



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Instituto de Ciências Exatas - ICEX
Departamento de Química
Av. Pres. Antônio Carlos, 6627, Pampulha
31270-901 - Belo Horizonte, MG, Brasil

U F *m* G

Código:

CADERNO DE QUESTÕES

PROVA DE CONHECIMENTOS EM QUÍMICA PARA
INGRESSO NA PÓS-GRADUAÇÃO (MESTRADO) DO DQ/UFMG
NO 1º SEMESTRE DE 2013

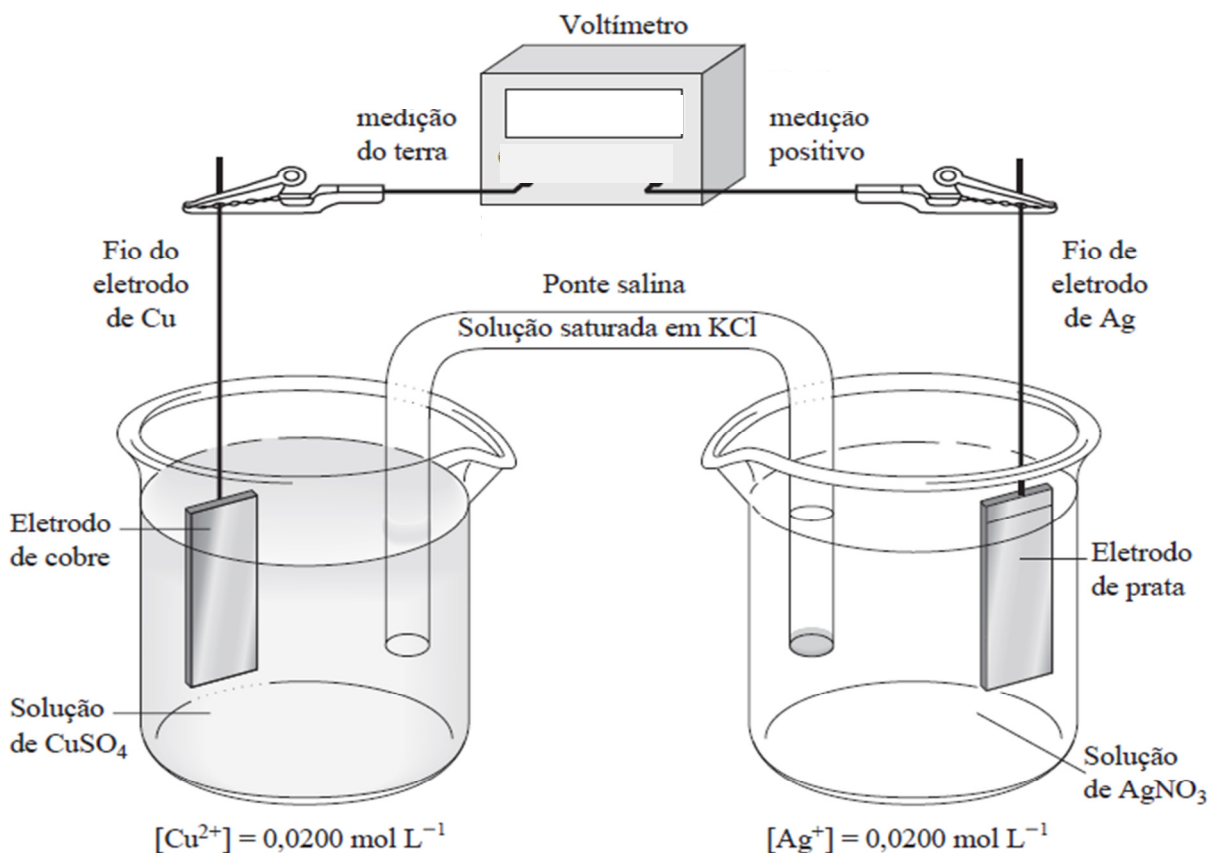
19 de FEVEREIRO de 2013

Instruções:

- Leia atentamente a prova;
- Escolha apenas 02 (duas) questões de cada área para resolver;
- Cada questão escolhida será resolvida em sua própria folha no caderno de respostas;
- O caderno de questões deve ser devolvido juntamente com o caderno de respostas.
- - Desligue os seus aparelhos eletrônicos durante a prova (celular, tablet, etc).

