

OLIMPIÁDA
MINEIRA

QUÍMICA



Instruções:

- 1 – Esta prova contém 20 questões de múltipla escolha e três questões discursivas.
- 2 – Antes de iniciar a prova, confira se todas as folhas estão presentes. Caso haja algum problema, solicite a substituição da prova.
- 3 – Você está recebendo dois cadernos:
 - a) OMQ 2019 Questões – que você poderá levar ao final da prova.
 - b) OMQ 2019 Respostas – que você entregará ao aplicador ao final da prova.
- 4 – Responda às questões de 1 a 20 (escolhendo a alternativa adequada) no caderno de respostas. As três questões discursivas (21, 22 e 23) devem ser respondidas no espaço indicado para as respostas, no caderno OMQ 2019 de Respostas.
- 5 – O tempo de duração da prova é de 3:00 horas.
- 6 – Não será permitido o uso de calculadoras ou de quaisquer outros dispositivos eletrônicos.
- 7 – Preencha os dados [nome, escola, e-mail pessoal e nome do(a) professor(a)] na primeira folha do caderno de respostas **com letra legível**. Esses dados serão usados na divulgação dos resultados. **ESCREVA O E-MAIL USANDO LETRA DE FORMA.**

Realização:



UF **m** G

Apoio:



OMQ 2019 QUESTÕES

PROVA PARA O PRIMEIRO ANO

Classificação Periódica dos Elementos

1																		2																	
Hidrogênio 1 H 1,01																		Hélio 2 He 4,00																	
3 Lítio Li 6,94																		4 Berílio Be 9,01																	
11 Sódio Na 23,0																		12 Magnésio Mg 24,3																	
3																		4																	
19 Potássio K 39,1																		20 Cálcio Ca 40,1																	
37 Rubídio Rb 85,5																		38 Estrôncio Sr 87,6																	
55 Césio Cs 133																		56 Bário Ba 137																	
87 Frâncio Fr [223]																		88 Rádio Ra [226]																	
21 Escândio Sc 45,0																		22 Titânio Ti 47,9																	
23 Vanádio V 50,9																		24 Cromo Cr 52,0																	
25 Manganês Mn 54,9																		26 Ferro Fe 55,8																	
27 Cobalto Co 58,9																		28 Níquel Ni 58,7																	
29 Cobre Cu 63,5																		30 Zinco Zn 65,4																	
31 Gálio Ga 69,7																		32 Germânio Ge 72,6																	
33 Arsênio As 74,9																		34 Selênio Se 79,0																	
35 Bromo Br 79,9																		36 Criptônio Kr 83,8																	
37 Rubídio Rb 85,5																		38 Estrôncio Sr 87,6																	
39 Ítrio Y 88,9																		40 Zircônio Zr 91,2																	
41 Níbio Nb 92,9																		42 Molibdênio Mo 95,9																	
43 Técnetio Tc [98]																		44 Rutênio Ru 101																	
45 Ródio Rh 103																		46 Paládio Pd 106																	
47 Prata Ag 108																		48 Cádmio Cd 112																	
49 Índio In 115																		50 Estanho Sn 119																	
51 Antimônio Sb 122																		52 Telúrio Te 128																	
53 Iodo I 127																		54 Xenônio Xe 131																	
55 Césio Cs 133																		56 Bário Ba 137																	
57-71 Lantanídeos																		72 Háfênio Hf 179																	
73 Tântalo Ta 181																		74 Tungstênio W 184																	
75 Rênio Re 186																		76 Ósmio Os 190																	
77 Iridio Ir 192																		78 Platina Pt 195																	
79 Ouro Au 197																		80 Mercúrio Hg 201																	
81 Tálio Tl 204																		82 Chumbo Pb 207																	
83 Bismuto Bi 210																		84 Polônio Po [209]																	
85 Astatina At [210]																		86 Radônio Rn [222]																	
87 Frâncio Fr [223]																		88 Rádio Ra [226]																	
89-103 Actinídeos																		104 Rutherfordio Rf [267]																	
105 Dúbnio Db [268]																		106 Seabórgio Sg [269]																	
107 Bóhrio Bh [270]																		108 Hássio Hs [269]																	
109 Meitnério Mt [278]																		110 Darmstádio Ds [281]																	
111 Roentgênio Rg [281]																		112 Copernício Cn [285]																	
113 Nhônio Nh [286]																		114 Fleróvio Fl [289]																	
115 Moscóvio Mc [288]																		116 Livermório Lv [293]																	
117 Tenessino Ts [294]																		118 Oganessônio Og [294]																	

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11</

Massa atômica relativa, A. Os valores com * referem-se ao isótopo mais estável.

