

UNICAMP – 2004

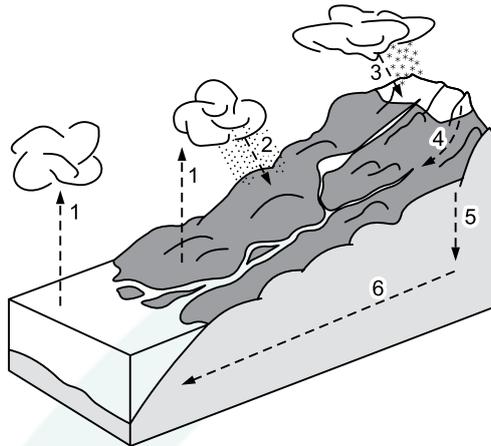
2ª Fase

QUÍMICA

Química – Questão 01

A figura a seguir representa o ciclo da água na Terra. Nela estão representados processos naturais que a água sofre em seu ciclo.

Com base no desenho, **FAÇA** o que se pede:



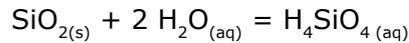
- A) Considerando que as nuvens são formadas por minúsculas gotículas de água, que mudança(s) de estado físico ocorre(m) no processo 1?
- B) Quando o processo 1 está ocorrendo, qual o principal tipo de ligação que está sendo rompido formado na água?
- C) **CITE** pelo menos um desses processos (de 1 a 6) que, apesar de ser de pequena intensidade, ocorre no sul do Brasil. Qual o nome da mudança de estado físico envolvida nesse processo?

RESOLUÇÃO:

- A) Evaporação seguida de condensação.
- B) Evaporação: ruptura de interações intermoleculares do tipo ligações de hidrogênio.
Condensação: formação de interações intermoleculares do tipo ligações de hidrogênio.
- C) Processo 3. Solidificação.

Química – Questão 02

Cerca de 90% da crosta e do manto terrestres são formados por minerais silicáticos. Entender muitos processos geoquímicos significa conhecer bem o comportamento dessas rochas em todos os ambientes. Um caso particular desse comportamento na crosta é a solubilização da sílica (SiO_2) por água a alta temperatura e pressão. Esse processo de dissolução pode ser representado pela equação:



Em determinado pH a 300 °C e 500 atmosferas, a constante de equilíbrio para essa dissolução, considerando a água como solvente, é de 0,012.

- A) **ESCREVA** a expressão da constante de equilíbrio para esse processo de dissolução.
B) **DETERMINE** a concentração em g.L^{-1} de H_4SiO_4 aquoso quando se estabelece o equilíbrio de dissolução nas condições descritas.

RESOLUÇÃO:

A) $K_c = [\text{H}_4\text{SiO}_4]$

B) No equilíbrio: $K_c = [\text{H}_4\text{SiO}_4] = 0,012$
 $[\text{H}_4\text{SiO}_4] = 0,012 \text{ mol.L}^{-1}$

$M(\text{H}_4\text{SiO}_4) = 96 \text{ g.mol}^{-1}$.

