

OLIMPIÁDA  
MINEIRA

# QUÍMICA



### Instruções:

- 1 – Esta prova é para estudantes da 2ª série do Ensino Médio (**Modalidade B**).
- 2 – Esta prova contém 20 questões de múltipla escolha e três questões discursivas.
- 3 – Antes de iniciar a prova, confira se todas as folhas estão presentes. Caso haja algum problema, solicite a substituição da prova.
- 4 – Você está recebendo dois cadernos:
  - a) OMQ 2024 Questões – que você poderá levar ao final da prova.
  - b) OMQ 2024 Respostas – que você entregará ao aplicador ao final da prova.
- 5 – 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 2024 de Respostas.
- 6 – O tempo de duração da prova é de 3 (três) horas.
- 7 – O período de sigilo da prova é de 90 minutos.
- 8 – Será permitido o uso de calculadoras não programáveis.
- 9 – 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 fundamentais para contato com os premiados na OMQ. **ESCREVA O E-MAIL USANDO LETRA LEGÍVEL**.

Realização:



UF **m** G

Apoio:



# OMQ 2024 QUESTÕES

## PROVA PARA A SEGUNDA SÉRIE

### Classificação Periódica dos Elementos

|                                     |                                      |                                     |                                           |                                     |                                          |                                     |                                      |                                        |                                         |                                         |                                         |                                        |                                        |                                       |                                         |                                        |                                          |
|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------|
| 1                                   |                                      |                                     |                                           |                                     |                                          |                                     |                                      |                                        |                                         |                                         |                                         |                                        |                                        |                                       |                                         |                                        | 18                                       |
| 1<br>Hidrogênio<br><b>H</b><br>1,01 |                                      |                                     |                                           |                                     |                                          |                                     |                                      |                                        |                                         |                                         |                                         |                                        |                                        |                                       |                                         |                                        | 2<br>Hélio<br><b>He</b><br>4,00          |
| 3<br>Lítio<br><b>Li</b><br>6,94     | 4<br>Berílio<br><b>Be</b><br>9,01    |                                     |                                           |                                     |                                          |                                     |                                      |                                        |                                         |                                         |                                         | 13<br>Boro<br><b>B</b><br>10,8         | 14<br>Carbono<br><b>C</b><br>12,0      | 15<br>Nitrogênio<br><b>N</b><br>14,0  | 16<br>Oxigênio<br><b>O</b><br>16,0      | 17<br>Fluor<br><b>F</b><br>19,0        | 18<br>Neônio<br><b>Ne</b><br>20,2        |
| 11<br>Sódio<br><b>Na</b><br>23,0    | 12<br>Magnésio<br><b>Mg</b><br>24,3  |                                     |                                           |                                     |                                          |                                     |                                      |                                        |                                         |                                         |                                         | 13<br>Alumínio<br><b>Al</b><br>27,0    | 14<br>Silício<br><b>Si</b><br>28,1     | 15<br>Fósforo<br><b>P</b><br>31,0     | 16<br>Enxofre<br><b>S</b><br>32,1       | 17<br>Cloro<br><b>Cl</b><br>35,5       | 18<br>Argônio<br><b>Ar</b><br>39,9       |