Número atômico

Símbolo

Dados: Número de Avogadro: $6,0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

$E = h \times \nu$ (relação entre energia e frequência da radiação eletromagnética)

$c = \lambda \times \nu$ (relação entre comprimento de onda e frequência da radiação eletromagnética)

Questões de Múltipla Escolha

Questão 1. Na fabricação de cachaça artesanal utilizam-se frequentemente alambiques de cobre. Durante o processo de destilação nesses alambiques, forma-se o “azinhavre”, um composto cuja fórmula é $[\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2]$. Escolha a opção que completa a frase a seguir: “O azinhavre é resultante da (do) _____ do cobre metálico das paredes do alambique. No azinhavre, o cobre tem número de oxidação _____.”

- a) desproporcionamento; 2–.
- b) hidrólise; 3+.
- c) oxidação; 2+.
- d) redução; 2+.

Questão 2. Qual das vidrarias abaixo **NÃO** é utilizada em um processo de destilação simples?

- a) Coluna de fracionamento.
- b) Condensador.
- c) Pérolas de vidro.
- d) Termômetro.

Questão 3. Diversos antiácidos estomacais (popularmente chamados de sal de fruta) são encontrados na forma de comprimidos efervescentes. O teor de NaHCO_3 presente em um comprimido antiácido efervescente foi determinado pela massa de CO_2 produzida na efervescência. (Fonte: CAZZARO, F. Um experimento envolvendo estequiometria. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 53-54, 1999). Nesse processo, o NaHCO_3 reage com um ácido presente no comprimido, geralmente ácido cítrico ($\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$), como descrito pela equação abaixo.



A massa do conjunto comprimido + recipiente + água antes da reação (m_{inicial}) foi de 35,47 g e a massa desse conjunto após adicionar o comprimido à água e aguardar o final da efervescência (m_{final}) foi de 34,63 g. Qual é a massa de NaHCO_3 (em gramas) presente nesse comprimido?

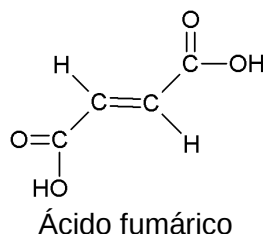
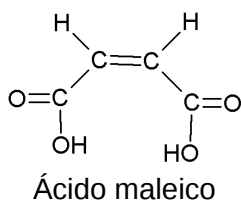
- a) $1,60 \times 10^0$.
- b) $8,40 \times 10^{-1}$.
- c) $2,00 \times 10^{-2}$.
- d) $1,00 \times 10^{-2}$.

Questão 4. Ao se avaliar a posição dos elementos químicos na Tabela Periódica é possível prever os compostos que podem ser formados quando dois desses elementos reagem. Considerando que o hidrogênio reaja com antimônio, bromo, germânio e selênio, marque a alternativa que indica a fórmula dos compostos formados.

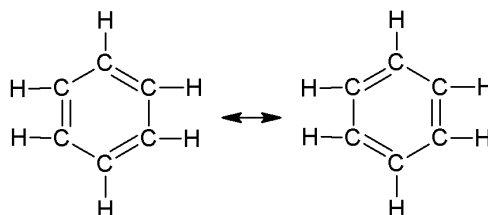
- a) SbH , HBr , GeH_3 e HSe_2 .
- b) SbH_2 , H_2Br , GeH_2 e HSe .
- c) SbH_3 , HBr , GeH_4 e H_2Se .
- d) SbH_4 , HBr_2 , GeH e H_3Se .

