## INSTRUÇÕES

1. O caderno que recebeu é o material referente ao seu exame neste certame.
2. Nele constam 15 (quinze) **Questões de Múltipla Escolha** e 6 (seis) **Questões Analítico-Expositivas, Ficha de Identificação/Folha de Respostas** e 6 (seis) **Folhas de Respostas das Questões de Múltipla Escolha** (cada questão está indicada folha).
3. Para efeito de identificação preencha de forma legível (evite abreviaturas no seu nome e rasuras) a FICHA DE IDENTIFICAÇÃO. Caso não possua telefone, indique o de um conhecido para contato.
4. As respostas das questões de múltipla escolha deverão ser assinaladas na FOLHA DE RESPOSTAS.
5. As respostas das questões discursiva deverão ser feitas nas FOLHAS DE RESPOSTA conforme indicação em cada folha.
6. Verifique após o início do exame os enunciados das questões, observando se há falhas ou imperfeições gráficas que lhe causem dúvidas. **Qualquer reclamação será aceita somente durante os 30 (trinta) minutos iniciais**.
7. A duração do exame é de 3 (três) horas e ao concluí-la, você poderá levar o **Caderno de Questões**.
8. A saída do estudante somente será permitida, a partir dos 60 (sessenta) minutos iniciais do exame.
9. É proibido uso de **Calculadora** e qualquer equipamento eletrônico, exclusivamente **Celular**, nesse caso favor desligá-lo.
10. É vedada qualquer forma de comunicação entre os estudantes, isso implicará em sua ELIMINAÇÃO.

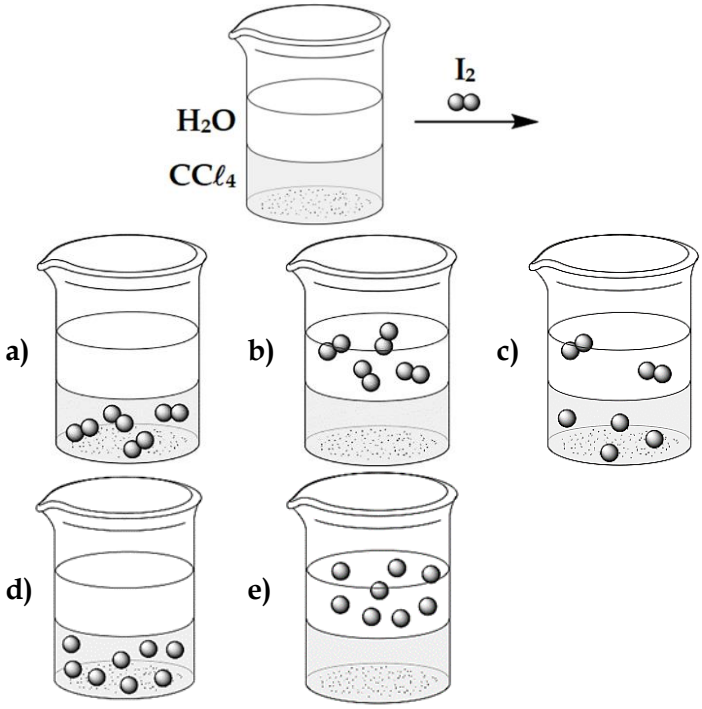
## TABELA PERIÓDICA ATUAL DOS ELEMENTOS

| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 Hidrogênio H 1,008 | 2 | | | | | | | | | | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 2 Hélio He 4,003 |
| 3 Lítio Li 6,941 | 4 Berílio Be 9,012 | | | | | | | | | | | 5 Boro B 10,811 | 6 Carbono C 12,011 | 7 Nitrogênio N 14,007 | 8 Oxigênio O 15,999 | 9 Flúor F 18,998 | 10 Neônio Ne 20,180 |
| 11 Sódio Na 22,990 | 12 Magnésio Mg 24,305 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 Alumínio Al 26,982 | 14 Silício Si 28,086 | 15 Fósforo P 30,974 | 16 Enxofre S 32,066 | 17 Cloro Cl 35,453 | 18 Argônio Ar 39,948 |
| 19 Potássio K 39,098 | 20 Cálcio Ca 40,078 | 21 Escândio Sc 44,956 | 22 Titânio Ti 47,867 | 23 Vanádio V 50,943 | 24 Crômio Cr 51,996 | 25 Manganês Mn 54,938 | 26 Ferro Fe 55,845 | 27 Cobalto Co 58,933 | 28 Níquel Ni 58,696 | 29 Cobre Cu 63,546 | 30 Zinco Zn 65,390 | 31 Gálio Ga 69,723 | 32 Germânio Ge 72,640 | 33 Arsênio As 74,922 | 34 Selênio Se 78,960 | 35 Bromo Br 79,904 | 36 Criptônio Kr 83,800 |
| 37 Rubídio Rb 85,468 | 38 Estrôncio Sr 87,620 | 39 Ítrio Y 88,906 | 40 Zircônio Zr 91,224 | 41 Nióbio Nb 92,906 | 42 Molibdênio Mo 95,940 | 43 Tecnécio Tc (98) | 44 Rutênio Ru 101,07 | 45 Ródio Rh 102,91 | 46 Paládio Pd 106,42 | 47 Prata Ag 107,87 | 48 Cádmio Cd 112,41 | 49 Índio In 114,82 | 50 Estanho Sn 118,71 | 51 Antimônio Sb 121,75 | 52 Telúrio Te 127,60 | 53 Iodo I 126,90 | 54 Xenônio Xe 131,29 |
| 55 Césio Cs 132,91 | 56 Bário Ba 137,33 | 57-71 La-Lu Lantanídeos | 72 Háfnio Hf 178,49 | 73 Tântalo Ta 180,95 | 74 Tugstênio W 183,84 | 75 Rênio Re 186,21 | 76 Ósmio Os 190,23 | 77 Irídio Ir 192,22 | 78 Platina Pt 195,08 | 79 Ouro Au 196,97 | 80 Mercúrio Hg 200,59 | 81 Tálio Tl 204,38 | 82 Chumbo Pb 207,20 | 83 Bismuto Bi 209,98 | 84 Polônio Po (209) | 85 Astato At (210) | 86 Radônio Rn (222) |
| 87 Frâncio Fr 223,02 | 88 Rádio Ra 226,02 | 89-103 Ac-Lr Actinídeos | 104 Rutherfórdio Rf (261) | 105 Dúbnio Db (262) | 106 Seabórgio Sg (263) | 107 Bóhrio Bh (262) | 108 Hássio Hs (265) | 109 Meitnério Mt (266) | 110 Darmstádtio Ds (269) | 111 Roentgênio Rg (272) | 112 Copernício Cn (285) | 113 Nihônio Nh (286) | 114 Fleróvio Fl (289) | 115 Moscóvio Mc (288) | 116 Livermório Lv (293) | 117 Tenessino Te (294) | 118 Oganessônio Og (294) |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LANTANÍDEOS ▶ | 57 Lantânio La 139,91 | 58 Cério Ce 140,12 | 59 Praseodímio Pr 140,91 | 60 Neodímio Nd 144,24 | 61 Promécio Pm (145) | 62 Samário Sm 150,36 | 63 Európio Eu 151,96 | 64 Gadolínio Gd 157,25 | 65 Térbio Tb 158,93 | 66 Disprósio Dy 162,50 | 67 Hólmio Ho 164,93 | 68 Érbio Er 167,26 | 69 Túlio Tm 168,93 | 70 Itérbio Yb 173,04 | 71 Lutécio Lu 174,97 |
| ACTINÍDEOS ▶ | 89 Actínio Ac (227) | 90 Tório Th 232,04 | 91 Protactínio Pa 231,04 | 92 Urânio U 238,03 | 93 Netúnio Np (237) | 94 Plutônio Pu (244) | 95 Amerício Am (243) | 96 Cúrio Cm (247) | 97 Berquélio Bk (247) | 98 Califórnio Cf (251) | 99 Einstênio Es (252) | 100 Férmio Fm (257) | 101 Mendelévio Md (258) | 102 Nobélio No (259) | 103 Laurêncio Lr (262) |

## PARTE A - QUESTÕES MÚLTIPLA ESCOLHA

**QUESTÃO 1 –** A água e o tetracloreto de carbono ($CC\ell_4$) são líquidos imiscíveis. Se um estudante adiciona iodo sólido a um béquer contendo água e tetracloreto de carbono, agita-se vigorosamente para dissolver o iodo e permite que a mistura se estabeleça, qual diagrama de partículas que melhor descreve a mudança física que ocorre?




