

# Química Analítica

## Aula 1-7

Revisão

Prof. Jan Schripsema

(jan@uenf.br)



# Prova 1

1. Faça os seguintes cálculos, expressando as respostas em notação científica, arredondando para o número correto de algarismos significativos. Todos os valores são medidas.

a.  $(143,7) \times (84,7 \times 10^{16})$

c.  $822 / 0,028$

e.  $(3,53 / 0,084) - (14,8 \times 0,046)$

b.  $(8,42 \times 10^{-7}) \times (3,211 \times 10^{-19})$

d.  $(42,003 \times 10^5) - (3,25 \times 10^3)$

f.  $[(3,125 \times 10^{-6}) + (5,127 \times 10^{-5})] \times (6,72 \times 10^8)$

2. Faça as seguintes conversões:

a. 140 cm para m

b. 2800 mm para m

c.  $185 \text{ cm}^3$  para  $\text{dm}^3$

d. 18 g para kg

e. 322 km para cm

f.  $45 \text{ m s}^{-1}$  para  $\text{km h}^{-1}$

g.  $1 \text{ km}^3$  para  $\text{m}^3$

h.  $72 \text{ km h}^{-1}$  para  $\text{mm s}^{-1}$



# Prova 1

## Questão 1

a.  $(143,7) (4 \text{ AS}) \times (84,7 \times 10^{16}) (3 \text{ AS}) = 12,17139 \times 10^{19} = 12,2 \times 10^{19} (3 \text{ AS})$

b.  $(8,42 \times 10^{-7}) (3 \text{ AS}) \times (3,211 \times 10^{-19}) (4 \text{ AS}) = 27,03662 \times 10^{-26} = 27,0 \times 10^{-26} (3 \text{ AS})$

c.  $822 (3 \text{ AS}) / 0,028 (2 \text{ AS}) = 29357,143 = 2,9 \times 10^4 (2 \text{ AS})$

d.  $(42,003 \times 10^5) (\pm 0,001 \times 10^5) - (3,25 \times 10^3) (\pm 0,01 \times 10^3 = \pm 0,0001 \times 10^5) = 4197050 = 41,971 \times 10^5 (\pm 0,001 \times 10^5)$

e.  $(3,53 (3 \text{ AS}) / 0,084 (2 \text{ AS})) - (14,8 (3 \text{ AS}) \times 0,046 (2 \text{ AS})) = 42,02381 (2 \text{ AS}) (\pm 1) - 0,6808 (2 \text{ AS}) (\pm 0,01) = 41 (\pm 1).$

f.  $[(3,125 \times 10^{-6} (\pm 0,001 \times 10^{-6})) + (5,127 \times 10^{-5} (\pm 0,001 \times 10^{-5}))] \times (6,72 \times 10^8 (3 \text{ AS})) = 5,4395 \times 10^{-5} (\pm 0,001 \times 10^{-5}) (4 \text{ AS}) \times 6,72 \times 10^8 (3 \text{ AS}) = 36,55344 \times 10^3 = 36,6 \times 10^3 (3 \text{ AS})$



## Questão 2

- a. 140 cm para m = 1,40 m (3 AS)
- b. 2800 mm para m = 2,800 m (4 AS)
- c. 185 cm<sup>3</sup> para dm<sup>3</sup> = 0,185 dm<sup>3</sup> (3 AS)
- d. 18 g para kg = 0,018 kg (2 AS)
- e. 322 km para cm = 3,22 X 10<sup>7</sup> cm (3 AS)
- f. 45 m s<sup>-1</sup> para km h<sup>-1</sup> = 0,045 km s<sup>-1</sup> = 0,045 x 3600 km h<sup>-1</sup> = 162 km h<sup>-1</sup> = 1,6 x 10<sup>2</sup> km h<sup>-1</sup> (2 AS)
- g. 1 km<sup>3</sup> para m<sup>3</sup> = 1 x 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> (1 AS)
- h. 72 km h<sup>-1</sup> para mm s<sup>-1</sup> = 72 x 10<sup>6</sup> mm h<sup>-1</sup> = 72 x 10<sup>6</sup> /3600 mm s<sup>-1</sup> = 2,0 x 10<sup>4</sup> mm s<sup>-1</sup> (2 AS)



