

Julho de 2010



ACÇÃO DE
FORMAÇÃO

Síntese do Sulfato de Tetraminocobre (II) mono-hidratado

Maria Lucília Mil-Homens

ACTIVIDADE LABORATORIAL - QUÍMICA 11º ANO

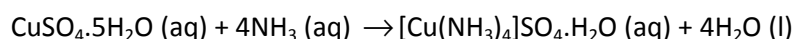
Síntese do Sulfato de Tetraminocobre (II) mono-hidratado

O que se pretende

1. **Realizar** laboratorialmente a síntese do sulfato de tetraminocobre (II) mono-hidratado.
2. **Traduzir** a reacção química da síntese por uma equação química.
3. **Identificar** o reagente limitante.
4. **Efectuar** os cálculos estequiométricos.
5. **Calcular** o rendimento da síntese.

Fundamento do trabalho

6. A partir de soluções aquosas de amoníaco e sulfato de cobre (II) penta-hidratado, vai obter-se a formação e cristalização lenta do composto numa mistura de água e etanol (álcool etílico).



Segurança

7. Analisar os rótulos dos reagentes a utilizar de forma a identificar os riscos associados ao seu manuseamento e as medidas de segurança a adoptar.

<i>Sulfato de cobre (II) penta-hidratado</i>			R 22-36/38 S 22
<i>Sulfato de tetraminocobre (II) mono-hidratado</i>			R 22-36/38 S 22
<i>Álcool etílico, 96% (V/V)</i>			R 11 S 7-16
<i>Amoníaco, 25% (m/m)</i>			R 34-36/37-50 S 9-26-36/37/39-45-61

Equipamento de Protecção Pessoal

8. Identificar equipamentos de protecção a utilizar durante a actividade experimental.

Bata, luvas e óculos de protecção

[Verificar significados...](#)

9. Escrever **breves descrições** dos seguintes termos:

Termo	Breve descrição
Reagente limitante	É o reagente que está em menor quantidade relativamente às proporções estequiométricas estabelecidas pela equação química.
Reacção química	É um processo onde ocorrem em simultâneo ruptura e formação de ligações químicas.
Reacção de síntese	São reacções em que duas substâncias reagem entre si para originar novas substâncias.
Reacção completa	Reacção em que pelo menos um dos reagentes atinge valores de concentração não mensuráveis facilmente.
Reacção incompleta	Reacção no decorrer da qual nenhum dos reagentes se esgota.
Sais	São compostos cristalinos e iónicos que se formam quando um metal substitui o hidrogénio dos ácidos.
Rendimento de uma reacção química	Quociente entre a massa, o volume (gases) ou a quantidade de substância efectivamente obtida de um dado produto, e a massa, o volume (gases) ou a quantidade de substância que teoricamente seria obtida por reacção completa dos reagentes, na proporção estequiométrica da reacção.

[Procedimento](#)

- Fazer uma **lista do material** a utilizar, tendo em conta o procedimento exemplificado nas fotografias seguintes.
- “Pesar” com uma balança semianalítica 4,8 g de sulfato de cobre (II) penta-hidratado e registar a massa rigorosamente avaliada na balança;
- Reduzir a pó fino, num almofariz, o sólido pesado;



- Numa *hotte* ou local ventilado, diluir 8 mL de amoníaco a 25% (m/m) com 5 mL de água destilada num copo de 100 mL;

14. Transferir o pó para o copo utilizado no ponto 12;



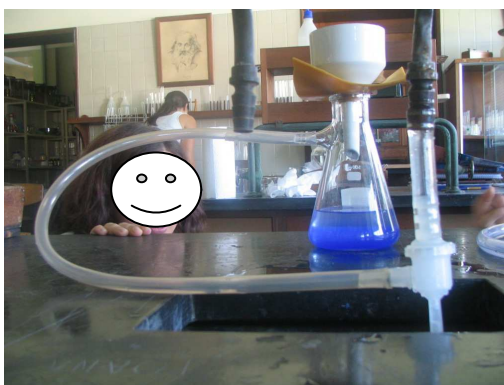
15. A mistura deve ser agitada suavemente até total dissolução do sulfato de cobre;
16. Adicionar cerca de 8 mL de álcool etílico a 96% (V/V), sem agitação, e registrar o que se observa;



