**QUESTÕES - ESTEQUIOMETRIA**

**1.** (ENEM 2004) Em setembro de 1998, cerca de 10.000 toneladas de ácido sulfúrico (H2SO4) 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 (CaCO3), na região atingida.

A equação química que representa a neutralização do H2SO4 por CaCO3, com a proporção aproximada entre as massas dessas substâncias é:

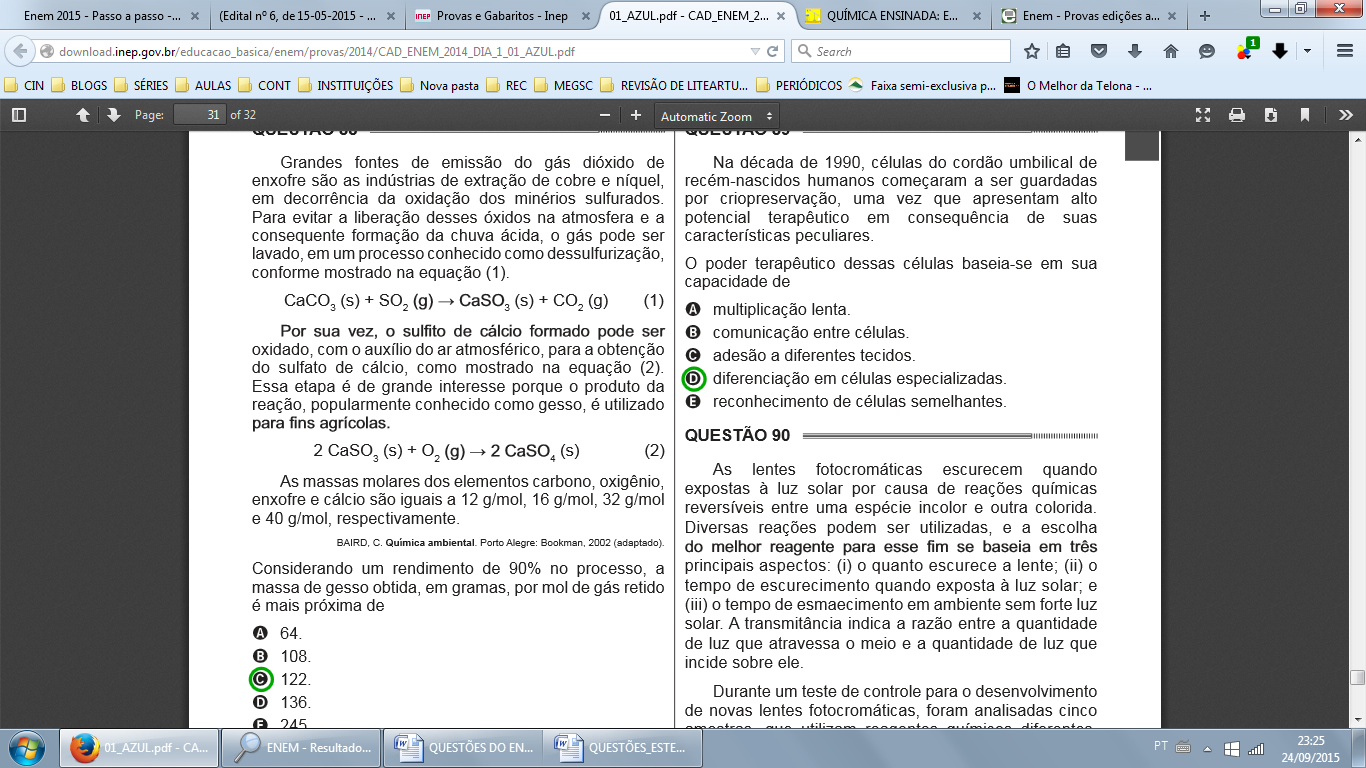
H2SO4 + CaCO3 → CaSO4 + H2O + CO2

