

**PROGRAMA NACIONAL  
OLIMPÍADAS DE QUÍMICA**

# **CADERNO DE RESPOSTAS**

Nome:	
e-mail:	
Sigilo:	

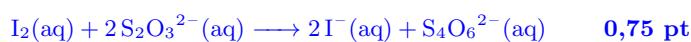
**Problema 1: Titulação REDOX****35 pontos**

1.1. (3 Pontos)

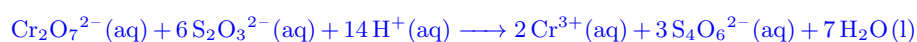
**Resolução:**

$$\frac{n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})}{n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})} = \frac{1}{6} \quad \mathbf{1 \text{ pt}}$$

Equações:

**0,75 pt**

Equação global da titulação

**0,5 pt**

Obs: como existe  $\text{I}^-$  em excesso no sistema, o aluno pode também representar  $\text{I}_2$  como  $\text{I}_3^-$

1.2. (6 Pontos)

**Resolução: Amostra 1:**

$$m = 0,070 \text{ g}$$

$$n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} = \frac{0,070 \text{ g}}{294,0 \text{ g mol}^{-1}} = 2,38 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}} = 6 \times n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} = 1,43 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$V = 14,7 \text{ mL}$$

$$[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}] = \frac{0,00 \text{ mol}}{0,0 \text{ mol L}^{-1}} = 0,0972 \text{ mol L}^{-1}$$

Amostra 2:

$$m = 0,072 \text{ g}$$

$$n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} = \frac{0,072 \text{ g}}{294,0 \text{ g mol}^{-1}} = 2,45 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}} = 6 \times n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} = 1,47 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$V = 15,1 \text{ mL}$$

$$[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}] = \frac{1,47 \times 10^{-3} \text{ mol}}{1,51 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}} = 0,0980 \text{ mol L}^{-1}$$

Logo

$$[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}] = \frac{0,0972 + 0,0980}{2} = 0,098 \text{ mol L}^{-1}$$

Obs: não será descontado ponto por erro de algarismo significativo

2,5 pontos por amostra, sendo 0,5 ponto por leitura do volume, 0,5 pelo número de mols de tiosulfato e 1,5 ponto para a concentração final.

Mais 1 ponto pela concentração final (media das duas amostras)

## 1.3. (3 Pontos)

**Resolução:**

$$\frac{n(\text{Cl}_2)}{n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})} = \frac{1}{2}$$

Equações:



Equação global

Obs: como existe  $\text{I}^-$  em excesso no sistema, o aluno pode também representar  $\text{I}_2$  como  $\text{I}_3^-$ 

## 1.4. (6 Pontos)

**Resolução:**

$$m_{\text{agua\_sanitaria}} = 10,114 \text{ g}$$

$$V_{\text{agua\_sanitaria}} = 10,00 \text{ mL}$$

$$d_{\text{agua\_sanitaria}} = 1,0114 \text{ g mL}^{-1}$$

Os dois volumes foram 12,1 mL  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  (**1 pt**)

$$n_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}} = 1,21 \times 10^{-2} \text{ L} \times 0,098 \text{ mol L}^{-1} = 1,1858 \text{ mol de } \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \quad \mathbf{1 \text{ pt}}$$

$$\frac{n_{\text{Cl}_2}}{n_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}}} = \frac{1}{2}$$

$$n_{\text{Cl}_2} = 5,929 \times 10^{-4} \text{ mol de } \text{Cl}_2 \text{ em } 25 \text{ mL de solução diluída } \mathbf{0,5 \text{ pt}}$$

No balão de 100 mL existem  $2,3716 \times 10^{-3}$  mol de  $\text{Cl}_2$  **1 pt**

Concentração na água sanitária

$$[\text{Cl}_2] = \frac{2,3716 \times 10^{-3} \text{ mol}}{0,010 \text{ L}} = 0,2372 \text{ mol L}^{-1} = 16,817 \text{ g L}^{-1}$$

