

Nome do(a) candidato(a):

1) Suponha que 1,00 mol de moléculas de um gás ideal, em 292K e 3,00 atm, se expanda de 8,00 L a 20,00 L e atinja a pressão final de 1,20 atm por dois caminhos diferentes. (a) O caminho A é uma expansão isotérmica reversível. (b) O caminho B tem duas partes. Na etapa 1, o gás esfria em volume constante até que a pressão atinja 1,20 atm. Na etapa 2, ele é aquecido e se expande contra uma pressão constante igual a 1,20 atm até que o volume atinja 20,00 L e $T = 292$ K. Determine o trabalho realizado, o calor transferido e a troca de energia interna (w , q e ΔU) para os dois caminhos.

EXPECTATIVA DE RESPOSTA

(a) De $w = -nRT \ln(V_{\text{final}}/V_{\text{inicial}})$,

$$w = -(1,0 \text{ mol}) \times (8,3145 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}) \times (292 \text{ K}) \times \ln \frac{20,00 \text{ L}}{8,0 \text{ L}}$$

$$w = -2,22 \times 10^3 \text{ J}$$

$$w = -2,22 \text{ kJ}$$

$$\text{De } \Delta U = q + w = 0,$$

$$q = -w = +2,22 \text{ kJ}$$

(b) *Etapa 1* O resfriamento foi feito sob volume constante, logo nenhum trabalho foi feito.

$$w = 0$$

Etapa 2 De $w = -P_{\text{ext}}\Delta V$,

$$w = -(1,20 \text{ atm}) \times (20,00 - 8,00) \text{ L} = -14,4 \text{ L} \cdot \text{atm}$$

Converta litro-atmosferas para joules.

$$w = -(14,4 \text{ L} \cdot \text{atm}) \times \left(\frac{101,325 \text{ J}}{1 \text{ L} \cdot \text{atm}} \right) = -1,46 \times 10^3 \text{ J} = -1,46 \text{ kJ}$$

Calcule o trabalho total para o caminho B.

$$w = 0 + (-1,46) \text{ kJ} = -1,46 \text{ kJ}$$

$$\text{De } \Delta U = q + w = 0,$$

$$q = -w = +1,46 \text{ kJ}$$

2) Em 1989, um adolescente em Ohio foi envenenado com vapor de mercúrio derramado. O nível de mercúrio determinado em sua urina, que é proporcional a sua concentração no organismo, foi de 1,54 mg. L⁻¹. O mercúrio (II) é eliminado do organismo por um processo de primeira ordem que tem meia-vida de 6 dias (6d). Qual seria a concentração de mercúrio (II) na urina do paciente, em miligramas por litro, após 30 dias (30d), se medidas terapêuticas não fossem tomadas?

EXPECTATIVA DE RESPOSTA

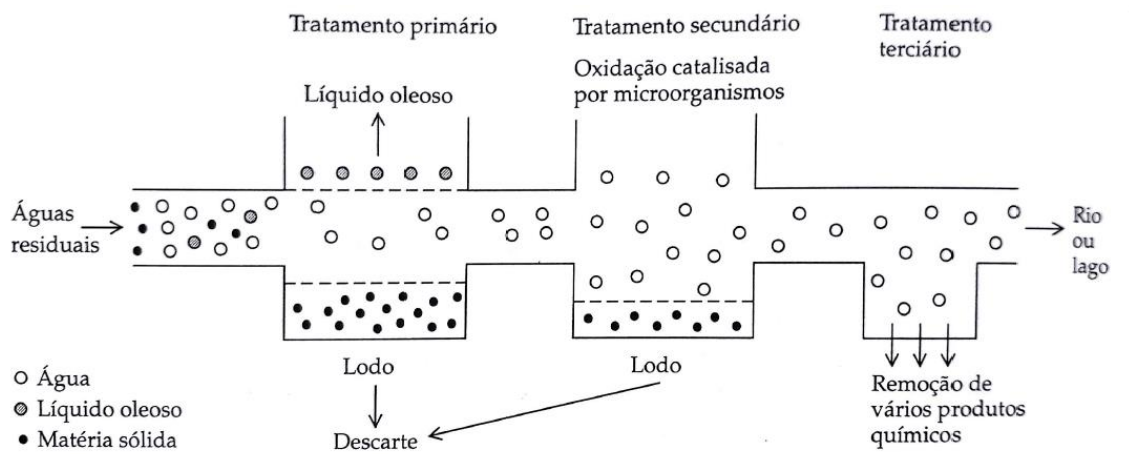
De $t_{1/2} = (\ln 2) / k$ na forma $k = (\ln 2) / t_{1/2}$,