17. Para maior rendimento da precipitação, cobrir o copo com vidro de relógio ou parafilme. Deixar a mistura em repouso até à aula seguinte;



18. Decantar a solução sobrenadante tendo o cuidado de não perder precipitado;
19. Adaptar um funil de Büchner a um kitasato, colocando no fundo um papel de filtro que se deve molhar para melhorar a aderência;
20. Segurar o funil com uma garra fazendo o vazio no kitasato e transferir a mistura que ficou no copo;



21. Lavar duas vezes o precipitado recolhido com pequenas porções de etanol frio e deixar passar ar através do sólido durante 5-10 minutos;



22. Para melhor secar os cristais, com a ajuda de uma espátula transferir para um círculo de papel de filtro e comprimir. Colocar numa estufa durante 10 a 15 minutos;
23. Pesar os cristais, registando a massa, e guardar.



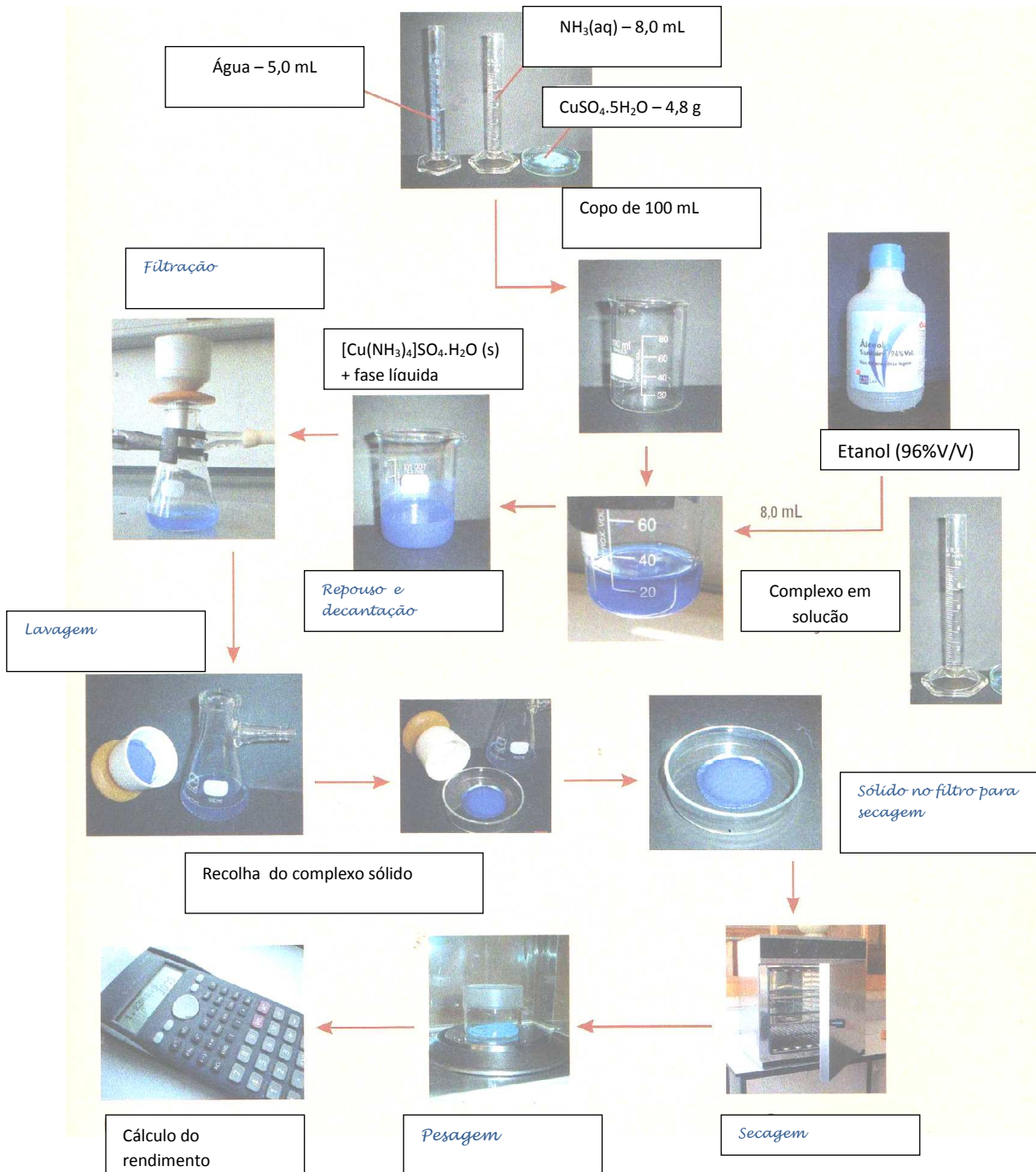
Material e Reagentes

24. Seleccionar os materiais e reagentes a utilizar, tendo em conta o procedimento experimental fornecido.

Material e Equipamento	Reagentes
<i>Almofariz com pilão</i>	<i>Água destilada</i>
<i>Balança semianalítica</i>	<i>Álcool etílico a 96%</i>
<i>Copo de 100 ml</i>	<i>Amoníaco a 25% m/m</i>
<i>Funil de Büchner</i>	<i>Sulfato de cobre penta-hidratado</i>
<i>Kitasato</i>	
<i>Papel de filtro</i>	
<i>Proveta de 10 ml</i>	
<i>Proveta de 100 ml</i>	
<i>Vareta de vidro</i>	
<i>Vidro de relógio ou parafilme</i>	

Síntese

25. Completar o diagrama sequencial das operações realizadas:



Registo e Análise de Resultados

26. Determinar o reagente limitante.



$$M_{(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = 249,71 \text{ g}$$