**QUESTÃO 2 –** De acordo com Workplace Hazardous Materials Information System (WHMIS, tradução "Sistema de Informações sobre Materiais Perigosos no Ambiente de Trabalho), os laboratórios usam oito rótulos para identificar os perigos que os químicos encontram nas seis classes de materiais perigosos. Usando seu conhecimento das propriedades de substâncias químicas, identifique a lista abaixo que contém três produtos químicos que TODOS devem ser identificados com o rótulo de materiais inflamáveis?

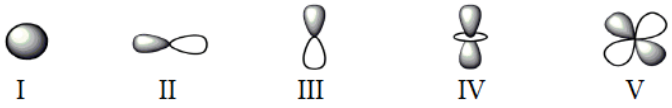


a) Fio de cobre, cloreto de sódio e hélio.
b) Fio de platina, óxido de ferro (III) e dióxido de carbono.
c) Neon, iodeto de potássio e fio de prata.
d) Hidrogênio, fio de magnésio e etanol.
e) Mercúrio líquido, brometo de cálcio e azoto.

**QUESTÃO 3 -** Em sua forma sólida, qual das seguintes substâncias composta de partículas discretas (átomos, íons ou moléculas) que só têm forças de atração de dispersão de London entre elas?
a) $CO_2$
b) Ag
c) C, grafite
d) $KC\ell$
e) $NH_3$

**QUESTÃO 4 –** Se remover todos os pares de elétrons no átomo central do $C\ell F_3$ a geometria mudaria:
a) de forma de T para trigonal planar.
b) de trigonal piramidal para trigonal planar.
c) de piramidal trigonal para piramidal trigonal.
d) de trigonal bipiramidal para trigonal planar.
e) minimamente. A forma permaneceria planar trigonal.

**QUESTÃO 5** - Assumindo que todos os orbitais em um determinado subnível possuem energia equivalente, em que tipo de orbital(is) seria encontrado o(s) elétron(s) de energia mais alto no $Sc^{3+}$? O elemento escândio neutro tem um número atômico de 21.




a) I
b) II e III
c) IV
d) IV ou V
e) II ou III

**QUESTÃO 6 –** Selecione o arranjo abaixo que lista as ligações em ordem crescente de polaridade (menos polar para mais polar):
a) O–F, C–F, Be–F.
b) Be–F, O–F, C–F.
c) Be–F, C–F, O–F.
d) C–F, O–F, Be–F.
e) O–F, Be–F, C–F.

**QUESTÃO 7 -** A penicilamina é um composto orgânico importante usado no tratamento de artrite reumatoide. Uma molécula de penicilamina contém um único átomo de enxofre e a percentagem em massa de enxofre na penicilamina é de 21,45 %. Qual é a massa molecular da penicilamina em g $mol^{-1}$?
a) 85,4
b) 101,3
c) 125,2
d) 137,6
e) 149,2

**QUESTÃO 8 -** O metal de transição rênio (Re), está entre os elementos mais raros na crosta da terra. O precursor do metal puro, perrenato de amônio, é produzido durante o refinamento de minérios de molibdênio. A principal aplicação do rênio é como uma liga de níquel, usado em componentes de motores a jato. Considere a equação química desequilibrada para a redução do perrenato de amônio com hidrogênio:

$$__NH_4ReO_4 + __H_2 \rightarrow __Re + __H_2O + __ NH_3$$

Suponha que o número de oxidação do nitrogênio nos reagentes e produtos é inalterado. Determine a soma dos menores coeficientes inteiros para a equação química estequiometricamente balanceada.

a) 5
b) 21
c) 14
d) 18
e) 20

**QUESTÃO 9** - Os agentes de cor, como o próprio nome sugere, são utilizados na indústria para a produção de cerâmicas e vidros coloridos. Tratam-se, em geral, de compostos de metais de transição e a cor final depende, entre outros fatores, do estado de oxidação do metal, conforme mostram os exemplos na tabela a seguir.

| Coloração | Agente de cor | Estado de oxidação | Número atômico |
|---|---|---|---|
| verde | Cr (crômio) | $Cr^{3+}$ | 24 |
| amarelo | Cr (crômio) | $Cr^{6+}$ | 24 |
| marrom-amarelado | Fe (ferro) | $Fe^{3+}$ | 26 |
| verde-azulado | Fe (ferro) | $Fe^{2+}$ | 26 |
| azul claro | Cu (cobre) | $Cu^{2+}$ | 29 |

Com base nas informações fornecidas na tabela, é correto afirmar que:

a) o número de elétrons do cátion $Cu^{2+}$ é 29.
b) $Fe^{2+}$ e $Fe^{3+}$ não se referem ao mesmo elemento químico.
c) o cátion $Cr^{3+}$ possui 21 elétrons.
d) o número de prótons do cátion $Fe^{2+}$ é igual a 24.
e) no cátion $Cr^{6+}$ o número de elétrons é igual ao número de prótons

**QUESTÃO 10 -** O iodato de potássio, $KIO_3$, tem aplicações como fonte de iodo dietético no sal de mesa e como proteção contra o acúmulo de iodo radioativo na glândula tireoide humana. A seguinte reação produz iodato de potássio:

$$2KC\ell O_3(s) + I_2(s) \rightarrow 2KIO_3(s) + C\ell_2(g)$$

Qual é o rendimento teórico de $KIO_3$ se o reagente limitante for 63,5 g de $I_2$?

a) 53,5 g
b) 214 g
c) 160,5 g
d) 107,0 g
e) 185,0 g

**QUESTÃO 11** - Considere a seguinte sequência de sais de sódio: sulfato; sulfito; tiossulfito e sulfeto. A opção que contém a sequência de fórmulas corretas destes sais é:

a) $Na_2SO_4$; $Na_2S$; $Na_2S_2O_3$; $Na_2SO_3$.
b) $N_2SO_4$ $Na_2S_2O_2$; $Na_2S$; $Na_2SO_3$.
c) $N_2SO_4$; $Na_2SO_3$; $Na_2S_2O_2$; $Na_2S$.
d) $N_2SO_4$; $Na_2S_2O_2$; $Na_2S_2O_3$; $Na_2S$.
e) $Na_2SO_3$; $Na_2SO_4$; $Na_2SiO_3$; $Na_2S$.

**QUESTÃO 12 -** Considere as substâncias seguintes:

I. $NaHCO_3$
II. $Ca(C\ell O_4)_2$
III. $NaC\ell O$
IV. $Ca(HCO_3)_2$

Considere as afirmações abaixo.

A. Desprende um gás amarelo-esverdeado ao ser tratado com $HC\ell$ diluído.
B. A solução aquosa é alcalina.
C. É menos solúvel em água do que o carbonato correspondente.
D. É mais solúvel em água do que o carbonato correspondente.
E. Pode explodir ao ser aquecido com matéria orgânica.
F. Desprende um gás incolor ao ser tratada com $HC\ell$ diluído.