Questão 5. Analise as afirmativas a seguir.

- I. A ligação na molécula de F_2 é mais polar que em Br_2 , pois o átomo de flúor é mais eletronegativo que o átomo de bromo.
- II. O cloreto de hidrogênio possui maior momento dipolo que o brometo de hidrogênio.
- III. O ácido maleico (ácido cis-butenodióico) é mais polar que o ácido fumárico (ácido trans-butenodióico).



- IV. O momento dipolo de uma molécula diatômica depende apenas da diferença de eletronegatividade dos átomos envolvidos.
- V. Cloreto de lítio possui maior energia de ligação que cloreto de sódio.
- VI. No benzeno, todas as ligações duplas carbono-carbono possuem o mesmo comprimento e todas as ligações simples carbono-carbono possuem o mesmo comprimento, porém as ligações duplas são mais curtas que as simples.



Estão **CORRETAS** as afirmativas:

- a) I, II e III.
- b) II, III e V.
- c) II, IV e VI.
- d) II, IV e V.

Questão 6. Os poluentes emergentes são substâncias potencialmente tóxicas à saúde humana e ao ambiente, que são comumente utilizadas na sociedade, porém ainda não estão incluídas em análises de rotina de programas de monitoramento de contaminantes ambientais. Analise a seguinte relação de substâncias:

- I – Componentes de cosméticos e de produtos de higiene pessoal, como benzofenonas e ftalatos.
- II – Fármacos, como antibióticos, analgésicos e anti-inflamatórios.
- III – Pesticidas, como os herbicidas, inseticidas e fungicidas de uso agrícola ou doméstico.

Quais são exemplos de poluentes emergentes?

- a) Apenas III.
- b) I e II.
- c) I, II e III.
- d) II e III.

Questão 7. O nitrogênio é um elemento essencial à vida, pois faz parte da composição das proteínas e do DNA de todos os seres vivos, além de ser o principal componente do ar atmosférico e estar presente na composição de diversos produtos. Entre as alternativas abaixo, indique a que apresenta a amostra com o maior número de átomos de nitrogênio.

- a) 17 g de NH_3 .
- b) 1 mol de N_2 .
- c) 25 mL de acetonitrila (CH_3CN , densidade = $0,80 \text{ g mL}^{-1}$).
- d) 66 g de asparagina ($\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_3$).

Questão 8. Ácidos são encontrados com muita frequência no dia a dia. Laranja, limão e vinagre são exemplos de alimentos ácidos. O ácido sulfúrico está presente na bateria dos automóveis e também é utilizado na produção de fertilizantes, tinturas e pigmentos. A seguir são apresentadas algumas afirmações em relação às características do ácido sulfúrico.

- I. É um ácido monoprótico.
- II. É classificado como um ácido fraco.
- III. Reage com hidróxido de sódio na proporção de 1:2 (ácido:base).
- IV. É uma substância que pode receber um íon hidrogênio.

O número de afirmações corretas é:

- a) 1.
- b) 2.
- c) 3.
- d) 4.

Questão 9. Acredita-se que 20 dos 118 elementos conhecidos são necessários à vida humana. Carbono, hidrogênio, nitrogênio e oxigênio são os quatro grandes constituintes do corpo humano. Na tabela abaixo são apresentadas as quantidades relativas desses elementos no corpo humano.

Elemento	Porcentagem no corpo humano (por número de átomos)
H	63,0
O	25,4
C	9,4
N	1,4

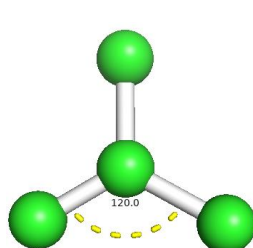
De acordo com os dados apresentados, o elemento mais abundante, em massa, no corpo humano é o:

- a) C.
- b) H.
- c) N.
- d) O.