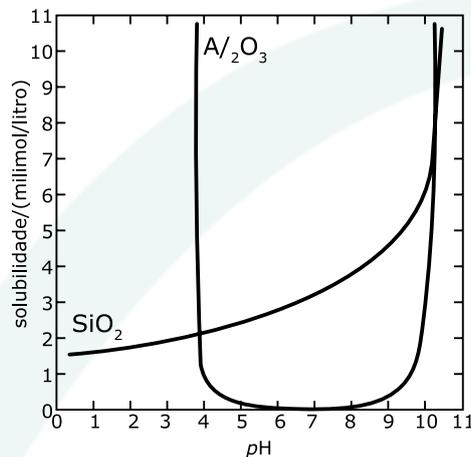
1 mol H_4SiO_4 ----- 96 g de H_4SiO_4

0,012 mol de H_4SiO_4 ----- x = 1,15 g de H_4SiO_4

C = 1,15 g.L^{-1}

Química – Questão 03

Na superfície da Terra, muitos minerais constituintes de rochas sofrem transformações decorrentes das condições superficiais determinadas pelas chuvas, pelo calor fornecido pelo Sol e pela presença de matéria orgânica. Por exemplo, minerais de composição alumino-silicática poderão originar a bauxita (minério de alumínio rico em Al_2O_3), ou então, laterita ferruginosa (material rico em ferro), dependendo da retirada de sílica e a conseqüente concentração seletiva de óxidos de alumínio ou ferro, respectivamente. O gráfico representa as condições sob as quais se dá a solubilização em água da sílica (SiO_2) e da alumina (Al_2O_3) a partir desses minerais, em função do pH.



- A) Considerando o gráfico, diga que substância predomina, em solução aquosa, sob as condições de pH 3.
- B) E sob as condições de pH 8, que substância predomina em solução aquosa?
- C) Em que faixa de pH a solubilização seletiva favorece a formação de material residual rico em Al_2O_3 ? **JUSTIFIQUE.**
- D) A espécie H_4SiO_4 formada na dissolução do SiO_2 , que também pode ser escrita como $Si(OH)_4$, em solução aquosa, apresenta caráter ácido ou básico? **JUSTIFIQUE**, usando as informações contidas no gráfico.

RESOLUÇÃO:

A) Al_2O_3 .

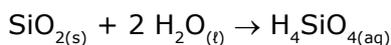
Comentário: É preciso um cuidado na leitura do gráfico. Quando o $pH = 3$, o Al_2O_3 possui alta solubilidade e o SiO_2 , baixa.

B) SiO_2 .

C) A espécie H_4SiO_4 apresenta caráter ácido.

De pH 5 a 9. Nessa faixa, a solubilidade do Al_2O_3 é muito baixa e difere muito da do SiO_2 .

D) A solubilização da sílica é dada pela equação:



Observa-se no gráfico que, com o aumento do pH ocorre aumento da solubilidade do $SiO_{2(s)}$. Isso só é possível se houver reação entre o ânion OH^- e uma espécie de caráter ácido, no caso o $H_4SiO_{4(aq)}$, favorecendo o deslocamento da reação para produto e, portanto, aumentando a solubilidade do $SiO_{2(s)}$.

Química – Questão 04

As condições oxidativas redutoras e de pH desempenham importantes papéis em diversos processos naturais. Desses dois fatores dependem, por exemplo, a modificação de rochas e a presença ou não de determinados metais em ambientes aquáticos e terrestres, disponíveis à vida. Ambos os fatores se relacionam fortemente à presença de bactérias sulfato-redutoras atuantes em sistemas anaeróbicos. Em alguns sedimentos, essas bactérias podem decompor moléculas simples como o metano, como está simplificada representado pela equação a seguir:



A) Considerando o caráter ácido-base dos reagentes e produtos, assim como a sua força relativa, seria esperado um aumento ou diminuição do pH da solução onde a bactéria atua? **JUSTIFIQUE** sua resposta.

B) Nas condições padrão, esse processo seria endotérmico ou exotérmico? **JUSTIFIQUE** com o cálculo da variação de entalpia dessa reação nas condições padrão.

Dados- Entalpias padrão de formação em $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$: $\text{CH}_4 = -75$; $\text{H}_2\text{SO}_4 = -909$; $\text{H}_2\text{S} = -21$; $\text{CO}_2 = -394$; $\text{H}_2\text{O} = -286$.

RESOLUÇÃO:

A) Diminuição. O H_2SO_4 é um ácido mais forte do que o H_2S e na transformação apresentada o ácido forte está sendo consumido e o ácido fraco sendo produzido gerando, com isso, uma diminuição da acidez (aumento do pH).

$$\text{B) } \Delta H = \sum \Delta H_{\text{f (produtos)}}^{\circ} - \sum \Delta H_{\text{f (reagentes)}}^{\circ}$$

$$\Delta H = [-21 + (-394) + (2 \cdot (-286))] - [(-75) + (-909)] = -3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

O ΔH , sendo negativo, indica que o processo é exotérmico.

