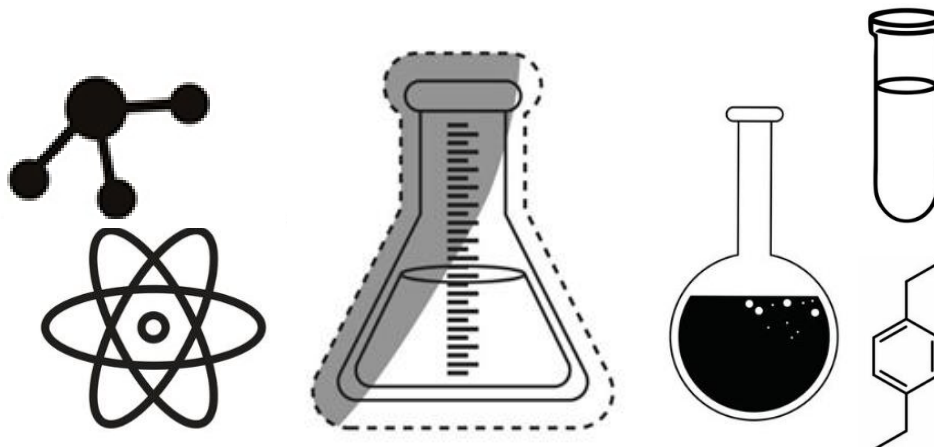


XVII OQDF

OLIMPIÁDA DE QUÍMICA DO DISTRITO FEDERAL E ENTORNO



Modalidade A

Leia com atenção as instruções abaixo.

- Ao receber este caderno, confira atentamente se ele se refere à modalidade para a qual se inscreveu.
- Este caderno é constituído de 15 questões objetivas e 5 discursivas, totalizando 20 questões.
- Caso o caderno esteja incompleto ou tenha qualquer defeito, informe ao fiscal de sala mais próximo para que sejam tomadas as providências cabíveis.
- Nas questões objetivas, marque na folha de respostas a alternativa que julgar correta. Recomenda-se não marcar ao acaso, mesmo não havendo penalidade por erros.
- A folha de respostas é o único documento válido para a correção da prova do candidato.
- Todos os cálculos e respostas deverão estar à caneta (azul ou preta), respostas a lápis não serão corrigidas.
- Não se comunique com outros candidatos, nem se levante sem autorização do fiscal de sala.
- Não é permitido o uso de equipamentos eletrônicos de qualquer espécie, salvo calculadora não científica.
- A duração das provas é de 4 horas, já incluso o tempo destinado ao preenchimento da folha de respostas.
- O tempo mínimo de permanência em sala após entrega dos cadernos de prova é de 30 minutos.
- O tempo mínimo para o candidato sair de sala com o caderno de prova é de 3 horas.
- A desobediência a qualquer uma das instruções presentes poderá implicar na anulação da prova do candidato.

Tabela Periódica dos Elementos

1
1A

18
O

1 H 1,0	2 2A He 4											13 3A Al 27	14 4A Si 28,1	15 5A P 31	16 6A S 32,1	17 7A Cl 35,5	18 O Ar 39,9
3 Li 6,9	4 Be 9											5 B 10,8	6 C 12	7 N 14	8 O 16	9 F 19	10 Ne 20,2
11 Na 23	12 Mg 24,3	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8 8B	9 9B	10 10B	11 11B	12 12B	13 Al 27	14 Si 28,1	15 P 31	16 S 32,1	17 Cl 35,5	18 Ar 39,9
19 K 39,1	20 Ca 40,1	21 Sc 45	22 Ti 47,9	23 V 50,9	24 Cr 52	25 Mn 54,9	26 Fe 55,8	27 Co 58,9	28 Ni 58,7	29 Cu 63,5	30 Zn 65,4	31 Ga 69,7	32 Ge 72,6	33 As 74,9	34 Se 79	35 Br 79,9	36 Kr 83,8
37 Rb 85,5	38 Sr 87,6	39 Y 88,9	40 Zr 91,2	41 Nb 92,9	42 Mo 95,9	43 Tc 97	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 La 138,9	72 Hf 178,5	73 Ta 180,9	74 W 183,8	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,1	78 Pt 195,1	79 Au 197	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209	84 Po 209	85 At 210	86 Rn 222
87 Fr 223	88 Ra 226	89 Ac 227															