Assinale a opção em que cada uma das afirmações indicadas abaixo é aplicável à substância dada.

a) I – C, II – E, III – A e IV – D.
b) I – B, II – B, III – B e IV – B.
c) I – B, II – A, III – B e IV – E.
d) I – D, II – C, III – F e IV – C.
e) I – F, II – F, III – F e IV – F.

**QUESTÃO 13 –** Um estudante deixa cair suavemente um objeto pesando 15,8 g em um recipiente aberto, cheio de etanol, de modo que um volume de etanol vaze igual ao volume do objeto. O experimentador agora acha que o recipiente e seu conteúdo pesam 10,8 g mais do que o vaso cheio somente de etanol. A densidade do etanol é de 0,79 g $cm^{-3}$. Qual é a densidade do objeto?

a) 3,8 g $cm^{-3}$
b) 2,5 g $cm^{-3}$
c) 4,0 g $cm^{-3}$
d) 5,0 g $cm^{-3}$
e) 3,5 g $cm^{-3}$

**QUESTÃO 14 –** A solução de 37 % de formol ou formaldeído, $CH_2O$, é usada normalmente como preservativo, desinfetante e antisséptico. Quantos gramas de carbono existem em 85 g de formaldeído?
a) 17 g
b) 34 g
c) 25 g
d) 40 g
e) 28 g

**QUESTÃO 15 –** O cianeto de hidrogênio, HCN, é preparado a partir de amônia, ar e gás natural ($CH_4$) pelo seguinte processo:

$$2NH_3(g) + 3O_2(g) + 2CH_4(g) \xrightarrow{Pt} 2HCN(g) + +2H_2O(g)$$

Cianeto de hidrogênio é usado para preparar cianeto de sódio, que é usado em parte para obter ouro de rocha contendo ouro. Se um recipiente de reação contém 11,5 g de $NH_3$, 12,0 g de $O_2$ e 10,5 g de $CH_4$, qual é a massa máxima em gramas de cianeto de hidrogénio que pode ser obtida, assumindo que a reação seja completa de acordo com a equação descrita acima?
a) 13,5 g
b) 5,65 g
c) 7,65 g
d) 10,5 g
e) 6,75 g

## PARTE B - QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS

**QUESTÃO 1 –** O nitrogênio líquido tem uma densidade de 0,80 g $mL^{-1}$ e ferve a 77 K. Pesquisadores frequentemente compram nitrogênio líquido em tanques isolados de 174 L. O líquido vaporiza rapidamente para nitrogênio gasoso (que tem uma densidade de 1,20 g $L^{-1}$ à temperatura ambiente e à pressão atmosférica) quando o líquido é removido do tanque. Suponha que todos os 175 L de nitrogênio líquido em um tanque tenham sido acidentalmente vaporizados em um laboratório que mede 10,00 m × 10,00 m × 2,32 m. Que fração máxima do ar na sala poderia ser deslocada pelo nitrogênio gasoso?

**QUESTÃO 2 –** Os raios atômicos dos isótopos de um elemento são idênticos uns aos outros. No entanto, os raios atômicos dos íons de um elemento são significativamente diferentes dos raios atômicos do átomo neutro do elemento. Explicar.

**QUESTÃO 3 –** No início de 1900, foram realizados experimentos para determinar a estrutura do átomo. Um desses experimentos envolveu bombardear folha de ouro com partículas alfa. A maioria das partículas alfa passou diretamente através da folha. Algumas, contudo, foram reflectidas em vários ângulos. Com base nesta experiência de partículas alfa, duas principais conclusões que foram feitas relativamente à estrutura de um átomo.

(i) Ilustre ou desenhe o experimento descrito no texto?
(ii) As conclusões descrevem qual teoria atômica?
(iii) E quais são essas conclusões?

**QUESTÃO 4 –** Uma página de um caderno de laboratório é mostrada abaixo. A página exibe dados necessários para encontrar a fórmula empírica de um composto.

| | |
|---|---|
| massa de cadinho | 5,23 g |
| massa de cadinho e pó de ferro | 8,02 g |
| massa de pó de ferro | *x* |
| massa de enxofre adicionado ao cadinho | 1,60 g |
| massa de cadinho e conteúdos depois da reação | 9,62 g |
| massa de composto de ferro-enxofre | *Y* |

(i) Calcule os valores para *x* e *y*. Mostre seus cálculos e inclua unidades na sua resposta.
(ii) Suponha que todo o ferro e enxofre tenham reagido para formar um composto de ferro-enxofre. Calcule o número de mols de enxofre e o número de mols de ferro que reagiram para formar o composto. Mostre seus cálculos e inclua unidades na sua resposta.
(iii) Determine a fórmula empírica para o composto ferro-enxofre. Mostre seus cálculos ou explique seu raciocínio.

**QUESTÃO 5 –** Escreva uma equação química balanceada para cada reação.

(i) O sulfeto de chumbo (II) sólido reage com o ácido bromídrico aquoso para formar o brometo de chumbo (II) sólido e o gás monossulfeto de dihidrogênio.

(ii) O monóxido de carbono gasoso reage com o gás hidrogênio para formar metano gasoso ($CH_4$) e água líquida.
(iii) Ácido clorídrico aquoso reage com óxido de manganês sólido (IV) para formar cloreto de manganês (II) aquoso, água líquida e gás cloro.
(iv) O pentano líquido ($C_5H_{12}$) reage com o oxigênio gasoso para formar dióxido de carbono e água líquida.

**QUESTÃO 6 -** O airbag é formado por um dispositivo que contém a mistura química de $NaN_3$ (azida de sódio), $KNO_3$ e $SiO_2$ que é responsável pela liberação do gás. Esse dispositivo está acoplado a um balão que fica no painel do automóvel e quando ocorre uma colisão (ou desaceleração), os sensores localizados no para-choque do automóvel transmitem um impulso elétrico (faísca) que causa a detonação da reação. Alguns centésimos de segundo depois, o airbag está completamente inflado, salvando vidas, veja as equações do processo:

$$NaN_3 \rightarrow 2Na + 3N_2 \quad (1)$$

$$10Na + 2KNO_3 \rightarrow K_2O + 5Na_2O + N_2 \quad (2)$$

$$K_2O + Na_2O + SiO_2 \rightarrow \text{silicato alcalino} \quad (3)$$

A reação produz gás nitrogênio e silicato alcalino. Com base nas informações classifique cada reação envolvida no processo. Justifique sua resposta.

PROGRAMA NACIONAL OLIMPÍADAS DE QUÍMICA
OLIMPÍADA AMAZONENSE DE QUÍMICA

## INSTRUÇÕES

1. O caderno que recebeu é o material referente ao seu exame neste certame.
2. Nele constam 15 (quinze) **Questões de Múltipla Escolha** e 6 (seis) **Questões Analítico-Expositivas, Ficha de Identificação/Folha de Respostas** e 6 (seis) **Folhas de Respostas das Questões de Múltipla Escolha** (cada questão está indicada folha).
3. Para efeito de identificação preencha de forma legível (evite abreviaturas no seu nome e rasuras) a FICHA DE IDENTIFICAÇÃO. Caso não possua telefone, indique o de um conhecido para contato.
4. As respostas das questões de múltipla escolha deverão ser assinaladas na FOLHA DE RESPOSTAS.
5. As respostas das questões discursiva deverão ser feitas nas FOLHAS DE RESPOSTA conforme indicação em cada folha.
6. Verifique após o início do exame os enunciados das questões, observando se há falhas ou imperfeições gráficas que lhe causem dúvidas. **Qualquer reclamação será aceita somente durante os 30 (trinta) minutos iniciais**.
7. A duração do exame é de 3 (três) horas e ao concluí-la, você poderá levar o **Caderno de Questões**.
8. A saída do estudante somente será permitida, a partir dos 60 (sessenta) minutos iniciais do exame.
9. É proibido uso de **Calculadora** e qualquer equipamento eletrônico, exclusivamente **Celular**, nesse caso favor desligá-lo.
10. É vedada qualquer forma de comunicação entre os estudantes, isso implicará em sua ELIMINAÇÃO.