Química – Questão 05

A matéria orgânica viva contém uma relação $^{14}\text{C} / ^{12}\text{C}$ constante. Com a morte do ser vivo, essa razão vai se alterando exponencialmente com o tempo, apresentando uma meia-vida de 5 600 anos.

Constatou-se que um riacho, onde ocorreu uma grande mortandade de peixes, apresentava uma quantidade anômala de substâncias orgânicas. Uma amostra da água foi retirada para análise. Estudando-se os resultados analíticos referentes à relação $^{14}\text{C} / ^{12}\text{C}$, concluiu-se que a poluição estava sendo provocada por uma indústria petroquímica e não pela decomposição natural de animais ou plantas que tivessem morrido recentemente.

- A) Como foi possível, com a determinação da relação $^{14}\text{C} / ^{12}\text{C}$, afirmar com segurança que o problema tinha se originado na indústria petroquímica?
- B) **DESCREVA**, em poucas palavras, duas formas pelas quais a presença dessa matéria orgânica poderia ter provocado a mortandade de peixes.

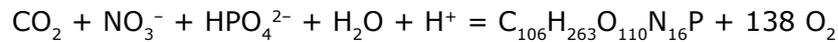
RESOLUÇÃO:

- A) A indústria petroquímica utiliza material fóssil como matéria-prima, originado de organismos vivos que morreram há milhares de anos. Por isso, a poluição produzida por essa deve apresentar uma relação $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ menor que a de um ser vivo, já que o ^{14}C sofre desintegração radioativa do tipo beta.
- B) A decomposição da matéria orgânica que contamina o riacho consome o gás oxigênio dissolvido na água, fazendo com que os peixes morram pela falta deste. Ocorre bloqueio da entrada de luz na água do rio, provocando, assim, um desequilíbrio no ecossistema aquático, principalmente pela não realização da fotossíntese levando a uma menor produção de gás oxigênio e, conseqüentemente, uma menor oferta deste.

Química – Questão 06

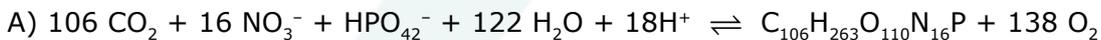
A síntese de alimentos no ambiente marinho é de vital importância para a manutenção do atual equilíbrio do sistema Terra.

Nesse contexto, a penetração da luz na camada superior dos oceanos é um evento fundamental. Ela possibilita, por exemplo, a fotossíntese, que leva à formação do fitoplâncton, cuja matéria orgânica serve de alimento para outros seres vivos. A equação química abaixo, não-balanceada, mostra a síntese do fitoplâncton. Nessa equação o fitoplâncton é representado por uma composição química média.



- A) **REESCREVA** essa equação química balanceada.
- B) De acordo com as informações do enunciado, a formação do fitoplâncton absorve ou libera energia? **JUSTIFIQUE** sua resposta.
- C) Além da produção de alimento, que outro benefício a formação do fitoplâncton fornece para o sistema Terra?

RESOLUÇÃO:



Comentário: Observe que a soma das cargas dos reagentes é zero ($-16 + (-2) + 18$), ou seja, igual à dos produtos.

B) Absorve energia. A energia é fornecida pelo sol e ocorre o processo de fotossíntese.

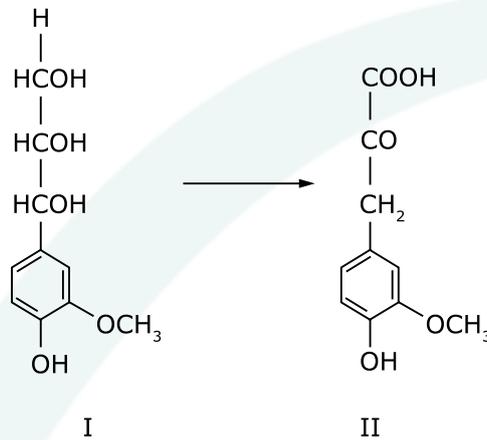
C) Produção de O_2 e consumo de CO_2 .