| 19<br>Potássio<br><b>K</b><br>39,1  | 20<br>Cálcio<br><b>Ca</b><br>40,1    | 21<br>Escândio<br><b>Sc</b><br>45,0 | 22<br>Titânio<br><b>Ti</b><br>47,9        | 23<br>Vanádio<br><b>V</b><br>50,9   | 24<br>Crômio<br><b>Cr</b><br>52,0        | 25<br>Manganês<br><b>Mn</b><br>54,9 | 26<br>Ferro<br><b>Fe</b><br>55,8     | 27<br>Cobalto<br><b>Co</b><br>58,9     | 28<br>Níquel<br><b>Ni</b><br>58,7       | 29<br>Cobre<br><b>Cu</b><br>63,5        | 30<br>Zinco<br><b>Zn</b><br>65,4        | 31<br>Gálio<br><b>Ga</b><br>69,7       | 32<br>Germânio<br><b>Ge</b><br>72,6    | 33<br>Arsênio<br><b>As</b><br>74,9    | 34<br>Selênio<br><b>Se</b><br>79,0      | 35<br>Bromo<br><b>Br</b><br>79,9       | 36<br>Criptônio<br><b>Kr</b><br>83,8     |
| 37<br>Rubídio<br><b>Rb</b><br>85,5  | 38<br>Estrôncio<br><b>Sr</b><br>87,6 | 39<br>Ítrio<br><b>Y</b><br>88,9     | 40<br>Zircônio<br><b>Zr</b><br>91,2       | 41<br>Níbio<br><b>Nb</b><br>92,9    | 42<br>Molibdênio<br><b>Mo</b><br>95,9    | 43<br>Tecnécio<br><b>Tc</b>         | 44<br>Rutênio<br><b>Ru</b><br>101    | 45<br>Ródio<br><b>Rh</b><br>103        | 46<br>Paládio<br><b>Pd</b><br>106       | 47<br>Prata<br><b>Ag</b><br>108         | 48<br>Cádmio<br><b>Cd</b><br>112        | 49<br>Índio<br><b>In</b><br>115        | 50<br>Estanho<br><b>Sn</b><br>119      | 51<br>Antimônio<br><b>Sb</b><br>122   | 52<br>Telúrio<br><b>Te</b><br>128       | 53<br>Iodo<br><b>I</b><br>127          | 54<br>Xenônio<br><b>Xe</b><br>131        |
| 55<br>Césio<br><b>Cs</b><br>133     | 56<br>Bário<br><b>Ba</b><br>137      | 57-71<br>Lantanóides                | 72<br>Háfênio<br><b>Hf</b><br>179         | 73<br>Tântalo<br><b>Ta</b><br>181   | 74<br>Tungstênio<br><b>W</b><br>184      | 75<br>Rênio<br><b>Re</b><br>186     | 76<br>Ósmio<br><b>Os</b><br>190      | 77<br>Iridio<br><b>Ir</b><br>192       | 78<br>Platina<br><b>Pt</b><br>195       | 79<br>Ouro<br><b>Au</b><br>197          | 80<br>Mercúrio<br><b>Hg</b><br>201      | 81<br>Tálio<br><b>Tl</b><br>204        | 82<br>Chumbo<br><b>Pb</b><br>207       | 83<br>Bismuto<br><b>Bi</b><br>210     | 84<br>Polônio<br><b>Po</b><br>[209]     | 85<br>Astato<br><b>At</b><br>[210]     | 86<br>Radônio<br><b>Rn</b><br>[222]      |
| 87<br>Frâncio<br><b>Fr</b><br>[223] | 88<br>Rádio<br><b>Ra</b><br>[226]    | 89-103<br>Actinóides                | 104<br>Rutherfordio<br><b>Rf</b><br>[267] | 105<br>Dúbnio<br><b>Db</b><br>[268] | 106<br>Seabórgio<br><b>Sg</b><br>[269]   | 107<br>Bóhrio<br><b>Bh</b><br>[270] | 108<br>Hássio<br><b>Hs</b><br>[269]  | 109<br>Meitnério<br><b>Mt</b><br>[278] | 110<br>Darmstádio<br><b>Ds</b><br>[281] | 111<br>Roentgênio<br><b>Rg</b><br>[281] | 112<br>Copernício<br><b>Cn</b><br>[285] | 113<br>Nhânio<br><b>Nh</b><br>[286]    | 114<br>Fleróvio<br><b>Fl</b><br>[289]  | 115<br>Moscóvio<br><b>Mc</b><br>[288] | 116<br>Livermório<br><b>Lv</b><br>[293] | 117<br>Tenessino<br><b>Ts</b><br>[294] | 118<br>Oganessônio<br><b>Og</b><br>[294] |
| LANTANÓIDES ▶                       |                                      |                                     | 57<br>Lantânio<br><b>La</b><br>140        | 58<br>Cério<br><b>Ce</b><br>140     | 59<br>Praseodímio<br><b>Pr</b><br>141    | 60<br>Neodímio<br><b>Nd</b><br>144  | 61<br>Promécio<br><b>Pm</b><br>[145] | 62<br>Samário<br><b>Sm</b><br>150      | 63<br>Európio<br><b>Eu</b><br>152       | 64<br>Gadolínio<br><b>Gd</b><br>157     | 65<br>Térbio<br><b>Tb</b><br>159        | 66<br>Disprósio<br><b>Dy</b><br>163    | 67<br>Hólmio<br><b>Ho</b><br>165       | 68<br>Érbio<br><b>Er</b><br>167       | 69<br>Túlio<br><b>Tm</b><br>169         | 70<br>Íterbio<br><b>Yb</b><br>173      | 71<br>Lutécio<br><b>Lu</b><br>175        |
| ACTINÓIDES ▶                        |                                      |                                     | 89<br>Actínio<br><b>Ac</b><br>[227]       | 90<br>Tório<br><b>Th</b><br>232,04  | 91<br>Protactínio<br><b>Pa</b><br>231,04 | 92<br>Urânio<br><b>U</b><br>238,03  | 93<br>Netúnio<br><b>Np</b><br>[237]  | 94<br>Plutônio<br><b>Pu</b><br>[244]   | 95<br>Americio<br><b>Am</b><br>[243]    | 96<br>Cúrio<br><b>Cm</b><br>[247]       | 97<br>Berquélio<br><b>Bk</b><br>[247]   | 98<br>Califórnia<br><b>Cf</b><br>[251] | 99<br>Einsteinio<br><b>Es</b><br>[252] | 100<br>Férmio<br><b>Fm</b><br>[257]   | 101<br>Mendelévio<br><b>Md</b><br>[258] | 102<br>Nobelio<br><b>No</b><br>[259]   | 103<br>Laurêncio<br><b>Lr</b><br>[262]   |

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

21  
**Sc**  
45,0

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)

$P V = n R T$  (equação de estado para um gás ideal)

$R = 8,206 \times 10^{-2} \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$  ou  $8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