Teor:

$$\frac{16,817 \text{ g de Cl}_2}{1011,4 \text{ g de água sanitária}} = 16,6 \text{ mg g}^{-1} \quad \mathbf{1 \text{ pt}}$$

Porcentagem = 1,66% **1 pt**

1.5. (1 Ponto)

**Houve adulteração**

Não houve adulteração

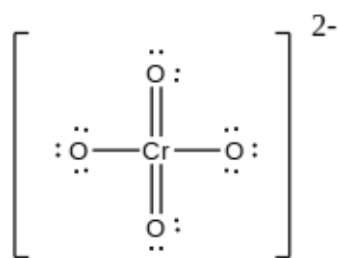
1.6. (2 Pontos)

**Resolução:** Dicromato foi usado para padronizar a solução de tiosulfato e sua massa exata é necessária para a determinação precisa da concentração da solução. Já o iodeto é utilizado para a geração in situ do iodo que é gerado e consumido e, portanto, não necessita de uma massa exata, devendo ser usada em excesso.

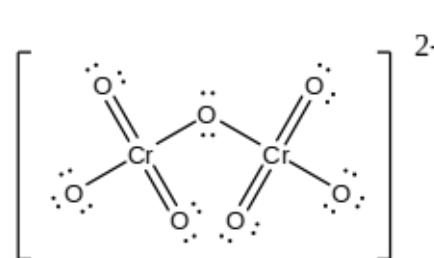
1.7. (4 Pontos)

**Resolução:**

Cromato



Dicromato



1.8. (4 Pontos)

**Resolução:**

Motivo 1:

O dicromato é um padrão primário podendo ser usado seco, não sendo higroscópico, não perde massa durante a pesagem

Motivo 2:

Já o Iodo perde massa durante a pesagem devido à sua alta pressão de vapor além de não ser fotoestável.

Obs: basta o aluno colocar 2 motivos. Quaisquer outros motivos conceitualmente

corretos serão pontuados (2 pts por motivo).

1.9. (2 Pontos)

**Resolução:** Evitar contaminação. Caso a bureta esteja molhada, evita a diluição da solução.

1.10. (2 Pontos)

**Resolução:** O importante é a massa de padrão. O volume da solução não interfere nos resultados, podendo-se usar um volume aproximado.

1.11. (2 Pontos)

**Resolução:** Acidificar o meio evitando a formação de hipoclorito. (qualquer resposta conceitualmente correta sobre a acidificação do meio será aceita)

**Problema 2: Cromatografia em coluna****35 pontos**

2.1. (4 Pontos)

**Resolução: Beta-caroteno:** hexano**Clorofila:** acetona**Pontuação**

2 pontos para cada indicação correta.

2.2. (2 Pontos)

**Resolução:** Se uma coluna mais curta fosse utilizada na cromatografia em questão, haveria uma diminuição da resolução da coluna, ou seja, diminuiria a capacidade de separação dos analitos, uma vez que teríamos um menor número de interações entre estes e as fases móvel e estacionária.

**Pontuação**

As respostas serão avaliadas.

Respostas incompletas = 1 ponto.

2.3. (2 Pontos)

**Resolução:** Um empacotamento eficiente da coluna irá prevenir o aparecimento de rachaduras e/ou regiões sem o material da fase estacionária de onde podem acumular-se quantidades do analito e da fase móvel, assim prejudicando a separação.

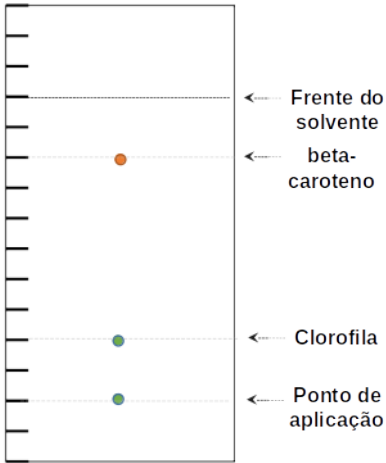
**Pontuação**

As respostas serão avaliadas.

