

**NÚCLEO OLÍMPICO DE INCENTIVO AO CONHECIMENTO
OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE QUÍMICA**

2023 – FASE III

Caderno de Problemas

Tabela Periódica com massas atômicas relativas

1																	18
1 H 1.008																2 He 4.003	
3 Li 6.94	4 Be 9.01											13 B 10.81	14 C 12.01	15 N 14.01	16 O 16.00	17 F 19.00	18 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.30											13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.97	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.95	43 Tc -	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57-71	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po -	85 At -	86 Rn -
87 Fr -	88 Ra -	89-103	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -	112 Cn -	113 Nh -	114 Fl -	115 Mc -	116 Lv -	117 Ts -	118 Og -

57 La 138.9	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm -	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0
89 Ac -	90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -

Constantes consideradas

Volume molar do gás ideal: $22,4L$ (CNTP)

Constante dos gases: $0,0821atm \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} = 8,3145J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$

$1atm = 1,01325bar = 1,01325 \times 10^5 Pa = 760torr$

Massa do elétron: $9,109 \cdot 10^{-31} Kg$

Constante de Planck: $6,626 \cdot 10^{-34} J/s$

$1eV = 1,602 \cdot 10^{-19} J$

.....
Nome:

Instruções

- Este caderno apresenta 20 páginas, incluindo capa, enunciado para problemas objetivos e discursivos, gabarito, linhas para resolução, rascunhos e créditos para a equipe responsável pelo simulado.
- A pontuação de cada questão objetiva, se correta, é 4 pontos. Se a questão objetiva for respondida errada, terá penalização de 1 ponto. Questões em branco não serão penalizadas. Assim, a pontuação máxima na parte I é 40 pontos.
- A pontuação de cada questão discursiva é 10 pontos, totalizando 60 pontos na parte discursiva.
- É permitido o uso de calculadora científica **não programável**. Utilize caneta azul ou preta para escrever sua resposta e marcar o gabarito.
- Esta prova tem duração de 4 horas.

BOA PROVA!

PARTE I - QUESTÕES DE MÚLTIPLA ESCOLHA**QUESTÃO 1**

Calcule a massa do sal gerado na reação completa de 5,5 gramas de peróxido de potássio com ácido clorídrico em excesso. Qual o gás gerado nessa reação?

- a) 1,8g; CO_2
- b) 3,6g; O_2
- c) 3,6g; CO_2
- d) 7,5g; O_2
- e) 7,5g; CO_2

QUESTÃO 2

Um recipiente fechado contém 1 mol de N_2 e 3 mols de H_2 a $440^\circ C$. Sabendo que o equilíbrio é estabelecido a uma pressão igual a 10atm e que a temperatura permanece constante, assinale a alternativa que corresponde a fração molar de amônia no equilíbrio.

Dados: K_p para a reação $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ é $5 \cdot 10^{-6}$.

- a) $x_{NH_3} = 3,651 \cdot 10^{-3}$
- b) $x_{NH_3} = 7,351 \cdot 10^{-3}$
- c) $x_{NH_3} = 0,744$
- d) $x_{NH_3} = 0,248$
- e) $x_{NH_3} = 4,928 \cdot 10^{-2}$

QUESTÃO 3

Considere as espécies A, B e C, que são compostos hidroxilados dos elementos X, Y e Z, respectivamente. Sabemos que X, Y e Z pertencem ao mesmo período da tabela periódica. O composto A ao entrar em contato com a água, forma uma solução com pH menor que 7. O composto B reage com ácidos fortes e o composto C ao entrar em contato com água, gera uma solução altamente alcalina. Sabendo disso, classifique os itens abaixo como verdadeiro (V) ou falso (F):

- I. Os três elementos são metais.
- II. A ordem de eletronegatividade dos elementos é $X > Y > Z$.
- III. O raio atômico decresce na ordem X, Y e Z.
- IV. X, Y e Z poderiam ser os elementos fósforo, alumínio e sódio respectivamente.

- a) F - V - V - V
- b) F - F - F - V
- c) V - V - V - F
- d) F - V - F - F
- e) F - V - F - V

QUESTÃO 4

Em um béquer temos uma solução de 400ml contendo $0,324\text{g}$ de cromato de sódio e $0,234\text{g}$ de cloreto de sódio. Sabendo que o K_{ps} do cromato de prata e do cloreto de prata são respectivamente $1,12 \cdot 10^{-12}$ e $1,6 \cdot 10^{-10}$, marque a alternativa que contém o sal que precipita primeiro com a adição de AgNO_3 e a concentração mínima de Ag^+ para que isso ocorra.