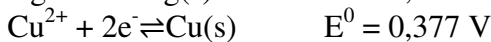
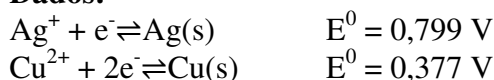
PROVA DE CONHECIMENTOS (MESTRADO)-DQ/UFMG ÁREA 1

QUESTÃO 1A: Para a célula galvânica (condicionada a 25 °C) apresentada na figura, responda as questões abaixo.



- Represente esquematicamente a célula acima empregando a convenção por “Notação em Barras” e apresente sua equação química global.
- Calcule o valor de potencial medido pelo voltímetro na célula eletroquímica, sabendo que $[Cu^{2+}] = 0,0200 \text{ mol L}^{-1}$ e $[Ag^+] = 0,0200 \text{ mol L}^{-1}$.
- Determine a constante global da célula eletroquímica.

Dados:



QUESTÃO 1B: A constante do produto de solubilidade do oxalato de prata ($Ag_2C_2O_4$) é igual a $3,5 \times 10^{-11}$. Sendo assim, determine o valor de pH de uma solução preparada para dissolver completamente 2 mg de $Ag_2C_2O_4$ em um volume total igual a 4 mL. Apresente os cálculos

Dados:

$$MM = 303,76 \text{ g mol}^{-1}$$

$$K_{a1} (H_2C_2O_4) = 5,60 \times 10^{-2} \text{ e } K_{a2} (HC_2O_4^-) = 5,42 \times 10^{-5}$$

QUESTÃO 1C: Para a realização de uma análise, um químico necessitava controlar o pH do meio entre 4,00 e 5,00 durante todo experimento. Para isso, ele preparou 1,0 L de solução tampão constituída pela mistura de 4,67 g de ácido fenilacético (HA) e 12,43 g de fenilacetato de sódio (NaA).

- a) Determine o pH da solução tampão resultante. (Considere que as substâncias adicionadas permanecem na mesma forma na solução)
- b) Em um dado momento do experimento, o químico necessitava adicionar 20,0 mL de uma solução de NaOH 0,500 mol L⁻¹. Qual será o novo pH do sistema?
- c) Com base nos resultados obtidos nos itens (a) e (b), pode-se afirmar que a solução tampão escolhida é adequada para a realização do experimento? Justifique

Dados:

Ácido fenilacético (HA): $K_a = 4,90 \times 10^{-5}$

MM ácido fenilacético (HA) = 136,15 g mol⁻¹

MM fenilacetato de sódio (NaA) = 158,13 g mol⁻¹

=====

Formulário:

ÁREA 1

$K' = \frac{K}{\alpha_M \alpha_L}$	$\alpha = 1 + \beta_1[L] + \beta_2[L]^2 + \dots + \beta_n[L]^n$
$\alpha = [M]' / [M]$	$[H^+] = \sqrt{K_a C_a}$
$[H^+]^2 + K_a [H^+] - K_a C_a = 0$	$[H^+] = K_a \left(\frac{C_a}{C_b} \right)$
$pH = pK_a - \log \left(\frac{C_a}{C_b} \right)$	$K_w = K_a K_b = [H_3O^+][OH^-] = 1,0 \times 10^{-14}$
$S = \frac{K_{ps}}{[M]} \left(1 + \frac{[H^+]}{K_{a2}} + \frac{[H^+]^2}{K_{a1} K_{a2}} \right)$	$E = E^0 - \frac{0,0592}{n} \log \frac{[Red]}{[Ox]}$
$\log K = \frac{n(E_{catodo}^0 - E_{anodo}^0)}{0,0592}$	

PROVA DE CONHECIMENTOS (MESTRADO)-DQ/UFMG ÁREA 2

QUESTÃO 2A: Considere os íons complexos octaédricos: hexaaquaferro(III) e hexaaquarutênio(III), cujos centros metálicos são isoeletrônicos. Dica: o símbolo químico do elemento rutênio é Ru.