# Prova 2

**Fazer em casa. Escrever a mão e enviar fotografia da prova antes da próxima aula. Indicar como os cálculos são feitos (algarismos significativos / incerteza absoluta).**

Descreve com suas próprias palavras os seguintes conceitos:

- a. Algarismos significativos
- b. Balança analítica
- c. Desvio padrão
- d. Pipeta de Mohr
- e. Bureta
- f. Balão volumétrico
- g. Erro aleatório
- h. Erro sistemático
- i. Distribuição normal



# Prova 3

Considere o conjunto de valores das seguintes pesagens:

A	B	C	D	E
16,40	0,888	35,64	0,1006	0,0765
16,36	0,889	35,80	0,0991	0,0761
16,26	0,904	35,59	0,1010	0,0747
16,34		35,57	0,0997	0,0745
			0,0999	

- Calcule a média e desvio padrão para as amostras A, B e C da tabela acima.
- Comente qual das amostras mostrou o resultado mais preciso e por que?
- Se o peso esperado para a amostra C é 38,50, o que podemos dizer dos resultados obtidos? Explique.
- Considere que as amostras D e E são pesagens feitas de uma mesma amostra, mas por laboratórios diferentes. O resultado esperado era 70 mg. Diga qual o laboratório mais exato e quais erros sistemáticos podem ter sido cometidos no caso do laboratório inexato.



# Prova 3

Considere o conjunto de valores das seguintes pesagens:

A	B	C	D	E
16,40	0,888	35,64	0,1006	0,0765
16,36	0,889	35,80	0,0991	0,0761
16,26	0,904	35,59	0,1010	0,0747
16,34		35,57	0,0997	0,0745
			0,0999	

a) Calcule a média e desvio padrão para as amostras A, B e C da tabela acima.

Média

16.34

Desv. Pad.

0.058878

0.05099

Média

0.894

Desv. Pad.

0.008963

0.007318

Média

35.65

Desv. Pad.

0.104243

0.090277

b) Comente qual das amostras mostrou o resultado mais preciso e por que?

A. 3.60% B. 1.00% C. 2.92%



# Prova 3

Considere o conjunto de valores das seguintes pesagens:

A	B	C	D	E
16,40	0,888	35,64	0,1006	0,0765
16,36	0,889	35,80	0,0991	0,0761
16,26	0,904	35,59	0,1010	0,0747
16,34		35,57	0,0997	0,0745
			0,0999	

- a) Calcule a média e desvio padrão para as amostras A, B e C da tabela acima.  
b) Comente qual das amostras mostrou o resultado mais preciso e por que?

Média

Média

Média

16.34

0.894

35.65

Desv. Pad.

Desv. Pad.

Desv. Pad.

0.058878

0.008963

0.104243

0.05099

0.007318

0.090277



# Prova 3

Considere o conjunto de valores das seguintes pesagens:

A	B	C	D	E
16,40	0,888	35,64	0,1006	0,0765
16,36	0,889	35,80	0,0991	0,0761
16,26	0,904	35,59	0,1010	0,0747
16,34		35,57	0,0997	0,0745
			0,0999	

- Calcule a média e desvio padrão para as amostras A, B e C da tabela acima.
- Comente qual das amostras mostrou o resultado mais preciso e por que?
- Se o peso esperado para a amostra C é 38,50, o que podemos dizer dos resultados obtidos?  
Explique.

Precisão boa, exatidão ruim.

Erro sistemático



# Prova 3

Considere o conjunto de valores das seguintes pesagens:

A	B	C	D	E
16,40	0,888	35,64	0,1006	0,0765
16,36	0,889	35,80	0,0991	0,0761
16,26	0,904	35,59	0,1010	0,0747
16,34		35,57	0,0997	0,0745
			0,0999	

Média D : 0.1001, desv. pad. 0.000750

Média E : 0.0755, desv. pad. 0.000998

- d) Considere que as amostras D e E são pesagens feitas de uma mesma amostra, mas por laboratórios diferentes. O resultado esperado era 70 mg. Diga qual o laboratório mais exato e quais erros sistemáticos podem ter sido cometidos no caso do laboratório inexato.