Comentário: Podemos notar pela equação representada no item a que, na formação do fitoplâncton, há consumo de CO_2 . Esse é retirado da atmosfera e sua diminuição é uma contribuição para atenuar o efeito estufa.

Também observando a equação notamos a produção de oxigênio que é essencial para a respiração celular.

Química – Questão 07

É voz corrente que, na Terra, tudo nasce, cresce e morre dando a impressão de um processo limitado a um início e a um fim. No entanto, a vida é permanente transformação. Após a morte de organismos vivos, a decomposição microbiológica é manifestação de ampla atividade vital. As plantas, por exemplo, contêm lignina, que é um complexo polimérico altamente hidroxilado e metoxilado, multi-ramificado. Após a morte do vegetal, ela se transforma pela ação microbiológica. A substância I, cuja fórmula estrutural é mostrada no esquema ao lado, pode ser considerada como um dos fragmentos de lignina. Esse fragmento pode ser metabolizado por certos microorganismos, que o transformam na substância II.



- A) Reproduza a fórmula estrutural da substância II no caderno de respostas, **IDENTIFIQUE** e dê os nomes de três grupos funcionais nela presentes.
- B) Considerando as transformações que ocorrem de I para II, **IDENTIFIQUE** um processo de oxidação e um de redução, se houver.

RESOLUÇÃO:

- A) COOH — ácido carboxílico (carboxila)

CO — cetona (carbonila)

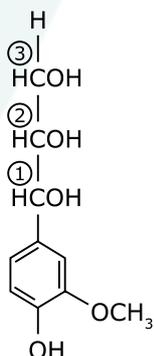
CH_2

éter (metoxila)

OCH_3

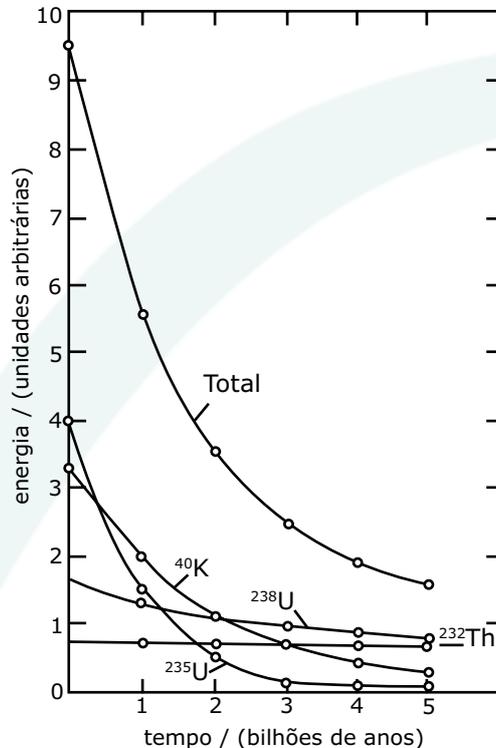
OH — fenol (hidroxila)

- B) Redução no carbono 1 e oxidação nos carbonos 2 e 3, conforme a estrutura a seguir:



Química – Questão 08

Existem várias hipóteses quanto à origem da Terra e sobre os acontecimentos que geraram as condições físico-químico-biológicas dos dias de hoje. Acredita-se que o nosso planeta tenha se formado há cerca de 4 550 milhões de anos. Um dos estágios, logo no início, deve ter sido o seu aquecimento, principalmente pela radioatividade. A figura mostra a produção de energia a partir de espécies radioativas e suas abundâncias conhecidas na Terra.



- A) Quantas vezes a produção de energia radiogênica (radioativa) era maior na época inicial de formação da Terra, em relação aos dias atuais?
- B) Quais foram os dois principais elementos responsáveis pela produção de energia radiogênica na época inicial de formação da Terra?
- C) E nos dias de hoje, quais são os dois principais elementos responsáveis pela produção dessa energia?