58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm 145	62 Sm 150,4	63 Eu 152	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	71 Lu 175
90 Th 232	91 Pa 231	92 U 238	93 Np 237	94 Pu 242	95 Am 247	96 Cm 247	97 Bk 247	98 Cf 251	99 Es 252	100 Fm 257	101 Md 258	102 No 259	103 Lr 260

Parte I

Questões objetivas

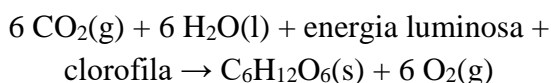
Questão 1. Quando uma ligação hidrogênio é simbolizada por X-H...Y, o que a linha sólida e a pontilhada representam, respectivamente?

- Ligação covalente e metálica
- Ligação covalente e iônica
- Ligação covalente e intermolecular
- Ligação metálica e iônica
- Ligação metálica e intermolecular

Questão 2. Indique, respectivamente, as geometrias das seguintes moléculas contendo flúor: F₂O, SF₄, BrF₃ e XeF₂.

- Linear, quadrado planar, trigonal plana e angular.
- Angular, tetraedro, piramidal e angular.
- Linear, gangorra, piramidal e linear.
- Angular, gangorra, forma de T e linear.
- Angular, tetraedro, trigonal plana e angular.

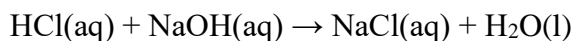
Questão 3. Um dos processos mais importantes que ocorre na Terra é a reação de fotossíntese, realizada por seres autótrofos. A equação que caracteriza esse processo pode ser descrita como:



Dentre as substâncias acima, qual delas pode ser considerada uma substância simples?

- CO₂
- H₂O
- O₂
- Clorofila
- C₆H₁₂O₆

Questão 4. Considere a seguinte reação:

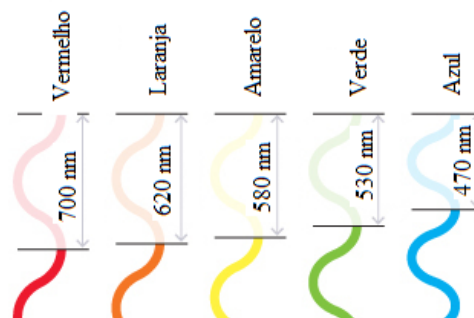


Em uma titulação de 10 mL do HCl, gastou-se 8 mL de uma solução de 0,30 mol L⁻¹ de NaOH. Assinale a alternativa que apresenta a concentração de ácido na amostra.

- 0,23 mol L⁻¹
- 0,24 mol L⁻¹
- 1,80 mol L⁻¹
- 0,18 mol L⁻¹
- 2,40 mol L⁻¹

Questão 5. O espectrômetro é um aparelho capaz de identificar o comprimento de onda da radiação eletromagnética emitida ou absorvida por um determinado elemento ou substância.

Elemento químico	Comprimento de onda (nm)
Na	589,0; 589,6
K	766,5; 769,4; 404,4; 404,7
Li	670,8; 610,3
Sr	674,4; 662,8; 606,0; 460,7
Tl	535,0



Fonte: Universidade de Waikato, NZ, modificado.

Com base na tabela e no espectro de emissão, conclui-se que o único elemento que apresenta espectro de emissão entre o verde e o amarelo é:

- Potássio
- Sódio
- Lítio
- Estrôncio
- Tálio

Rascunho

Questão 6. O nitrogênio, o argônio e o oxigênio são constituintes do ar atmosférico em fase gasosa. A obtenção de tais componentes do ar ocorre através do seguinte processo industrial:

I- primeiramente, o ar seco é convertido em ar líquido através do resfriamento a $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$;

II- o ar liquefeito segue para uma coluna de separação, em que existem compartimentos com diferentes temperaturas, nos quais cada componente é separado de acordo com sua temperatura de ebulição.

