos os organismos necessitam de água e grande parte deles vive em rios, lagos e oceanos. Os processos biológicos, como respiração e fotossíntese, exercem profunda influência na química das águas naturais em todo o planeta. O oxigênio é ator dominante na química e na bioquímica da hidrosfera. Devido a sua baixa solubilidade em água (9,0 mg/L a 20°C) a disponibilidade de oxigênio nos ecossistemas aquáticos estabelece o limite entre a vida aeróbica e anaeróbica. Nesse contexto, um parâmetro chamado Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foi definido para medir a quantidade de matéria orgânica presente em um sistema hídrico. A DBO corresponde à massa de O₂ em miligramas necessária para realizar a oxidação total do carbono orgânico em um litro de água.

BAIRD, C. Química Ambiental. Ed. Bookman, 2005 (adaptado).

Dados: Massas molares em g/mol: C = 12; H = 1; O = 16.

Suponha que 10 mg de açúcar (fórmula mínima CH₂O e massa molar igual a 30 g/mol) são dissolvidos em um litro de água, em quanto a DBO será aumentada?

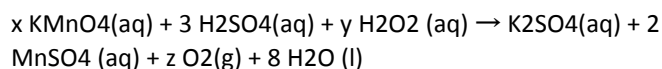
- a.0,4 mg de O₂/ litro
- b.1,7 mg de O₂/ litro
- c.2,7 mg de O₂/ litro
- d.9,4 mg de O₂/ litro
- e.10,7 mg de O₂/ litro

13 - (MACKENZIE) A calcita é um mineral encontrado na forma de cristais e em uma grande variedade de formas, como também nas estalactites e estalagmites. É o principal constituinte dos calcários e mármore, ocorrendo também em conchas e rochas sedimentares. Pelo fato de ser composta por CaCO₃, a calcita reage facilmente com HCl, formando cloreto de cálcio, gás carbônico e água. Considerando que uma amostra de 10 g de calcita, extraída de uma caverna, ao reagir com quantidade suficiente de HCl, produziu 1,792 L de gás carbônico, medido nas CNTP,

é correto afirmar que, essa amostra apresentava um teor de CaCO₃ da ordem de

- Dado: massa molar (g/mol) CaCO₃ = 100
- a.75%
 - b.80%
 - c.85%
 - d.90%
 - e.95%

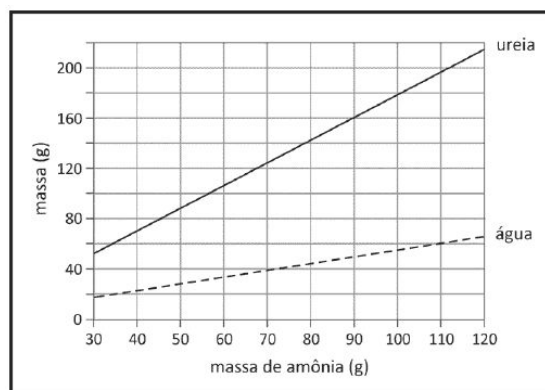
14 - (UNESP) Uma forma de se obter oxigênio em laboratório é pela reação química entre solução aquosa de peróxido de hidrogênio (água oxigenada) e solução aquosa de permanganato de potássio em meio ácido, cuja equação, parcialmente balanceada, é:



Nessa equação, os valores dos coeficientes estequiométricos x, y e z são, respectivamente,

- a.2, 5 e 1.
- b.2, 5 e 5.
- c.2, 5 e 4.
- d.3, 2 e 4.
- e.3, 5 e 5.

15 - (FUVEST) Amônia e gás carbônico podem reagir formando ureia e água. O gráfico abaixo mostra as massas de ureia e de água que são produzidas em função da massa de amônia, considerando as reações completas.



A partir dos dados do gráfico e dispondo-se de 270 g de amônia, a massa aproximada, em gramas, de gás carbônico minimamente necessária para reação completa com essa quantidade de amônia é

LISTA DE EXERCÍCIOS PARA O ENEM



- a.120
- b.270
- c.350
- d.630
- e.700

GABARITO

- 01 – D
- 02 – B
- 03 – D
- 04 – D
- 05 – C
- 06 – C
- 07 – C
- 08 – C
- 09 – D
- 10 – D
- 11 - B
- 12 - E
- 13 - B
- 14 - B
- 15 - C