## TABELA PERIÓDICA ATUAL DOS ELEMENTOS

| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 Hidrogênio H 1,008 | 2 | | | | | | | | | | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 2 Hélio He 4,003 |
| 3 Lítio Li 6,941 | 4 Berílio Be 9,012 | | | | | | | | | | | 5 Boro B 10,811 | 6 Carbono C 12,011 | 7 Nitrogênio N 14,007 | 8 Oxigênio O 15,999 | 9 Flúor F 18,998 | 10 Neônio Ne 20,180 |
| 11 Sódio Na 22,990 | 12 Magnésio Mg 24,305 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 Alumínio Al 26,982 | 14 Silício Si 28,086 | 15 Fósforo P 30,974 | 16 Enxofre S 32,066 | 17 Cloro Cl 35,453 | 18 Argônio Ar 39,948 |
| 19 Potássio K 39,098 | 20 Cálcio Ca 40,078 | 21 Escândio Sc 44,956 | 22 Titânio Ti 47,867 | 23 Vanádio V 50,943 | 24 Crômio Cr 51,996 | 25 Manganês Mn 54,938 | 26 Ferro Fe 55,845 | 27 Cobalto Co 58,933 | 28 Níquel Ni 58,696 | 29 Cobre Cu 63,546 | 30 Zinco Zn 65,390 | 31 Gálio Ga 69,723 | 32 Germânio Ge 72,640 | 33 Arsênio As 74,922 | 34 Selênio Se 78,960 | 35 Bromo Br 79,904 | 36 Criptônio Kr 83,800 |
| 37 Rubídio Rb 85,468 | 38 Estrôncio Sr 87,620 | 39 Ítrio Y 88,906 | 40 Zircônio Zr 91,224 | 41 Nióbio Nb 92,906 | 42 Molibdênio Mo 95,940 | 43 Tecnécio Tc (98) | 44 Rutênio Ru 101,07 | 45 Ródio Rh 102,91 | 46 Paládio Pd 106,42 | 47 Prata Ag 107,87 | 48 Cádmio Cd 112,41 | 49 Índio In 114,82 | 50 Estanho Sn 118,71 | 51 Antimônio Sb 121,75 | 52 Telúrio Te 127,60 | 53 Iodo I 126,90 | 54 Xenônio Xe 131,29 |
| 55 Césio Cs 132,91 | 56 Bário Ba 137,33 | 57-71 Lantanídeos La-Lu | 72 Háfnio Hf 178,49 | 73 Tântalo Ta 180,95 | 74 Tungstênio W 183,84 | 75 Rênio Re 186,21 | 76 Ósmio Os 190,23 | 77 Irídio Ir 192,22 | 78 Platina Pt 195,08 | 79 Ouro Au 196,97 | 80 Mercúrio Hg 200,59 | 81 Tálio Tl 204,38 | 82 Chumbo Pb 207,20 | 83 Bismuto Bi 209,98 | 84 Polônio Po (209) | 85 Astato At (210) | 86 Radônio Rn (222) |
| 87 Frâncio Fr 223,02 | 88 Rádio Ra 226,02 | 89-103 Actinídeos Ac-Lr | 104 Ruterfórdio Rf (261) | 105 Dúbnio Db (262) | 106 Seabórgio Sg (263) | 107 Bóhrio Bh (262) | 108 Hássio Hs (265) | 109 Meitnério Mt (266) | 110 Darmstádtio Ds (269) | 111 Roentgênio Rg (272) | 112 Copernício Cn (285) | 113 Nihônio Nh (286) | 114 Fleróvio Fl (289) | 115 Moscóvio Mc (288) | 116 Livermório Lv (293) | 117 Tenessino Te (294) | 118 Oganessônio Og (294) |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LANTANÍDEOS ▶ | 57 Lantânio La 139,91 | 58 Cério Ce 140,12 | 59 Praseodímio Pr 140,91 | 60 Neodímio Nd 144,24 | 61 Promécio Pm (145) | 62 Samário Sm 150,36 | 63 Európio Eu 151,96 | 64 Gadolínio Gd 157,25 | 65 Térbio Tb 158,93 | 66 Disprósio Dy 162,50 | 67 Hólmio Ho 164,93 | 68 Érbio Er 167,26 | 69 Túlio Tm 168,93 | 70 Itérbio Yb 173,04 | 71 Lutécio Lu 174,97 |
| ACTINÍDEOS ▶ | 89 Actínio Ac (227) | 90 Tório Th 232,04 | 91 Protactínio Pa 231,04 | 92 Urânio U 238,03 | 93 Netúnio Np (237) | 94 Plutônio Pu (244) | 95 Amerício Am (243) | 96 Cúrio Cm (247) | 97 Berquélio Bk (247) | 98 Califórnio Cf (251) | 99 Einstênio Es (252) | 100 Férmio Fm (257) | 101 Mendelévio Md (258) | 102 Nobélio No (259) | 103 Laurêncio Lr (262) |

## PARTE A - QUESTÕES MÚLTIPLA ESCOLHA

**QUESTÃO 1 –** De acordo com Workplace Hazardous Materials Information System (WHMIS, tradução "Sistema de Informações sobre Materiais Perigosos no Ambiente de Trabalho), os laboratórios usam oito rótulos para identificar os perigos que os químicos encontram nas seis classes de materiais perigosos. Usando seu conhecimento das propriedades de substâncias químicas, identifique a lista abaixo que contém três produtos químicos que TODOS devem ser identificados com o rótulo de materiais inflamáveis?



a) Fio de cobre, cloreto de sódio e hélio.
b) Fio de platina, óxido de ferro (III) e dióxido de carbono.
c) Neon, iodeto de potássio e fio de prata.
d) mercúrio líquido, brometo de cálcio e azoto.
e) Hidrogênio, fio de magnésio e etanol.

**QUESTÃO 2 -** Em sua forma sólida, qual das seguintes substâncias composta de partículas discretas (átomos, íons ou moléculas) que só têm forças de atração de dispersão de London entre elas?
a) Ag
b) C, grafite
c) $KC\ell$
d) $CO_2$
e) $NH_3$

**QUESTÃO 3 –** O metal de transição rênio (Re), está entre os elementos mais raros na crosta da terrra. O precursor do metal puro, perrenato de amônio, é produzido durante o refinamento de minérios de molibdênio. A principal aplicação do rênio é como uma liga de níquel, usado em componentes de motores a jato. Considere a equação química desequilibrada para a redução do perrhenato de amônio com hidrogênio:

$$__NH_4ReO_4 + __H_2 \rightarrow __Re + __H_2O + __ NH_3$$

Suponha que o número de oxidação do nitrogênio nos reagentes e produtos é inalterado. Determine a soma dos menores coeficientes inteiros para a equação química estequiometricamente balanceada.
a) 5
b) 14
c) 18
d) 20
e) 21

**QUESTÃO 4** - Os agentes de cor, como o próprio nome sugere, são utilizados na indústria para a produção de cerâmicas e vidros coloridos. Tratam-se, em geral, de compostos de metais de transição e a cor final depende, entre outros fatores, do estado de oxidação do metal, conforme mostram os exemplos na tabela a seguir.

| Coloração | Agente de cor | Estado de oxidação | Número atômico |
|---|---|---|---|
| verde | Cr (crômio) | $Cr^{3+}$ | 24 |
| amarelo | Cr (crômio) | $Cr^{6+}$ | 24 |
| marrom-amarelado | Fe (ferro) | $Fe^{3+}$ | 26 |
| verde-azulado | Fe (ferro) | $Fe^{2+}$ | 26 |
| azul claro | Cu (cobre) | $Cu^{2+}$ | 29 |