Considerando-se as características físico-químicas dos componentes formados, o método utilizado para a separação da mistura é a

- filtração
- destilação simples
- cromatografia
- destilação fracionada
- floculação

Questão 7. Em um experimento, um estudante verificou ser a mesma a temperatura de ebulição de várias amostras de um mesmo material no estado líquido e, também, que esta temperatura se manteve constante até ebulição completa. Considere que o material líquido tenha sido classificado como:

- substância simples pura
- substância composta pura
- mistura homogênea azeotrópica
- mistura heterogênea
- mistura homogênea eutética

Das classificações acima, estão corretas

- apenas I, II e III
- apenas I, II e V
- apenas I e III
- apenas II e IV
- apenas III, IV e V

Questão 8. Assinale a alternativa contendo o composto com maior ponto de ebulição.

- CO_2
- SO_2
- NH_3
- HCl
- CH_4

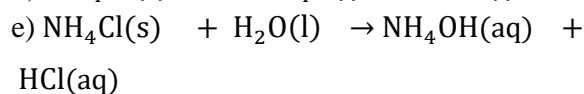
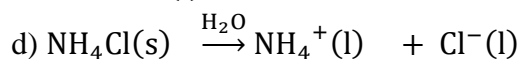
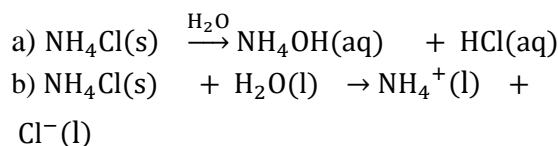
Questão 9. Assinale a alternativa correta.

- A bureta é empregada em titulações juntamente com um pipetador de três vias.
- Em uma calibração de vidraria é recomendável usar uma pipeta graduada.
- A pipeta volumétrica, assim como o béquer, não fornece um resultado muito preciso.
- Em uma titulação, o Erlenmeyer deve estar sob constante agitação, enquanto a bureta estiver liberando o titulante.
- O balão volumétrico de fundo chato deve ser colocado em um forno a $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 20 minutos após ser lavado, garantindo uma vidraria isenta de solventes para a próxima prática laboratorial.

Questão 10. O vidro comum é obtido pela fusão dos seguintes compostos:

- trióxido de alumínio (Al_2O_3), hidrogenocarbonato de sódio (NaHCO_3) e carbonato de magnésio (MgCO_3).
- óxido de dissilício (Si_2O), bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e carbonato de bário (BaCO_3).
- óxido de silício (SiO_2), bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e carbonato de magnésio (MgCO_3).
- trióxido de alumínio (Al_2O_3), carbonato de sódio (Na_2CO_3) e carbonato de cálcio (CaCO_3).
- dióxido de silício (SiO_2), carbonato de sódio (Na_2CO_3) e carbonato de cálcio (CaCO_3).

Questão 11. O cloreto de amônio, NH_4Cl , apresenta alta solubilidade em água. Quando adicionamos grãos deste composto a um recipiente contendo água, a alternativa que melhor representa o processo resultante é:



Questão 12. Marque a alternativa correta.

- a) Para avaliar a acidez/basicidade de um meio, pode-se usar a escala de pH, uma escala logarítmica dependente da natureza do solvente.
- b) Na teoria de Lewis, as bases agem como redutores, aceitando elétrons, ao passo que os ácidos seriam agentes oxidantes, doando elétrons.
- c) Em uma reação qualquer do tipo ácido e base, a velocidade é muito alta, razão pela qual não se estuda largamente sua cinética.
- d) A constante de equilíbrio da autoprotólise da água é K_w . Para qualquer par conjugado (HA/A^-) com constante de equilíbrio K_a para perda de próton e K_b no sentido inverso, a igualdade $K_b=K_a/K_w$ é válida.
- e) A força de um ácido ou uma base é definida pela sua estrutura molecular.