- a) AgCl ; $1,5 \cdot 10^{-5} \text{ M}$
- b) AgCl ; $1,6 \cdot 10^{-8} \text{ M}$
- c) Ag_2CrO_2 ; $1,5 \cdot 10^{-5} \text{ M}$
- d) AgCl ; $4 \cdot 10^{-9} \text{ M}$
- e) Ag_2CrO_2 ; $1,5 \cdot 10^{-8} \text{ M}$

QUESTÃO 5

Um átomo de hidrogênio tem seu elétron excitado para a camada 5. Ao retornar para a camada 2, ele emite um fóton de um certo comprimento de onda num efeito chamado salto quântico. Desse modo, marque a alternativa que contem o comprimento de onda do fóton emitido.

Dados: Constante de Rydberg = $1,1 \cdot 10^5 \text{ cm}^{-1}$

- a) $432,9 \text{ nm}$
- b) $489,7 \text{ nm}$
- c) $546,4 \text{ nm}$
- d) $520,9 \text{ nm}$
- e) $612,3 \text{ nm}$

QUESTÃO 6

Uma substância A_3B_2 , de caráter iônico, teve 600g adicionadas em 1L de água, alterando o ponto de ebulição da amostra para $100,5^\circ\text{C}$. Diga, qual o grau de dissociação da substância?

Dados:

- $K_e = 0,05^\circ\text{C} \cdot \text{Kg/mol}$
- $d_{\text{H}_2\text{O}} = 1\text{Kg/L}$
- $MM(\text{A}) = 20\text{g/mol}$
- $MM(\text{B}) = 30\text{g/mol}$

- A) 75%.
- B) 50%.
- C) 40%.
- D) 25%.
- E) 10%.

QUESTÃO 7

A radioatividade é um dos assuntos que mais fascinam a humanidade, tanto positivamente, (raios X), quanto negativamente (Bombas atômicas em Hiroshima e Nagasaki). A respeito do assunto, julgue as afirmativas a seguir e marque a alternativa que consta com os itens falsos.

I. O decaimento ocorre com elementos em que a força de repulsão entre os prótons supera a força nuclear fraca no interior do núcleo, sendo essa última oriunda principalmente da contribuição dos nêutrons.

II. Na tabela periódica, conforme o Z vai crescendo linearmente, chega um ponto em que o número de nêutrons supera o número de prótons nos elementos.

III. Os núcleos com um número de par de prótons e nêutrons tentem a ser mais estáveis do que os núcleos com um número ímpar de prótons e nêutrons.

IV. A reação ${}^{60}\text{Co}^* \rightarrow {}^{60}\text{Co} + \gamma$ representa um exemplo de isomeria.

V. Na reação ${}^{97}_{42}\text{Mo}(1X,2n){}^{97}_{43}\text{Tc}$, o X corresponde ao hidrogênio sob a forma de prótio.

- a) *I, II e III.*
- b) *II e IV.*
- c) *I e V.*
- d) *II, III e IV.*
- e) Todas as afirmativas

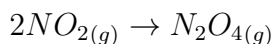
QUESTÃO 08

Quando se faz o estudo de técnicas analíticas, é comum a exemplificação de uma titulação ácido-base. Portanto, para esta questão abordaremos a titulação de H_3PO_4 com NaOH 1M. Tendo em mente o gráfico de tal titulação, assinale a alternativa incorreta acerca do sistema em questão.

- a) A influência que cada uma das ionizações realiza ao cálculo final do pH decresce com o aumento de sua ordem, isto é, a influência da segunda ionização é menor do que a primeira.
- b) Considerando que foram utilizados 50mL de NaOH , podemos dizer que a concentração do ácido é menor que três vezes a concentração inicial da base.
- c) Caso fosse utilizada uma base mais fraca, como NH_3 , o primeiro ponto estequiométrico seria exatamente o mesmo do caso do NaOH , diferindo apenas no pH.
- d) Não é recomendada a utilização de indicadores com uma viragem significativa, como a fenolftaleína, uma vez que a titulação possui mais de uma viragem.
- e) O efeito indutivo do fósforo não é o único fator que envolve o fato de que diferentes ionizações do ácido fosfórico possuem diferentes constantes de equilíbrio, pode ser explicado também por condições do ambiente químico, como dissolução de outros íons e temperatura. Portanto, a pureza química e o conhecimento de o que é utilizado como indicador e como titulante são informações relevantes à titulação.

