

QUÍMICA

Biologia

AULAS TEÓRICO-PRÁTICAS PROBLEMAS

**Victor C. Diculescu, Ana Maria Chiorcea-Paquim e
Ana Maria Oliveira Brett**

*Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Química,
Universidade de Coimbra*

**1º Semestre
2011/2012**

Introdução

1. Indique as fórmulas químicas / nomes das substâncias seguintes e estados de oxidação de cada um dos átomos, registando as fórmulas dos iões nos casos de compostos iónicos: dióxido de enxofre, peróxido de hidrogénio, óxido de potássio, ácido fosfórico, NH_3 , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

2. O custo de um diamante de 1,00 carat, e que consiste do elemento carbono, é de 3500 dólares. Calcule o custo de cada átomo de carbono (1 carat = 200mg).

R: a) 10,8; b) $3,49 \times 10^{-19}$ dólares

3. Calcule a massa atómica do boro natural, constituído pelos isótopos boro-10 (19,78%) e boro-11 (80,22%).

R: 10,80

4. Considere o elemento prata, cujo número atómico é 47 e cuja massa atómica é 107,87. Sabendo que existem na natureza dois isótopos de prata - Ag-107 de massa isotópica 106,90 e Ag - 109 de massa isotópica 108,91:

a) Qual é a constituição de cada isótopo?

b) Indique, justificadamente mas sem cálculos, qual o mais abundante?

c) Calcule a abundância relativa do isótopo mais abundante?

R: c) 51,74%

5. a) Qual a pressão dum gás em mmHg, a temperatura constante, quando o volume aumenta para 9,65 L, se o volume desse gás medido à pressão de 1,00 atm é de 5,80 L?

b) O que são a pressão e temperatura padrão (PTP)?

c) Enuncie a Lei de Dalton.

R: a) 457 mm Hg = 0,610 atm

6. a) $1,00 \text{ dm}^3$ de ar a 20°C é aquecido até 30°C a pressão constante. Qual o seu volume final?

b) Azoto a $P = 760 \text{ Torr}$ e 20°C é arrefecido a volume constante até 0°C . Qual a pressão final?

R: a) $1,034 \text{ dm}^3$; b) 708 Torr

7. A composição da atmosfera de Marte é 95% dióxido de carbono, 3% azoto e 2% outros gases, principalmente argon. Quais são as pressões parciais destes componentes na superfície onde a pressão total é de 5,0 Torr?

R: CO_2 4,66; N_2 0,23; Ar 0,11 Torr

8. Que volume de dióxido de carbono é produzido a uma temperatura de 0°C e pressão de 1 atmosfera, quando excesso de ácido clorídrico é adicionado a 5,0g de carbonato de cálcio? A equação é



R: $1,12 \text{ dm}^3$

9. a) Qual o volume final ocupado por um gás à pressão de 0,541 atm, a temperatura constante se esse gás ocupa o volume de 752 cm³ à pressão de 0,970 atm?

a) O que é um gás perfeito?

b) Escreva a equação dos gases perfeitos e atribua o significado de cada uma das grandezas físicas.

R: a) 1,300 cm³

10. Qual é a diferença de pressão entre a superfície e o fundo de uma piscina com água de profundidade de 2m? (Pressão exercida por uma coluna de gás ou líquido = $g\rho h$ onde $g = 9,81\text{ m s}^{-2}$, $\rho = 1\text{ g cm}^{-3}$ (água), e h é a altura). (1N = kg m s⁻²)

R: $1,962 \times 10^4 \text{ N m}^{-2}$

11. a) Classifique os seguintes sólidos de acordo com o tipo de ligação química:

(a) latão; (b) fósforo; (c) gelo; (d) diamante; (e) iodeto de cézio; (f) cloro.

b) Preveja a geometria das seguintes moléculas:

(a) H₂S; (b) CO₂; (c) XeF₂; (d) O₃; (e) H₂N-CH₂-CO₂H.

12. A densidade do quartzo é maior do que a da forma vítrea de silício (também SiO₂). Sob pressão, qual seria a forma preferida?