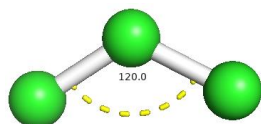
Questão 10. O vapor de água em suspensão no ar, a água em uma lagoa e o gelo fundente do Alasca são todas formas da mesma substância, H_2O . Na estrutura do gelo, as moléculas de água assumem um arranjo hexagonal e não se encontram tão proximamente empacotadas quanto as moléculas de água no estado líquido. Quanto à densidade do gelo (ρ_{gelo}), da água líquida ($\rho_{\text{água líquida}}$) e do vapor de água ($\rho_{\text{água vapor}}$), pode-se afirmar que:

- a) $\rho_{\text{gelo}} = \rho_{\text{água líquida}} = \rho_{\text{água vapor}}$
- b) $\rho_{\text{gelo}} < \rho_{\text{água líquida}} < \rho_{\text{água vapor}}$
- c) $\rho_{\text{gelo}} > \rho_{\text{água líquida}} < \rho_{\text{água vapor}}$
- d) $\rho_{\text{gelo}} < \rho_{\text{água líquida}} > \rho_{\text{água vapor}}$

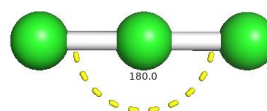
Questão 11. Abaixo estão modelos de bolas e palitos de quatro moléculas. Assinale a alternativa representando a estrutura de uma molécula que **necessariamente não possui** par de elétrons livres no átomo central.



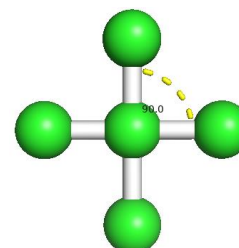
(a)



(b)



(c)



(d)

Questão 12. O carbono é considerado um elemento químico de suma importância, uma vez que tem participação na composição química de todos os seres vivos. A seguir são apresentadas algumas afirmações em relação ao ciclo do carbono.

- I. A fotossíntese, a respiração, a decomposição e a combustão são processos responsáveis pelo fluxo ou movimentação do carbono na natureza.
- II. Por meio da decomposição de organismos mortos, o carbono sofre oxidação, dando origem ao dióxido de carbono para a atmosfera.
- III. As plantas, durante a fotossíntese, utilizam o carbono presente no gás carbônico do ambiente, para formarem o alimento (vários carboidratos, como frutose, glicose e a sacarose).
- IV. A combustão (queima) de materiais orgânicos provocada pelo homem é um dos mecanismos utilizados para que o oxigênio retorne ao ambiente na forma de CO_2 e outros gases.

O número de afirmações **CORRETAS** é:

- a) 1.
- b) 2.
- c) 3.
- d) 4.

Questão 13. A radiação de infravermelho é a radiação eletromagnética de comprimentos de onda mais longos (baixas frequências) do que a luz vermelha. O comprimento de onda de uma radiação de infravermelho, acima de 750 nm, corresponde a uma frequência comparável com a frequência de vibração das moléculas. Consequentemente, as moléculas podem absorver a radiação de infravermelho e excitar-se vibracionalmente. Qualquer ligação entre dois átomos vibra quando os átomos se aproximam e se afastam. Esse tipo de movimento é chamado de “deformação axial” ou “estiramento”. Sendo assim, o comportamento de uma ligação química pode ser descrito, de maneira aproximada, como o comportamento de uma mola e pode ser modelado por meio de equações da mecânica clássica. A lei de Hooke descreve a força de restauração de uma mola por:

$$F = -k x$$

em que k é a constante de força e dá uma medida da rigidez de uma ligação, enquanto que x mede o afastamento da mola em relação à posição de equilíbrio. A frequência vibracional, ν , de uma ligação entre dois átomos A e B de massas m_A e m_B , é dada pela expressão:

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{\mu}}$$

em que μ , a massa reduzida, é dada por

$$\mu = \frac{m_A m_B}{m_A + m_B}$$

Com base nas informações acima e nos seus conhecimentos sobre ligações químicas, analise as afirmativas abaixo e assinale a que for **CORRETA**:

- a) A constante de força de uma ligação simples C–C é maior que a constante de força observada em uma ligação dupla C=C.
- b) A frequência de estiramento de uma ligação simples C–H deve ser menor que a frequência de estiramento observada em uma ligação simples C–C.
- c) O comprimento de onda de uma radiação absorvida por uma ligação simples N–H deve ser maior que o comprimento de uma radiação absorvida por uma ligação simples N–N.
- d) Se uma ligação dupla C=O absorve radiação no λ 1650 nm em um determinado composto A e a ligação dupla C=O absorve radiação no λ 1820 nm em um outro composto B, então a constante de força da ligação dupla C=O é maior no composto A que no B.