- a) Segundo a Teoria de Campo Cristalino (TCC), um dos íons complexos é paramagnético em 5 elétrons, enquanto o outro é paramagnético em apenas 1 elétron. Indique o íon complexo **com menos elétrons desemparelhados** e justifique sua resposta.
- b) O íon hexaaquaferro(III) apresenta efeito Jahn-Teller? Justifique sua resposta e **inclua** na mesma o cálculo da energia de estabilização (EECC) do íon complexo.
- c) O íon hexaaquaferro(III) reage com dois íons oxalato ($C_2O_4^{2-}$) para gerar o íon complexo diaquabis(oxalato)ferrato(III). Desenhe as estruturas dos três isômeros do íon complexo diaquabis(oxalato)ferrato(III) formado.

QUESTÃO 2B: Considere os dados apresentados no quadro abaixo:

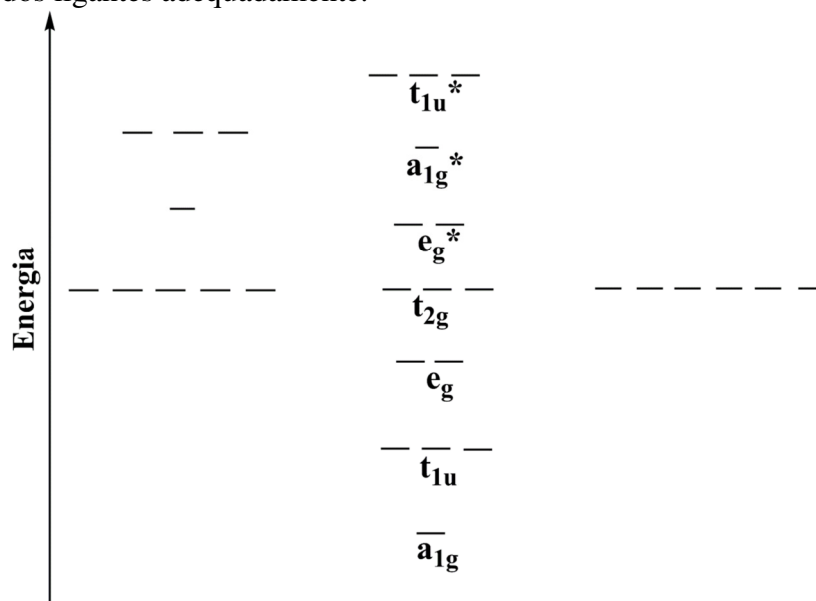
Quadro 1. Constantes de formação para íons complexos de Hg^{2+} com diferentes ligantes à temperatura de $25^\circ C$.

Íon Complexo	Constante de formação
$[HgI_4]^{2-}$	$6,8 \times 10^{29}$
$[Hg(C_2O_4)_2]^{2-}$	$9,5 \times 10^6$

- a) Partindo do íon $[Hg(H_2O)_4]^{2+}$, escreva a equação química que representa a formação do íon complexo $[HgI_4]^{2-}$.
- b) **Indique** qual complexo é termodinamicamente mais favorecido ($[HgI_4]^{2-}$ ou $[Hg(C_2O_4)_2]^{2-}$). Justifique a sua resposta considerando a classificação de Pearson para ácidos e bases.
- c) O íon $[HgI_4]^{2-}$ apresenta geometria tetraédrica ou quadrada? Justifique sua resposta utilizando argumentos da TCC.

QUESTÃO 2C: Considere o seguinte íon complexo: hexaaquaferro(II).