13. A concentração mínima de oxigénio necessária para a continuação da vida dos peixes é de 4 mg dm⁻³. Qual a pressão parcial mínima de O₂ necessária para obter esta concentração em água a 20°C? (Constante de Henry para a água = 1,3 mM atm⁻¹ a 20°C).

R: 0,096 atm

Soluções

14. Considere uma solução aquosa concentrada de HCl (massa molecular 36,5), a 37% em massa e de densidade 1,20. Complete:

a) A massa de HCl em 1000 g de solução é _____ g

b) A quantidade de HCl em 1000 g de solução é _____ mol

c) O volume de 1000 g de solução é _____ cm³

d) A concentração da solução é _____ mol dm⁻³

e) Para preparar uma solução 0,10 mol dm⁻³ ter-se-á de diluir a solução inicial de um factor _____

f) Para preparar 250 cm³ de solução 0,10 mol dm⁻³, devem medir-se _____ cm³ da solução inicial para um _____ de diluição de _____ cm³ de capacidade e juntar água até à marca, homogeneizando.

15. Retiraram-se 3,6 cm³ de um frasco contendo ácido acético glacial (100% de densidade 1,05) para um balão de diluição de 1000,0 cm³ contendo água destilada, e perfez-se o volume exactamente. Titularam-se 20,0 cm³ desta solução com uma solução de hidróxido de potássio. A solução de hidróxido de potássio foi preparada dissolvendo 1,00 g em 250,0 cm³ de água destilada.

a) Escrever todas as reacções químicas.

b) Qual a concentração de ácido acético glacial?

c) Qual o volume gasto de hidróxido de potássio?

R: b) 17,5 M; c) 17,6 cm³

Termodinâmica Química

16. a) Calcule o calor absorvido (em kJ) por um bloco de cobre metálico, calor específico 0,385J/g°C, com a massa de 6,22 kg, aquecido de 20,5 °C a 324,5 °C.

b) Defina a grandeza física calor.

c) Quando é que há transferência de calor de um sistema para outro?

R: a) 728 kJ

17. a) Qual o calor específico da prata, se um fragmento de prata com a massa de 362 g tem uma capacidade calorífica de 85,7 J/°C?

b) As reacções de decomposição são normalmente endotérmicas, enquanto as reacções de combinação são normalmente exotérmicas.

c) Explique esta afirmação e defina processos exotérmicos e endotérmicos.

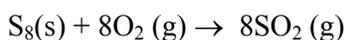
R: a) 0,237 J/g °C

18. a) A capacidade calorífica específica do etanol é de 2,3J K⁻¹ g⁻¹. Calcular a energia que tem de ser removida como calor de 100,0g de etanol. de modo a arrefecê-lo de 20°C até 10°C.

b) Calcular a entalpia de vaporização do etanol, dado que 22,45 g de etanol (fórmula C₂H₅OH) foram vaporizados com 21,2 kJ de energia.

R: a) 2,3 kJ; b) 43,4 kJ mol⁻¹

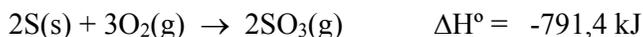
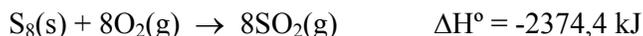
19. a) 2,01g de enxofre foram oxidados para SO₂ num calorímetro de capacidade calorífica 5,51 kJ K⁻¹, e a temperatura subiu de 23,41°C para 26,78°C. Calcular a entalpia da reacção



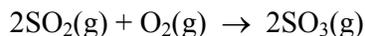
em kJ por mole de S₈ (S=32,1).

b) No fabrico industrial de ácido sulfúrico as duas etapas consecutivas são a combustão de enxofre a dióxido de enxofre e a oxidação deste a trióxido de enxofre.