$\Delta G^\circ = - n \times F \times E^\circ$

$F = 96.485 \text{ J V}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

## Questões de Múltipla Escolha

**Questão 1.** A tirinha abaixo satiriza um processo químico.



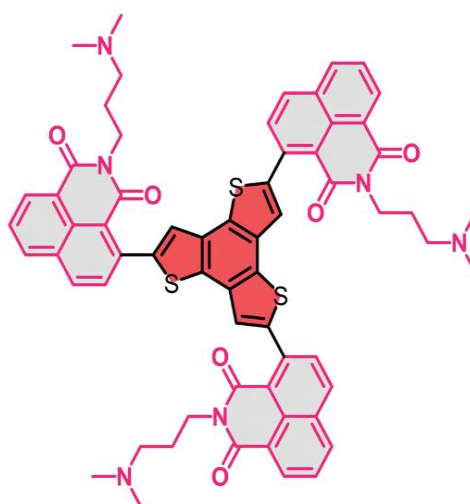
Assinale a alternativa **CORRETA** sobre essa tirinha.

- a) A tirinha satiriza a reação química representada por  $^2\text{H} + ^2\text{H} \rightarrow ^2\text{H}_2$ .
- b) A tirinha satiriza uma reação de fusão nuclear.
- c) A tirinha satiriza um tipo de interações interpartículas.
- d) A tirinha satiriza a formação de uma molécula.

**Questão 2** “A reação entre o hidrogênio molecular e o iodo molecular em fase gasosa ocorre de forma elementar”. Baseado nesta informação é **CORRETO** afirmar que:

- a) a reação é de ordem 1.
- b) a velocidade da reação não depende das concentrações dos reagentes.
- c) a reação ocorre em uma única etapa.
- d) a constante de velocidade da reação é igual a 1.

**Questão 3.** Células solares são dispositivos capazes de converter energia solar em energia elétrica. As células solares comerciais são, em sua maioria, feitas de silício, sendo denominadas de células inorgânicas. Porém, tem sido crescente o desenvolvimento de células orgânicas solares, nas quais a camada ativa, ou seja, a camada absorvedora de luz, é composta por moléculas ou polímeros orgânicos. No início de 2024, pesquisadores chineses desenvolveram a molécula 3ONIN, que possui uma forma de hélice e que, quando utilizada em contato com a camada ativa de uma célula solar, promove um aumento da eficiência de conversão de energia. **Fonte:** Hao Liu *et al*, *Nano Research* 2024, 17, 1564-1570.



**3ONIN**

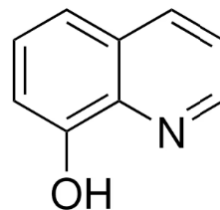
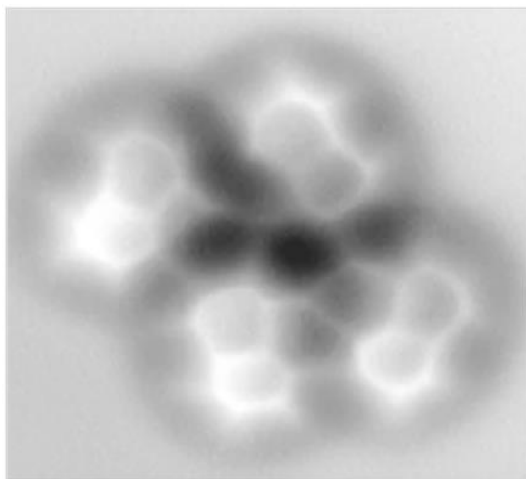
Com base na estrutura da molécula 3ONIN, analise as afirmações abaixo.

- I – Os três átomos de enxofre da molécula apresentam geometria angular e estão contidos em um mesmo plano.
- II – Todos os átomos de nitrogênio da molécula apresentam geometria trigonal plana.
- III – Todos os átomos de carbono com geometria trigonal plana na molécula estão envolvidos em ligações carbono-carbono rígidas.

Em relação às afirmações, assinale a alternativa **CORRETA**.

- a) Apenas II é verdadeira.
- b) **Apenas I é verdadeira.**
- c) Apenas I e III são verdadeiras.
- d) Apenas II e III são verdadeiras.

**Questão 4.** Em 2013, pesquisadores conseguiram “visualizar” interações do tipo ligação de hidrogênio em moléculas de 8-hidroxiquinolina, utilizando de uma técnica denominada microscopia de força atômica. A imagem obtida por essa técnica está apresentada abaixo, juntamente com a fórmula estrutural da molécula.



8-hidroxiquinolina

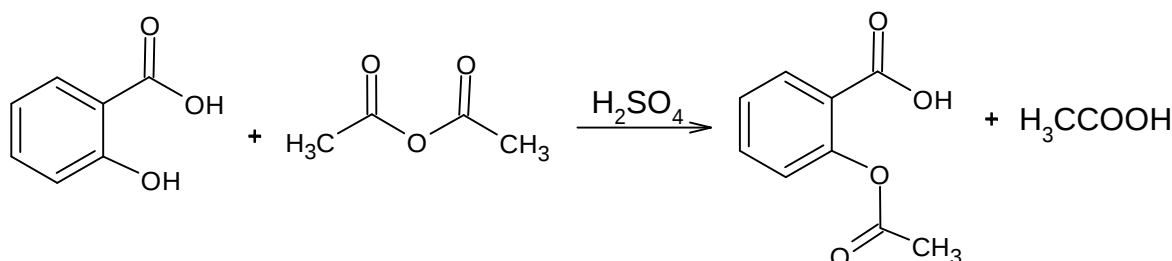
Sabendo-se que, na imagem, as regiões mais claras correspondem a regiões com maior densidade eletrônica, assinale a alternativa **CORRETA**.