Com base nas informações fornecidas na tabela, é correto afirmar que:
a) o número de elétrons do cátion $Cu^{2+}$ é 29.
b) $Fe^{2+}$ e $Fe^{3+}$ não se referem ao mesmo elemento químico.
c) o número de prótons do cátion $Fe^{2+}$ é igual a 24.
d) o cátion $Cr^{3+}$ possui 21 elétrons.
e) no cátion $Cr^{6+}$ o número de elétrons é igual ao número de prótons

**QUESTÃO 5** - Considere a seguinte sequência de sais de sódio: sulfato; sulfito; tiossulfito e sulfeto. A opção que contém a sequência de fórmulas corretas destes sais é:
a) $N_2SO_4$; $Na_2SO_3$; $Na_2S_2O_2$; $Na_2S$
b) $Na_2SO_4$; $Na_2S$; $Na_2S_2O_3$; $Na_2SO_3$.
c) $N_2SO_4$ $Na_2S_2O_2$; $Na_2S$; $Na_2SO_3$.
d) $N_2SO_4$; $Na_2S_2O_2$; $Na_2S_2O_3$; $Na_2S$.
e) $Na_2SO_3$; $Na_2SO_4$; $Na_2SiO_3$; $Na_2S$.

**QUESTÃO 6 –** A solução de 37% de formol ou formaldeído, $CH_2O$, é usada normalmente como preservativo, desinfetante e antisséptico. Quantos gramas de carbono existem em 85 g de formaldeído?
a) 17 g
b) 25 g
c) 40 g
d) 34 g
e) 28 g

**QUESTÃO 7 –** Considere a seguinte reação:

$$H_2SO_3(aq) + Sn^{4+}(aq) + H_2O(l) \rightarrow Sn^{2+}(aq) + HSO_4^-(aq) + 3H^+(aq)$$

Qual afirmação é correta?
a) $H_2SO_3$ é o agente redutor porque sofre redução.
b) $H_2SO_3$ é o agente redutor porque sofre oxidação.
c) $H_2SO_3$ é o agente oxidante porque sofre oxidação.
d) $Sn^{4+}$ é o agente oxidante porque sofre oxidação.
e) $Sn^{4+}$ é o agente redutor porque sofre oxidação.

**QUESTÃO 8 –** Qual é a ordem de reação em relação a $NO_2(g)$ e $F_2(g)$ para os seguintes dados de concentrações e velocidade de reação a uma determinada temperatura?

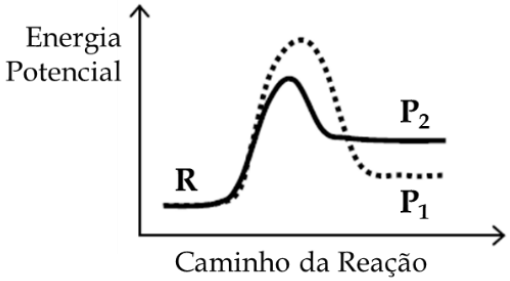
| $[NO_2(g)]$ /mol $L^{-1}$ | $[F_2(g)]$ /mol $L^{-1}$ | Velocidade /mol $L^{-3}$ $min^{-1}$ |
|---|---|---|
| 0,1 | 0,2 | 0,1 |
| 0,2 | 0,2 | 0,4 |
| 0,1 | 0,4 | 0,2 |

| | Ordem em relação ao $NO_2(g)$ | Ordem em relação ao $F_2(g)$ |
|---|---|---|
| a) | zero | segunda |
| b) | primeira | primeira |
| c) | primeira | segunda |
| d) | segunda | segunda |
| e) | segunda | primeira |

**QUESTÃO 9 –** O ácido sulfúrico, $H_2SO_4$, é um ácido diprótico. Em 298 K, $\boldsymbol{K_{a_1}}$ é muito maior que 1 e $\boldsymbol{K_{a_2}} = 1{,}1 \times 10^{-2}$. Qual das seguintes espécies tem a concentração mais alta em equilíbrio a 298 K em 0,10 mol $L^{-1}$ de $H_2SO_4(aq)$?

a) $H_2SO_4$
b) $HSO_4^-$
c) $H^+$
d) $SO_4^{2-}$
e) $OH^-$

**QUESTÃO 10 –** Uma substância **R** pode reagir para formar o produto $\mathbf{P_1}$ ou produto $\mathbf{P_2}$. Os perfis de reação para as duas reações são mostrados abaixo.




Comparado com a reação $\mathbf{R \rightarrow P_1}$, a reação $\mathbf{R \rightarrow P_2}$ é

a) mais lenta e menos endotérmica.
b) mais rápida e mais endotérmica.
c) mais lenta e mais endotérmica.
d) mais rápida e menos endotérmica.
e) mais rápida e altamente exotérmica.

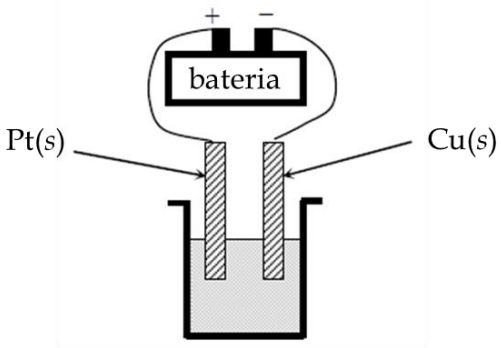
**QUESTÃO 11 –** Para $AgC\ell$, $K_{PS} = 1{,}8 \times 10^{-10}$ a 298 K. Qual é $[Ag^+]$ em equilíbrio em uma solução preparada pela dissolução completa de 0,25 mol de $AgNO_3$ e 1,0 mol de $NaC\ell$ em 1,0 L de água a 298 K. Suponha que não haja mudança de volume.

a) $1{,}3 \times 10^{-10}$ mol $L^{-1}$
b) $1{,}8 \times 10^{-10}$ mol $L^{-1}$
c) $3{,}6 \times 10^{-10}$ mol $L^{-1}$
d) $7{,}2 \times 10^{-10}$ mol $L^{-1}$
e) $2{,}4 \times 10^{-10}$ mol $L^{-1}$

**QUESTÃO 12 –** Um frasco com volume de 3,0 L contém $O_2$ a uma pressão parcial de 37,2 kPa e $N_2$ a uma pressão parcial de 16,6 kPa. Se a temperatura é de 27 °C, quantas moléculas de $N_2$ estão presentes no frasco?
Dados: $N_A \approx 6 \times 10^{23}$ $mol^{-1}$ e $R \approx 8{,}3$ J $K^{-1}$ $mol^{-1}$.

a) $2{,}4 \times 10^{22}$
b) $1{,}8 \times 10^{22}$
c) $1{,}2 \times 10^{22}$
d) $3{,}0 \times 10^{22}$
e) $1{,}5 \times 10^{22}$

**QUESTÃO 13 –** Uma solução de 1,00 mol $L^{-1}$ de $Cu(NO_3)_2(aq)$ é eletrolisada usando a configuração ilustrada abaixo. Qual é a reação que ocorre no ânodo?




a) $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$
b) $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$
c) $Cu(s) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^-$
d) $2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$
e) $Pt(s) \rightarrow Pt^{4+}(aq) + 4e^-$

**QUESTÃO 14 –** Um isótopo radioativo, usado em diagnóstico por imagem, tem uma meia-vida de 6,0 horas. Se uma quantidade desse isótopo tiver uma atividade de 150 μCi quando for entregue a um hospital, quanto de atividade permanecerá após 24 horas da entrega?