Considerando que



calcular a entalpia de reacção para



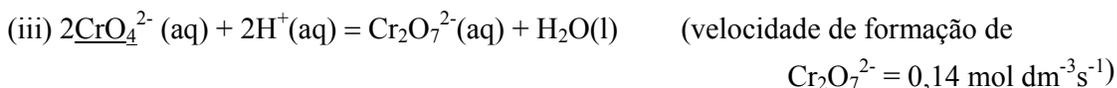
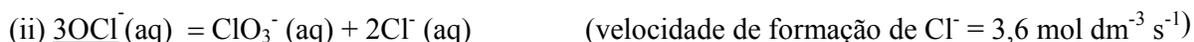
c) Calcular a entalpia para a oxidação de SO₂(g) a SO₃(g) a partir das suas entalpias de formação. (Valores de ΔH_f/kJ mol⁻¹: SO₂ -296,83; SO₃ -395,72).

R: a) -2373 kJ mol⁻¹; b) -197,8 kJ; c) -98,9 kJ mol(SO₂)⁻¹

Cinética Química

20. a) Quais as unidades das constantes de velocidade, k , em reacções de ordem 0, 1, 2, e 3, quando as concentrações são expressas em mol dm^{-3} ?

b) Qual a velocidade de reacção em termos da substância sublinhada:



R: a) ordem: 0 - $\text{mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$; 1 - s^{-1} ; 2 - $\text{dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$; 3 - $\text{dm}^6 \text{ mol}^{-2} \text{ s}^{-1}$
 b)(i) $1,0 \text{ mmol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$ (ii) $5,4 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$ (iii) $0,28 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$

21. A constante de velocidade para uma reacção é $4,60 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ a 350°C .

a) Calcule a temperatura para a qual a constante de velocidade será $8,80 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ se a energia de activação for 104 kJ/mol .

b) Defina energia de activação?

c) As reacções podem ser classificadas de unimoleculares, bimoleculares, etc.

d) Porque é que não existem reacções zero-moleculares?

R: a) $644 \text{ K} = 371^\circ\text{C}$

22. Considere uma reacção que ocorre a 295 e a 305°C e cuja constante de velocidade da reacção duplica por cada aumento de 10 graus de temperatura.

a) Qual é o valor da energia de activação da reacção?

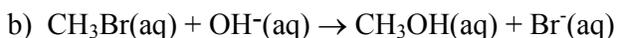
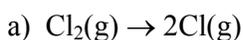
b) O que é molecularidade duma reacção?

c) As reacções podem ser classificadas de unimoleculares, bimoleculares, etc.

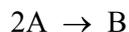
d) Porque é que são raras as reacções trimoleculares?

R: a) 188 kJ/mol

23. Escrever a lei de velocidade para as seguintes reacções elementares e classificá-las como unimoleculares ou bimoleculares:



24. a) Calcular o valor da constante de velocidade duma reacção de segunda ordem



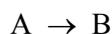
[A] diminui de 6,0M para 1,5M em 100s.

b) O que é a ordem de uma reacção?

c) Quais as unidades das constantes de velocidade de primeira e segunda ordem?

R: a) $5 \times 10^{-3} \text{ dm}^{-3} \text{ s}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

25. a) Calcular o valor da constante de velocidade numa reacção de primeira ordem



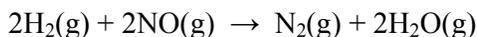
Sabendo que [A] diminui de 8,0 mM até 2,0 mM em 200s.

b) Defina tempo de semi-transformação duma reacção?

c) Quais as unidades das constantes de velocidade de primeira e segunda ordem?

R: a) $6,93 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$

26. A expressão da velocidade da reacção



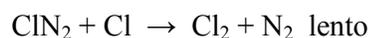
é

$$v = k [\text{NO}]^2 [\text{H}_2]$$

Qual dos mecanismos está de acordo com esta expressão?

Mecanismo I	$2\text{H}_2 + 2\text{NO} \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	lento
Mecanismo II	$\text{H}_2 + \text{NO} \rightarrow \text{N} + \text{H}_2\text{O}$	rápido
	$\text{N} + \text{NO} \rightarrow \text{N}_2 + \text{O}$	rápido
	$\text{H}_2 + \text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$	rápido
Mecanismo III	$2\text{NO} = \text{N}_2\text{O}_2$	equilíbrio rápido
	$\text{N}_2\text{O}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$	lento
	$\text{N}_2\text{O} + \text{H}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$	rápido

27. Para a reacção $2\text{Cl} + \text{N}_2 \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{N}_2$, o mecanismo proposto é o seguinte:



Estabeleça a lei cinética.