Considere o texto a seguir para responder às questões 14 e 15.

2019 foi escolhido pela Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU) e pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) como o Ano Internacional da Tabela Periódica. Segundo os professores Carlos Alberto Filgueiras e Luiz Cláudio Barbosa, do Departamento de Química da UFMG, a data (1869, ano do descobrimento do sistema periódico), que está sendo comemorada no mundo inteiro, precisa ter sua importância reconhecida. “Eu diria que a tabela periódica é a enciclopédia mais enxuta, mais concisa que existe de qualquer assunto”, ressaltou Filgueiras. “Numa única folha de papel ela dá uma infinidade de informações, claro que, para quem souber usar”. Além do aniversário de 150 anos da descoberta do sistema periódico pelo cientista russo Dmitri Mendeleev, a celebração é uma forma de reconhecer a tabela como uma das conquistas mais relevantes para a ciência moderna. Para Barbosa, a data possibilita uma nova atenção da sociedade a elementos como o Níbio e o Ósmio, de grande utilização e importância, mas menos conhecidos pelo público geral. (Adaptado de: <https://ufmg.br/comunicacao/assessoria-de-imprensa/release/especialistas-da-ufmg-comentam-a-celebracao-do-ano-internacional-da-tabela-periodica>).

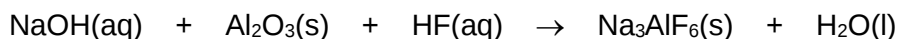
Questão 14. Analise as afirmativas a seguir e assinale a que estiver **INCORRETA**:

- a) Mendeleev organizou os elementos, conhecidos à época, em ordem crescente conforme seus números atômicos e agrupou aqueles com propriedades semelhantes.
- b) Uma das genialidades observadas na tabela construída por Mendeleev foi o fato de ele deixar espaços vazios, prevendo a descoberta de novos elementos.
- c) Mendeleev reconheceu que a massa atômica de um elemento não deveria ser o fator preponderante para posicioná-lo na tabela e priorizou as propriedades do elemento.
- d) Na classificação periódica atual, os elementos estão organizados em 7 linhas, chamadas de períodos e 18 colunas, chamadas de grupos.

Questão 15. Com relação aos elementos citados no texto, analise as afirmativas abaixo e assinale a que estiver **CORRETA**.

- a) O elemento níbio, cujo símbolo é o Ni, é o metal de menor massa atômica do seu grupo.
- b) O elemento ósmio, cujo símbolo é o Os, possui 14 elétrons em seu penúltimo nível de energia.
- c) O raio atômico do níbio é menor que o raio atômico do ósmio.
- d) A 1ª energia de ionização do níbio é maior que a 1ª energia de ionização do ósmio.

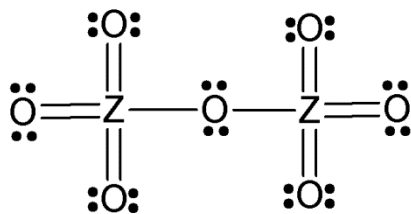
Questão 16. A criolita (Na_3AlF_6) é usada para a produção de alumínio, a partir de seus rejeitos. Essa substância é obtida conforme representado pela equação química não balanceada apresentada a seguir.