$$k = \frac{\ln 2}{6 \text{ d}} = \frac{\ln 2}{6} \text{ d}^{-1}$$

De $[A] = [A]_0 e^{-kt}$,

$$\begin{aligned} [A]_t &= [A]_0 e^{-\left\{\frac{(\ln 2)}{6 \text{ d}^{-1}}\right\} X (30 \text{ d})} \\ &= (1,54 \text{ mg. L}^{-1}) e^{-\{(\ln 2) X (30/6)\}} \\ &= \mathbf{0,05 \text{ mg. L}^{-1}} \end{aligned}$$

3) A imagem a seguir ilustra as etapas comuns de tratamento de águas residuais. Descrever o funcionamento de cada um dos tratamentos aplicados (primário, secundário e terciário). No caso da última etapa, mencionar 03 tratamentos terciários que podem ser utilizados no tratamento de águas residuais e quais poluentes são eliminados com o uso desses tratamentos.



EXPECTATIVA DE RESPOSTA

Na fase de **tratamento primário** de águas residuais são removidas as partículas maiores – incluindo areia e lodo – o que permite o fluxo lento através de telas e ao longo de uma lagoa. No fundo da lagoa, forma-se lodo de partículas insolúveis, enquanto que, na parte superior, forma-se uma camada superficial de um “líquido oleoso” (um termo que abrange aqui não apenas gordura, óleos e ceras, mas também os produtos formados pela reação do sabão com íons de cálcio e magnésio) menos denso do que a água, que é retirado da superfície.

Após sua passagem através do tratamento primário convencional, a água de esgoto torna-se muito mais clarificada, porém apresenta ainda elevada carga orgânica. Na fase de **tratamento secundário** (ou biológico), grande parte do material orgânico em suspensão, como aquele realmente dissolvido na água, é biologicamente oxidado por microorganismos até dióxido de carbono e água, ou convertido em lodo adicional que pode ser removido com facilidade. Com o objetivo de possibilitar as reações conduzidas pelos microorganismos, à água é aspergida sobre um leito de areia e pedregulho ou sobre um plástico coberto por bactérias anaeróbicas (“filtros de gotejamento”), ou é bem agitada em um reator de aeração (“processo do lodo ativado”). O sistema é mantido bem aerado para acelerar a oxidação. Em essência, mantendo-se de forma deliberada no sistema uma alta concentração de organismos aeróbios, especialmente bactérias, é possível que sejam rapidamente efetuados os mesmos processos de degradação biológica que requereriam semanas para ocorrer em águas abertas. As reações de oxidação biológica do tratamento secundário reduzem a cerca de 10% da carga orgânica original

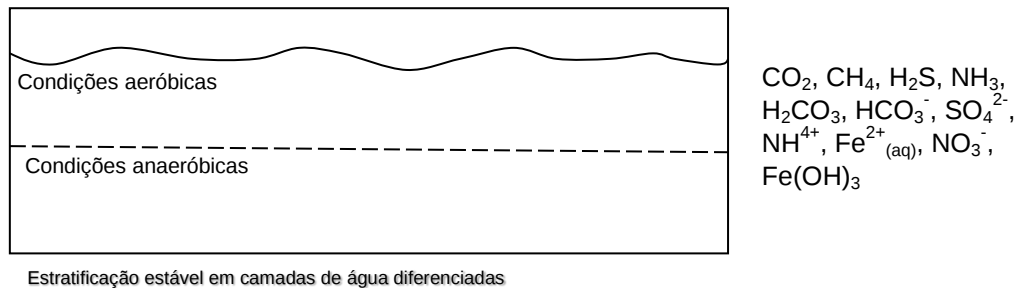
do esgoto não-tratado. Em alguma extensão ocorre também nitrificação, na qual os compostos nitrogenados orgânicos convertem-se em íons nitrato e dióxido de carbono.