$$m_{(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \text{ usada})} = 4,89 \text{ g}, \text{ que correspondem aproximadamente a } 0,02 \text{ mol}$$

$$(n = m/M \quad n = 4,89/249,71)$$

$$M_{(\text{NH}_3)} = 17 \text{ g/mol}$$

$$\rho_{(\text{NH}_3)} = 0,9101 \text{ g/mL}$$

$$\rho = m/V \Leftrightarrow 0,9101 = m/8 \Leftrightarrow m = 0,9101 \times 8 \Leftrightarrow m = 7,2808 \text{ g de NH}_3$$

mas como o NH₃ está a 25%, na realidade temos 1,388g de NH₃.

$$100 \text{ g solução} \dots\dots\dots 7,2808 \text{ g NH}_3$$

$$25 \text{ g solução} \dots\dots\dots x \text{ g NH}_3$$

X = 1,8202gNH₃, que corresponde a:

$$n_{(\text{NH}_3)} = m/M \quad n_{(\text{NH}_3)} = 1,8202/17 \quad n_{(\text{NH}_3)} = 0,107 \text{ mol NH}_3$$

Pela estequiometria da reacção temos que:

$$1 \text{ mol CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \dots\dots\dots 4 \text{ mol NH}_3$$

Então

$$x \text{ mol CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \dots\dots\dots 0,107 \text{ mol NH}_3$$

$$x = 0,02675 \text{ mol NH}_3$$

1 mol de CuSO₄.5H₂O precisa de 4 mol de NH₃ para reagir. Se temos 0,107 mol de NH₃, precisamos de 0,02675 mol de CuSO₄.5H₂O NH₃, mas na verdade temos 0,019 mol de CuSO₄.5H₂O. Concluimos assim que o reagente limitante é o CuSO₄.5H₂O.

27. Após a realização da actividade experimental, é necessário efectuar o tratamento dos dados experimentais.

	<i>Medições</i>	<i>Observações</i>
MASSAS (g)	m(CuSO ₄ .5H ₂ O)	(4,8± 0,1) g
	m(papel de filtro e caixa de Petri)	(35,56± 0,1) g
	m(papel de filtro, caixa de Petri e [Cu(NH ₃) ₄ SO ₄ .H ₂ O])	(38,44± 0,1) g
VOLUMES (cm³)	V (NH ₃) a 25%	(8,00± 0,05) mL
	V(H ₂ O)	(5,00± 0,05) mL
	V (C ₂ H ₅ OH a 96%)	(8,00± 0,05) mL
	V(C ₂ H ₅ OH a 96%) (lavagem)	(10,00± 0,05) mL