Respostas incompletas = 1 ponto.

## 2.4. (6 Pontos)

**Resolução:**



**Pontuação**

2 pontos para cada indicação correta (clorofila, beta-caroteno e frente do solvente)  
Caso o ponto de aplicação tenha sido colocado em local diferente serão observadas as proporções entre os pontos indicados na figura.

## 2.5. (3 Pontos)

**Resolução:**

1:	Béquer
2:	Funil de haste longa
3:	Erlenmeyer
4:	Pipeta de Pasteur
5:	Pistilo
6:	Almofariz ou graal
7:	Coluna cromatográfica

**Pontuação**

0,5 ponto para cada indicação correta limitada ao total de 3 pontos.

## 2.6. (2 Pontos)

**Resolução:**

Não, pois não é necessária uma medida precisa do volume de água a ser utilizado.

**Pontuação**

As respostas serão avaliadas.  
Respostas incompletas = 1 ponto.

## 2.7. (4 Pontos)

**Resolução:**

Não, pois as ligações duplas e simples alternadas estão em ressonância.

**Pontuação**

As respostas serão avaliadas.

Respostas incompletas = 1 ponto.

2.8. (4 Pontos)

**Resolução:**

1:	E
2:	E
3:	E
4:	E
5:	E
6:	E
7:	E

**Pontuação**

0,5 ponto para cada indicação correta limitada ao total de 3 pontos.

2.9. (2 Pontos)

**Resolução:**

Aldeído, imina, éster e cetona.

**Pontuação** 0,5 pontos por função indicada. Funções que porventura venham a ser indicadas e não estejam presentes no composto serão penalizadas em 0,25 ponto cada.

2.10. (6 Pontos)

**Resolução:** Uma vez que o espectro mostrado apresenta picos de absorção com máximo próximo de 450 nm, pode ser dito que a substância referente a ele tem forte absorção da luz visível azul refletindo a cor complementar laranja. Essa cor corresponde àquela observada para o beta-caroteno.

**Pontuação**

As respostas serão avaliadas. Impossível observar critério de pontuação parcial antes da correção nesse caso.



**Problema 3: Determinação da pureza de Mg****30 pontos**

## 3.1. (6 Pontos)

**Resolução:** Seja  $P$  a pressão da mistura gasosa dentro da proveta acima da coluna de água, e  $P_{col}$  a pressão devido ao peso da coluna de água, no equilíbrio a soma ( $P + P_{col}$ ) é igual à pressão atmosférica, assim:

$$P + P_{col} = 101,3 \text{ kPa}$$

mas

$$P_{col} = \rho gh$$

em que  $\rho$  é a densidade da água,  $g$  é a aceleração da gravidade e  $h$  é a altura da coluna de água (usando todos os valores no sistema internacional de unidades e dividindo por 1000, obtemos a pressão em kPa). Dessa forma

$$P_{col} = \rho gh = 1000 \text{ kg m}^{-3} \times 10 \text{ m s}^{-2} \times 0,071 \text{ m} = 710 \text{ Pa} = 0,71 \text{ kPa}$$

Logo, a pressão da mistura gasosa será:

$$P = 101,3 \text{ kPa} - 0,71 \text{ kPa} = 100,59 \text{ kPa}$$

e a fração em mols de água será

$$x_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{2,8}{100,59} = 0,0278 \quad \text{ou} \quad 2,78\%$$

e a fração em mols do gás hidrogênio  $x_{\text{H}_2} = 97,22\%$

**Pontuação**

Calcular pressão devido à coluna de água = +1 ponto

Calcular a pressão total da mistura gasosa = +1 ponto

Calcular apenas uma fração em mol = + 2 pontos

Erros nas unidades = - 1 ponto por erro

Aproximações serão avaliadas

## 3.2. (2 Pontos)

**Resolução:** Ao final da reação a pressão dentro da proveta é decorrente do gás formado e o vapor d'água, porém uma vez que há um desnível entre as superfícies na solução dentro e fora da proveta, significa que a pressão da mistura gasosa é menor do que a pressão atmosférica. Portanto, devemos medir a coluna de água para computar o valor de pressão desta, somar à pressão da mistura gasosa e igualar à pressão atmosférica.

