

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
LCE 108 – QUÍMICA INORGÂNICA E ANALÍTICA

**LISTA DE EXERCÍCIOS 9**

1. Explique a influência exercida pela formação de complexos sobre a solubilidade de compostos pouco solúveis.

2. Adicionou-se 0,01 mol de AgCN em 1 L de água deionizada e obteve-se uma solução saturada com formação de precipitado, o qual correspondeu a 99,937 % da quantidade adicionada. Considerando-se que o valor Kps do AgCN é igual a  $1,83 \times 10^{-16}$  verifique se há expressiva formação de complexos de  $\text{Ag}^+$  nessa solução.

3. Em soluções nutritivas empregadas no cultivo hidropônico de plantas há a necessidade da adição de EDTA para que o íon  $\text{Fe}^{2+}$  permaneça dissolvido em concentração de  $107 \mu\text{mol L}^{-1}$ . Na ausência do EDTA a quase totalidade do íon  $\text{Fe}^{2+}$  sofre precipitação com o ânion fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) sob a forma de  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ , tornando-se então praticamente indisponível às plantas cultivadas por hidroponia. Utilizando a definição da constante o produto de solubilidade do composto  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  pede-se:

a. calcule a concentração micromolar ( $\mu\text{mol L}^{-1}$ ) de equilíbrio (solução saturada) do  $\text{Fe}^{2+}$  na solução nutritiva após a precipitação da quase totalidade desse íon sob a forma de  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ .

b. calcule quantas vezes a concentração de  $\text{Fe}^{2+}$  na solução nutritiva (solução saturada) é menor que a necessária ( $107 \mu\text{mol L}^{-1}$ ) para o pleno atendimento das necessidades nutricionais de ferro das plantas cultivadas nessa solução.

c. apresente as equações químicas representativas dos equilíbrios de solubilidade do  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  e do equilíbrio de complexação do  $\text{Fe}^{2+}$  pelo ânion EDTA (represente-o apenas por EDTA)

d. compare os valores das constantes do produto de solubilidade do  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  e de formação do complexo Fe-EDTA e explique, com base no conceito do deslocamento de equilíbrios, por que a adição de EDTA à solução nutritiva possibilita que haja total disponibilidade de  $\text{Fe}^{2+}$  e de P às plantas.

**Dados:** Kps  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} = 1,0 \times 10^{-36}$ ;  $K_f \text{Fe}^{2+}\text{-EDTA} = 2,1 \times 10^{14}$ .

Respostas: a.  $[\text{Fe}^{2+}] = 0,072 \mu\text{mol L}^{-1}$ ; b. 1486,1 vezes.

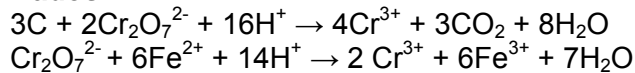
4. Em relação à quantificação de carbono por dicromatometria, explique a seguinte afirmativa: quanto menor for volume de solução de sulfato ferroso amoniacal consumido na titulação, maior será teor de carbono oxidável da amostra analisada.

5. Uma solução aquosa contém aproximadamente 3,6 % de C (g / 100 mL) dissolvido; uma alíquota de 10 mL da mesma foi tomada para a certificação desse valor. O número de mmols de  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  a ser adicionado a essa alíquota deverá ser maior que qual valor para que haja excesso a ser posteriormente reduzido pelo íon  $\text{Fe}^{2+}$  na titulação com sulfato ferroso amoniacal? **Resposta: 20 mmols de  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$**

6. Duas amostras (A e B) com teores conhecidos de carbono (A = 5% e B = 15%; g / 100 g) foram enviadas para um laboratório para testar a qualidade dos resultados analíticos por ele fornecidos. No laboratório, 1 g de cada amostra foi colocado em contato com 5 mmols de  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  para a oxidação do C. Indique em qual amostra a quantidade adicionada de  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  foi adequada para a análise. Qual seria a alternativa para analisar a amostra que não pôde ser analisada na primeira tentativa utilizando-se os mesmos 5 mmols de  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ? **Resposta: Os 5 mmols de  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  foram suficientes para oxidar e gerar um excedente para o caso da amostra A; uma opção para a análise da amostra B empregando-se os mesmos 5 mmols de  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  seria analisar-se 0,5 g da mesma ao invés de 1,0 g.**

7. 5 g de solo foram colocados em contato por 30 minutos e sob aquecimento com 125 mL de uma solução ácida de dicromato de potássio contendo exatamente 2 mmols do ânion  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ . Após o resfriamento, a solução foi titulada com sulfato ferroso amoniacal  $[\text{Fe}(\text{SO}_4)_2(\text{NH}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$   $0,1000 \text{ mol L}^{-1}$  em presença de difenilamina sulfonato de bário. Considerando-se que a viragem ocorreu com o gasto de 30 mL da solução de  $\text{Fe}(\text{SO}_4)_2(\text{NH}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  e que o teor médio de carbono oxidável da matéria orgânica (MO) é de 58% (g C / 100 g de matéria orgânica), calcule o teor de matéria orgânica do solo expressando-o em % (g MO / 100 g de solo). **Resposta: 0,94% de matéria orgânica**

**Dados:**

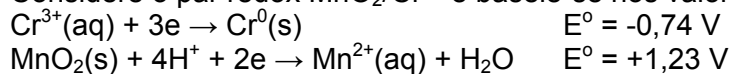


8. Em solos alagados a concentração de oxigênio dissolvido, o qual é um efetivo agente oxidante é bastante baixa. Nesse sistema, a matéria orgânica se constitui no principal agente redutor e seus elétrons, na ausência de oxigênio, são então recebidos pelo íon nitrato  $\text{NO}_3^-$  de acordo com a seguinte equação:  $2\text{NO}_3^- + 10\text{e}^- + 12\text{H}^+ \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}$ . Com base nessa equação, indique qual seria a melhor fonte de nitrogênio para uma cultura de arroz irrigado: nitrato de potássio ( $\text{KNO}_3$ ) ou cloreto de amônio ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) e explique sua resposta.

9. Ao contrário do íon  $\text{Cr}^{3+}$ , que não apresenta toxicidade, a forma mais oxidada do crômio, o íon  $\text{Cr}^{6+}$ , é altamente tóxica aos seres vivos. Tendo em vista que o íon  $\text{Cr}^{3+}$  está presente no lodo de curtume, indique em qual das duas situações o uso desse resíduo da indústria de calçados como fertilizante orgânico seria mais indicado: em um solo rico em  $\text{MnO}_2$  ou em um solo pobre nesse óxido? Explique como você chegou a sua conclusão.

**Dados:**

Considere o par redox  $\text{MnO}_2/\text{Cr}^{3+}$  e baseie-se nos valores de  $E^\circ$  das seguintes reações:



**Resposta:** Considerando-se os valores de  $E^\circ$ , verifica-se que o composto  $\text{MnO}_2$  tem maior tendência à redução que o  $\text{Cr}^{3+}$ . Assim, quando na presença de  $\text{MnO}_2$  o íon  $\text{Cr}^{3+}$  tende a sofrer oxidação para reduzir o Mn do  $\text{MnO}_2$  e assim para  $\text{Cr}^{6+}$ . Logo, não é recomendável a aplicação de lodo contendo  $\text{Cr}^{3+}$  em solo rico em  $\text{MnO}_2$ .