Questão 13. Assinale a alternativa que indica um processo que alcança a sua finalidade de forma acessível, lógica, e sem qualquer tipo de consequência alarmante àqueles que o realizarão.

- a) Adicionar água destilada a uma solução de ácido sulfúrico (98% de H_2SO_4 em massa) de forma a obter uma solução 5 molar deste ácido.
- b) Aquecer amostras de tiocianato de mercúrio e dicromato de amônio para adequar os solutos a uso laboratorial.
- c) Adicionar pedaços de sódio metálico à água de forma a obter gás hidrogênio e hidróxido de sódio como produtos da reação.
- d) Adicionar ácido sulfúrico (98% de H_2SO_4 em massa) à água destilada de forma a obter uma solução 10 molar deste ácido.
- e) Obter uma solução contendo somente água destilada por meio de um processo de destilação fracionada da água obtida em torneiras comuns.

Questão 14. É possível estabelecer uma relação periódica entre o número atômico dos elementos (Z) e seus raios atômicos (R), mas ao observarmos o período dos lantanídeos, percebemos uma anomalia. Assinale a alternativa que melhor descreve.

- a) Nos lantanídeos, R diminui com o aumento de Z de maneira menos acentuada, em contrapartida aos outros períodos, que geralmente apresentam uma diminuição de R mais acentuada com o aumento de Z.
- b) Nos lantanídeos, R aumenta com o aumento de Z, em contrapartida aos outros períodos, que geralmente apresentam uma relação inversamente proporcional a Z.
- c) Nos lantanídeos, R diminui com o aumento de Z, em contrapartida aos outros períodos, que geralmente apresentam uma relação diretamente proporcional a Z.
- d) Nos lantanídeos, R continua o mesmo com o aumento de Z, em contrapartida aos outros períodos, que geralmente apresentam uma relação diretamente proporcional a Z.
- e) Nos lantanídeos, R continua o mesmo com o aumento de Z dos elementos, em contrapartida aos outros períodos, que geralmente apresentam uma relação inversamente proporcional a Z.

Questão 15. Marque a alternativa correta.

- a) A teoria de ligação química de Lewis explica a formação de moléculas que obedecem à regra do octeto, como o trifluoreto de boro e metano.
- b) O modelo de Dalton explica as proporções múltiplas observadas nas reações químicas, ajudando a compreender, por exemplo, as reações que levam à revelação fotográfica.
- c) A teoria de hibridação não prevê geometria de moléculas, sendo por isso menos utilizada que o modelo VSEPR.
- d) Um híbrido de ressonância é um conjunto de estruturas entre as quais uma determinada molécula oscila para atingir a estabilidade.
- e) Na molécula da água, a hibridação do átomo de oxigênio é do tipo sp^3 .

Rascunho

Parte II

Questões subjetivas

Questão 1. A classificação periódica dos elementos é, sem dúvida, uma das maiores e mais valiosas generalizações científicas. Concretizada na segunda metade da década de 60 do século 19, desde então muito serviu como guia de pesquisas em Química e, aos poucos, se tornou um valioso instrumento didático no ensino da Química. De acordo com os conceitos que cernem as propriedades periódicas dos elementos, responda aos itens que se seguem.

a) Ordene os seguintes átomos e íons em ordem crescente de raio atômico: Cl, Te, Te^{2-} e S.

b) Dê a configuração eletrônica esperada para os seguintes átomos ou íons.

(i) Pb

(ii) Mo

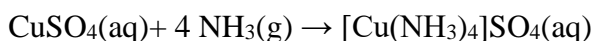
(iii) Zr^+

c) Considere os seguintes elementos do 3º período da Tabela Periódica dos Elementos: Si, S, Mg e Al.

(i) Qual, dentre eles, possui a maior segunda energia de ionização? Justifique.