- a) Utilizando o diagrama de níveis de energia apresentado abaixo, **faça o preenchimento** eletrônico dos orbitais atômicos e dos orbitais moleculares para o complexo citado. **Rotule** os orbitais do centro metálico e dos ligantes adequadamente.



b) Determine a ordem de ligação σ total e também o valor da ordem de ligação σ entre o centro metálico e cada ligante.

c) Escolha, entre os dois diagramas de orbitais moleculares apresentados, aquele que melhor representa a formação das ligações π no complexo. Identifique o complexo no diagrama escolhido e **faça o preenchimento** eletrônico dos orbitais atômicos e dos orbitais moleculares. Determine a ordem de ligação π total, e também o valor da ordem de ligação π entre o centro metálico e cada ligante.

Diagramas		
Complexo		

=====

Formulário e Informações Adicionais:

ÁREA 2

Série espectroquímica: $\Gamma < \text{Br}^- < \text{S}^{2-} < \underline{\text{SCN}}^- < \text{Cl}^- < \text{N}_3^- < \text{F}^- < \text{ureia}, \text{OH}^- < \text{C}_2\text{O}_4^{2-}, \text{O}^{2-} < \text{H}_2\text{O} < \underline{\text{NCS}}^- < \text{py}, \text{NH}_3 < \text{en} < \text{bipy}, \text{phen} < \underline{\text{NO}_2}^- < \text{CH}_3^- < \text{C}_6\text{H}_5^- < \text{CN}^- < \text{CO}$

Ordem de Ligação = $\frac{1}{2}(e_0^- \text{ OML} - e_0^- \text{ OMAL})$;

onde OML = orbitais moleculares ligantes e OMAL = orbitais moleculares antiligantes.

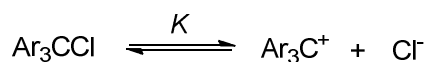
Quadro 2. Classificação de algumas espécies químicas como ácidos ou bases segundo a classificação de Pearson.

	DUROS	FRONTEIRA	MACIOS
Ácidos	$\text{H}^+, \text{Li}^+, \text{Na}^+, \text{K}^+, \text{Be}^{2+}, \text{Mg}^{2+}, \text{Ca}^{2+}, \text{SO}_3, \text{BF}_3$	$\text{Fe}^{2+}, \text{Co}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Cu}^{2+}, \text{Zn}^{2+}, \text{Pb}^{2+}, \underline{\text{SO}}_2, \underline{\text{B}}\text{Br}_3$	$\text{Cu}^+, \text{Ag}^+, \text{Au}^+, \text{Tl}^+, \text{Hg}^+, \text{Pd}^{2+}, \text{Cd}^{2+}, \text{Pt}^{2+}, \text{Hg}^{2+}, \text{BH}_3, \text{M}^0$ (metais não oxidados)
Bases	$\text{F}^-, \text{OH}^-, \text{H}_2\text{O}, \text{NH}_3, \text{Cl}^-, \text{CO}_3^{2-}, \text{NO}_3^-, \text{O}_2^-, \text{SO}_4^{2-}, \text{PO}_4^{3-}, \text{ClO}_4^-$	$\underline{\text{NO}}_2^-, \text{SO}_3^{2-}, \text{N}_3^-, \text{N}_2, \text{C}_6\text{H}_5\text{N}, \underline{\text{SCN}}^-$	$\text{H}^-, \text{R}^-, \text{CN}^-, \underline{\text{CO}}, \text{I}^-, \underline{\text{SCN}}^-, \text{R}_3\text{P}, \text{C}_6\text{H}_6, \text{R}_2\underline{\text{S}}, \underline{\text{RSH}}$

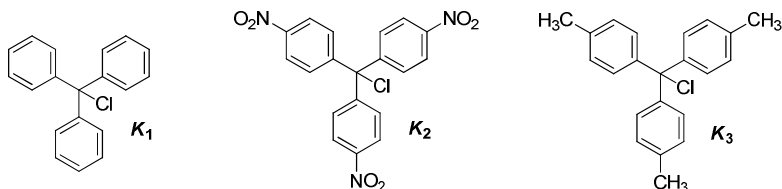
O elemento sublinhado é o sítio pelo qual ocorre a ligação química na referida classificação.

