

## XVI OLIMPIADA BRASILEIRA DE QUÍMICA JÚNIOR (OBQJr) 2023 / FASE II

### INSTRUÇÕES

- A prova consta de **vinte e três (23) questões**, sendo vinte (20) questões do tipo múltipla escolha (máximo 40 pontos) e três (3) questões analítico-expositivas (máximo 60 pontos).
- Você dispõe de **três (3) horas** para responder às questões deste exame.
- Antes de iniciar a resolução da prova, preencha a **ficha de identificação** existente na folha de respostas de questões de múltipla escolha. Preencha os dados solicitados e escreva seu **número de inscrição** (informado pelo aplicador do exame) na folha de respostas de questões de múltipla escolha e nas folhas destinadas às questões analítico-expositivas. Não esqueça de fazer isso, pois esta é a única forma de identificá-lo(a).
- Para responder às questões de múltipla escolha, identifique **apenas uma única** alternativa e marque a letra correspondente no gabarito existente na folha de respostas.

### QUESTÕES DE MÚLTIPLA ESCOLHA

O texto a seguir será utilizado nas **questões 1 a 3**.

No século XVII, em busca pela pedra filosofal, o alquimista alemão Hennig Brand destilou urina com salitre, álcool etílico e areia. Acidentalmente, Brand descobriu uma substância branca, maleável, luminosa e inflamável, composta por um novo elemento químico, cujo nome vem do grego "portador de luz". Atualmente, esse elemento é amplamente utilizado na indústria de fertilizantes para promover o crescimento das plantas.

Fonte: <https://www.crq4.org.br/historia/linhadotempo/> (Adaptado).

**Questão 1.** Conforme Brand, os alquimistas buscavam um material que transformasse metais comuns em:

- a) oxigênio. b) urânio. c) ouro. d) ureia.

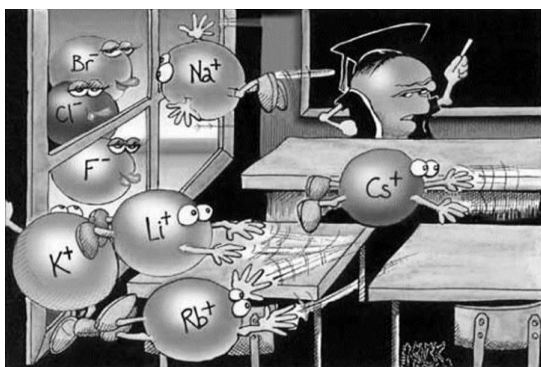
**Questão 2.** Qual é elemento químico descrito no texto?

- a) Nitrogênio b) Cloro c) Bromo d) Fósforo

**Questão 3.** O novo elemento químico era proveniente de uma mistura orgânica utilizada por Brand, a(o)

- a) urina. b) salitre. c) areia. d) álcool etílico.

**Questão 4.** Observe a charge apresentada abaixo.



- Talvez, um dos senhores poderia me dizer o que há de tão atraente lá fora?

Fonte: <http://cienciascefet.blogspot.com/2012/04/ligacoes-quimica.html>

O "comportamento" das personagens da ilustração se refere à ideia de possibilidade de formação de:

- a) ligações de hidrogênio. b) ligações metálicas.  
c) dipolos permanentes. d) ligações iônicas.

**Questão 5.** Um composto químico apresenta-se como um pó cristalino branco (em condições ambientes). Ele é solúvel em água e possui ponto de fusão de 993°C e ponto de ebulição de 1695°C. Quando usado em cremes dentais, ele inibe a desmineralização dos dentes, tornando-os menos suscetíveis à cárie. Sua representação química é:

- a) HF. b) NaF. c) HCl. d) NaCl.

**Questão 6.** Misturar produtos de limpeza pode ser perigoso. Muitos produtos contêm substâncias químicas ativas que, quando combinadas, podem reagir e gerar gases tóxicos, vapores nocivos ou até explosões. Por exemplo, a mistura de água sanitária (NaOCl) e ácido muriático (HCl) leva à formação do gás tóxico:

- a) Cl<sub>2</sub>. b) N<sub>2</sub>. c) NaH. d) CHCl<sub>3</sub> (clorofórmio).