a) 150 μCi
b) 9,4 μCi
c) 38 μCi
d) 19 μCi
e) 4,7 μCi

**QUESTÃO 15 –** Para atender a demanda de gasolina, os hidrocarbonetos de massa molar grande são quebrados em fragmentos menores em um processo chamado de *craqueamento*. Uma equação geral de reação para a produção de octano a partir de hexadecano é

$$C_{16}H_{34}(l) + H_2(l) \rightarrow 2C_8H_{18}(l)$$

Use as seguintes equações de reação para determinar a variação de entalpia para a reação acima

$$2C_{16}H_{34}(l) + 49O_2(g) \rightarrow 32CO_2(g) + 34H_2O(l) \qquad \Delta_r H^o = -21446\ \text{kJ}$$

$$2C_8H_{18}(l) + 25O_2(g) \rightarrow 16CO_2(g) + 18H_2O(l) \qquad \Delta_r H^o = -10940\ \text{kJ}$$

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l) \qquad \Delta_r H^o = -572\ \text{kJ}$$

a) $-138$ kJ
b) $-69$ kJ
c) $-286$ kJ
d) $-207$ kJ
e) $-85$ kJ

## PARTE B - QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS

**QUESTÃO 1 –** O nitrogênio líquido tem uma densidade de 0,80 g $mL^{-1}$ e ferve a 77 K. Pesquisadores frequentemente compram nitrogênio líquido em tanques isolados de 174 L. O líquido vaporiza rapidamente para nitrogênio gasoso (que tem uma densidade de 1,20 g $L^{-1}$ à temperatura ambiente e à pressão atmosférica) quando o líquido é removido do tanque. Suponha que todos os 175 L de nitrogênio líquido em um tanque tenham sido acidentalmente vaporizados em um laboratório que mede 10,00 m × 10,00 m × 2,32 m. Que fração máxima do ar na sala poderia ser deslocada pelo nitrogênio gasoso?

**QUESTÃO 2 -** Escreva uma equação química balanceada para cada reação.

(i) O sulfeto de chumbo (II) sólido reage com o ácido bromídrico aquoso para formar o brometo de chumbo (II) sólido e o gás monossulfeto de dihidrogênio.

(ii) O monóxido de carbono gasoso reage com o gás hidrogênio para formar metano gasoso ($CH_4$) e água líquida.

(iii) Ácido clorídrico aquoso reage com óxido de manganês sólido (IV) para formar cloreto de manganês (II) aquoso, água líquida e gás cloro.

(iv) O pentano líquido ($C_5H_{12}$) reage com o oxigênio gasoso para formar dióxido de carbono e água líquida.

**QUESTÃO 3 -** Vários químicos examinaram uma substância pura e desconhecida e observaram e mediram suas propriedades físicas. Seus resultados são mostrados abaixo.

**Substância Desconhecida**

| Propriedade Física | Descrição ou Valor |
|---|---|
| Color | Claro e incolor |
| Flamabilidade | Não |
| Odor | Doce e distinto |
| Ponto de fusão | –22,9 °C |
| Ponto de ebulição | 76,74 °C |
| Densidade a 20 °C | 1,535 g $cm^{-3}$ |
| Solubilidade em água a 20 °C | 0,08 g/100 g de $H_2O$ |

Com base nos dados registrados na tabela, responda ao seguinte.

(i) Qual é o estado físico desta substância à temperatura ambiente? Explique como as informações na tabela são usadas para fazer essa classificação do estado da substância.

(ii) A substância não é reativa na água. O que acontecerá se 10,0 g desta substância forem adicionados a 200,0 g de água a 20 °C e à pressão padrão? Explique sua resposta. Mostre seus cálculos e inclua unidades na sua resposta.

**QUESTÃO 4 -** Uma solução 0,50 mol $L^{-1}$ de ácido acético, $CH_3CH_2OOH$, tem $pH \approx 2{,}52$.

(i) Estime a concentração molar de $H^+$, $[H^+]$.

(ii) Estime a porcentagem de ionização do ácido acético nesta solução.

(iii) Escreva a expressão de equilíbrio e calcule o valor de $K_a$ para o ácido acético.

Dado: $10^{-0{,}52} \approx 0{,}3$.

**QUESTÃO 5 –** A primeira etapa na produção de silício de alta pureza para semicondutores é representada pela equação.

$$SiO_2(s) + 2C(s) \rightarrow Si(s) + 2CO(g) \qquad \Delta_r H^o = +689{,}9 \text{ kJ}$$

(i) Calcule $\Delta_f H^o$ para $SiO_2$. Dado: $\Delta_r H^o$ para o CO = –110,5 kJ $mol^{-1}$

(ii) Calcule $\Delta_r S^o$ para a produção de silício puro. Dados de Entropias: C = 5,7 J $K^{-1}$ $mol^{-1}$; CO = 197,6 J $K^{-1}$ $mol^{-1}$; Si = 18,8 J $K^{-1}$ $mol^{-1}$ e $SiO_2$ = 41,8 J $K^{-1}$ $mol^{-1}$.

(iii) Determine $\Delta G$ para a reação a 25 °C.

(iv) Estime a temperatura mínima em °C na qual esta reação é espontânea. Suponha que $\Delta H^o$ e $\Delta S^o$ não variem com a temperatura.

**QUESTÃO 6 –** O xenônio forma diversos compostos incluindo $XeF_2$, $XeF_4$ e $XeO_3$.

(i) Desenhe uma estrutura de Lewis para cada uma dessas moléculas.

(ii) Descreva a geometria de cada composto, incluindo os ângulos de ligação.

(iii) Indique e explique se cada molécula é polar ou não polar.

(iv) Com base nas observações, esses compostos são altamente reativos? Justifique.

## INSTRUÇÕES

1. O caderno que recebeu é o material referente ao seu exame neste certame.
2. Nele constam 15 (quinze) **Questões de Múltipla Escolha** e 6 (seis) **Questões Analítico-Expositivas, Ficha de Identificação/Folha de Respostas** e 6 (seis) **Folhas de Respostas das Questões de Múltipla Escolha** (cada questão está indicada folha).
3. Para efeito de identificação preencha de forma legível (evite abreviaturas no seu nome e rasuras) a FICHA DE IDENTIFICAÇÃO. Caso não possua telefone, indique o de um conhecido para contato.
4. As respostas das questões de múltipla escolha deverão ser assinaladas na FOLHA DE RESPOSTAS.
5. As respostas das questões discursiva deverão ser feitas nas FOLHAS DE RESPOSTA conforme indicação em cada folha.
6. Verifique após o início do exame os enunciados das questões, observando se há falhas ou imperfeições gráficas que lhe causem dúvidas. **Qualquer reclamação será aceita somente durante os 30 (trinta) minutos iniciais**.
7. A duração do exame é de 3 (três) horas e ao concluí-la, você poderá levar o **Caderno de Questões**.
8. A saída do estudante somente será permitida, a partir dos 60 (sessenta) minutos iniciais do exame.
9. É proibido uso de **Calculadora** e qualquer equipamento eletrônico, exclusivamente **Celular**, nesse caso favor desligá-lo.
10. É vedada qualquer forma de comunicação entre os estudantes, isso implicará em sua ELIMINAÇÃO.

## PARTE A - QUESTÕES MÚLTIPLA ESCOLHA

**QUESTÃO 1** – De acordo com Workplace Hazardous Materials Information System (WHMIS, tradução "Sistema de Informações sobre Materiais Perigosos no Ambiente de Trabalho), os laboratórios usam oito rótulos para identificar os perigos que os químicos encontram nas seis classes de materiais perigosos. Usando seu conhecimento das propriedades de substâncias químicas, identifique a lista abaixo que contém três produtos químicos que TODOS devem ser identificados com o rótulo de materiais inflamáveis?



a) Fio de cobre, cloreto de sódio e hélio.
b) Fio de platina, óxido de ferro (III) e dióxido de carbono.
c) Neon, iodeto de potássio e fio de prata.
d) mercúrio líquido, brometo de cálcio e azoto.
e) Hidrogênio, fio de magnésio e etanol.