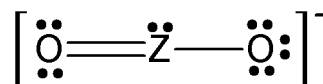
Em uma reação foram usados 800 g de hidróxido de sódio, 3 mol de óxido de alumínio e $2,4 \times 10^{25}$ moléculas de fluoreto de hidrogênio. Sabendo que a reação ocorreu com 100% de rendimento, a quantidade de matéria de criolita gerada foi de:

- a) 2 mol.
- b) 2,7 mol.
- c) 6 mol.
- d) 6,7 mol

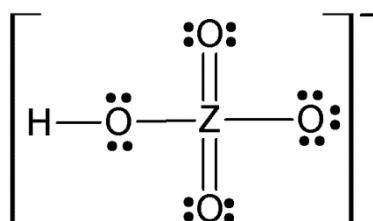
Questão 17. Na figura a seguir estão representadas as estruturas de Lewis de quatro espécies químicas (A, B, C e D). Em cada espécie, o átomo representado pela letra Z pertence a um grupo diferente da Tabela Periódica.



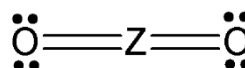
Espécie A



Espécie B



Espécie C

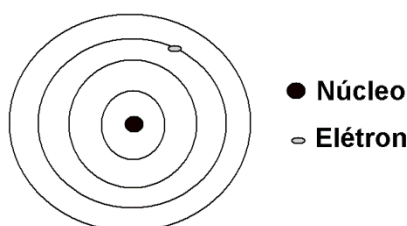


Espécie D

O átomo representado pela letra Z, das espécies A, B, C e D está localizado nos grupos:

- a) 6, 4, 5, 3.
- b) 8, 6, 5, 4.
- c) 13, 11, 12, 10.
- d) 17, 15, 16 e 14.

Questão 18. Um estudante estava lendo sobre o modelo de Bohr para o átomo de hidrogênio e, supondo que fosse possível enxergar parte desse átomo, construiu a figura apresentada a seguir.



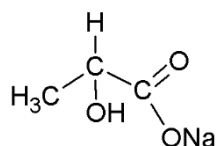
Para essa figura, ele fez uma série de afirmações, as quais são indicadas abaixo.

- I. A energia associada a uma transição eletrônica é quantizada.
- II. Nessa figura, o elétron está localizado no terceiro estado excitado.
- III. O átomo de hidrogênio está representado no seu estado fundamental.
- IV. Retirar o elétron do átomo nesse estado requer menos energia que no estado fundamental.
- V. Cada círculo representa um nível energético. Assim, o átomo liberou energia para alcançar esse estado a partir do estado fundamental.

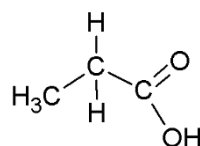
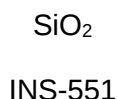
As afirmações **CORRETAS** do estudante são:

- a) I e IV.
- b) I, III e V.
- c) II e V.
- d) II, III e IV.

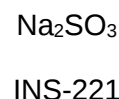
Questão 19. Os aditivos alimentares são substâncias intencionalmente adicionadas aos alimentos para, por exemplo, aumentar a durabilidade do produto ou intensificar ou modificar as suas propriedades organolépticas, desde que não tenham fins nutricionais (Fonte: Romeiro, S.; Delgado, M. Aditivos alimentares: conceitos básicos, legislação e controvérsias. **Revista Nutrícias**, v. 18, p. 22-26, 2013). A seguir são apresentados quatro aditivos alimentares, com o respectivo sistema internacional de numeração (INS).