RESOLUÇÃO:

- A) Aproximadamente 5,5 vezes maior:

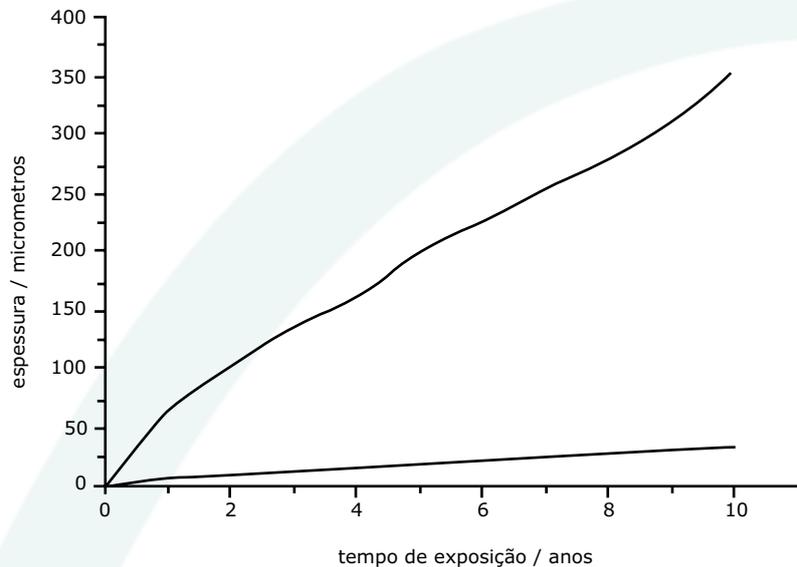
$$\frac{E_{\text{total}}^{\text{inicial}}}{E_{\text{total}}^{\text{atual}}} \cong \frac{9,5}{1,7} \cong 5,5$$

- B) ^{235}U e ^{40}K

- C) ^{238}U e ^{232}Th

Química – Questão 09

Coincidentemente, duas equipes independentes de geólogos brasileiros encontraram dois meteoritos. Um foi encontrado em Cabaceiras, Paraíba, na região do polígono das secas e o outro em São Félix do Xingu, na Amazônia. Os dois eram, essencialmente, constituídos por ferro metálico. Um deles (A), no entanto, apresentava uma película de $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ de 300×10^{-6} m de espessura, enquanto que o outro (B) apresentava uma superfície pouco alterada. Suspeita-se que ambos tiveram a mesma origem, tendo, portanto, a mesma composição química original. O gráfico a seguir representa a formação de $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ em função do tempo, em presença de ar atmosférico com umidades relativas diferentes.



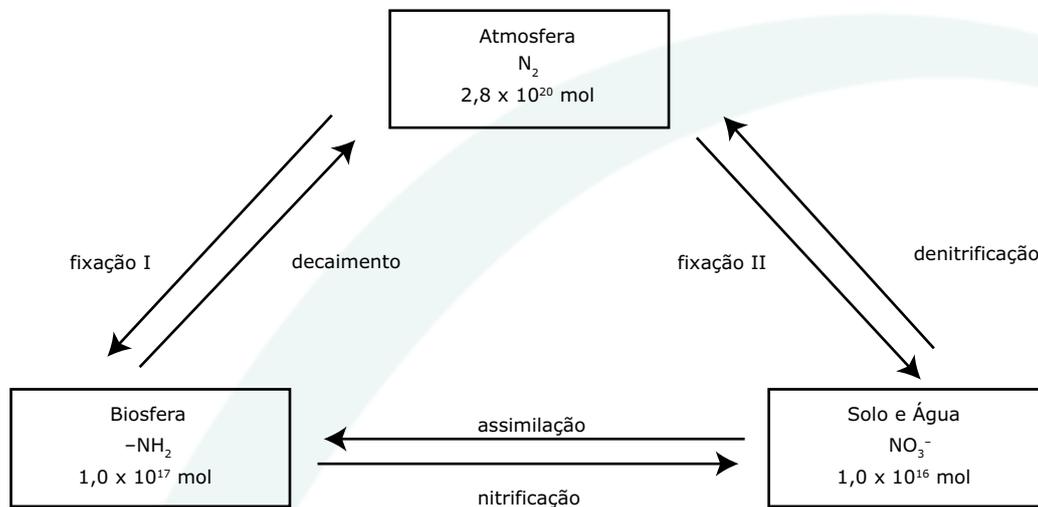
- A) Qual dos meteoritos, A ou B, caiu na região do Xingu? **JUSTIFIQUE** sua resposta.
- B) **ESCREVA** a equação química que representa a formação da substância que recobre a superfície do meteorito.
- C) Há quanto tempo, pode-se estimar, caiu na Terra o meteorito que foi encontrado oxidado?