**QUESTÃO 2 –** A penicilamina é um composto orgânico importante usado no tratamento de artrite reumatoide. Uma molécula de penicilamina contém um único átomo de enxofre e a percentagem em massa de enxofre na penicilamina é de 21,45 %. Qual é a massa molecular da penicilamina em g $mol^{-1}$?
a) 85,4
b) 101,3
c) 149,2
d) 125,2
e) 137,6

**QUESTÃO 3 -** Considere as substâncias seguintes:
I. $NaHCO_3$
II. $Ca(C\ell O_4)_2$
III. $NaC\ell O$
IV. $Ca(HCO_3)_2$

Considere as afirmações abaixo.
A. Desprende um gás amarelo-esverdeado ao ser tratado com $HC\ell$ diluído.
B. A solução aquosa é alcalina.
C. É menos solúvel em água do que o carbonato correspondente.
D. É mais solúvel em água do que o carbonato correspondente.
E. Pode explodir ao ser aquecido com matéria orgânica.
F. Desprende um gás incolor ao ser tratada com $HC\ell$ diluído.

Assinale a opção em que cada uma das afirmações indicadas abaixo é aplicável à substância dada.
a) I – B, II – B, III – B e IV – B.
b) I – B, II – A, III – B e IV – E.
c) I – D, II – C, III – F e IV – C.
d) I – F, II – F, III – F e IV – F.
e) I – C, II – E, III – A e IV – D.

**QUESTÃO 4** – Considere a seguinte reação:

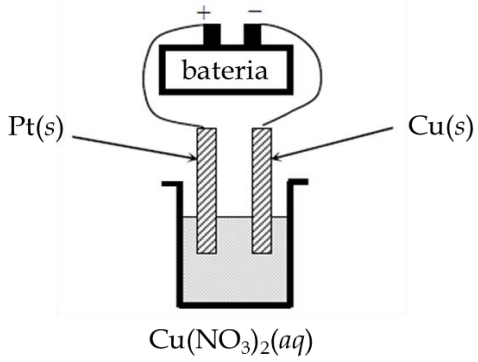
$$H_2SO_3(aq) + Sn^{4+}(aq) + H_2O(\ell) \longrightarrow Sn^{2+}(aq) + HSO_4^-(aq) + 3H^+(aq)$$

Qual afirmação é correta?
a) $H_2SO_3$ é o agente redutor porque sofre redução.
b) $H_2SO_3$ é o agente oxidante porque sofre oxidação.
c) $H_2SO_3$ é o agente redutor porque sofre oxidação.
d) $Sn^{4+}$ é o agente oxidante porque sofre oxidação.
e) $Sn^{4+}$ é o agente redutor porque sofre oxidação.

**QUESTÃO 5** – O ácido sulfúrico, $H_2SO_4$, é um ácido diprótico. Em 298 K, $\boldsymbol{K_{a_1}}$ é muito maior que 1 e $\boldsymbol{K_{a_2}} = 1{,}1 \times 10^{-2}$. Qual das seguintes espécies tem a concentração mais alta em equilíbrio a 298 K em 0,10 mol $L^{-1}$ de $H_2SO_4(aq)$?
a) $H_2SO_4$
b) $H^+$
c) $HSO_4^-$
d) $SO_4^{2-}$
e) $OH^-$

**QUESTÃO 6 –** Um frasco com volume de 3,0 L contém $O_2$ a uma pressão parcial de 37,2 kPa e $N_2$ a uma pressão parcial de 16,6 kPa. Se a temperatura é de 27 °C, quantas moléculas de $N_2$ estão presentes no frasco?
Dados: $N_A \approx 6 \times 10^{23}$ $mol^{-1}$ e $R \approx 8{,}3$ J $K^{-1}$ $mol^{-1}$.
a) $1{,}2 \times 10^{22}$
b) $2{,}4 \times 10^{22}$
c) $1{,}8 \times 10^{22}$
d) $3{,}0 \times 10^{22}$
e) $1{,}5 \times 10^{22}$

**QUESTÃO 7 –** Uma solução de 1,00 mol $L^{-1}$ de $Cu(NO_3)_2(aq)$ é eletrolisada usando a configuração ilustrada abaixo. Qual é a reação que ocorre no ânodo?



a) $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$
b) $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$
c) $Cu(s) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^-$
d) $2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$
e) $Pt(s) \rightarrow Pt^{4+}(aq) + 4e^-$

**QUESTÃO 8 –** Para atender a demanda de gasolina, os hidrocarbonetos de massa molar grande são quebrados em fragmentos menores em um processo chamado de *craqueamento*. Uma equação geral de reação para a produção de octano a partir de hexadecano é

$$C_{16}H_{34}(l) + H_2(l) \rightarrow 2C_8H_{18}(l)$$

Use as seguintes equações de reação para determinar a variação de entalpia para a reação acima

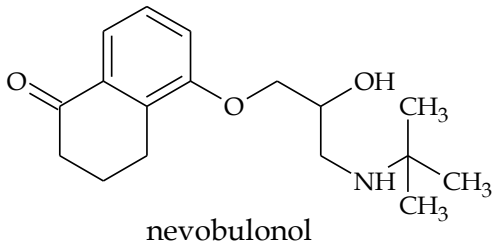
$$2C_{16}H_{34}(l) + 49O_2(g) \rightarrow 32CO_2(g) + 34H_2O(l) \qquad \Delta_r H^o = -21446\ \text{kJ}$$

$$2C_8H_{18}(l) + 25O_2(g) \rightarrow 16CO_2(g) + 18H_2O(l) \qquad \Delta_r H^o = -10940\ \text{kJ}$$

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l) \qquad \Delta_r H^o = -572\ \text{kJ}$$

a) $-138$ kJ
b) $-69$ kJ
c) $-286$ kJ
d) $-207$ kJ
e) $-85$ kJ

**QUESTÃO 9 –** O levobunolol (estrutura abaixo) é usado topicamente para tratar o glaucoma, um distúrbio ocular que causa danos ao nervo óptico.

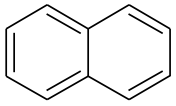



nevobulonol

Quais dos seguintes grupos funcionais estão contidos na estrutura do levobunolol?

a) amina, cetona, éter e álcool.
b) amina, cetona, éter e fenol.
c) amida, cetona, éter e álcool.
d) amina, cetona, éster e álcool.
e) amina, aldeído, éter e álcool.

**QUESTÃO 10 -** O naftaleno é um sólido branco cristalino, tradicionalmente usado como ingrediente principal na naftalina. Tem o produto químico fórmula $C_{10}H_8$, e sua estrutura é mostrada abaixo.



naftalina

Classifique a solubilidade do naftaleno nos seguintes solventes do mais para o menos solúvel.

I. água
II. hexano
III. etanol
IV. hexanol

a) IV > II > III > I
b) I > III > II > IV
c) II > III > IV > I
d) IV > III > II > I
e) II > IV > III > I

**QUESTÃO 11 -** Quantas ligações $\sigma$ e $\pi$ estão na molécula de 1,3-butadieno, $H_2C{=}CH{-}CH{=}CH_2$?

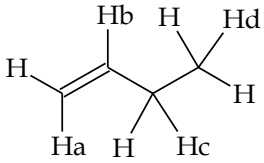
a) $9\sigma$ e $2\pi$
b) $7\sigma$ e $2\pi$
c) $2\sigma$ e $7\pi$
d) $2\sigma$ e $9\pi$
e) $8\sigma$ e $2\pi$

**QUESTÃO 12 -** Qual é o papel do íon hidróxido na reação abaixo?

$$CH_3CH_2CH_2CH_2Br + OH^- \rightarrow CH_3CH_2CH_2CH_2OH + Br^-$$

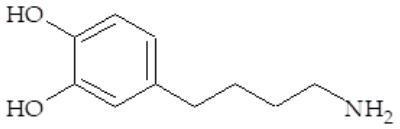
a) Redutor
b) Ácido de Lewis
c) Oxidante
d) Catalizador
e) Nucleófilo

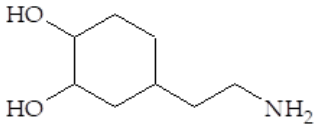
**QUESTÃO 13 –** Um hidrogênio em 1-buteno é substituído por bromo para dar uma molécula quiral. Qual hidrogênio é substituído?