INS-325



INS-280



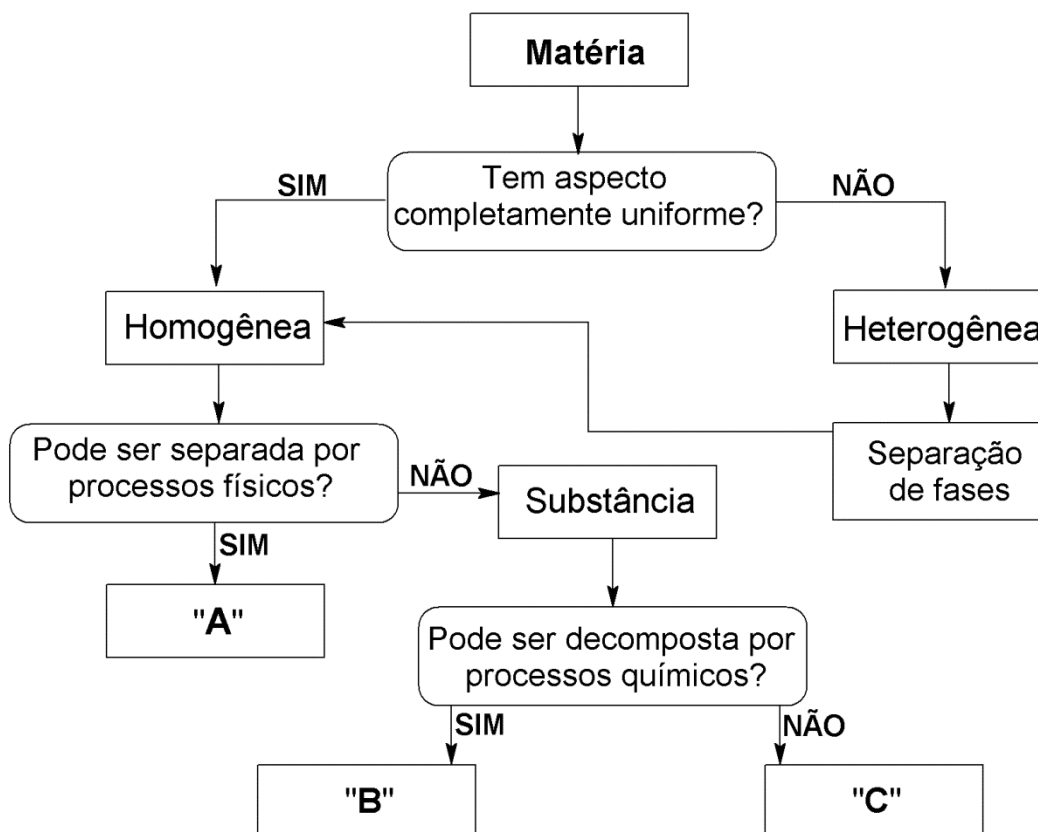
Em relação a esses aditivos, são feitas algumas afirmações:

- I. O INS-221 tem temperatura de fusão mais elevada que o INS-551.
- II. O INS-325 tem temperatura de fusão mais elevada que o INS-280.
- III. O INS-551 é o menos solúvel em água, dentre os aditivos apresentados.
- IV. O INS-325 e INS-221 são substâncias iônicas, enquanto o INS-280 é molecular.

O número de afirmações **CORRETAS** é:

- a) 1.
- b) 2.
- c) 3.
- d) 4.

Questão 20. Observe o esquema apresentado a seguir.



As espécies "A", "B" e "C" podem ser substituídas por:

- a) água de rio, cobre metálico e hidróxido de magnésio.
- b) água do mar, cloreto de sódio e ferro metálico.
- c) cloreto de cálcio, água de rio e sódio metálico.
- d) zinco metálico, água oxigenada comercial, sulfato de cobre.

Questões Discursivas

Questão 21. Pediram-lhe que identificasse o composto X, extraído de uma planta apreendida por um guarda alfandegário. Após alguns testes, você obteve os seguintes resultados. O composto X é um sólido branco cristalino. Uma mistura homogênea de X em água muda para vermelho o tornassol e conduz mal eletricidade, mesmo quando grandes quantidades de X são misturadas com água. A adição de hidróxido de sódio provoca uma reação química e a mistura passa a conduzir bem eletricidade. A análise elementar de X fornece a composição em porcentagem de massa com 26,68 % de C, 2,239 % de H e o restante sendo oxigênio. O espectro de massas de X dá a massa molar $90,0 \text{ g mol}^{-1}$.

- a) **Escreva** a fórmula empírica de X. Os cálculos necessários devem ser explicitados.
- b) **Escreva** a fórmula molecular de X.
- c) **Escreva** a equação química balanceada da reação de X com hidróxido de sódio, sabendo que X possui dois átomos de hidrogênio ionizáveis.
- d) **Explique** por que o composto X conduz mal a eletricidade, mesmo quando grandes quantidades dele são misturadas com água.