QUESTÃO 9

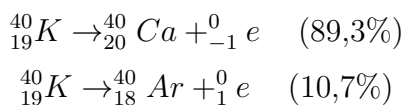
A Termodinâmica é uma das áreas mais importantes da química, tanto pela abrangência quanto pela possibilidade de previsão de características de uma reação e/ou processo químico. Com base nos conhecimentos sobre termodinâmica, portanto, assinale a alternativa correta para a seguinte reação espontânea:



- a) A reação é favorecida por um aspecto termodinâmico, mas não entálpico.
- b) Para o referido sistema, é possível calcular a constante de equilíbrio de pressão através de uma fórmula que se relaciona com o K_C . Na situação de temperatura $300K$ e concentração $0,5M$ para ambos, portanto, o K_P equivale a: $8,022 \cdot 10^{-4} atm^{-1}$.
- c) Pela presença de 2 mols de gás nos reagentes, mas apenas 1 mol no produto, podemos dizer que o K_p é o dobro do K_c .
- d) Uma transformação isotérmica do sistema (com variação de pressão e volume) faz com que haja uma mudança no ΔG do sistema, o que não ocorreria caso as espécies fossem de outro estado além do gasoso.
- e) Há uma temperatura na qual esta reação entra em equilíbrio, independentemente do ΔH e do ΔS

QUESTÃO 10

Um método de datação utilizando Potássio e Argônio é utilizado na geologia e na arqueologia para estimar a idade de rochas sedimentares. Potássio-40 decai de duas formas:



A meia-vida total para o decaimento do Potássio-40 é $1,3 \cdot 10^9$ anos. Estime a idade de uma rocha sedimentar onde a razão entre Argônio-40 e Potássio-40 é 0,0102.

- a) $1,7 \cdot 10^8$ anos
b) $1,7 \cdot 10^6$ anos
c) $8,6 \cdot 10^9$ anos
d) $5 \cdot 10^8$ anos
e) $6,9 \cdot 10^7$ anos

PARTE II - QUESTÕES DISCURSIVAS

Resumo

QUESTÃO 11

Em um laboratório de química um estudante de química irá realizar a determinação do Kps do $Ca(IO_3)_2$ a partir de uma análise volumétrica utilizando o método de Iodometria. A concentração do íon iodato será determinada por titulação com uma solução padrão de tiosulfato de sódio ($Na_2S_2O_3$), na presença de iodeto de potássio (KI). O amido será usado como indicador.

No roteiro de laboratório do estudante estavam as seguintes instruções:

A parte A está associada à padronização do $Na_2S_2O_3$.

A parte B é a determinação de Kps para $Ca(IO_3)_2$

• **Parte A:** Padronização de $Na_2S_2O_3$

1. Encha a bureta com solução de $Na_2S_2O_3$.

2. Pipeta $10,00\text{cm}^3$ de solução KIO_3 padrão (fornecida como solução A, KIO_3 10,7042g em $5,00\text{dm}^3$) em um frasco Erlenmeyer Adicione 10cm^3 de $10(p/v)$ KI e 10cm^3 de $1\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ HCl em um frasco. A solução deve ficar marrom escura à medida que I_2 é formado.

3. Titule com solução de $Na_2S_2O_3$ até que a solução fique amarela pálida. Adicione 2cm^3 de Solução de amido a $0,1(p/v)$. A solução deve ficar azul escura. Titular cuidadosamente até o ponto final incolor. Registre o volume da solução de $Na_2S_2O_3$.

O estudante anotou em seu caderno os dados com os volumes obtidos no experimento que foi realizado em triplicata: (Dica: Preencha os espaços vazios com o valor do volume consumido em cada titulação.)

	Titulação número.		
	1	2	3
Leitura Inicial da bureta com solução de $Na_2S_2O_3$, cm^3	0,00	12,08	24,00
Leitura Final da bureta com solução de $Na_2S_2O_3$, cm^3	12,08	24,00	36,28
Volume consumido da solução de $Na_2S_2O_3$, cm^3			

- Escreva e balanceie as reações relevantes que ocorrem nesse processo
- Calcule a concentração da solução A de KIO_3 padrão fornecida
- Calcule a concentração da solução de $Na_2S_2O_3$

Parte B: Determinação de Kps de $Ca(IO_3)_2$:

1. Pipeta $5,00\text{cm}^3$ de uma solução filtrada saturada de $Ca(IO_3)_2$ para um frasco Erlenmeyer. Adicione 10cm^3 de $10(p/v)$ KI e 10cm^3 de 1mol dm^{-3} HCl.