- a) As ligações de hidrogênio são não-direcionais, ou seja, estendem-se em todas as direções, como mostrado na imagem.
- b) Apenas ligações de hidrogênio intermoleculares são esperadas para a 8-hidroxiquinolina.
- c) O termo “ponte de hidrogênio” pode ser utilizado para se referir à ligação de hidrogênio no caso da 8-hidroxiquinolina, uma vez que é nítida a presença de regiões de densidade eletrônica conectando moléculas vizinhas na imagem.
- d) É possível inferir que a 8-hidroxiquinolina consegue formar ao menos duas ligações de hidrogênio com moléculas vizinhas, sendo elas por meio da hidroxila e do nitrogênio do anel quinolina.

**Questão 5** Considerando a estrutura e as funções biológicas dos carboidratos, proteínas e ácidos nucleicos, assinale a afirmação **CORRETA**.

- a) As proteínas podem ter suas funções alteradas quando ocorrem mudanças em estruturas primárias como  $\alpha$ -hélices e folhas- $\beta$ .
- b) A diferença estrutural entre o DNA e o RNA está apenas na presença da timina no DNA e uracila no RNA, enquanto ambos possuem ribose como açúcar componente.
- c) A ligação fosfodiéster nos ácidos nucleicos ocorre entre o grupo 5'-fosfato de um nucleotídeo e o grupo 3'-hidroxila de outro nucleotídeo, formando a espinha dorsal do DNA e do RNA.
- d) A celulose e o glicogênio são ambos polissacarídeos compostos por unidades de glicose, mas diferem em sua função biológica devido à presença de diferentes monossacarídeos em suas estruturas.

**Questão 6.** A Aspirina®, como é conhecido o ácido acetil salicílico (AAS), é o analgésico mais consumido e vendido no mundo. O AAS é um fármaco de fácil acesso sintético, obtido pela reação de acetilação do ácido salicílico, com anidrido acético, catalisado por ácido, conforme ilustrado no esquema abaixo.

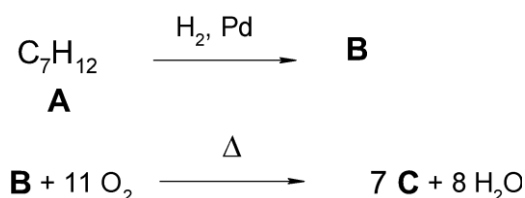


Esquema: Representação da síntese do ácido acetil salicílico.

Sabendo que a reação ocorre na proporção de 1:1 e considerando que a reação foi conduzida utilizando 400 g de uma amostra impura de ácido salicílico e 204 g de anidrido acético, é **CORRETO** afirmar que:

- a) se o rendimento da reação for 50%, não é possível produzir mais que 180 g de AAS.
- b) se a pureza da amostra for 60%, a quantidade de AAS produzida é de 360 g, se o rendimento da reação for 100%.
- c) se a pureza da amostra for 90%, a massa máxima de AAS que poderá ser produzida é de 564 g.
- d) se o rendimento da reação e a pureza da amostra forem ambos de 80%, a quantidade de AAS produzida será maior que 300 g.

**Questão 7.** Observe a sequência de reações representadas abaixo. As equações estão devidamente balanceadas. A substância de partida foi assinalada com a letra **A** e algumas substâncias não estão explicitadas e foram designadas com as letras **B** e **C**. A reação de hidrogenação de 1 mol de **A** produziu 1 mol de **B**, cuja combustão produziu 7 mol de **C** e 8 mol de água.



Assinale a afirmação **CORRETA** sobre essas reações e as substâncias assinaladas.

- a) A substância **C** é classificada como álcool.
- b) A substância **A** é classificada como aromático.
- c) A reação da substância **B** com oxigênio é endotérmica.
- d) A substância **B** possui apenas ligações simples.

**Questão 8.** Os seguintes excertos foram extraídos de matérias jornalísticas sobre o Ozempic®, medicamento utilizado no tratamento do diabetes tipo 2 e da obesidade e que tem como princípio ativo a semaglutida, um peptídeo sintético análogo ao GLP-1 (peptídeo-1 semelhante ao glucagon).

**Excerto 1.** “A semaglutida simula a ação do GLP-1, hormônio produzido no intestino que regula a glicemia (nível de açúcar no sangue) e as respostas da saciedade – daí o seu uso para o emagrecimento. O que acontece no corpo? A substância liberada na corrente sanguínea é metabolizada por enzimas (peptidases) capazes de quebrar proteínas ou peptídeos e, depois, eliminada por via renal, principalmente pela urina.” **Fonte:** <<https://abeso.org.br/ozempic-como-age-quanto-emagrece-tem-efeitos-colaterais-tire-13-duvidas/>> (acesso em 8 de junho de 2024).

