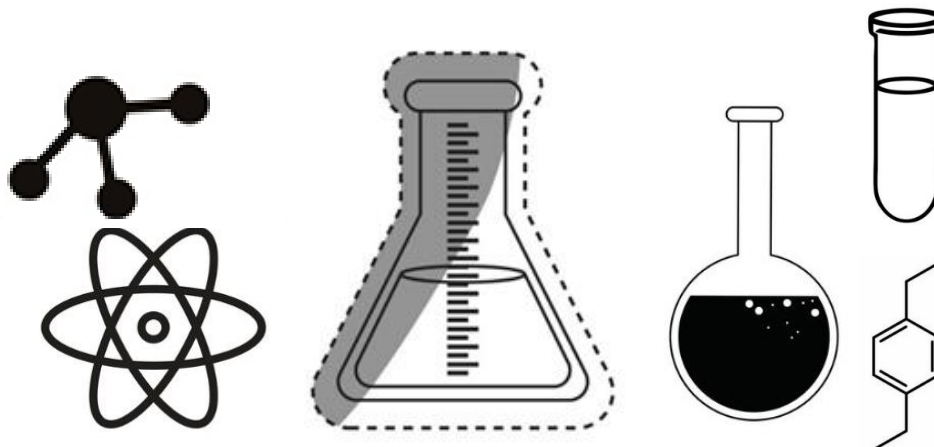


XVII OQDF

OLIMPIÁDA DE QUÍMICA DO DISTRITO FEDERAL E ENTORNO



Modalidade B

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

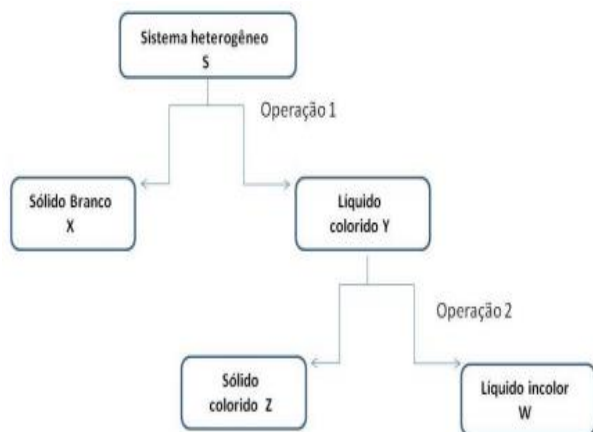
1 H 1,0	2 2A He 4											13 3A Al 27	14 4A Si 28,1	15 5A P 31	16 6A S 32,1	17 7A Cl 35,5	18 O Ar 39,9
3 Li 6,9	4 Be 9											5 B 10,8	6 C 12	7 N 14	8 O 16	9 F 19	10 Ne 20,2
11 Na 23	12 Mg 24,3	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8 7B	9 7B	10 7B	11 1B	12 2B	13 Al 27	14 Si 28,1	15 P 31	16 S 32,1	17 Cl 35,5	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. Um sistema heterogêneo, S, é constituído por uma solução colorida e um sólido branco. O sistema foi submetido ao seguinte esquema de separação:



Ao se destilar o líquido W, sob pressão constante de 1atm, verifica-se que sua temperatura de ebulição varia entre 80 °C e 100 °C. Identifique a afirmativa correta.

- A operação I é uma destilação simples.
- A operação II é uma decantação.
- O líquido colorido Y é uma substância pura.
- O líquido incolor W é uma substância pura.
- O sistema heterogêneo S tem, no mínimo, quatro componentes.

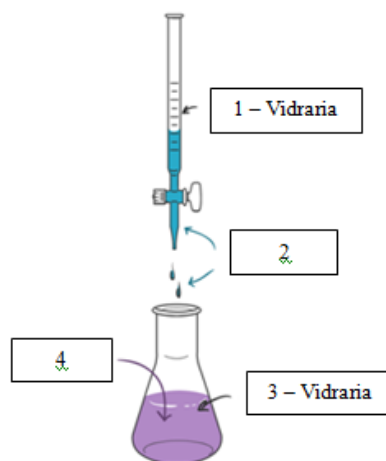
Questão 2. A queima de 1,0 g de tolueno (C₇H₈) libera 42,5 kJ. Marque a alternativa com os valores próximos de entalpia de combustão e entalpia padrão de formação do tolueno, respectivamente.