# Prova 4

Um soluto, S, tem uma razão de distribuição entre água e éter igual a 7,5. Calcule a eficiência de extração de uma alíquota de 50 mL de uma solução aquosa com 50 mL de éter com

- (a) uma porção de 50 mL;
- (b) duas porções de 25 mL cada;
- (c) 4 porções de 12,5 mL cada;
- (d) cinco porções de 10 mL cada.

Baseado nos resultados obtidos nos itens acima discuta a eficiência das extrações múltiplas frente a extração simples.



# Prova 4

a) uma porção de 50 mL

Extração 50 mL água com 50 mL éter.

$$K = C_{\text{éter}}/C_{\text{água}} = (Q_{\text{éter}}/V_{\text{éter}})/(Q_{\text{água}}/V_{\text{água}})$$

$$V_{\text{éter}} = V_{\text{água}} \rightarrow K = Q_{\text{éter}}/Q_{\text{água}}$$

$$\text{Se } Q_{\text{orig}} = 1 \quad K = X/(1-x)$$

$$7,5 = x / (1-x) \rightarrow 7,5 - 7,5X = x \rightarrow 7,5 = 8,5 X \rightarrow x = 7,5/8,5 = 0,8824$$

$$1 - 0,8824 = 0,1176$$

Extraído – 88%

b) duas porções de 25 mL cada

Extraído 1 = 78,95 %

Extraído 2 = 16,6 %

Total = 95,6%



# Prova 4

c) 4 porções de 12,5 mL cada

1 – 65,22 %

2 – 22,69 % total : 87,91 %

3 – 7,89 % total : 95,80 %

4 – 2,74 % .. total : 98,54 %

d) cinco porções de 10 mL cada

1 – 60 %

2 – 24 % total: 84 %

3 – 9,6 % total: 93,6 %

4 – 3,84 % total: 97,44 %

5 – 1,54 % total: 98,98 %



# Prova 5

- Qual o pH de uma solução contendo 1M HCl.
  - Qual o pH de uma solução contendo 1M NaOH.
- Uma solução 0,25 M de um ácido fraco monoprotico tem um pH = 2,35. Qual o  $K_a$  deste ácido?
- Calcula o pH durante a titulação de 25,00 cm<sup>3</sup> de HCl 0,10 M com uma solução de NaOH 0,10 M depois adição de:  
a. 0,00 cm<sup>3</sup>                      b. 15,00 cm<sup>3</sup>                      c. 24,99 cm<sup>3</sup>                      d. 30,00 cm<sup>3</sup>



# Prova 5

1. a. Qual o pH de uma solução contendo 1M HCl.  
b. Qual o pH de uma solução contendo 1M NaOH.

a. pH de uma solução contendo 1M HCl.

pH 0,00

b. pH de uma solução contendo 1M NaOH.

pOH = 0

pH = 14 – pOH = 14



# Prova 5

2. Uma solução 0,25 M de um ácido fraco monoprotico tem um pH = 2,35.  
Qual o  $K_a$  deste ácido?

$$K_a = ([H] \times [B^-]) / [HB]$$

Acido fraco :  $[HB] = 0,25 \text{ M}$

$$[H] = [B^-] = 10^{-2,35}, \quad K_a = [H]^2 / 0,25$$

$$\rightarrow K_a = 2,00 \times 10^{-5} / 0,25 = 7,98 \times 10^{-5}$$



# Prova 5

3. Calcula o pH durante a titulação de 25,00 cm<sup>3</sup> de HCl 0,10 M com uma solução de NaOH 0,10 M depois adição de:

0,00 cm<sup>3</sup>

b. 15,00 cm<sup>3</sup>

c. 24,99 cm<sup>3</sup>

d. 30,00 cm<sup>3</sup>

pH 1,00

pH 1,60

pH 4,70

pH 11,96

sobrou 1,0 mmol agora em 40 ml = 0,025 M → pH = 1,60

sobrou 0,001 mmol agora em 49,99 ml = 0,00002 M → pH 4,70

sobrou nada, excesso 5 cm<sup>3</sup> de NaOH 0,10 M, 0,5 mmol em 55 ml → pOH = 2,04 → pH 11,96



# Prova 6

1. O ácido benzoico extraído de 106,3 g de molho de tomate foi titulado com 14,76 mL de solução 0,05250 mol/L de NaOH. Determine a porcentagem em termos de benzoato de sódio (144,10 g/mol).