**Pontuação**

As respostas serão avaliadas.  
Respostas incompletas = 1 ponto.

## 3.3. (4 Pontos)

**Resolução:**  $\text{Mg(s)} + 2\text{HCl(aq)} \longrightarrow \text{MgCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$

**Pontuação**

Reações mostrando de forma apropriada substâncias na forma iônica, serão consideradas.

Será descontado 1 ponto por erro nas fases de agregação.

## 3.4. (8 Pontos)

**Resolução:** A pressão do  $\text{H}_2\text{(g)}$  é:

$$P_{\text{H}_2} = x_{\text{H}_2} \times P$$

$$P_{\text{H}_2} = 0,09722 \times 100,59 \text{ kPa} = 9,779 \text{ kPa}$$

Usando a equação dos gases ideais e as transformações de unidades necessárias:

$$9,779 \times 10^4 \text{ Pa} \times 6,4 \times 10^{-2} \text{ L} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} = n \times 8,3145 \text{ m}^3 \text{ Pa K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 297,15 \text{ K}$$

$$n = 2,53 \times 10^{-3} \text{ mol de H}_2\text{(g)}$$

Pela estequiometria da reação, a quantidade de matéria de magnésio é:

$$n = 2,53 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

e portanto sua massa é

$$m = 2,53 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 24,31 \text{ g mol}^{-1} = 0,0616 \text{ g de magnésio}$$

Logo a pureza será:

$$p = \frac{0,0616 \text{ g}}{0,070 \text{ g}} = 0,8798 = 87,98\% \text{ ou } 88\%$$

**Pontuação**

Calcular pressão do hidrogênio = + 2 pontos

Calcular o número de mols do hidrogênio ou magnésio = + 2 pontos

Calcular a massa de magnésio = + 2 pontos

Calcular a pureza = + 2 pontos

Aproximações serão avaliadas

## 3.5. (2 Pontos)

**Resolução:** Observa-se que os metais Estanho, Níquel, Cobalto, Cádmio, Ferro e Crômio possuem potencial padrão de redução menor do que aquele do hidrogênio (EPH - eletrodo padrão de hidrogênio - referência). Dessa forma, na presença de solução ácida, os metais citados podem oxidar, provocando a redução do hidrogênio e assim apresentando a evolução desse gás num experimento semelhante ao que foi mostrado no vídeo.

**Pontuação**

As respostas serão avaliadas.

Respostas incompletas = 1 ponto.

## 3.6. (8 Pontos)

**Resolução:** Nesta liga metálica apenas o metal zinco reagiria.



Com os mesmos dados do experimento temos:

$$n_{\text{Zn}} = 2,53 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$m_{\text{Zn}} = 2,53 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 65,38 \text{ g mol}^{-1} = 0,165 \text{ g}$$

$$m_{\text{Cu}} = 0,650 \text{ g} - 0,165 \text{ g} = 0,485 \text{ g}$$

$$n_{\text{Cu}} = \frac{0,485 \text{ g}}{63,55 \text{ g mol}^{-1}} = 7,62 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

Logo reduzindo a proporção 0,00253:0,00762 para os menores inteiros, temos 1:3 e a fórmula será  $\text{ZnCu}_3$ .

Calculando as porcentagens a partir das massas: %Zn = 25,4% e %Cu = 74,6%.

**Pontuação**

Calcular o número de mols do Zinco = + 2 pontos

Calcular a massa do Zinco e do Cobre = + 2 pontos

Expressar a fórmula corretamente = + 2 pontos

Erros na fórmula desconta 1 ponto por erro

Expressar corretamente as porcentagens = + 2 pontos