PROVA DE CONHECIMENTOS (MESTRADO)-DQ/UFGM ÁREA 3

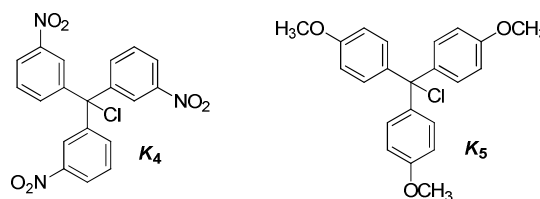
QUESTÃO 3A: A dissociação de cloretos de triarilmetila, em soluções de dióxido de enxofre, aos seus respectivos íons se dá segundo a equação abaixo:



a) Classifique em ordem crescente as constantes de dissociação (K_1 - K_5) dos seguintes cloretos de triarilmetila. Justique sua resposta baseando-se nos aspectos intrínsecos das espécies iônicas formadas.

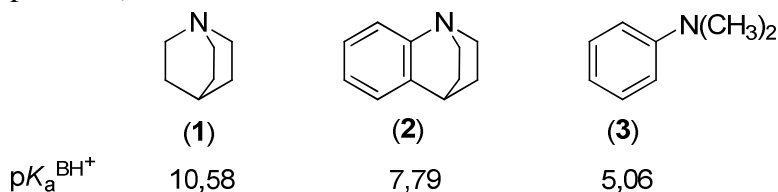


b) Qual dos cátions derivados dos cloretos de triarilmetila mostrados ao lado seria a espécie mais eletrofílica? Justifique sua resposta.



QUESTÃO 3B: Com relação à acidez e basicidade de compostos orgânicos, responda:

a) Mostre o mecanismo (com setas curvas) para as reações entre as aminas **1**, **2** e **3** com ácido acético ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$; $\text{p}K_a$ 4,76).



b) Discuta o deslocamento do equilíbrio para as seguintes reações ácido-base: i) reação entre a amina **1** e o ácido acético ($\text{p}K_a$ 4,76); ii) reação entre a amina **3** e o ácido acético ($\text{p}K_a$ 4,76). Justifique suas respostas.

c) Discuta o efeito responsável pelas diferenças observadas nos valores de $\text{p}K_a^{\text{BH}^+}$ dos ácidos conjugados das aminas **1-3**.

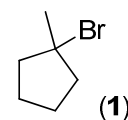
QUESTÃO 3C: O brometo **1** (estrutura abaixo) pode ser preparado pela adição de ácido bromídrico (HBr) a uma mistura de dois alcenos diferentes (**I** e **II**). Porém tratando-se a mistura dos alcenos **I** e **II** com DBr ao invés de HBr, é obtido majoritariamente uma mistura de cinco (5) estereoisômeros (isômeros de **A** a **E**)

a) Quais são as estruturas dos alcenos **I** e **II**?

b) Quais são as estruturas dos isômeros (**A-E**) formados na reação da mistura de **I** e **II** com o DBr?

c) Para os estereoisômeros de **A** a **E**, qual(is) possui(em) quiralidade?

d) Especifique a(s) configuração(ões) como *R* ou *S* do(s) centro(s) estereogênico(s) presente(s) nos isômeros indicados na resposta do item c.



PROVA DE CONHECIMENTOS (MESTRADO)-DQ/UFGM ÁREA 4

Questão 4A: Uma máquina de Carnot usando como substância de trabalho 1,0 mol de gás ideal monoatômico, $C_{v,m} = 1,5 R J K^{-1} mol^{-1}$, tem seu estado inicial em 600 K e 10 atm. Considere que esta máquina realiza o seguinte ciclo:

- (a) Expansão isotérmica e reversível até que a pressão caia a $\frac{1}{2}$ da pressão inicial.
- (b) Expansão adiabática reversível até 300 K e volume de 27,82 L.
- (c) Compressão isotérmica reversível até que a pressão de 1,76 atm.
- (d) Compressão adiabática reversível até retornar ao estado inicial.