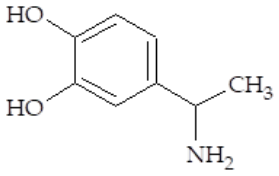


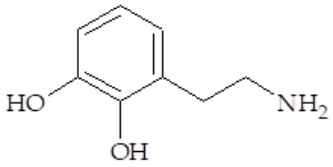

a) Ha
b) Hc
c) Hb
d) Hd
e) Nenhum

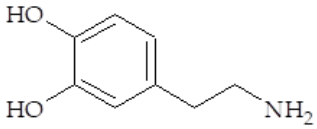
**QUESTÃO 14 –** A dopamina é um neurotransmissor encontrado no cérebro humano que está envolvido no controle motor. O nome IUPAC para dopamina é 4-(2-aminoetil)benzeno-1,2-diol. Qual das seguintes estruturas representa uma molécula de dopamina?

a) 

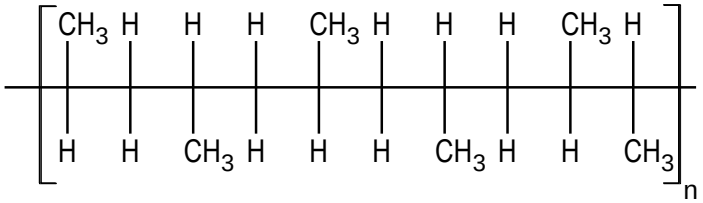
b) 

c) 

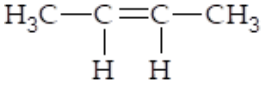
d) 

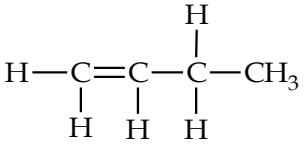
e) 

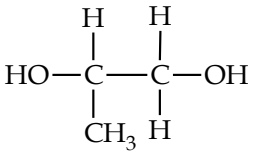
**QUESTÃO 15 –** Um polímero tem a seguinte estrutura.

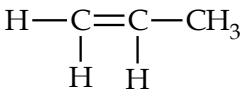


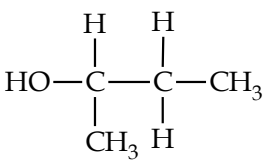
Qual das seguintes alternativas representa o monômero do qual este polímero pode ser produzido?

a) 

b) 

c) 

d) 

e) 

## PARTE B - QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS

**QUESTÃO 1** –No início de 1900, foram realizados experimentos para determinar a estrutura do átomo. Um desses experimentos envolveu bombardear folha de ouro com partículas alfa. A maioria das partículas alfa passou diretamente através da folha. Algumas, contudo, foram reflectidas em vários ângulos. Com base nesta experiência de partículas alfa, duas principais conclusões que foram feitas relativamente à estrutura de um átomo.

(i) Ilustre ou desenhe o experimento descrito no texto?
(ii) As conclusões descrevem qual teoria atômica?
(iii) E quais são essas conclusões?

**QUESTÃO 2 -** Uma solução 0,50 mol $L^{-1}$ de ácido acético, $CH_3CH_2OOH$, tem $pH \approx 2{,}52$.

(i) Estime a concentração molar de $H^+$, $[H^+]$.
(ii) Estime a porcentagem de ionização do ácido acético nesta solução.
(iii) Escreva a expressão de equilíbrio e calcule o valor de $K_a$ para o ácido acético.

Dado: $10^{-0{,}52} \approx 0{,}3$.

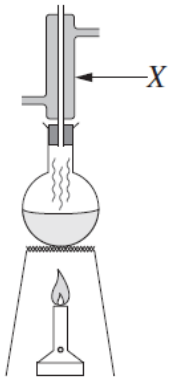
**QUESTÃO 3 –** A primeira etapa na produção de silício de alta pureza para semicondutores é representada pela equação.

$$SiO_2(s) + 2C(s) \rightarrow Si(s) + 2CO(g) \qquad \Delta_r H^o = +689{,}9 \text{ kJ}$$

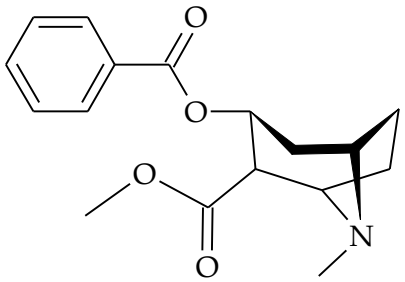
(i) Calcule $\Delta_f H^o$ para $SiO_2$. Dado: $\Delta_r H^o$ para o CO = –110,5 kJ $mol^{-1}$
(ii) Calcule $\Delta_r S^o$ para a produção de silício puro. Dados de Entropias: C = 5,7 J $K^{-1}$ $mol^{-1}$; CO = 197,6 J $K^{-1}$ $mol^{-1}$; Si = 18,8 J $K^{-1}$ $mol^{-1}$ e $SiO_2$ = 41,8 J $K^{-1}$ $mol^{-1}$.
(iii) Determine $\Delta G$ para a reação a 25 °C.
(iv) Estime a temperatura mínima em °C na qual esta reação é espontânea. Suponha que $\Delta H^o$ e $\Delta S^o$ não variem com a temperatura.

**QUESTÃO 4 –** Este aparelho foi montado para produzir butanoato de metilo.

(i) Identifique um problema de segurança neste experimento.
(ii) Usando fórmulas estruturais, escreva a equação para a produção de metil butanoato.
(iii) Justifique o uso do aparelho X neste experimento.




**QUESTÃO 5 –** A cocaína é um alcaloide extraído a partir das folhas da coca, usada como anestésico local e, ilegalmente, consumida como estimulante do sistema nervoso central. O uso da cocaína pode levar à dependência física e provocar períodos de grande depressão. Sua ingestão pode ser letal, mesmo em doses muito pequenas, dependendo da sensibilidade de cada pessoa. Sua estrutura pode ser representada por:



(i) Determine sua fórmula molecular e massa molar.
(ii) indique o número de carbonos primários, secundários e terciários existentes.
(iii) Quais os principais grupos funcionais?
(iv) Em parte da estrutura da cocaína se observa característica aromática? Justifique.

**QUESTÃO 6 -** Considere a sequência de reações:

$$CaCO_3 \rightarrow \textbf{A} + CO_2$$

$$\textbf{A} + 3C \rightarrow \textbf{B} + CO$$

$$\textbf{B} + 2HOH \rightarrow Ca(OH)_2 + \textbf{C}$$

$$3\ \textbf{C} \rightarrow 1\ \textbf{D}$$

$$1\ \textbf{C} + 1\ \textbf{E} \rightarrow H_2C{=}CH_2$$

$$H_2C{=}CH_2 + 1\ \textbf{E} \rightarrow 1\ \textbf{F}$$

$$H_2C{=}CH_2 + 1\ \textbf{G} \rightarrow CH_3{-}CH_2{-}\ OH$$

Indique:

(i) a fórmula e o nome das substâncias **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F** e **G**.
(ii) o tipo de cada reação.