- *Cálculo da quantidade de substância de CuSO₄.5H₂O*

$$Ar_{(Cu)} = 63,55$$

$$Ar_{(S)} = 32,06$$

$$Ar_{(O)} = 16,00$$

$$Ar_{(H)} = 1,01$$

$$M_{(CuSO_4 \cdot 5H_2O)} = 63,55 + 32,06 + (16,00 \times 4) + (1,01 \times 10) + (16,00 \times 5) =$$

$$249,71 \text{ g/mol}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{4,89}{249,71} \approx 0,02 \text{ mol}$$

- *Cálculo da massa dos cristais obtidos*

$$(m_1) \rightarrow \text{Papel de filtro} + \text{caixa de Petri} = 35,56 \text{ g}$$

$$(m_2) \rightarrow \text{Papel de filtro} + \text{caixa de Petri} + \text{cristais} = 38,44 \text{ g (dia 26/02/2010)}$$

$$m_{\text{cristais}} = m_2 - m_1 = 38,44 - 35,56 = 2,88 \text{ g}$$

- *Cálculo da quantidade de substância de cristal obtidas*

$$Ar_{(\text{Cu})} = 63,55$$

$$Ar_{(\text{S})} = 32,06$$

$$Ar_{(\text{O})} = 16,00$$

$$Ar_{(\text{H})} = 1,01$$

$$Ar_{(\text{N})} = 14,01$$

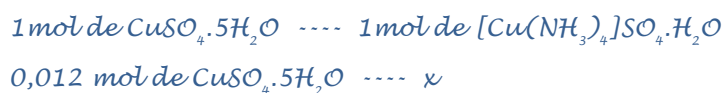
$$m = 2,88 \text{ g}$$

$$M_{([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O})} = 63,55 + (4 \times 14,01) + (12 \times 1,01) + 32,06 + (4 \times 16,00) + (2 \times 1,01) + 16,00 \\ = 245,79 \text{ g mol}^{-1}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{2,88}{245,79} = 0,012 \text{ mol}$$

- *Cálculo da quantidade de substância prevista teoricamente.*

Pela estequiometria da reacção:



$$x = 0,012 \text{ mol de } [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$$

- *Cálculo do rendimento*

$$\eta = \frac{n_{obtido}}{n_{teorico}} \times 100 \Leftrightarrow \eta = \frac{0,012}{0,02} \times 100 \Leftrightarrow \eta = 60\%$$

Discussão dos resultados

28. Não te esqueças de justificar os seguintes procedimentos, terminando com uma reflexão sobre o valor do rendimento obtido:
- Os cristais de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ foram moídos .
 - Lavaram-se os cristais obtidos com álcool etílico.
 - Utilizou-se a filtração a pressão reduzida.
 - Utilizou-se a própria filtração por sucção para secar os cristais.
- *Os cristais são moídos para que se dissolvam mais facilmente (aumento da superfície da área de contacto). O aumento do estado da divisão aumenta também a rapidez da reacção de síntese.*
 - *Os cristais são lavados com álcool etílico, pois este não dissolve os cristais de sulfato de tetraminocobre (II) mono-hidratado.*
 - *Utiliza-se a filtração a pressão reduzida para retirar água de sais hidratados, quando existem grandes quantidades de sólido e para uma filtração mais rápida.*
 - *Esta filtração tem a vantagem de simultaneamente secar os cristais (sucção), podendo também serem secos por exposição ao ar durante um intervalo de tempo moderado (dez a vinte minutos).*
 - *O valor obtido para o rendimento pode estar afectado dos seguintes factores:*
 - *Erros inerentes à medição da massa na balança semi-analítica.*
 - *Erros de paralaxe inerentes à leitura dos volumes.*
 - *Perda de cristais durante a filtração.*
 - *Secagem incorrecta do composto obtido (tempo utilizado).*

Informação

Se o resultado do rendimento tivesse sido da ordem dos noventa por cento, provavelmente os alunos ter-se-iam empenhado em realizar um trabalho muito rigoroso e que os reagentes fossem quase puros. Mas como perderam uma parte dos cristais durante a filtração, o rendimento não deveria ter sido tão elevado, o que leva a supor que tenham cometido o erro de considerarem o produto da reacção seco, no momento de medirem a massa final, e não estar completamente seco, medindo assim uma massa superior à do produto obtido.