Pede-se:

a) Complete os quadros abaixo (*apresente sua resposta no campo específico do Caderno de Respostas*), calculando ou justificando os valores:

Quadro 1

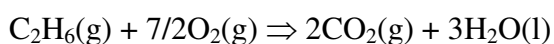
Estado	P / atm	V / dm ³	T / K
1		4,920	
2			
3			
4			

Quadro 2

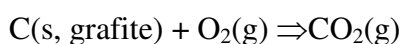
Processo	Q / kJ	w / kJ	ΔU / kJ	ΔH / kJ
1→2				
2→3				
3→4				
4→1				
ciclo				

b) Qual(ais) propriedade(s) calculada(s) é(são) função(ões) de estado? Entre essas propriedades, existe alguma que pode ser usada para determinar se o processo é espontâneo?

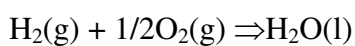
Questão 4B: a) Calcule o $\Delta_f S_{m,298,15K}^\theta$ do gás etano $C_2H_6(g)$ a 25°C considerando as seguintes reações:



$$\Delta_r H_{m,298,15K}^\theta = -1560,0 \text{ kJ mol}^{-1}$$



$$\Delta_r H_{m,298,15K}^\theta = -393,5 \text{ kJ mol}^{-1}$$



$$\Delta_r H_{m,298,15K}^\theta = -286,0 \text{ kJ mol}^{-1}$$

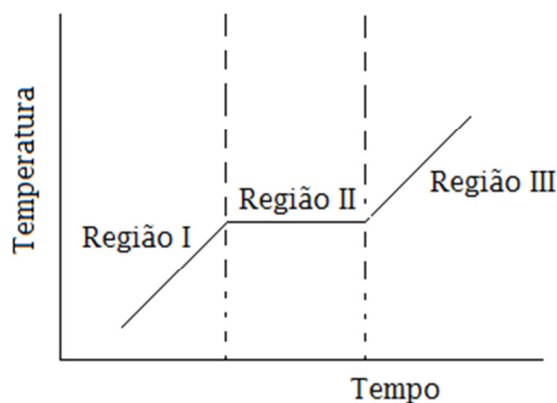
b) Sabemos que não podemos obter o gás etano reagindo grafite com gás hidrogênio. Portanto, o ΔH dessa reação de formação não pode ser medido diretamente. No entanto, como verificado no item (a), pudemos obter o valor desejado considerando as equações termoquímicas das reações mostradas acima. Por que isso é possível?

c) Considerando os dados abaixo, calcule o $\Delta_f S_{m,298,15K}^\theta$ para a reação de formação do $C_2H_6(g)$.

	C(s, grafite)	H ₂ (g)	C ₂ H ₆ (g).
$S_{m,298,15K}^\theta / JK^{-1}mol^{-1}$	5,740	130,684	229,60

d) Qual o valor do $\Delta_f G_{m,298,15K}^\theta$ para a reação de formação do $C_2H_6(g)$ na temperatura de 25°C? Esse é um processo espontâneo? Explique sua resposta.

Questão 4C: Considere que uma substância pura, inicialmente sólida, foi aquecida até algum tempo após sua completa fusão. A figura abaixo representa a variação da temperatura dessa amostra durante esse processo.



Pede-se

- Identifique se o processo é endotérmico ou exotérmico. Justifique.
- Considerando que durante todo o processo a amostra receba um fluxo contínuo e uniforme de calor **explique** por que a temperatura aumenta nas regiões I e III, indicadas no gráfico.
- Considerando que durante todo o processo a amostra receba um fluxo contínuo e uniforme de calor **explique** por que a temperatura não se altera durante a fusão (região II do gráfico).

Formulário:

ÁREA 4

$$R = 0,082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 1,987 \text{ cal mol}^{-1} = 8,314 \text{ J mol}^{-1}$$

$$1 \text{ F} = 9,6485 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$$

$$CNATP = 298,15 \text{ K e } 1 \text{ bar } (10^5 \text{ Pa})$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 101325 \text{ Pa}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$1 \text{ J} = 1 \text{ C x } 1 \text{ V}$$