Equilíbrio Ácido-Base

28. Calcule o pH das seguintes soluções, a 25°C:

- a) HBrO(aq) 0,20 M e KBrO(aq) 0,10 M
- b) Na₂SO₄(aq) 0,05 M e NaHSO₄(aq) 0,02 M
- c) NH₃(aq) 0,20 M e NH₄Cl(aq) 0,10 M

R: a) 8,39; b) 2,32; c) 9,55

29. Transferiram-se 0,1 cm³ de uma solução aquosa de cloreto de hidrogénio 1,0x10⁻³ mol dm⁻³, para um balão de diluição e adicionou-se água até perfazer o volume de 10 dm³.

Qual é o pH da solução resultante?

30. Calcule o pH durante a titulação de 25,0 cm³ de NaOH(aq) 0,110 M com HCl(aq) 0,150 M.

- a) Inicialmente
- b) Depois de adicionar 5,0cm³ do ácido
- c) No ponto de equivalência
- d) Depois da adição de 10cm³ de ácido após o ponto de equivalência.

R: a) 13,04; b) 12,82; c) 7,00; d) 1,55

31. Calcule o pH inicial, depois de adicionar 5,0cm³ de titulante, e no ponto de equivalência para:

- a) 25,0cm³ de uma solução de CH₃COOH(aq) 0,10M titulada com NaOH(aq) 0,10M
- b) 15,0cm³ de uma solução de NH₃ (aq) 0,15M titulada com HCl(aq) 0,10M.

R: a) 2,87; 4,15; 8,72 b) 11,22; 9,79; 5,23

32. Retiraram-se 3,6 cm³ de um frasco contendo ácido acético glacial (100% e de densidade 1,05) para um balão de diluição de 1000,0 cm³ contendo água destilada, e fez-se o volume exactamente. Titularam-se 20,0 cm³ desta solução com uma solução de hidróxido de potássio. A solução de hidróxido de potássio foi preparada dissolvendo 1,00 g em 250,0 cm³ de água destilada.

- a) Escreva todas as reacções químicas.
- b) Qual a concentração de ácido acético glacial?
- c) Qual o volume gasto de hidróxido de potássio?

R: b) 17,5 M; c) 17,6 cm³

33. Para preparar um tampão de acetato misturaram-se 17,5 cm³ de água, 15,0 cm³ de ácido acético 0,15 M e 17,5 cm³ de acetato de sódio 0,20 M.

- a) Escreva as equações químicas das reacções envolvidas.
- b) Qual é o pH da solução tampão de acetato?
- c) Qual a massa de acetato de sódio que deveria pesar para preparar 200 cm³ de acetato de sódio 0,20 M?
- d) E qual o pH desta solução de acetato de sódio?

R: b) 4,94; c) 3,28 g/200 cm³; d) 9,02

34. Para preparar uma solução tampão de amoníaco misturaram-se 17,5 cm³ de água, 17,5 cm³ de amoníaco 0,15 M e 15,0 cm³ de cloreto de amónio 0,20 M.

- a) Escreva as equações químicas das reacções envolvidas.
- b) Qual é o pH da solução tampão de amoníaco?
- c) Qual a massa de cloreto de amónio que deveria pesar para preparar 200 cm³ de cloreto de amónio 0,20 M?
- d) E qual o pH desta solução de cloreto de amónio?

R: b) 9,19; c) 2,14 g/200 cm³; d) 4,98

Equilíbrio de precipitação

35. A concentração de equilíbrio do ião Pb^{2+} numa solução saturada de PbCl_2 , é $1,6 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$.

Calcule os valores aproximados para:

a) O produto de solubilidade do sal.

b) A solubilidade do sal em: mol dm^{-3} e em g dm^{-3}

R: a) $1,64 \times 10^{-5}$; b) $s = 1,6 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$; $s = 4,4 \text{ g dm}^{-3}$.