Dados: $\Delta_f H^\circ(\text{CO}_2(\text{g}))$: -393,8 kJ mol⁻¹;

$\Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{l}))$: -285,8 kJ mol⁻¹.

- +3910 kJ mol⁻¹ e -10,2 kJ mol⁻¹
- 2815 kJ mol⁻¹ e -16,2 kJ mol⁻¹
- 3910 kJ mol⁻¹ e +10,2 kJ mol⁻¹
- 1450 kJ mol⁻¹ e +1613,2 kJ mol⁻¹
- +1450 kJ mol⁻¹ e +16,2 kJ mol⁻¹

Questão 3. Analise a figura seguinte e assinale a alternativa correta.



Obtida em www.khanacademy.org.

- A bureta é usada para armazenar a solução cuja concentração é desconhecida. Além disso, deve ser agitada ao longo do processo, garantindo homogeneidade ao sistema.
- Tal prática objetiva realizar uma análise qualitativa de uma determinada espécie química. É feita medindo-se o volume dispensado por (1), o qual apresenta uma concentração conhecida.
- Considerando-se o emprego de uma base forte em (1) e de um ácido orgânico em (3), a utilização do indicador vermelho de metila seria inadequado por conta da faixa de pH em que ocorre o ponto de viragem.
- A técnica ilustrada é o preparo de solução analítica, em que o volume no ponto final deve ser utilizado no preparo da solução desejada.
- A figura ilustra uma neutralização, ao final da qual o sal formado aumenta o ponto de ebulição da solução.

Rascunho

Questão 4. Para se recuperar o cobre de placas de circuito impresso, um dos processos utilizado é a eletro-obtenção, em que se tem uma cela eletrolítica com ânodo inerte, cátodo de cobre metálico puro e solução contendo sulfato de cobre. No processo de eletro-refino, o cátodo e a solução são os mesmos, mas o ânodo é cobre impuro. Marque a alternativa correta.

- a) A massa do eletrodo negativamente carregado é maior, apenas, ao final do primeiro processo.
- b) A reação que ocorre no ânodo na eletro-obtenção é $\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.
- c) No eletrorefino, se o sobrepotencial da cela for 0,2 V, o potencial mínimo aplicado deverá ser $E=0,54$ V.
- d) O estanho seria um metal de sacrifício inadequado para revestir uma placa de cobre.
- e) Se o estanho for uma impureza do ânodo de cobre e o potencial aplicado for $E=0,4\text{V}$, ocorrerá oxidação do estanho.

Meia-reação de redução	E^0 (V)
$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	1,23
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	0,34
$\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	0,17
$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$	0
$\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}$	-0,14

Questão 5. Marque a opção que apresenta a solubilidade de cromato de prata ($K_{ps}=1,7 \times 10^{-12} \text{ mol}^3 \text{ L}^{-3}$, $\text{MM}=332 \text{ g mol}^{-1}$) e do hidróxido de magnésio ($K_{ps}=3,4 \times 10^{-11} \text{ mol}^3 \text{ L}^{-3}$, $\text{MM}=58 \text{ g mol}^{-1}$), respectivamente.

Dados: $2^{(1/3)}=1,26$ e $10^{(1/3)}=2,15$

- a) $2,5 \times 10^{-2} \text{ g L}^{-1}$; $1,2 \times 10^{-2} \text{ g L}^{-1}$
- b) $7,5 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$; $2,6 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$
- c) $7,5 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$; $2,0 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$
- d) $2,5 \times 10^{-2} \text{ g L}^{-1}$; $2,0 \times 10^{-2} \text{ g L}^{-1}$
- e) $7,5 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$; $2,4 \times 10^{-4} \text{ g L}^{-1}$

Questão 6. Marque a alternativa correta no que diz respeito ao petróleo, seus derivados e processos de refino.