Regra das fases: $F = C - P + 2$

$P_1 V_1 = P_2 V_2$ $P_1/T_1 = P_2/T_2$ $pV_m = RT(1 + B'p + \dots)$ $pV_m = RT \left(1 + \frac{B}{V_m} + \dots \right)$ $p = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{V_m^2}$	$dw = -p_{\text{ex}} dV$ $w = -nRT \ln(V_f/V_i)$ $\Delta U = q + w$ $H = U + PV$ $\Delta H = \Delta U + RT\Delta n_g$	$C_{v,m} = 1,5R \quad \text{gás monoatômico ideal}$ $C_{v,m} = 3R \quad \text{moléculas poliatômicas não lineares}$ $C_p - C_v = nR \quad \text{para gases ideais}$ $Z = \frac{pV_m}{RT} \quad \text{ou} \quad Z = \frac{V_m}{V_m^0}$ $C_v = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V \quad \text{e} \quad C_p = \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_P$		
Processos adiabáticos reversíveis de gases ideais	$\frac{V_f}{V_i} = \left(\frac{T_i}{T_f} \right)^C$ $T_f = T_i \left(\frac{V_i}{V_f} \right)^{1/C}$ $\frac{p_i}{p_f} = \left(\frac{V_f}{V_i} \right)^\gamma$ $\gamma = \frac{C_{v,m} + R}{C_{v,m}}$	$\Delta U = nC_v \Delta T$ $C = \frac{C_{v,m}}{R} \quad \text{ou} \quad C = \frac{C_v}{nR}$		
$\Delta_r H^\theta(T_2) = \Delta_r H^\theta(T_1) + \int \Delta_r C_p^\theta dT$	$\Delta_r C_p^\theta = \sum_{\text{produtos}} \nu C_{p,m}^\theta - \sum_{\text{reagentes}} \nu C_{p,m}^\theta$	$\mu = \left(\frac{\partial T}{\partial p} \right)_H$		
$\Delta_r H^\theta = \sum_{\text{produtos}} \nu \Delta_f H^\theta - \sum_{\text{reagentes}} \nu \Delta_f H^\theta$	$dS = \frac{dq_{\text{rev}}}{T}$	$\Delta S = nR \ln \frac{V_f}{V_i}$	$\Delta_{\text{trs}} S = \frac{\Delta_{\text{trs}} H}{T_{\text{trs}}}$	
$\Delta S = nC_p \ln \frac{T_f}{T_i}$	$\Delta S = nC_v \ln \frac{T_f}{T_i}$	$S^\theta(T_2) = S^\theta(T_1) + \int \frac{C_p^\theta}{T} dT$	$\varepsilon = 1 - \frac{ q_2 }{ q_1 } = 1 - \frac{T_2}{T_1} = \frac{ w }{q_{\text{alta}}}$	
Relações de Maxwell	$\left(\frac{\partial T}{\partial V} \right)_S = - \left(\frac{\partial p}{\partial S} \right)_V$	$\left(\frac{\partial T}{\partial p} \right)_S = \left(\frac{\partial V}{\partial S} \right)_p$	$\left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_V = \left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_T$	$\left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p = - \left(\frac{\partial S}{\partial p} \right)_T$
Equações fundamentais da termodinâmica	$dU = TdS - pdV$ $G = H - TS$	$dH = TdS + Vdp$ $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$	$dA = -SdT - pdV$ $A = U - TS$	$\Delta A = -SdT + Vdp$ $\Delta A = \Delta U - T\Delta S$
$\Delta_r S^\theta = \sum_{\text{produtos}} \nu S^\theta - \sum_{\text{reagentes}} \nu S^\theta$	$\Delta_r G^\theta = \sum_{\text{produtos}} \nu \Delta_f G^\theta - \sum_{\text{reagentes}} \nu \Delta_f G^\theta$	$\mu = \mu^\theta + RT \ln \frac{p}{p^\theta}$		
$G_m = G_m^\theta + RT \ln \frac{p}{p^\theta}$	$\frac{dp}{dT} = \frac{\Delta_{\text{trs}} S}{\Delta_{\text{trs}} V}$	$\int_{p^*}^p dp = \frac{\Delta_{\text{fus}} H}{\Delta_{\text{fus}} V} \int_{T^*}^T \frac{dT}{T}$	$\ln \frac{p}{p^*} = - \frac{\Delta_{\text{vap}} H}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T^*} \right)$	
$\left(\frac{\partial G}{\partial T} \right)_p = -S$	$\left(\frac{\partial G}{\partial p} \right)_T = V_m$	$\left(\frac{\partial G}{\partial n} \right)_{T,p} = \mu$	$\frac{dp}{dT} = \frac{\Delta_{\text{trs}} S}{\Delta_{\text{trs}} V}$	