**Questão 7.** Vamos descobrir que metal é este?

Imagine que você tenha uma proveta com água até a marca de 11,0 mL. Você coloca um pequeno pedaço de metal, que pesa 18,9 g, dentro da proveta, e a água sobe, deslocando-se até a marca de 18,0 mL. Usando essa variação na água é possível descobrir qual é esse metal misterioso.

O metal que você colocou no copo é o:

- a) ferro (d = 7,9 g cm<sup>-3</sup>) b) urânio (d = 18,9 g cm<sup>-3</sup>)  
c) alumínio (d = 2,7 g cm<sup>-3</sup>) d) zinco (d = 7,0 g cm<sup>-3</sup>)

**Questão 8.** Em uma das etapas do tratamento da água de abastecimento de grandes cidades, faz-se a água atravessar camadas espessas, e superpostas, de areia e cascalho. Com isso, retém-se a maioria da sujeira.

Como é denominada essa etapa?

- a) Sedimentação b) Sifonação c) Flotação d) Filtração

**Questão 9.** "Os estudantes ficaram impressionados com o experimento. Em poucos segundos, a pedra utilizada sublimou por completo, à temperatura ambiente!"

Um material com essa característica seria composto por

- a) CaCO<sub>3</sub> b) CO<sub>2</sub> c) NaHCO<sub>3</sub> d) CaO

O texto a seguir será utilizado nas **questões 10 a 12**.

O iodo-131 é um isótopo radioativo do iodo ( $Z = 53$ ; configuração eletrônica:  $[\text{Kr}] 4d^{10} 5s^2 5p^5$ ). No tratamento de câncer de tireoide, o iodo-131 administrado ao paciente é absorvido pelas células cancerosas dessa glândula. A ideia é aproveitar sua absorção seletiva pelas células da tireoide, uma vez que a glândula utiliza o iodo para produzir seus hormônios.

**Questão 10.** O iodo-131 possui

- a) 131 elétrons.      b) 78 nêutrons.  
c) 53 radiações.    d) 75 prótons.

**Questão 11.** Um elemento químico que pertence ao mesmo grupo do iodo, mas que não possui radioisótopo utilizado contra câncer de tireoide apresenta a seguinte distribuição eletrônica:

- a)  $1s^2 2s^2 2p^2$       b)  $1s^2 2s^2 2p^5$   
c)  $[\text{Kr}] 5s^2 4d^{10} 5p^4$     d)  $[\text{Kr}] 4d^{10} 5s^1$

**Questão 12.** Na utilização do iodo-131 no tratamento de câncer de tireoide, a radiação emitida

- a) produz prótons no iodo para matar as células cancerosas.  
b) retira prótons do iodo para proteger as células saudáveis.  
c) diminui o tamanho dos átomos de iodo, favorecendo sua absorção pelas células cancerosas.  
d) ajuda a destruir as células cancerosas, enquanto causa menos danos às células saudáveis.

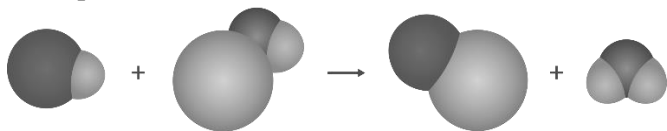
**Questão 13.** Dada a organização dos elementos na Tabela Periódica, duas informações que se pode obter diretamente dela são:

- a) número de massa e eletronegatividade.  
b) número de elétrons e eletronegatividade.  
c) massa atômica e número atômico.  
d) reatividade e densidade.

**Questão 14.** O experimento de espalhamento das partículas alfa ( $\alpha$ ) envolveu disparar essas partículas contra uma fina folha de ouro. O esperado era que as partículas  $\alpha$  passassem praticamente sem desvio. No entanto, para a surpresa dos cientistas, algumas delas foram refletidas em ângulos inesperados, inclusive superiores a  $90^\circ$ . Isso revelou a existência de um(a):

- a) átomo maciço e indivisível.  
b) átomo com cargas elétricas opostas.  
c) pequena região chamada núcleo.  
d) eletrosfera dividida em níveis de energia.