- a) O petróleo é considerado uma combinação complexa de hidrocarbonetos. Além disso, é correto afirmar que é uma mistura completamente orgânica.
- b) Dois derivados do petróleo são o GLP, uma mistura de duas olefinas, e o querosene, uma mistura complexa de hidrocarbonetos (alifáticos, naftênicos e aromáticos).
- c) Um equipamento usado para o refino é a torre de destilação fracionada, que contém pratos com temperaturas diferentes que diminuem à medida que a altura aumenta.
- d) Em uma torre de destilação, à medida que o material bruto é aquecido, as frações são separadas nos diferentes pratos, de modo que as mais leves vão para o fundo e as mais pesadas se dirigem ao topo por convecção forçada.
- e) Uma reação química comum no refino é o craqueamento, uma reação exotérmica, em que se quebram moléculas maiores em outras menores.

Questão 7. Acerca da osmose, assinale a alternativa correta.

- a) O soluto eleva a energia livre de Gibbs molar da solução, que está acima da energia livre molar do solvente puro.
- b) A osmose é uma propriedade termodinâmica.
- c) A pressão osmótica depende da identidade dos solutos e solventes.
- d) A pressão osmótica não depende do fator i de *van't Hoff*, que faz referência à quantidade de partículas de soluto que estarão em solução.
- e) Para que um processo de osmose reversa seja estabelecido, a pressão externa deve ser menor que a pressão osmótica.

Questão 8. No estudo das propriedades coligativas, o fator i de *van't Hoff* faz referência ao número de partículas de soluto presentes em solução. Com base nisso e em seus conhecimentos sobre o tema, assinale a alternativa correta.

- a) Se, a cada 100 moléculas de solução, 80 são de solvente, então a pressão de vapor do solvente na solução é 80% da pressão de vapor.

- b) Os efeitos de volatilidade do soluto podem ser desprezados quando se estudam as propriedades coligativas.
- c) A pressão de vapor diminui com a adição de solutos não voláteis porque a massa total da mistura aumenta, o que dificulta a passagem do estado líquido para o sólido.
- d) O fator i de *van't Hoff* leva em consideração a dissociação ou ionização, independentemente da diluição. Por exemplo, o sal de cozinha ($NaCl$) possui $i = 2$.
- e) Qualquer substância, com exceção dos sais, possui $i = 1$, já que não irão se dissociar (como é o caso dos sais).

Questão 9. Para um processo eletrolítico de uma dissolução de $AgNO_3$ no qual se obtém Ag metal, afirma-se:

- I- para obter 1 mol de Ag é necessário de um mol de elétron;
- II- os cátions de prata se reduzem no cátodo;
- III- a oxidação de prótons de água ocorre no ânodo.

Assinale a alternativa correta.

- a) Apenas o item I está correto
- b) Apenas o item II está correto
- c) Apenas o item III está correto
- d) Os itens I e II estão corretos
- e) Todos os itens estão corretos

Questão 10. Assinale a alternativa que apresenta o modelo atômico que explica o fenômeno citado.

- a) Dalton - reações entre metais e oxigênio
- b) Thomson - emissão de partículas alfa
- c) Rutherford - formação de imagem na TV
- d) Bohr - ligações químicas do sal de cozinha
- e) Bohr - difração de elétrons

Questão 11. Assinale a alternativa correta.

- a) Dentre materiais cerâmicos conhecidos, destaca-se alumina (1), óxido de magnésio (2) e sílica (3). A ordem de temperaturas de fusão (T) à pressão atmosférica é $T(3) < T(2) < T(1)$.
- b) O processo de “vulcanização” da borracha natural adiciona átomos de alumínio à matriz de

poliisopreno para aumentar sua resistência.

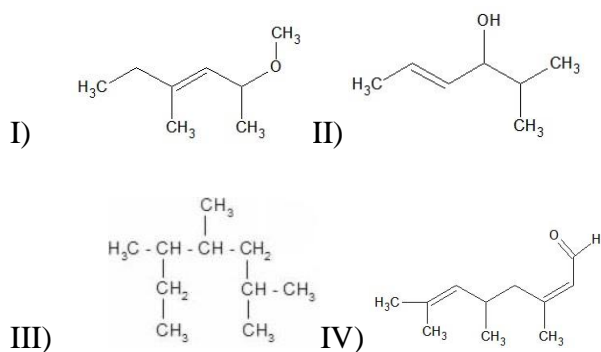
c) Ligações cruzadas resultam em arranjos menos densos, resultando em polímeros termoplásticos, que podem ser modelados novamente mediante aquecimento.

c) Os sólidos iônicos são materiais que quebram sem deformar porque as repulsões entre os íons de mesma carga são muito fortes, de modo que o material se fragmenta.

d) O vidro é um material amorfo, um sólido sem estruturas cristalinas repetitivas ao longo de toda a estrutura, resultado do resfriamento lento de um líquido, gerando um estado metaestável.