1 tonelada reage com 1 tonelada → sólido sedimentado e gás

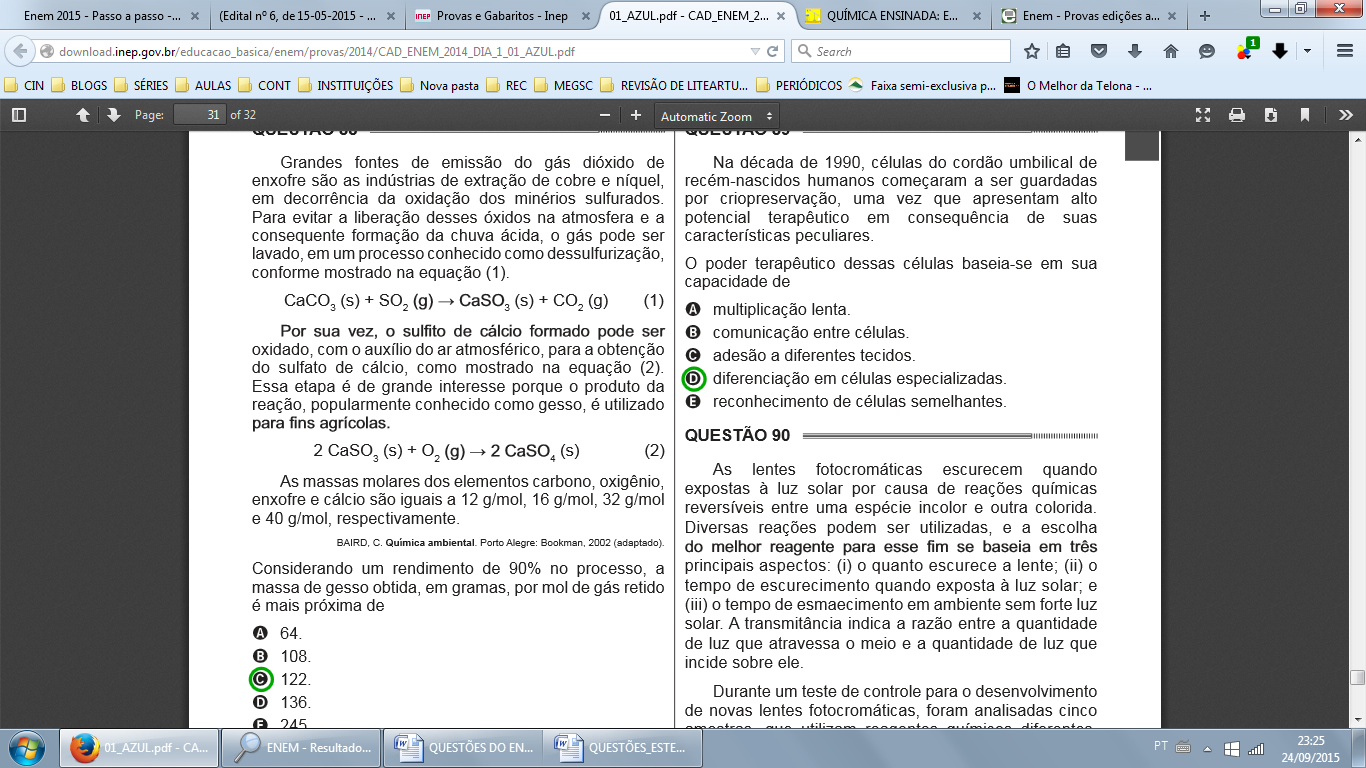
Pode-se avaliar o esforço de mobilização que deveria ser empreendido para enfrentar tal situação, estimando a quantidade de caminhões necessária para carregar o material neutralizante. Para transportar certo calcário que tem 80% de CaCO3, esse número de caminhões, cada um com carga de 30 toneladas, seria próximo de

(A) 100. (B) 200. (C) 300. (D) 400. (E) 500.