**Excerto 2.** “Os nutrientes que desencadeiam a secreção de GLP-1 são macronutrientes – açúcares simples (monossacarídeos), peptídeos e aminoácidos (de proteínas), e ácidos graxos de cadeia curta (de gorduras e também produzidos por bactérias).” **Fonte:** <<https://www.bbc.com/portuguese/articles/c1r5985y8leo>> (acesso em 8 de junho de 2024).

Analise os excertos e marque a afirmação **INCORRETA**.

- a) No excerto 1, a palavra açúcar refere-se à sacarose, também conhecida como açúcar de mesa.
- b) A palavra quebrar, no excerto 1, poderia ser substituída por hidrolisar, sem mudar o significado.
- c) Tanto a semaglutida quanto o GLP-1 possuem nitrogênio e oxigênio em sua fórmula química.
- d) É possível que ácido butanoico e frutose estimulem a secreção de GLP-1.

**Questão 9.** Muitos dos gases que encontramos são na verdade misturas de gases. Por exemplo, a atmosfera é uma mistura de nitrogênio, oxigênio, argônio, gás carbônico e outros. Uma certa quantidade de  $H_2$  exerce uma pressão de 30 kPa quando presente sozinho num vaso e numa determinada temperatura. Uma outra quantidade de  $N_2$  exerce uma pressão de 90 kPa quando presente, sozinho, no mesmo vaso e na mesma temperatura. Considerando a situação na qual estes gases foram misturados, no mesmo vaso, e que a mistura e os componentes são perfeitos, assinale a afirmativa **CORRETA**.

- a) Na mistura, a fração molar de  $H_2$  é três vezes maior que a fração molar de  $N_2$ .
- b) A pressão da mistura formada pelo  $H_2$  e  $N_2$  será igual 120 kPa.
- c) Quando misturados, a pressão exercida pelo  $N_2$  será igual à pressão exercida pelo  $H_2$ .
- d) A pressão da mistura será dada pela média das pressões dos gases, ou seja, será 60 kPa.

**Questão 10.** Sob pressão e temperatura constantes, o volume de um gás é diretamente proporcional à quantidade de substância do gás. Um mol de gás ideal a 0° C e 1 atm ocupa o volume de 22,41 L. Considerando que todos os gases abaixo se comportam como gás ideal, é **CORRETO** afirmar que:

- a) 1 mol de CO<sub>2</sub> gasoso ocupa um volume maior que 28 g de nitrogênio gasoso.
- b) 16 g de oxigênio gasoso ocupam o mesmo volume de 16 g de argônio gasoso.
- c) 14 g de nitrogênio gasoso ocupam um volume menor que 1 mol de hidrogênio gasoso.
- d) 1 mol de argônio gasoso ocupa o mesmo volume de 1 g de hidrogênio gasoso.

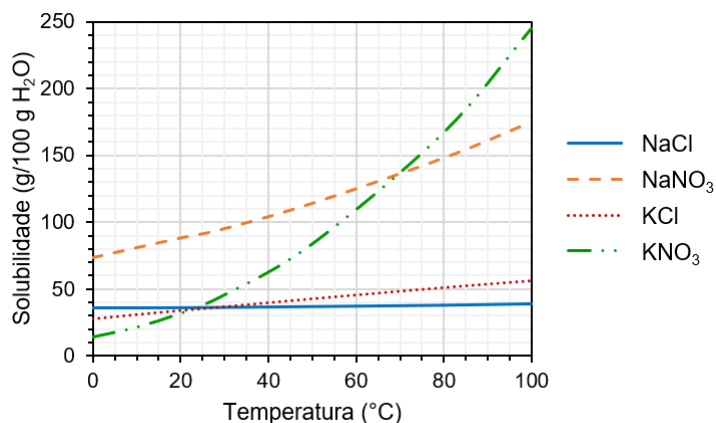
**Questão 11.** Um trecho da notícia intitulada “Queimadas alteram ciclos biogeoquímicos e clima da Amazônia”, publicada no site da Academia Brasileira de Ciências em 24 de julho de 2009 está transcrito abaixo.

“As queimadas na floresta amazônica, provocadas pela criação de áreas de pastagem, exploração da madeira e agricultura familiar, estão causando alterações nos ciclos biogeoquímicos (os percursos realizados no meio ambiente por um elemento químico) e afetando ainda mais o clima da região. De acordo com os pesquisadores, um dos exemplos mais evidentes de alterações de ciclos biogeoquímicos na Amazônia provocados pelas queimadas é o do nitrogênio – um nutriente essencial para as plantas, que está presente no solo, no ar e na água.” **Fonte:** <<https://www.abc.org.br/2009/07/24/queimadas-alteram-ciclos-biogeoquimicos-e-clima-da-amazonia/>> (acessado em 9 de junho de 2024).