(ii) Qual, dentre eles, possui a terceira maior segunda energia de ionização? Justifique.

Questão 2. A reação entre o sulfato de cobre II e a amônia origina o composto $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$.



a) Calcule o rendimento aproximado da reação quando são obtidos 29g de $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4(\text{aq})$ a partir de 30 g de sulfato de cobre II, com excesso de amônia.

b) Qual a razão para se manter a amônia em excesso?

c) O produto formado é considerado um sólido iônico, metálico ou covalente? Justifique e

indique qual ligação química caracteriza o sólido escolhido.

d) Cite ao menos duas características da ligação escolhida.

Questão 3. A água, apesar de ter uma estrutura molecular extremamente simples, consegue surpreender com algumas propriedades muito peculiares, mas que são essenciais à vida. Um exemplo está no fato da mesma apresentar seu menor volume por volta de 4°C , ou seja, qualquer aumento ou diminuição da temperatura em torno de tal valor implica um *acréscimo* de volume, e, conseqüentemente, um *decréscimo* da densidade. Isso permite explicar porque a água de lagos em regiões de frio intenso congela apenas na superfície. Conforme corpos d'água vão sendo resfriados abaixo de 4°C , os mesmos vão se tornando *menos* densos (já que seu volume aumenta), o que propicia sua "concentração" na superfície, que troca calor diretamente com o meio externo e congela. A "capa de gelo" formada é uma péssima condutora de calor, preservando a água abaixo da mesma em sua forma líquida, o que possibilita a perpetuação da vida marinha. Tendo isso em mente, responda aos itens abaixo.

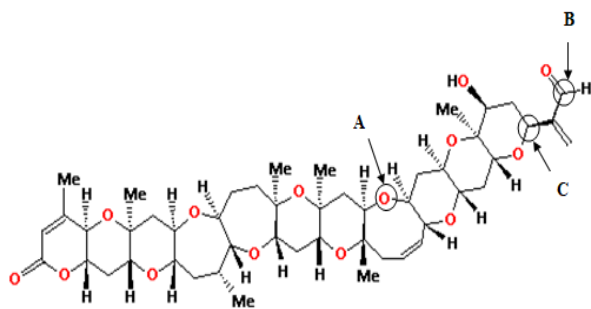
a) Explique por que a água apresenta comportamento anômalo de expansão durante o resfriamento de 4°C até 0°C .

b) Como a pressão influencia a formação do gelo?

Rascunho

Rascunho

Questão 4. Observe a molécula de uma das toxinas responsáveis pela cor da maré vermelha, a brevetoxina B, e responda aos itens abaixo.



- Explique o fenômeno da maré vermelha, desde a causa até suas consequências.
- Dê a hibridação dos átomos circulados na molécula e os ângulos de ligação.

Questão 5. Indicador ácido/base é um ácido ou base fraco cuja forma dissociada apresenta cor diferente da base ou ácido conjugado, sendo por isso largamente empregado em neutralizações.

Considere o seguinte procedimento: coloca-se cerca de 10 mL de um antiácido em uma vidraria (a), recolhe-se 1,00mL do mesmo (b) contendo exclusivamente hidróxido de alumínio e dilui-se esse volume a 100 mL com água (c). Em seguida, utiliza-se ácido clorídrico 0,500 M para a titulação (d) da base no medicamento.

- Quais devem ser as vidrarias empregadas nas operações (a), (b), (c) e (d)?
- Sabendo que se utilizou 9,23 mL de ácido clorídrico na titulação, qual a massa em miligramas de hidróxido de alumínio em 5,00mL de antiácido?
- O pH de viragem do indicador é 9,40, você utilizaria o mesmo para realizar a titulação acima? Por quê?
- Considere agora a reação de 78,00 mg de hidróxido de alumínio com 80,00 mg de ácido bromídrico consumindo completamente os reagentes. Dê a função inorgânica do principal produto formado e sua nomenclatura IUPAC.