RESOLUÇÃO:

- A) O meteorito A. A região do Xingu apresenta alta umidade favorecendo a formação da película de $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, por oxidação.
- B) $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- C) Pela leitura do gráfico verificamos que, para formar uma película de 300 micrometros, são necessários aproximadamente 9 anos.

Química – Questão 10

O nitrogênio é importantíssimo para a vida na Terra. No entanto, para que entre nos ciclos biológicos é fundamental que ele seja transformado, a partir da atmosfera, em substâncias aproveitáveis pelos organismos vivos. O diagrama a seguir mostra, de modo simples, o seu ciclo na Terra. Os retângulos representam os reservatórios naturais contendo quantidades de compostos de nitrogênio. No diagrama estão representados os processos envolvidos, as quantidades totais de nitrogênio e, em cada retângulo, as espécies predominantes.



- A) Quais dos processos representam oxidação de uma espécie química em outra?
- B) Em qual espécie química desse ciclo o nitrogênio apresenta o maior número de oxidação? Qual é o seu número de oxidação nesse caso? **MOSTRE** como chegou ao resultado.
- C) Qual é o número total de moles de átomos de nitrogênio no sistema representado?

RESOLUÇÃO:

A) Fixação II, decaimento e nitrificação.

B) NO_3^- , o número de oxidação do nitrogênio nessa espécie química é igual a +5.

$$\text{nox}(\text{N}) + 3 \cdot \text{nox}(\text{O}) = -1$$

$$\text{nox}(\text{N}) + 3 \cdot (-2) = -1$$

$$\text{nox}(\text{N}) = +6 - 1$$

$$\text{nox}(\text{N}) = +5$$

C) $n_{\text{total}} = n_{\text{N}}(N_2) + n_{\text{N}}(NO_3^-) + n_{\text{N}}(-NH_2)$

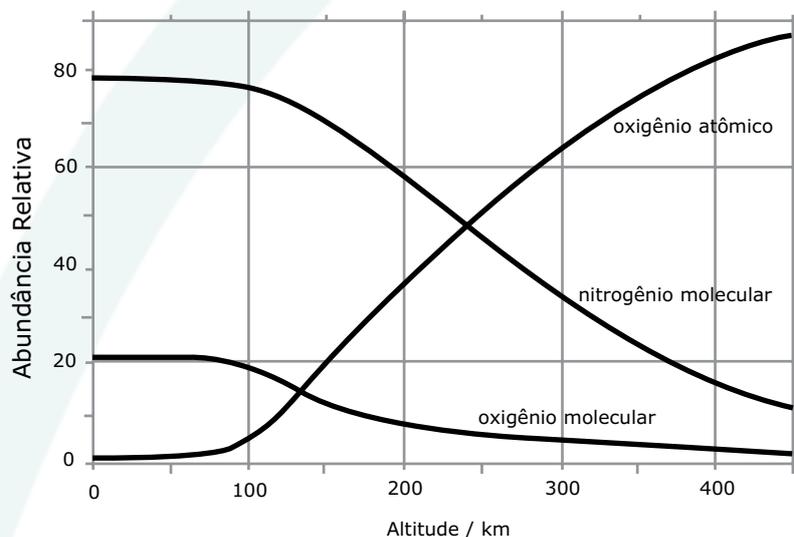
$$n_{\text{total}} = 2 \cdot 2,8 \cdot 10^{20} + 1,0 \cdot 10^{16} + 1,0 \cdot 10^{17}$$
$$n_{\text{total}} = 56000 \cdot 10^{16} + 1,0 \cdot 10^{16} + 10 \cdot 10^{16}$$
$$n_{\text{total}} = 56011 \cdot 10^{16}$$
$$n_{\text{total}} \cong 5,6 \cdot 10^{20} \text{ mol de átomos de N}$$