Considerando que as queimadas reduzem a população de bactérias no solo e aumentam a vaporização de algumas substâncias nitrogenadas, como a amônia, armazenada nas árvores, é **CORRETO** afirmar que:

- a) as bactérias e cianobactérias são incapazes de fixar o nitrogênio, ou seja, retirar o elemento da atmosfera e deixá-lo disponível para outros organismos.
- b) o processo de denitrificação, que consiste na liberação de N<sub>2</sub> absorvido no solo, aumentaria com as queimadas, devido ao aumento da temperatura local e à expulsão desse gás para a atmosfera.
- c) o aumento da concentração de amônia na atmosfera, gerado pela queima das árvores, pode resultar na acidificação do solo de regiões vizinhas à queimada, devido ao aumento na concentração de íons amônio no solo dessas regiões, com consequente liberação de íons H<sup>+</sup> durante o processo de nitrificação.
- d) a taxa de conversão do nitrogênio gasoso em amônia, processo denominado fixação, deve ser reduzida com as queimadas, mas os processos subsequentes, como a nitrificação, não devem sofrer alteração, pois a amônia liberada pela queima das árvores compensará esse efeito.

**Questão 12.** Considere o gráfico a seguir, que apresenta a solubilidade de alguns sais, em água, em função da temperatura.



Considerando as informações apresentadas no gráfico, assinale a alternativa **INCORRETA**.

- a) O nitrato de sódio é a substância mais solúvel a 50 °C, porém o nitrato de potássio é o mais solúvel a 90 °C.
- b) Se 50 g de cloreto de sódio são dissolvidos completamente em 100 g de água a 30 °C, a solução resultante será uma solução saturada.
- c) Se uma solução saturada de nitrato de sódio em 100 g de água a 80 °C for resfriada para 20 °C, cerca de 60 g de precipitado serão formados.
- d) Se 120 g de cloreto de potássio forem misturados com 100 g de água, à temperatura de 70 °C, aproximadamente 50 g do sal irão dissolver, enquanto 70 g irão permanecer como precipitado.

**Questão 13.** Considere que 25,00 mL de uma solução de HCl de concentração desconhecida foram adicionados a 100 mL de uma solução de HCl 0,5 mol L<sup>-1</sup>. A solução resultante foi titulada, determinando-se que sua concentração era de 0,8 mol L<sup>-1</sup>. Considerando que os volumes são aditivos, a concentração (em mol L<sup>-1</sup>) de HCl na primeira solução será:

- a) 0,05.
- b) 0,3.
- c) 2,0.
- d) 4,0.

**Questão 14.** Nitrogênio e hidrogênio gasosos reagem para formar amônia gasosa de acordo com a seguinte equação termoquímica:



Considerando as informações dadas, em relação à espontaneidade dessa reação é **CORRETO** afirmar que:

- a) será espontânea.
- b) será não espontânea.
- c) está no equilíbrio.
- d) não é possível prever a espontaneidade.

**Questão 15.** O ouro é um metal nobre, usualmente encontrado na sua forma metálica na natureza, que possui brilho e cor amarela. No entanto, quando reduzido a partículas de tamanhos nanométricos (geralmente menores que 100 nanômetros), o ouro confere ao meio coloração avermelhada. Estudando um sistema composto por uma mistura de água e nanopartículas de ouro, um estudante observou que a mistura de cor vermelha mantinha-se estável ao longo do tempo, ou seja, as partículas não sofreram decantação. Dessa maneira, o estudante fez as seguintes anotações no seu caderno:

I – Apesar de não ser possível observar as nanopartículas de ouro a olho nu, essa dispersão deve ser considerada uma mistura heterogênea.

II – A dispersão pode ser classificada como um coloide do tipo Sol, pois o disperso é sólido e o dispersante é líquido.

III – Não será possível separar as nanopartículas da solução utilizando um papel de filtro comum.

IV – Essa mistura deve apresentar efeito Tyndall, diferentemente da água pura ou da solução de um sal de ouro em água.

Assinale a alternativa que contém o número **CORRETO** de afirmações **VERDADEIRAS** feitas pelo estudante:

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

**Questão 16.** Considere 100 mL uma solução aquosa diluída contendo  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  ( $\text{pK}_a = 7,2$ ) e  $\text{HPO}_4^{2-}$  ( $\text{pK}_a = 12,7$ ) em concentração aproximada de  $0,001 \text{ mol L}^{-1}$ . A esta solução adicionou-se  $0,0010 \text{ mol}$  de ácido ascórbico ( $\text{pK}_a = 4,2$ ) e depois, gotejando-se solução concentrada de  $\text{NaOH}$ , o pH desta solução foi ajustado para  $7,0$ . **Dica:** para se calcular a relação entre as concentrações de um ácido fraco  $\text{HA}$  e de sua base conjugada  $\text{A}^-$ , pode-se utilizar a equação de Henderson-Hasselbalch:  $\text{pH} = \text{pK}_a + \log ([\text{A}^-]/[\text{HA}])$ .

Em relação ao sistema descrito, assinale a afirmação **CORRETA**.

- a) Quando o pH da solução é  $7,0$ , a solução está neutra, e, logo, sua concentração de  $\text{H}_3\text{O}^+$  é zero.
- b) Nesta solução, o ácido ascórbico está predominantemente em sua forma ionizada (ascorbato).
- c) Nesta solução, a concentração da espécie  $\text{HPO}_4^{2-}$  é 10 vezes maior que a da espécie  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ .
- d) Nesta solução, não há a espécie ácido fosfórico,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .

**Questão 17.** “Em março de 1903, o casal Curie demonstrou que o rádio emitia continuamente uma quantidade de calor surpreendente. Isso vinha de dentro dos próprios átomos do rádio, em vez de uma troca com seu entorno. Os átomos radioativos eram fornalhas.” **Fonte:** Moynihan, T. Como a descoberta da radiação mudou o futuro da humanidade. BBC, 2021. Disponível em: < <https://www.bbc.com/portuguese/vert-fut-59125726> > (acesso em 8 de junho de 2024).

O excerto acima relaciona-se com a radioatividade natural do rádio. Entretanto, outros processos radioativos são possíveis, dentre eles podemos destacar:

- I. emissão de elétron pelo  $^{32}\text{P}$ ;
- II. emissão de pósitron pelo  $^{11}\text{C}$ ;
- III. decaimento  $\alpha$  pelo  $^{212}\text{Rn}$ ;
- IV. captura eletrônica pelo  $^{125}\text{Xe}$ .

Qual dos produtos abaixo não é possível para os processos radioativos descritos?

- a)  $^{32}\text{S}$
- b)  $^{208}\text{Po}$
- c)  $^{11}\text{B}$
- d)  $^{13}\text{N}$

**Questão 18. “O que os olhos não veem** - Um problema ambiental recentemente posto em evidência, consequência em parte do descarte incorreto, é a geração de resíduos plásticos de pequenas dimensões, os microplásticos. Em geral, são considerados microplásticos os resíduos plásticos com tamanho de partículas igual ou inferior a 5 milímetros. De acordo com a sua origem, estes podem ser classificados como primários ou secundários. Portanto, quando os materiais já são produzidos em tamanhos micrométricos para compor algum produto ou objeto são chamados de microplásticos primários, enquanto os microplásticos secundários são aqueles oriundos da fragmentação mecânica de plásticos maiores.” **Fonte:** Azevedo, A. S.; Herbst, M. H. Está chovendo microplásticos! E agora? *Química Nova na Escola*, 44(2), 239-247, 2022.

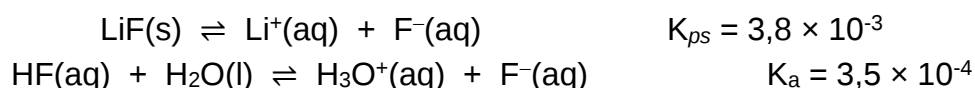
Com base no texto apresentado e seus conhecimentos sobre o tema, analise as afirmações a seguir sobre os microplásticos.

- I) Esferas de polietileno adicionadas em cosméticos, como em sabonetes para atuarem como esfoliantes, são um exemplo de microplásticos primários.
- II) As sacolas plásticas, como as oferecidas em mercados, quando descartadas no ambiente sofrerem choques, batidas e ação das intempéries podem ser fragmentadas no decorrer do tempo, dando origem a microplásticos secundários.
- III) Roupas feitas de poliéster são feitas para ter elevada resistência, portanto não dão origem a microplásticos.
- IV) Existem filtros que podem remover totalmente os microplásticos durante o tratamento de água para abastecimento, de forma que a saúde humana não é afetada por esse contaminante aquático.

Assinale a alternativa com as afirmações **CORRETAS**:

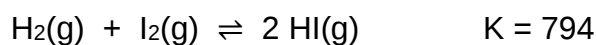
- a) I e II.
- b) II e III.
- c) I e IV.
- d) III e IV.

**Questão 19.** Considere as reações em equilíbrio representadas abaixo e as respectivas constantes de equilíbrio a 25 °C. Marque a afirmação **CORRETA**.



- a) Uma menor quantidade de LiF pode ser solubilizada ao se aumentar o pH.
- b) A adição de LiF ao meio desloca o equilíbrio no sentido da formação de  $\text{Li}^+$ .
- c) Aumentar o pH de uma solução de fluoreto de lítio favorece a formação de HF.
- d) A dissolução de LiF em água é mais rápida que a dissociação de HF em água.

**Questão 20.** Considere a reação de formação de HI(g) a partir de H<sub>2</sub>(g) e I<sub>2</sub>(g), representada abaixo, cuja constante de equilíbrio (K<sub>c</sub>) a 25 °C é 794.



Dois estudantes, Enzo e Valentina, realizaram experimentos nos quais eles misturaram gases HI, H<sub>2</sub> e I<sub>2</sub> em um recipiente de 1 L, a 25 °C, na presença de um catalisador e determinaram as concentrações dos gases após a reação ter atingido o equilíbrio. As quantidades que cada estudante adicionou de cada gás ao recipiente encontram-se no quadro abaixo.

| Estudante | Quantidade de substância adicionada (mol) |                |      |
|-----------|-------------------------------------------|----------------|------|
|           | H <sub>2</sub>                            | I <sub>2</sub> | HI   |
| Enzo      | 0,002                                     | 0,002          | 0,1  |
| Valentina | 0,001                                     | 0,001          | 0,03 |

Quanto ao experimento, analise as afirmações a seguir.