2. Titule com solução de $Na_2S_2O_3$ até que a solução fique amarela pálida. Adicione 2cm^3 da solução de amido a $0,1(p/v)$. A solução deve ficar azul escura. Titular cuidadosamente até o ponto final incolor. Registre o volume da solução de $Na_2S_2O_3$.

	Titulação número.		
	1	2	3
Leitura Inicial da bureta com solução de $Na_2S_2O_3$, cm^3	0,00	13,20	26,20
Leitura Final da bureta com solução de $Na_2S_2O_3$, cm^3	13,20	26,20	39,60
Volume consumido da solução de $Na_2S_2O_3$, cm^3			

d) Calcule a concentração de IO_3^- na solução

e) Calcule o Kps do $Ca(IO_3)_2$

f) Explique porque conforme a titulação ocorre a coloração da solução titulada muda de marrom para amarelo pálido e explique também como o indicador de amido funciona.

QUESTÃO 12

Foi realizado um experimento para determinar a constante de velocidade da reação de decomposição do peróxido de hidrogênio na presença de cloreto de ferro (III). Sabe-se que essa reação possui uma cinética de primeira ordem. Ademais, esse experimento foi feito com uma concentração inicial de $0,15\text{mol/L}$ de H_2O_2 em água oxigenada. Diante disso, responda:

a) Escreva a reação de decomposição que ocorreu

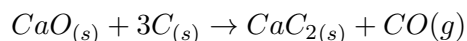
b) Determine a concentração em volumes de H_2O_2 no começo do experimento.

c) Sabendo que a concentração de H_2O_2 era $0,015\text{mol/L}$ depois de 5 minutos, determine a constante de velocidade da reação com unidades no SI.

d) Explique, qual a função do cloreto de ferro (III) na reação.

QUESTÃO 13

Galaza é um químico sapeca, ele adora brincar com o fogo. Certo dia no laboratório, Galaza teve a brilhante ideia de realizar a síntese do carbetto de cálcio, dada pela reação:



Infelizmente, o químico Galaza não conseguiu responder algumas perguntas acerca da reação acima, por isso, ele pediu a sua ajuda. Sendo assim, responda corretamente os itens a seguir:

Dados: Em 298K

Substância	CaO	C	CaC ₂	CO(g)
Entalpia (kJ/mol)	-635	–	-60	-110,92
Entropia (J/mol·K)	39,75	5,73	23,58	197,4

- Determine a entalpia, entropia e energia livre de Gibbs da reação acima.
- Faça um gráfico relacionando o caminho da reação com a energia.
- A partir dos dados da tabela 1, desenhe um ciclo de Born-Haber e determine a energia de rede do CaC₂.

Tabela 1: Propriedades do CaC₂

Propriedade	Valor
Entalpia de formação	-16 kJ/mol
Entalpia de sublimação do Ca	179 kJ/mol
Entalpia de sublimação do C	718 kJ/mol
Primeira energia de ionização do Ca(g)	590 kJ/mol
Segunda energia de ionização do Ca(g)	1143 kJ/mol
Energia de ligação do C	614 kJ/mol
Primeira afinidade eletrônica do C	-315 kJ/mol
Segunda afinidade eletrônica do C	+410 kJ/mol

- Ao manusear os materiais do laboratório, Galaza deixou um pedaço de metal de 59,7g cair em água fervente e rapidamente o transferiu para 60ml de água inicialmente a 22°C. A temperatura final foi de 28,5°C, sendo assim, determine o calor específico do metal mencionado acima.

QUESTÃO 14

Uma reação amplamente conhecida na química, é a que ocorre entre o K_2MnO_4 e o $Na_2C_2O_4$ em meio ácido e à quente. Dentre muitas coisas, ela pode ser usada para a determinação do grau de pureza de uma amostra de $Na_2C_2O_4$, foi justamente isso que um químico fez em seu laboratório. Em uma limpeza de rotina, ele achou um pote com oxalato de sódio vencido há 10 anos. Curioso com a descoberta, ele decide tentar descobrir o grau de pureza desse oxalato fazendo uma titulação com o permanganato. Desse modo, o químico pegou uma massa de 10g da amostra, dissolveu e diluiu até um volume de 250ml. Depois, pegou 10ml dessa solução, adicionou ao erlenmeyer e conduziu a titulação usando uma solução de permanganato 0,04 M. O volume gasto para a titulação foi de 19,4ml. Considerando esses fatos responda ao que se pede.