2. Uma amostra de 50,0 mL de um vinho branco requer 21,48 mL de uma solução 0,03776 mol/L de NaOH para alcançar o ponto final com fenolftaleína. Determine a acidez do vinho em termos de % m/v de ácido tartárico ( $\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$  – MM = 150,09 g/mol).

3. Considere a titulação de 10,0 mL de uma solução de ácido acetilsalicílico (AAS) 0,200 mol L<sup>-1</sup> com NaOH 0,200 mol L<sup>-1</sup>. Calcule o pH da solução após a adição dos seguintes volumes de titulante: DADOS:  $K_a\text{AAS} = 3,16 \times 10^{-4}$ .

a) 0,0 mL

b) 5,0 mL

c) 9,9 mL

d) 10,0 mL

e) 10,01 mL

f) 15,0 mL



# Prova 6

1. O ácido benzoico extraído de 106,3 g de molho de tomate foram titulados com 14,76 mL de solução 0,05250 mol/L de NaOH. Determine a porcentagem em termos de benzoato de sódio (144,10 g/mol).

14,76 mL de solução 0,05250 mol/L de NaOH contem 0,7749 mmol de NaOH.

Reage com uma igual quantidade de ácido benzoico:

$$0,7749 \text{ mmol} = 0,7749 \times 144,10 = 111,66 \text{ mg}$$

$$\text{Porcentagem} = 0,11166 \text{ g} / 106,3 \text{ g} \times 100 \% = 0,1050 \%$$



# Prova 6

2. Uma amostra de 50,0 mL de um vinho branco requer 21,48 mL de uma solução 0,03776 mol/L de NaOH para alcançar o ponto final com fenolftaleína. Determine a acidez do vinho em termos de % m/v de ácido tartárico ( $\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$  – MM = 150,09 g/mol).

21,48 mL de uma solução 0,03776 mol/L de NaOH contem 0,81108 mmol de NaOH.

Ácido tartárico é um ácido bivalente –

0,81108 mmol de NaOH neutralize  $0,81108/2 = 0,40554$  mmol do ácido.

0,40554 mmol do ácido = 60,869 mg de ácido tartárico.

**Porcentagem : 121,74 mg/100 mL = 0,122 % m/v de  $\text{H}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_6$**



# Prova 6

3. Considere a titulação de 10,0 mL de uma solução de ácido acetilsalicílico (AAS) 0,200 mol L<sup>-1</sup> com NaOH 0,200 mol L<sup>-1</sup>. Calcule o pH da solução após a adição dos seguintes volumes de titulante: DADOS:  $K_a\text{AAS} = 3,16 \times 10^{-4}$ .

a) 0,0 mL

b) 5,0 mL

c) 9,9 mL

d) 10,0 mL

e) 10,01 mL

f) 15,0 mL

a)  $K_a = ([H] \times [B^-]) / [HB] = 3,16 \times 10^{-4} \rightarrow K_a = [H]^2 / 0,200 \rightarrow [H] = 0,007950 \rightarrow \text{pH} = 2,10$

b)  $\text{pH} = \text{p}K_a + \log [B^-] / [HB] = 3,50 + \log (1) = 3,50$

c)  $\text{pH} = \text{p}K_a + \log [B^-] / [HB] = 3,50 + \log (100) = 5,50$

d)  $\text{pH} = 8,30$

e)  $\text{pH} = 10,10$

f)  $\text{pH} = 12,80$



# Prova 7

1. O crómio (III) reage lentamente com o EDTA, sendo por isso determinado recorrendo a uma titulação de retorno. Uma preparação farmacêutica contendo crómio(III) foi analisada por tratamento de 2,63 g de amostra com 5,00 mL de 0,0103 M de EDTA . A quantidade de EDTA que não reagiu foi titulada com 1,32 mL de solução de zinco 0,0122 M. Qual a percentagem de crómio na preparação farmacêutica?
2. A constante de formação do complexo de Fe(III) com EDTA é  $1,3 \cdot 10^{25}$ . Calcule as concentrações de  $\text{Fe}^{3+}$  livre numa solução de  $\text{FeY}^-$  0,10 M a pH 4,00 e pH 1,00. ( $\alpha_{\text{Y}^{4-}}$  a pH 1,00 =  $1,9 \cdot 10^{-18}$  ;  $\alpha_{\text{Y}^{4-}}$  a pH 4,00 =  $3,8 \cdot 10^{-9}$ )
3. Quando uma amostra de cloreto de potássio (0.4500g) foi dissolvida em água e tratada com excesso de nitrato de prata ( $\text{Ag}(\text{NO}_3)$ ), obteve-se 0.8402 g de cloreto de prata precipitado. Calcule a percentagem de KCl na amostra original.