Rascunho

Analise as moléculas abaixo para responder às questões 12 e 13.



Questão 12. Marque a alternativa que contém o nome correto, de acordo com a IUPAC, das moléculas acima.

- I. 2-metoxi-4-metil-hex-3-eno; III. 2-etil 3,5-dimetil hexano
- I. 1-metoxi-1,3-metil-pent-2-eno; II. 5-metil-hex-2-en-4-ol
- II. 5-metil-hex-2-en-4-ol; IV. 3,5,7-trimetil octa-2,6-dien-1-al
- III. 2,4,5-trimetil heptano; IV. 2,4,6-trimetil-hept-1,5-dienal
- II. 2-metil-hex-4-en-3-ol; III. 2,4,5-trimetil heptano

Questão 13. Marque a alternativa contendo o tipo de isomeria correto presente nas moléculas.

- I. geométrica; II. metameria
- II. tautomeria; III. óptica
- III. cadeia; IV. metameria
- IV. posição; I. tautomeria
- I. óptica; III. função

Questão 14. Transformações nucleares ocorrem quando componentes do núcleo encontram configurações mais estáveis. Com respeito à *ejeção* de partículas, quando um elétron é ejetado, ele recebe o nome de partícula β , porém, o mesmo pode ser *capturado* pelo núcleo, em uma espécie de “processo inverso”. Neste caso, será observado:

- o número de massa permanece inalterado;
- o número atômico decairá em uma unidade;
- a mudança que ocorre no núcleo é a mesma da liberação de um pósitron;

IV- o núcleo permanece inalterado, com a única diferença de que agora possui carga negativa devido à absorção do elétron.

Estão corretas as afirmações:

- I, apenas
- I, II e IV, apenas
- I, II e III, apenas
- IV, apenas
- Todas as alternativas estão corretas

Questão 15. Sobre ácidos e bases, assinale a alternativa correta.

- O alumínio pode reagir com ácidos e bases, sendo chamado de anfiprótico.
- Por não ser formado por metal alcalino ou alcalino-terroso, o amoníaco é considerado uma base fraca de Arrhenius.
- A evolução de hidrogênio quando uma placa de magnésio é colocada em uma solução contendo HF é mais rápida do que aquela contendo HCl em mesma quantidade.
- Uma base é uma espécie que torna rosa uma solução contendo fenolftaleína.
- Os hidróxidos de metais alcalinos e alcalino-terrosos não são exemplos de bases fortes de Brönsted-Lowry.

Rascunho

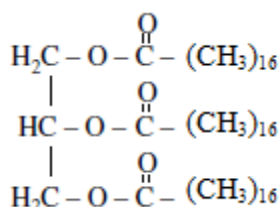
Parte II

Questões subjetivas

Questão 1. A transesterificação com catalisadores básicos é o processo mais utilizado de obtenção de biodiesel. É desejável que ocorra com baixo teor de ácidos graxos livres e umidade para evitar a formação de sabões. Sabe-se que ácidos graxos são ácidos monocarboxílicos de cadeia alquílica longa.

a) Forneça a reação de produção de sabão de um ácido graxo genérico com uma base forte.

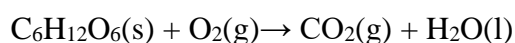
b) Escreva a reação balanceada de transesterificação do triglicerídeo abaixo com um álcool qualquer e dê as funções orgânicas dos produtos.



c) Ao final do processo, desejamos separar os dois produtos da reação, sendo o mais denso aquele com mais fortes interações intermoleculares. Qual método seria adequado para a separação e quais seriam as duas fases obtidas?

d) Sabendo-se que sabões são tensoativos, explique o princípio de seu funcionamento e por que sua formação é indesejada no processo de produção de biodiesel.