1

Tabela periódica dos elementos - IUPAC

18

1 H Hidrogênio 1,0											13	14	15	16	17	2 He Hélio 4,0	
3 Li Lítio 6,9	4 Be Berílio 9,0											5 B Boro 10,8	6 C Carbono 13,0	7 N Nitrogênio 14,0	8 O Oxigênio 16,0	9 F Flúor 19,0	10 Ne Neônio 20,2
11 Na Sódio 23,0	12 Mg Magnésio 24,3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al Alumínio 27,0	14 Si Silício 28,1	15 P Fósforo 31,0	16 S Enxofre 32,1	17 Cl Cloro 35,5	18 Ar Argônio 39,9
19 K Potássio 39,1	20 Ca Cálcio 40,1	21 Sc Escândio 45,0	22 Ti Titânio 47,9	23 V Vanádio 50,9	24 Cr Cromo 52,0	25 Mn Manganês 54,9	26 Fe Ferro 55,8	27 Co Cobalto 58,9	28 Ni Níquel 58,7	29 Cu Cobre 63,5	30 Zn Zinco 65,4	31 Ga Gálio 69,7	32 Ge Germânio 72,6	33 As Arsênio 74,9	34 Se Selênio 79,0	35 Br Bromo 79,9	36 Kr Criptônio 83,8
37 Rb Rubídio	38 Sr Estrôncio	39 Y Ítrio	40 Zr Zinco	41 Nb Nióbio	42 Mo Molibdênio	43 Tc Tecnécio	44 Ru Rutênio	45 Rh Ródio	46 Pd Paládio	47 Ag Prata	48 Cd Cádmio	49 In Índio	50 Sn Estanho	51 Sb Antimônio	52 Te Telúrio	53 I Iodo	54 Xn Xenônio
55 Cs Césio 132,9	56 Ba Bário 137,3	57-71	72 Hf Háfnio 178,5	73 Ta Tântalo 180,9	74 W Tungstênio 183,8	75 Re Rênio 186,2	76 Os Ósmio 190,2	77 Ir Iridio 192,2	78 Pt Platina 195,1	79 Au Ouro 197,0	80 Hg Mercúrio 200,6	81 Tl Tálio 204,4	82 Pb Chumbo 207,2	83 Bi Bismuto 209,0	84 Po Polônio [209]	85 At Ástato [210]	86 Rn Radônio [222]
87 Fr Frâncio [123]	88 Ra Rádio [226]	89-103	104 Rf Rutherfordfórdio [261]	105 Db Dúbnio [262]	106 Sg Seabórgio [266]	107 Bh Bóhrio [264]	108 Hs Hássio [277]	109 Mt Meitnério [268]	110 Ds Darmstádio [271]	111 Rg Roentgênio [272]	112 Cn Copérnico [277]						

Número atômico	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
Lantânio 138,8	Cério 140,1	Praseodímio 140,9	Neodímio 144,2	Promécio [145]	Samário 150,4	Európio 152,0	Gadolínio 157,3	Térbio 158,9	Disprósio 162,5	Hólmio 164,9	Erbio 167,3	Túlio 168,9	Íterbio 173,0	Lutécio 175,0	
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	
Actínio [227]	Tório 232,0	Protactínio 231,0	Urânio 238,0	Netúnio [237]	Plutônio [244]	Americio [243]	Cúrio [247]	Berquélio [247]	Califórnio [251]	Einstéinio [252]	Férmio [257]	Mendelévio [258]	Nobélio [259]	Laurêncio [262]	