**2.** (ENEM 2014) 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).

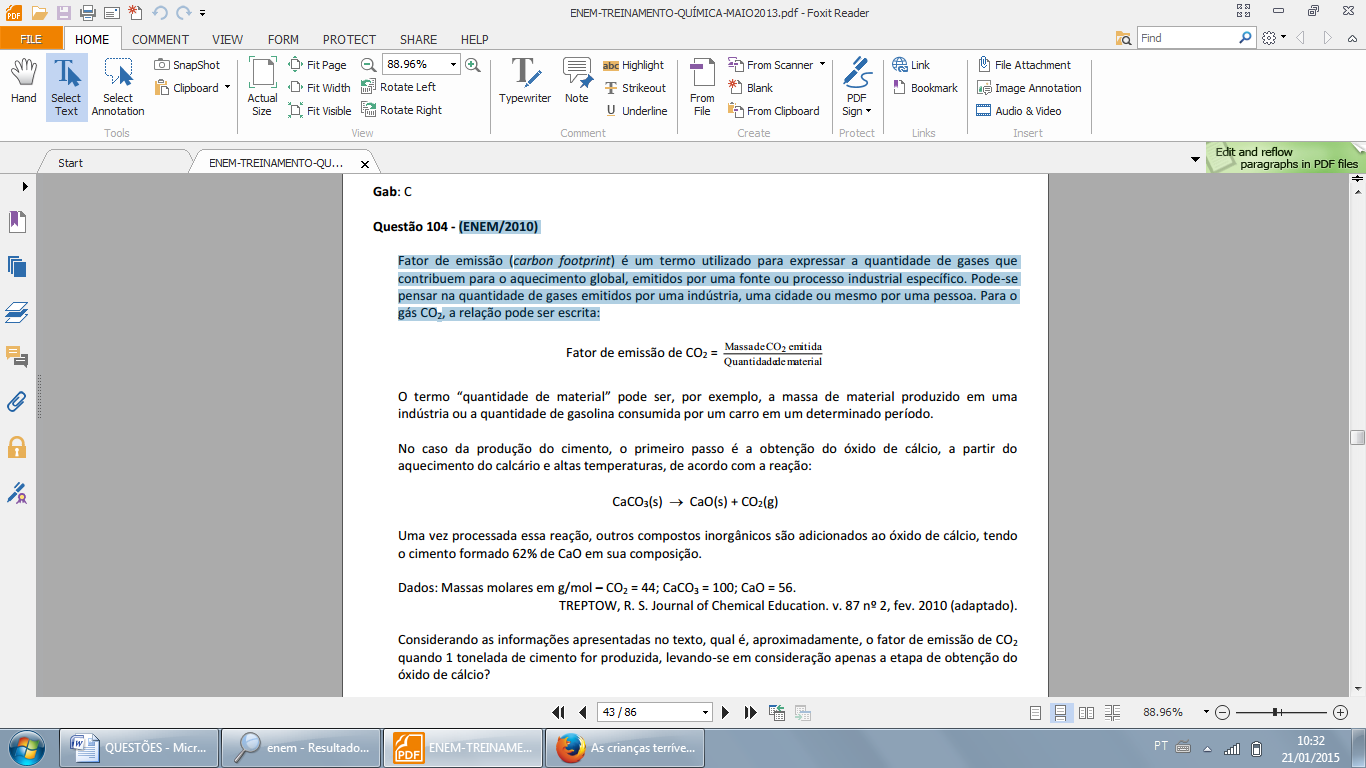
Considerando um rendimento de 90% no processo, a massa de gesso obtida, em gramas, por mol de gás retido é mais próxima de

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

**3.** (ENEM 2000) No processo de produção do ferro, a sílica é removida do minério por reação com calcário (CaCO3). Sabe-se, teoricamente (cálculo estequiométrico), que são necessários 100 g de calcário para reagir com 60 g de sílica. Dessa forma, pode-se prever que, para a remoção de toda a sílica presente em 200 toneladas do minério na região 1, a massa de calcário necessária é, aproximadamente, em toneladas, igual a:

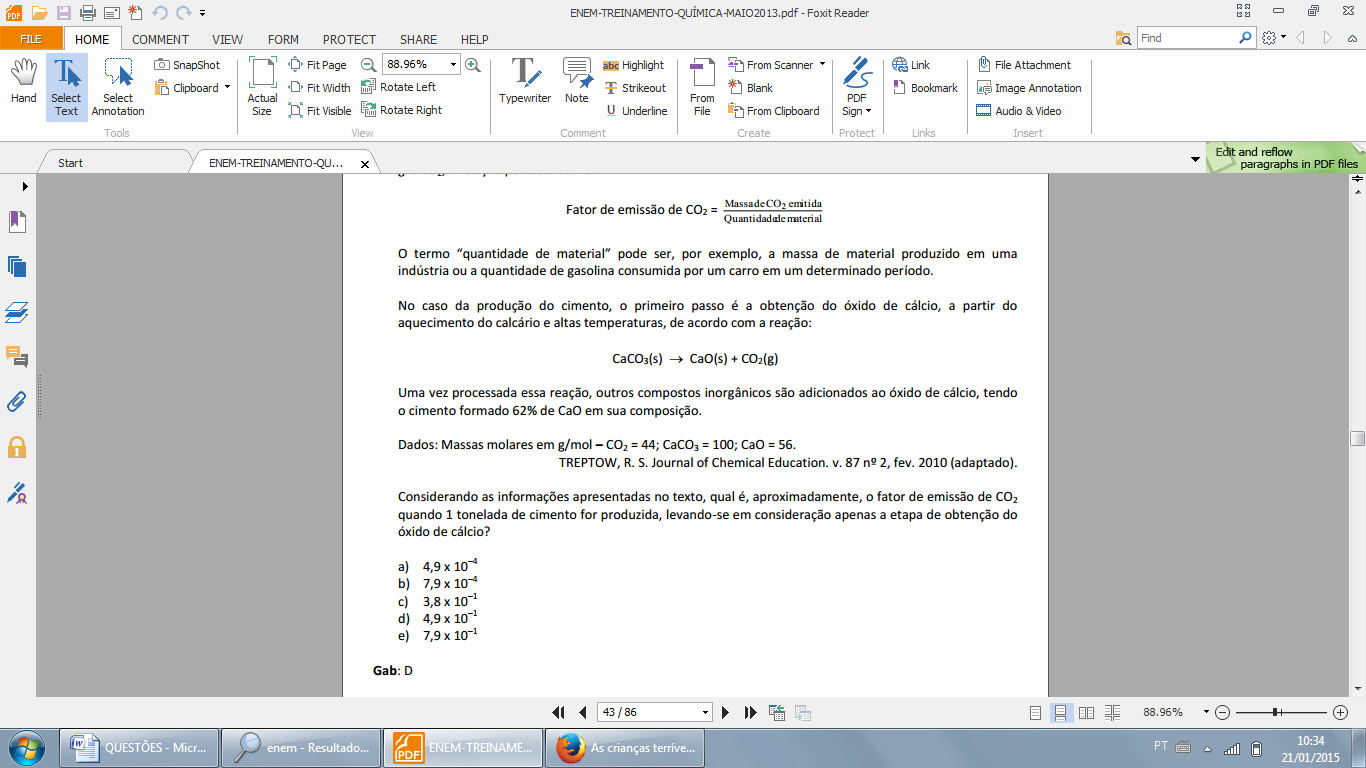
a) 1,9. b) 3,2. c) 5,1. d) 6,4. e) 8,0.

**4.** (ENEM/2010) Fator de emissão (carbon footprint) é um termo utilizado para expressar a quantidade de gases que contribuem para o aquecimento global, emitidos por uma fonte ou processo industrial específico. Pode -se pensar na quantidade de gases emitidos por uma indústria, uma cidade ou mesmo por uma pessoa. Para o gás CO2, a relação pode ser escrita:



O termo “quantidade de material” pode ser, por exemplo, a massa de material produzido em uma indústria ou a quantidade de gasolina consumida por um carro em um determinado período.

No caso da produção do cimento, o primeiro passo é a obtenção do óxido de cálcio, a partir do aquecimento do calcário e altas temperaturas, de acordo com a reação:



Uma vez processada essa reação, outros compostos inorgânicos são adicionados ao óxido de cálcio, tendo o cimento formado 62% de CaO em sua composição.

Dados: Massas molares em g/mol – CO2 = 44; CaCO3= 100; CaO = 56.

TREPTOW, R. S. Journal of Chemical Education. v. 87 nº 2, fev. 2010 (adaptado).

Considerando as informações apresentadas no texto, qual é, aproximadamente, o fator de emissão de CO2 quando 1 tonelada de cimento for produzida, levando-se em consideração apenas a etapa de obtenção do óxido de cálcio?