No **tratamento terciário** (avançado ou químico), são removidos produtos químicos específicos das águas parcialmente purificadas, antes de sua desinfecção final. Dependendo do local, o tratamento terciário pode incluir alguns ou todos os seguintes processos:

- Redução da DBO por remoção da maior parte do material coloidal remanescente, usando sais de alumínio, em um processo no qual se forma $\text{Al}(\text{OH})_3$ e que opera da mesma maneira para purificação de água potável;
- Remoção de compostos orgânicos dissolvidos (incluindo o clorofórmio) e de alguns metais pesados, mediante a sua adsorção ao carvão ativado, sobre o qual a água flui;
- Remoção de fosfatos, normalmente por meio de sua precipitação como o sal de cálcio $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, produzido pela adição de cal, $\text{Ca}(\text{OH})_2$;
- Remoção de metais pesados pela adição de íons hidróxido ou sulfeto para formar hidróxidos ou sulfetos metálicos insolúveis;
- Remoção de ferro por aeração efetuada a um pH elevado, com o objetivo de promover sua oxidação para seu estado insolúvel de Fe^{3+} , possivelmente em combinação com o uso de um forte agente oxidante, cuja função é destruir os ligantes orgânicos quelantes do íon Fe^{2+} , que poderiam impedir sua oxidação.

4) Responder:

a) Colocar as espécies químicas (a direita da figura) segundo a natureza das condições das camadas de água no sistema aquático:



b) Mencionar 2 compostos ou espécies químicas; de enxofre e de nitrogênio, que podem estar presentes nas águas naturais e ser perigosas para a saúde (descrever os problemas que podem causar)?

EXPECTATIVA DE RESPOSTA

a)

Condições aeróbicas:

CO₂, H₂CO₃, HCO₃⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻, Fe(OH)₃.

Condições anaeróbicas:

CH₄, H₂S, NH₃, NH₄⁺, Fe²⁺_(aq).

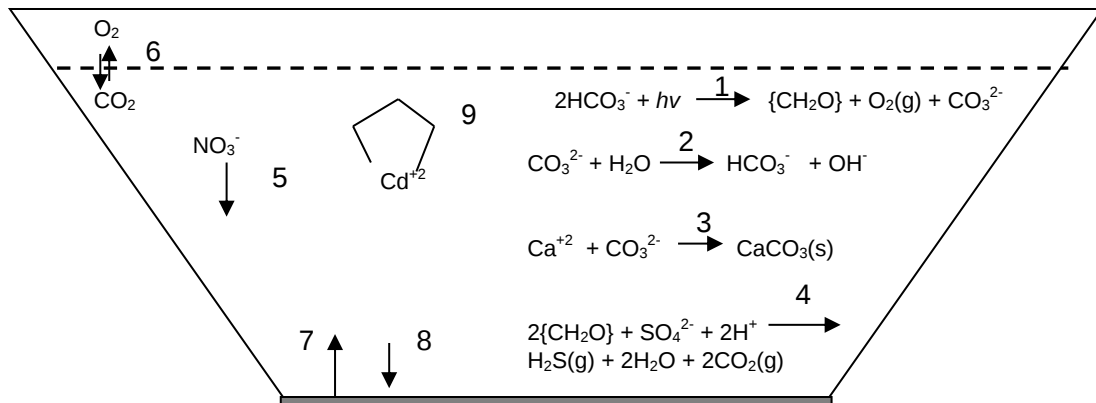
b)

Gás sulfídrico (H₂S) e Nitrato (NO₃⁻).

Gás sulfídrico: Este gás tóxico paralisa o sistema nervoso que controla a respiração, incapacitando os pulmões de funcionar, provocando asfixia.

Nitrato: Pode aumentar o fator de risco de câncer (sistema digestório, por exemplo).

5) Escrever os nomes dos processos (1 – 9) que ocorrem constantemente em um sistema aquático?



EXPECTATIVA DE RESPOSTA

- 1- Fotossíntese;
- 2- Ácido – base;
- 3- Precipitação;
- 4- Ação microbiana;
- 5- Nitração;
- 6- Troca de gás com a atmosfera;
- 7- Lixiviação;
- 8- Sedimentação;
- 9- Quelação.