36. Calcule a solubilidade do carbonato de ferro(II) ($K_s = 2 \times 10^{-11}$), (desprezar o equilíbrio de hidrólise dos iões Fe^{2+} e CO_3^{2-}):

a) Em água pura.

b) Numa solução aquosa $0,010 \text{ mol dm}^{-3}$ de carbonato de sódio.

R: a) $4,47 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$; b) $2,0 \times 10^{-9} \text{ mol dm}^{-3}$.

37. Indique, justificando, quais das proposições seguintes são correctas:

a) O produto de solubilidade de um sal pouco solúvel aumenta por adição de mais solvente.

b) O produto de solubilidade de um sal pouco solúvel diminui por adição de um sal solúvel com um ião comum ao primeiro.

c) A solubilidade de um sal só depende da temperatura.

d) A solubilidade de um sal pouco solúvel diminui por adição de um sal solúvel com um ião comum ao primeiro.

e) A solubilidade de um sal aumenta por adição de mais solvente.

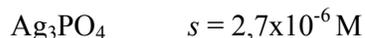
f) A ordem das solubilidades dos sais, em água, coincide com a ordem dos respectivos produtos de solubilidade, para uma mesma temperatura.

g) O hidróxido de cálcio é mais solúvel numa solução de NH_4Cl do que em água pura, embora o respectivo produto de solubilidade só varie com a temperatura.

38. Em qual das situações é o cloreto de prata mais solúvel, em água ou numa solução de amoníaco $0,01\text{M}$? Justifique a sua resposta com cálculos.

R: Amoníaco.

39. a) Calcular o produto de solubilidade a partir da solubilidade molar para



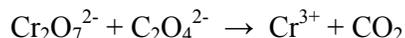
b) Calcular a solubilidade de



R: a) $1,7 \times 10^{-14}$; $1,43 \times 10^{-21}$ b) $1,3 \times 10^{-16} \text{ M}$; $4,0 \times 10^{-4} \text{ M}$; $2,0 \text{ mM}$ (pH 7), $0,20 \text{ M}$ (pH 6)

Equilíbrio de oxidação-redução

40. Considere a reacção de oxidação-redução (em meio ácido) (não acertada) seguinte:



- Confirme que a reacção é de oxidação-redução.
- Acerte a equação e escreva as semi-reacções correspondentes.
- Constata que o ião oxalato é oxidado.

41. Escreva as semi-reacções e a equação química da reacção de descoloração de uma solução de permanganato de potássio (KMnO_4) (acidificada com H_2SO_4) na presença de sulfato de ferro(II). Justifique o efeito do pH.

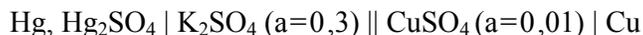
42. Considere a seguinte célula electroquímica:



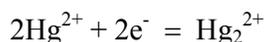
- Escreva a reacção estequiométrica.
- Calcule o potencial da célula.

R: b) 1,562 V

43. Considere a seguinte célula electroquímica:



- Calcule o potencial da célula, efectuando os cálculos. Escreva a reacção estequiométrica e calcule o valor de ΔG respectivo.
- Calcule o produto de solubilidade de Hg_2SO_4 a partir dos potenciais padrão.
- A partir dos valores dos potenciais de eléctrodo padrão para os pares Hg^{2+}/Hg e $\text{Hg}_2^{2+}/\text{Hg}$, calcule o valor de E° para



- Explicar porque é que se utiliza KCl nas pontes salinas.

R: a) -0,347 V b) $6,26 \times 10^{-7}$ c) 0,912 V.

44. Considere as células electroquímicas que se seguem. Em cada caso

- calcular o potencial da célula
- escrever a reacção estequiométrica e calcular o ΔG° respectivo
- indicar o sentido de funcionamento como pilha

a) $\text{Cu} | \text{Cu}^{2+} (a=0,01) || \text{Fe}^{2+} (a=0,20), \text{Fe}^{3+} (a=0,04) | \text{Pt}$

b) $\text{Pt} | \text{Sn}^{4+} (a=8,0 \times 10^{-4}), \text{Sn}^{2+} (a=0,04) || \text{Ag}(\text{CN})_2^- (a=9,0 \times 10^{-4}), \text{CN}^- (a=0,03) | \text{Ag}$

c) $\text{Ag} | \text{AgCl} | \text{KCl} (a=0,30 \text{ M}) || \text{Fe}^{3+} (a=0,40 \text{ M}), \text{Fe}^{2+} (a=0,20 \text{ M}) | \text{Pt}$

d) $\text{Pt} | \text{Ce}^{4+} (a=0,40 \text{ M}), \text{Ce}^{3+} (a=0,50 \text{ M}) || \text{KCl} (a=3,00 \text{ M}) | \text{AgCl} | \text{Ag}$