Química – Questão 11

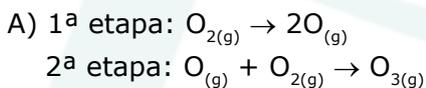
A Terra é um sistema em equilíbrio altamente complexo, possuindo muitos mecanismos autoregulados de proteção. Esse sistema admirável se formou ao longo de um extenso processo evolutivo de 4 550 milhões de anos. A atmosfera terrestre é parte integrante desse intrincado sistema. A sua existência, dentro de estreitos limites de composição, é essencial para a preservação da vida. No gráfico a seguir, pode-se ver a abundância relativa de alguns de seus constituintes em função da altitude. Um outro constituinte, embora minoritário, que não se encontra na figura é o ozônio, que age como filtro protetor da vida na alta atmosfera. Na baixa atmosfera, a sua presença é danosa à vida, mesmo em concentrações relativamente baixas.

A) Considerando que o ozônio seja formado a partir da combinação de oxigênio molecular com oxigênio atômico, e que este seja formado a partir da decomposição do oxigênio molecular, **ESCREVA** uma sequência de equações químicas que **MOSTRE** a formação do ozônio.

B) Tomando como base apenas o gráfico e as reações químicas citadas no item A, estime em que altitude a formação de ozônio é mais favorecida do ponto de vista estequiométrico. **JUSTIFIQUE** sua resposta.



RESOLUÇÃO:



B) Aproximadamente 140 km. Como podemos verificar na 2ª etapa, a relação estequiométrica entre o oxigênio atômico e o oxigênio molecular é 1:1, portanto a formação do ozônio é mais favorecida estequiometricamente quando a concentração das espécies reagente forem iguais, o que se dá a 140 km.

Química – Questão 12

Os gêiseres são um tipo de atividade vulcânica que impressiona pela beleza e imponência do espetáculo. A expulsão intermitente de água em jatos na forma de chafariz é provocada pela súbita expansão de água profunda, superaquecida, submetida à pressão de colunas de água que chegam até à superfície. Quando a pressão da água profunda supera a da coluna de água, há uma súbita expansão, formando-se o chafariz até a exaustão completa, quando o ciclo recomeça.

A) Se a água profunda estiver a 300 °C e sua densidade for $0,78 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, qual será a pressão (em atmosferas) de equilíbrio dessa água supondo-se comportamento de gás ideal?

$$R = 82 \text{ atm} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}.$$

B) Nas imediações dos gêiseres, há belíssimos depósitos de sais inorgânicos sólidos que se formam a partir da água que aflora das profundezas. **DÊ** dois motivos que justifiquem tal ocorrência.

RESOLUÇÃO:

A) Cálculo da massa molar da água:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

$$p = \frac{m}{V \cdot M} \cdot R \cdot T$$

$$p = \frac{d}{M} \cdot R \cdot T$$

$$p = \frac{0,78}{18} \cdot 82 \cdot (300 + 273)$$

$$p = 2036,06 \text{ atm}$$

B)

- Diminuição da temperatura e da pressão da água quando do contato com a atmosfera, diminuindo assim a solubilidade de sais inorgânicos.
- Quando da evaporação da água os sais inorgânicos (compostos iônicos) apresentam-se sólidos, pois possuem elevadas temperaturas de fusão.