- Escreva a equação iônica balanceada para a reação mencionada acima.
- Determine a pureza da amostra inicial de oxalato de sódio vencido.
- Dê a estrutura de Lewis para o MnO_4^{2-} e para o $C_2O_4^{2-}$.
- Qual a hibridação dos átomos de carbono e manganês nas espécies químicas citadas no item c)? Forneça suas prováveis geometrias.
- O tipo de ligação presente no K_2MnO_4 é iônica, entretanto, no íon MnO_4^{2-} o que predomina é a ligação covalente. Com isso dito, cite e explique 3 diferenças entre compostos de ligação iônica e de ligação covalente (podem ser desde propriedades químicas, até propriedades físicas e diferenças entre as ligações).

QUESTÃO 15

O controle da quantidade de íons em uma solução é de extrema importância para análises quantitativas na química analítica, assim como na química industrial. Por conta disso, são necessárias e requeridas diversas análises em um analito, como algumas as que serão utilizadas para o desenvolvimento da questão. Tome de partida, portanto, uma solução $3,5 \cdot 10^{-8} M$ de H_2X .

- Calcule a concentração de íons H^+ e OH^- na solução, considerando que ambas as ionizações são 100%.
- Agora, considere que a temperatura do sistema foi diminuída para $0^\circ C$, temperatura na qual o valor da constante da auto ionização da água é igual a K'_w . Mostre, por fatores de equilíbrio e concentração, que $K_w > K'_w$, sabendo que o equilíbrio possui um $\Delta H > 0$.
- O valor de pK'_w nas condições ditas a cima é de 14,9. Sabendo disso, qual é a nova escala de pH que pode ser utilizada no sistema? Diga ainda qual é a concentração de OH^- em uma solução com pH de 7,0.
- É adicionado à solução do item A) $7,5 \cdot 10^{-7}$ de $NaOH$. Apresente todas as reações completas que ocorrem entre o hidróxido e o ácido, considerando que as ionizações são completas e não simultâneas.

e) Com o ocorrido do item D), calcule o novo pH da solução.

QUESTÃO 16

Um conjunto de cientistas recebeu a missão de construir um novo detector de radiação para a usina de Angra I, sendo necessário a confecção de uma fina placa metálica para a detecção de uma determinada faixa de radiação eletromagnética. Desse modo, surgiu a dúvida sobre qual metal seria o ideal para esse contexto, a prata ou o paládio. No fim, em decorrência da reatividade e dos valores econômicos, a prata foi o metal escolhido.



a) Sabendo que os metais descritos no texto possuem uma determinada semelhança atômica, diga qual é o nome da relação estabelecida entre eles.

b) Escreva a distribuição eletrônica eletrônica do Ag e do Pd , justificando o motivo de seus resultados.

c) Considerando que foi liberado um elétron após a incidência de um fóton com $\lambda = 189nm$ na placa de prata, diga qual a velocidade de emissão dele.

d) Sabendo que o raio atômico de um átomo de prata é igual a $165pm$, indique qual a incerteza mínima da velocidade de um de seus elétrons.

Dados:

- $\phi_{Ag} = 4,73eV$
- Velocidade da luz: $2,998 \cdot 10^8 m/s$
- $\pi = 3,1416$

Caderno de resposta**PARTE I****1** (A)(B)(C)(D)(E)**2** (A)(B)(C)(D)(E)**3** (A)(B)(C)(D)(E)**4** (A)(B)(C)(D)(E)**5** (A)(B)(C)(D)(E)**6** (A)(B)(C)(D)(E)**7** (A)(B)(C)(D)(E)**8** (A)(B)(C)(D)(E)**9** (A)(B)(C)(D)(E)**10** (A)(B)(C)(D)(E)

Corretas	
Incorretas	
Em branco	
Nota	

Questão 14

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Rascunho

Rascunho

EQUIPE RESPONSÁVEL PELO SIMULADO

- Raphael Diniz (Coordenador e escritor).
- Fernando Garcia (escritor).
- Gabriel Paz (escritor).
- João Antônio (escritor).
- Luiz Viegas (escritor).
- Mateus Cavassin (escritor).
- Hana Sousa (Template).