R: a) + 0,449 V; -86,7 kJ mol; b) -0,411 V; 79,3 kJ mol
c) + 0,535 V; - 52,9 kJ mol; d) -1,252 V; 118,7 kJ mol

DADOS:

Potenciales de electrodo	E^0 / V
$Ag^+ + e^- = Ag$	+0,799
$AgCl + e^- = Ag + Cl^-$	+0,222
$Ag(CN)_2^- + e^- = Ag + CN^-$	-0,310
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- = 2Cr^{3+} + 7H_2O$	+1,330
$Cu^{2+} + 2e^- = Cu$	+0,340
$Ce^{4+} + e^- = Ce^{3+}$	+1,450
$Fe^{3+} + e^- = Fe^{2+}$	+0,771
$Hg_2^{2+} + 2e^- = 2Hg$	+0,796
$Hg_2Cl_2 + 2e^- = 2Hg + 2Cl^-$	+0,268
$Hg^{2+} + 2e^- = Hg$	+0,854
$Hg_2SO_4 + 2e^- = 2Hg + SO_4^{2-}$	+0,613
$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- = Mn^{2+} + 4H_2O$	+1,510
$S_4O_6^{2-} + 2e^- = 2S_2O_3^{2-}$	+0,070
$Sn^{4+} + 2e^- = Sn^{2+}$	+0,151
$Sn^{2+} + 2e^- = Sn$	-0,138
$Zn^{2+} + 2e^- = Zn$	-0,763

$$(RT/F) \ln 10 = 0,0592V \text{ a } 298K$$

$$R = 8,314 \text{ J/K mol}$$

$$F = 96485 \text{ C mol}^{-1}$$

CH ₃ COOH	pK _a = 4,76	K _a = 1,74x10 ⁻⁵
C ₆ H ₅ COOH	pK _a = 4,20	K _a = 6,31x10 ⁻⁵
H ₃ PO ₄	pK _{a1} = 2,15 pK _{a2} = 7,20 pK _{a3} = 12,15	K _{a1} = 7,11x10 ⁻³ K _{a2} = 6,32x10 ⁻⁸ K _{a3} = 7,10x10 ⁻¹³
HBrO	pK _a = 8,63	K _a = 2,3x10 ⁻⁹
H ₂ SO ₄	pK _{a2} = 1,99	K _{a2} = 1,02x10 ⁻²
NH ₄ ⁺	pK _a = 9,25	K _a = 5,62x10 ⁻¹⁰
NH ₃	pK _b = 4,75	K _b = 1,80x10 ⁻⁵
Ni(NH ₃) ₆ ²⁺		K _f (Ni[(NH ₃) ₆] ²⁺) = 5,6x10 ⁸
Zn(NH ₃) ₄ ²⁺		K _f Zn[(NH ₃) ₄] ²⁺ = 5,0x10 ⁸
Zn(OH) ₂		K _{Zn(OH)2} = 3,0x10 ⁻¹⁶
Ag ₂ CrO ₄		K _{Ag2CrO4} = 1,2x10 ⁻¹²
AgCl		K _{sp} (AgCl) = 1,78x10 ⁻¹⁰
AgBr		K _{sp} (AgBr) = 5,02x10 ⁻¹³
Ag(NH ₃) ₂ ⁺	K ₁ (Ag(NH ₃) ₂ ⁺) = 2,14x10 ³ ; K ₂ (Ag(NH ₃) ₂ ⁺) = 8,32x10 ³ ;	K _f (Ag(NH ₃) ₂ ⁺) = 1,7x10 ⁷