a) 4,9 x 10–4 b) 7,9 x 10–4

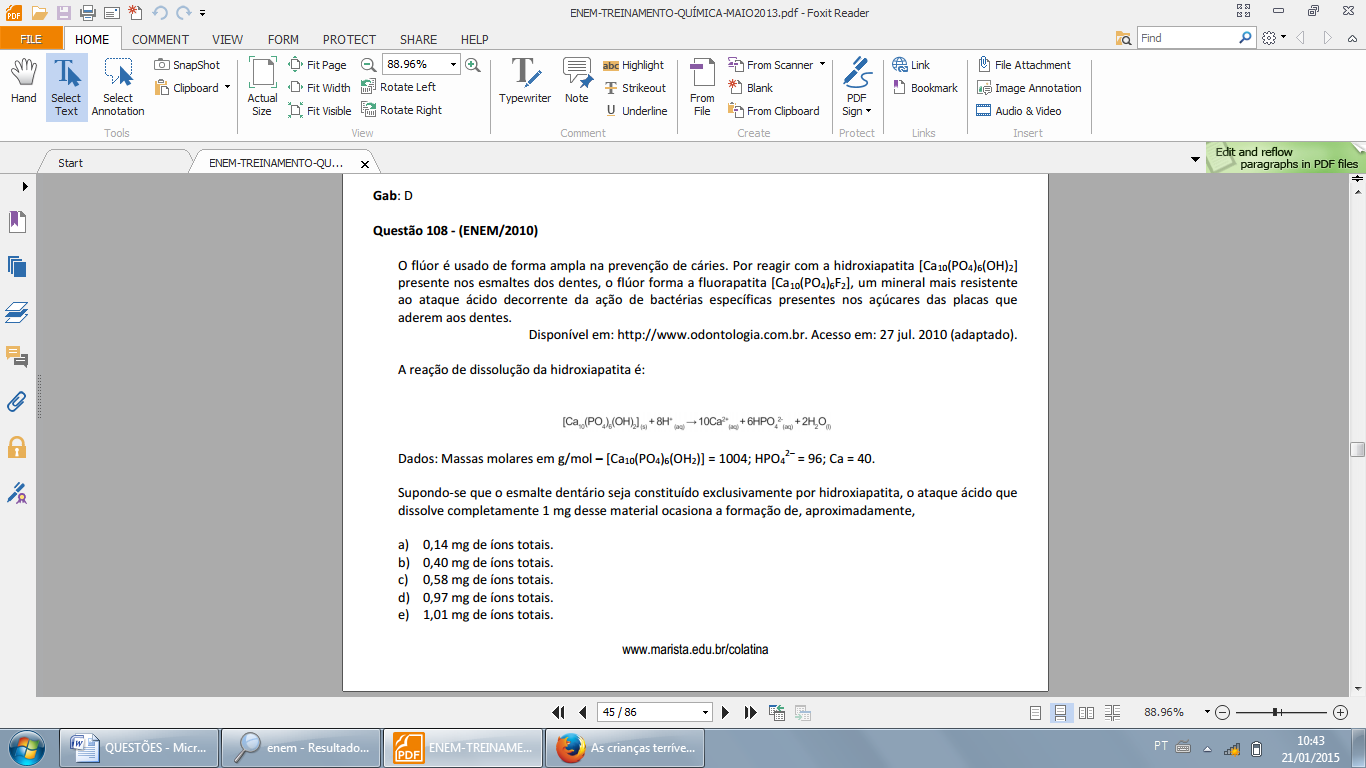
c) 3,8 x 10–1 d) 4,9 x 10–1

e) 7,9 x 10–1

**5.** (ENEM/2010) O flúor é usado de forma ampla na prevenção de cáries. Por reagir com a hidroxiapatita [Ca10(PO4)6(OH)2] presente nos esmaltes dos dentes, o flúor forma a fluorapatita [Ca10(PO4)6F2], um mineral mais resistente ao ataque ácido decorrente da ação de bactérias específicas presentes nos açúcares das placas que aderem aos dentes.

Disponível em: http://www.odontologia.com.br. Acesso em: 27 jul. 2010 (adaptado).

A reação de dissolução da hidroxiapatita é:



Dados: Massas molares em g/mol – [Ca10(PO4)6(OH)2] = 1004; HPO42– = 96; Ca = 40.

Supondo-se que o esmalte dentário seja constituído exclusivamente por hidroxiapatita, o ataque ácido que dissolve completamente 1 mg desse material ocasiona a formação de, aproximadamente,