# Prova 7

1. O crômio (III) reage lentamente com o EDTA, sendo por isso determinado recorrendo a uma titulação de retorno. Uma preparação farmacêutica contendo crômio(III) foi analisada por tratamento de 2,63 g de amostra com 5,00 mL de 0,0103 M de EDTA . A quantidade de EDTA que não reagiu foi titulada com 1,32 mL de solução de zinco 0,0122 M. Qual a percentagem de crômio na preparação farmacêutica?

$$n_{\text{EDTA total}} = 5,00 \text{ mL} \cdot 0,0103 \text{ M} = 5,15 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$n_{\text{EDTA excesso}} = n_{\text{Zn}^{2+}}$$

$$\text{necessário para a titular} = 1,32 \text{ mL} \cdot 0,0122 \text{ M} = 1,61 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$n_{\text{Cr}^{3+}} = n_{\text{EDTA total}} - n_{\text{EDTA excesso}} = 5,15 \cdot 10^{-5} - 1,61 \cdot 10^{-5} = 3,54 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$m_{\text{Cr}^{3+}} = n_{\text{Cr}^{3+}} \cdot \text{MM}(\text{Cr}^{3+}) = 3,54 \cdot 10^{-5} \cdot 51,996 = 1,84 \cdot 10^{-3} \text{ g}$$

$$\text{A percentagem de Cr}^{3+} \text{ na preparação será } 1,84 \cdot 10^{-3} \text{ g} / 2,63 = 0,0700 \%$$



# Prova 7

2. A constante de formação do complexo de Fe(III) com EDTA é  $1,3 \cdot 10^{25}$ . Calcule as concentrações de  $\text{Fe}^{3+}$  livre numa solução de  $\text{FeY}^-$  0,10 M a pH 4,00 e pH 1,00. ( $\alpha_{\text{Y}^{4-}}$  a pH 1,00 =  $1,9 \cdot 10^{-18}$ ;  $\alpha_{\text{Y}^{4-}}$  a pH 4,00 =  $3,8 \cdot 10^{-9}$ )

$$1,3 \cdot 10^{25} = \frac{[\text{FeY}^-]}{[\text{Fe}^{3+}][\text{Y}^{4-}]}$$

$$1,3 \cdot 10^{25} = \frac{[\text{FeY}^-]}{[\text{Fe}^{3+}] \alpha_{\text{Y}} [\text{Y}]_{\text{total}}}$$

Como  $n_{\text{Y}_{\text{total}}} = n_{\text{Fe}^{3+}}$ , isto significa que

$$1,3 \cdot 10^{25} = \frac{[\text{FeY}^-]}{(\alpha_{\text{Y}} [\text{Fe}^{3+}]^2)}$$

e portanto:

$$[\text{Fe}^{3+}]^2 = 0,10 \text{ M} / a 1,3 \cdot 10^{25}$$

$$\text{A pH} = 1,0 \quad [\text{Fe}^{3+}] = 6,36 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{A pH} = 4,0 \quad [\text{Fe}^{3+}] = 1,43 \cdot 10^{-9}$$



# Prova 7

3. Quando uma amostra de cloreto de potássio (0.4500g) foi dissolvida em água e tratada com excesso de nitrato de prata ( $\text{Ag}(\text{NO}_3)$ ), obteve-se 0.8402 g de cloreto de prata precipitado. Calcule a percentagem de KCl na amostra original.

$$0,8402 \text{ g AgCl} = 5,8624 \text{ mmol}$$

$$5,8624 \text{ mmol KCl} = 437,05 \text{ mg KCl}$$

$$\text{Dus } 437,05/450 = 97,1\%$$