Questão 2. A respiração celular é um processo de obtenção de energia usando moléculas de glicose ingeridas nas dietas dos seres vivos. A reação simplificada é apresentada abaixo:



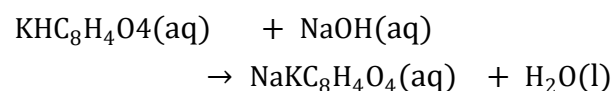
a) Balanceie a equação química.

b) A reação é endotérmica ou exotérmica? Explique o porquê, relacionando-o à sua função biológica.

c) Faça um esboço do diagrama de energia pelo caminho da reação. Identifique em seu desenho a localização de produtos, reagentes, estado de transição e energia de ativação.

d) Explique de forma sucinta como um catalisador atua na reação e represente novamente o diagrama de energia pelo caminho da reação com a presença de um catalisador.

Questão 3. Em uma prática de determinação do teor de ácido acético presente em vinagre comercial, empregou-se uma massa de 2 g de soda cáustica, dissolvendo-a em 250 mL de água para a preparação da solução titulante. Seguiu-se então para o procedimento de padronização com biftalato de potássio, empregando-se 0,6 g, conforme a equação:



Nessa etapa, usou-se 16,0 mL de titulante. Em seguida, diluiu-se 10 mL de vinagre em 100 mL e, após a diluição, recolheu-se uma alíquota de 10 mL, transferindo-a a um erlenmeyer de 250 mL, juntamente com o indicador. Prosseguindo-se com a prática, constatou-se o emprego de $7,0 \times 10^3 \mu\text{L}$ de solução titulante.

Dados: MM NaOH = 40 g mol^{-1} ;

MM KHC₈H₄O₄ = 204 g mol^{-1} ;

MM CH₃COOH = 60 g mol^{-1} .

a) Determine a concentração da solução titulante em mol L⁻¹.

b) Determine a concentração do ácido acético no produto em mol L⁻¹ e em %. Sabendo-se que o vinagre comercial deve apresentar um teor de ácido acético entre 4,0% a 6,0%, o vinagre avaliado poderia ser comercializado? Justifique.

Questão 4. A gasolina é um dos combustíveis mais utilizados em veículos automotores. É necessário que ela tenha certa resistência à pressurização, para que a explosão não ocorra no tempo de compressão. Um dos componentes com essa característica é o 2,2,4-trimetilpentano, também chamado de isooctano e medida da qualidade (octanagem) da gasolina, podendo-se adicionar também antidetonantes à gasolina pura, como o éter metílico e terc-butílico.

Sendo a gasolina uma fonte de energia não renovável e altamente poluente, há uma busca crescente por outros combustíveis. O etanol é um substituto comumente encontrado no Brasil, inclusive adicionado à gasolina.

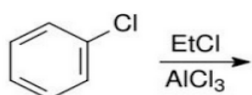
- Explique o conceito de fonte renovável.
- Apresente as fórmulas estruturais do 2,2,4-trimetilpentano e do éter metílico e terc-butílico.
- Escreva as reações balanceadas de combustão completa do 2,2,4-trimetilpentano e do etanol.
- Considerando-se as entalpias de combustão e a densidade para 2,2,4-trimetilpentano (gás) e etanol (et) e que a gasolina é pura e formada apenas por isooctano, calcule o volume de etanol necessário para liberar o mesmo calor que aquele proveniente de 1 litro de gasolina.

$$\Delta H^{\circ}_{\text{gas, 298K}} = -5501 \text{ kJ mol}^{-1}; d = 0,69 \text{ g mL}^{-1}$$

$$\Delta H^{\circ}_{\text{et, 298K}} = -1407 \text{ kJ mol}^{-1}; d = 0,79 \text{ g mL}^{-1}$$

Questão 5. Compostos aromáticos sofrem, comumente, reações de adição e substituição.

Considere a reação química apresentada:



- Qual o nome da reação apresentada?
- Apresente todos os produtos possíveis e indique qual é (quais são) o mais estável

(estáveis). Justifique.

c) Qual o nome IUPAC do produto principal da reação?

d) Aplique a regra de Hückel para o clorobenzeno e diga se ele é considerado aromático ou não.

Rascunho