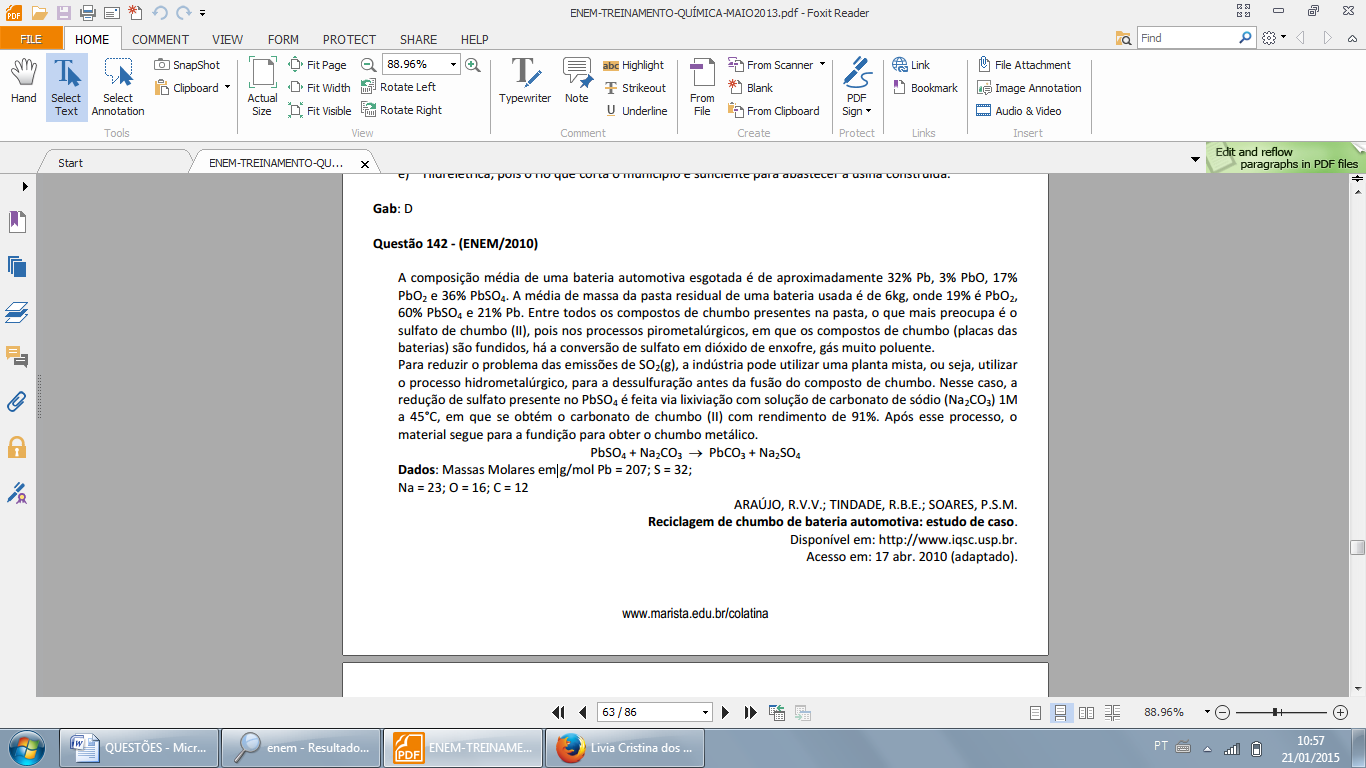
a) 0,14 mg de íons totais. b) 0,40 mg de íons totais.

c) 0,58 mg de íons totais. d) 0,97 mg de íons totais.

e) 1,01 mg de íons totais.

**6.** (ENEM/2010) 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 usa da é de 6kg, 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

*ARAÚJO, R.V.V.; TINDADE, R.B.E.; SOARES, P.S.M.*

*Reciclagem de chumbo de bateria automotiva: estudo de caso.*

*Disponível em: http://www.iqsc.usp.br.*

*Acesso em: 17 abr. 2010 (adaptado).*

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 bate ria 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

**7.** (ENEM/2012) 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? E pra já! Disponível em: http://lqes.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.

**8.** (ENEM/2013) O brasileiro consome em média 500 miligramas de cálcio por dia, quando a quantidade recomendada é o dobro. Uma alimentação balanceada é a melhor decisão para evitar problemas no futuro, como a osteoporose, uma doença que atinge os ossos. Ela se caracteriza pela diminuição substancial de massa óssea, tornando os ossos frágeis e mais suscetíveis a fraturas.

Disponível em: www.anvisa.gov.br. Acesso em 1 ago. 2012. (adaptado.)

Considerando-se o valor de 6 x 1023mol–1 para a constante de Avogadro e a massa molar do cálcio igual a 40 g/mol, qual a quantidade mínima diária de átomos de cálcio a ser ingerida para que uma pessoa supra suas necessidades?

a) 7,5 x 1021 **b) 1,5 x 1022** c) 7,5 x 1023

d) 1,5 x 1025 e) 4,8 x 1025