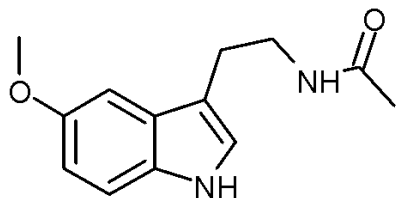
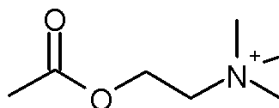
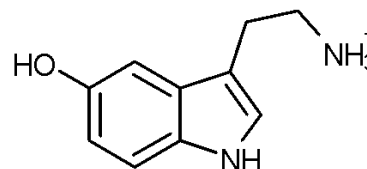
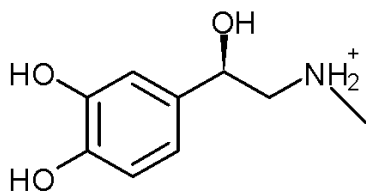
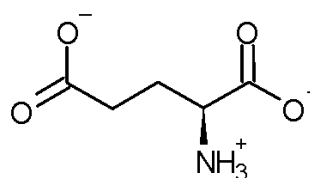
- I. Em ambos os experimentos, a concentração em quantidade de substância de HI diminuiu ao longo do tempo.
- II. A reação conduzida por Enzo liberou maior energia livre que a conduzida por Valentina.
- III. Atingido o equilíbrio, a velocidade de formação de HI é a mesma que a de sua decomposição.
- IV. A adição de uma maior quantidade de catalisador resultaria em maior concentração de HI no equilíbrio.
- V. Atingido o equilíbrio, a concentração de HI no experimento de Enzo é a mesma que no experimento de Valentina.
- VI. A remoção do catalisador do meio deslocaria o equilíbrio no sentido da formação de H<sub>2</sub> e I<sub>2</sub>.

Assinale a opção com as afirmações **CORRETAS**.

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

## Questões Discursivas

**Questão 21.** Na figura a seguir encontram-se estruturas químicas de neurotransmissores, que são substâncias produzidas pelos neurônios e que atuam transmitindo “informação” entre essas células nervosas.

**A****B****C****D****E**

a) **Escreva** a fórmula molecular do neurotransmissor A.

b) Analise as estruturas químicas dos neurotransmissores e **complete** o quadro a seguir, atribuindo as estruturas a cada neurotransmissor e citando 2 funções químicas presentes na acetilcolina.

| Estrutura | Neurotransmissor | Funções químicas         |
|-----------|------------------|--------------------------|
| B         | acetilcolina     |                          |
|           | adrenalina       | Álcool, amina            |
|           | melatonina       | Amida, éter              |
|           | serotonina       | Amina, fenol             |
|           | glutamato        | Ácido carboxílico, amina |

c) Na fenda sináptica (região entre dois neurônios que se comunicam), moléculas de acetilcolina liberadas por um neurônio sofrem reação de hidrólise catalisada pela enzima acetilcolinesterase, produzindo colina e ácido acético. **Apresente** o esquema reacional dessa reação, mostrando a estrutura química dos produtos (colina e ácido acético).

**Questão 22.** Considere o quadrinho e a tabela de potenciais de redução abaixo e responda ao que se pede.



Adaptado de Universidade de Waterloo. Autor: Richard M. Furlough

| Semi-equação de redução                                                                                              | $E^0$ (V) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| $\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Al}(\text{s})$                                           | -1,66     |
| $2 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ | 0,00      |
| $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$                                           | 0,34      |
| $\text{O}_2(\text{g}) + 4 \text{H}^+(\text{aq}) + 4 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$           | 1,23      |
| $\text{Cl}_2(\text{g}) + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Cl}^-(\text{aq})$                                          | 1,36      |

- a) **Escreva** a equação química balanceada da reação que ocorreria se o metal alumínio fizesse uma “esfoliação” de seu óxido com ácido clorídrico.
- b) Se ambos os metais do quadrinho fizessem a “esfoliação do óxido” com ácido clorídrico, algum deles poderia sofrer danos à sua integridade caso um excesso desse ácido fosse usado na reação? **Justifique** sua resposta inserindo a(s) equação(ões) global(s) correspondente(s).
- c) O cobre metálico, ao ser exposto à atmosfera, oxida-se formando o óxido de cobre(II), que ao reagir com o dióxido de carbono da atmosfera, forma o carbonato de cobre(II), que apresenta cor verde. **Escreva** as equações químicas balanceadas correspondentes a esses processos.
- d) **Cite** duas propriedades dos metais que podem ser inferidas do quadrinho.

**Questão 23.** Uma amostra de 100 mL água de chuva em uma área industrializada foi coletada e as concentrações de íons sulfato e nitrato foram determinadas como sendo iguais a  $0,005 \text{ mol L}^{-1}$  e  $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ , respectivamente. Sabe-se que esses íons são provenientes da dissociação completa dos ácidos sulfúrico e nítrico na chuva.

a) **Escreva** as equações químicas que representam os processos de dissociação completa dos ácidos sulfúrico e nítrico em água.

b) **Determine** as quantidades de substância (em mol) de ácido nítrico e sulfúrico que resultaram nas concentrações observadas. Deixe os cálculos registrados de forma clara.

c) **Calcule** o pH da amostra de chuva ácida considerando a dissociação completa dos ácidos mencionados. Considere  $\log_{10} 2 = 0,30$ . Deixe os cálculos registrados de forma clara.