Questão 22. A Química é uma ciência fundamental para muitos ramos da indústria. A seguir, é feita uma descrição dos processos para obtenção de algumas substâncias de interesse industrial.

I. O fósforo branco (P_4) gasoso é obtido por meio do aquecimento de fosfato de cálcio, dióxido de silício e carbono, todos no estado sólido. Como subprodutos dessa reação tem-se silicato de cálcio (CaSiO_3) sólido e monóxido de carbono gasoso.

II. O cloro molecular (Cl_2) gasoso é obtido por meio da reação que ocorre entre cloreto de potássio sólido, ácido nítrico solubilizado em água e oxigênio molecular. Como subprodutos dessa reação tem-se água líquida e nitrato de potássio solúvel em água.

III. O iodo molecular sólido é obtido por meio da reação que ocorre entre sulfato de cobre(II) e iodeto de potássio, ambos dissolvidos em água. Como subprodutos dessa reação tem-se sulfato de potássio e iodeto de cobre(I), também dissolvidos em água.

IV. O hipoclorito de cálcio sólido é obtido por meio da reação que ocorre entre hidróxido de sódio solubilizado em água, hidróxido de cálcio sólido e cloro molecular. Como subprodutos dessa reação tem-se cloreto de sódio solubilizado em água e água líquida.

- a) **Escreva** a equação química balanceada que representa cada um dos processos descritos anteriormente.
- b) Considerando que no processo descrito em (I) são utilizadas 14,88 toneladas de fosfato de cálcio, 10,80 toneladas de dióxido de silício e 2,4 toneladas de carbono, **calcule** a massa de fósforo gerada (em toneladas), sabendo que a reação tem rendimento de 90%.

c) O fósforo branco tem uma estrutura cíclica, no qual cada átomo de fósforo está ligado a outros três átomos de fósforo. É uma forma alotrópica muito venenosa, que deve ser mantida sob a água devido à sua propriedade de inflamar-se espontaneamente em contato com o ar, gerando pentóxido de difósforo. **Escreva** a estrutura de Lewis do fósforo branco. **Escreva** a equação química que representa a reação entre o fósforo branco e o ar. **Apresente** uma explicação para a elevada reatividade do fósforo branco.

Questão 23. Em 2019 a IUPAC celebra os 150 anos da Tabela Periódica, em homenagem à proposta feita por Dmitri Mendeleev (1834-1907) para organização dos elementos químicos. “Hoje a tabela periódica pode ser considerada a enciclopédia mais concisa que existe. Quem sabe usá-la encontra muitas informações em uma única folha de papel”, diz Carlos Alberto Filgueiras, químico e historiador da ciência da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). (Fonte: <https://revistapesquisa.fapesp.br/2019/03/14/a-encruzilhada-da-tabela-periodica/>).

a) Na atual versão da tabela periódica, o átomo de maior massa, que figura em seu canto inferior direito, é o oganessônio (Og), de número atômico 118. **Indique** quais propriedades (temperatura de fusão/ebulição, solubilidade em água, reatividade etc.) são previstas para a substância elementar oriunda desse átomo.

b) Os íons Li^{2+} e He^+ são isoeletrônicos e a energia de ionização (EI) dessas espécies é de $11.815 \text{ kJ mol}^{-1}$ e $5.250,5 \text{ kJ mol}^{-1}$, respectivamente. **Escreva** a equação química que representa o processo de ionização de cada uma dessas espécies e **justifique** a diferença observada nos valores da energia de ionização.

A afinidade eletrônica (AE) pode ser definida como a energia liberada quando um elétron é adicionado a um átomo na fase gasosa, em seu estado fundamental. Um quadro com valores de AE é apresentado a seguir.

Elemento	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
AE (kJ mol^{-1})	- 52,87	-	- 41,78	- 134,1	- 72,07	- 200,7	- 348,3	-

c) Considerando o silício e o fósforo, **qual** deles tem maior afinidade eletrônica? **Justifique** sua resposta.

d) **Explique** por que o magnésio não possui um valor de afinidade eletrônica associado.