**Questão 15.** Analise a reação ilustrada abaixo e, depois, indique a qual das alternativas apresentadas ela corresponde.



- a) Fotossíntese.  
b) Combustão do magnésio.  
c) Desidratação da água oxigenada ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ).  
d) Neutralização de  $\text{HCl}$  com  $\text{NaOH}$ .

**Questão 16.** A imagem abaixo apresenta a informação nutricional de uma porção de 30g de um produto alimentício.

	Quantidade por porção	%VD(*)
Valor energético	117 Kcal = 488 KJ	6%
Carboidratos	9,4 g	3%
Gorduras totais	8,6 g	16%
Gorduras saturadas	5,7g	26%
Sódio	298 mg	12%
Vitamina B6	0,42 mg	33%
Vitamina B12	0,78 $\mu\text{g}$	33%

Fonte: <https://www.ecolojarg.com.br/> (Adaptado)

Que tipo de produto atende a essas características?

- a) Queijo vegano b) Bacon c) Atum d) Pastel de frango

O texto a seguir será utilizado nas **questões 17 e 18**.

O carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), também chamado de barrilha, é um composto cristalino usado na fabricação de diferentes produtos. Ao ser dissolvido em água, ele eleva o pH para valores acima de 7. Uma forma interessante de se produzir a barrilha é via aquecimento do bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) acima de  $80^\circ\text{C}$ , procedimento em que pode ser observada a formação de bolhas.

**Questão 17.** Ao se dissolver a barrilha em água, a solução se torna

- a) ácida. b) neutra. c) básica. d) covalente.

**Questão 18.** A equação reação indicada para produzir barrilha é dada por:

- a)  $\text{NaHCO}_3(\text{s}) + \text{NaOH}(\text{s}) \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
b)  $\text{NaHCO}_3(\text{s}) + \text{NaOH}(\text{s}) \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$   
c)  $2 \text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{CO}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$   
d)  $2 \text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$

O texto a seguir será utilizado nas **questões 19 e 20**.

O etanol é o biocombustível mais utilizado no País. Em setembro de 2021, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) regulamentou o teor de etanol na gasolina no Brasil. Ela deve ter, no máximo, até 27% de etanol anidro em volume, o que equivale a cerca de 25% de etanol hidratado. Na análise do teor de etanol na gasolina comercializada, ocorre a adição de uma solução de água e sal ( $\text{NaCl}$ ) à mistura de gasolina e álcool. Então, as fases líquidas imiscíveis são separadas e os respectivos volumes quantificados.

**Questão 19.** Supondo que uma amostra de gasolina seja formada apenas por uma substância (octano), essa análise da gasolina formará que tipo de mistura?

- a) Bifásica, com 3 componentes  
b) Bifásica, com 4 componentes  
c) Trifásica, com 3 componentes  
d) Trifásica, com 4 componentes

**Questão 20.** Quais os processos de separação de misturas envolvidos nesse tipo de teste?

- a) Extração por solvente e decantação  
b) Levigação e destilação  
c) Dissolução e cristalização  
d) Cristalização e evaporação

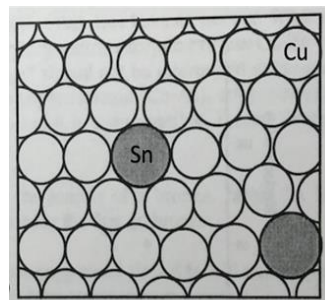
## XVI OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE QUÍMICA JÚNIOR (OBQJr) 2023 / FASE II

### QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS

**Questão 21.** Pesquisadores descobriram um impressionante tesouro viking na região de Galloway, localizada na Escócia. Entre os vários objetos notáveis, estavam uma faca, uma peça de madeira, pedras preciosas e uma seda de Istambul. Todos estavam armazenados num recipiente de barro. Um dos objetos citados no texto tinha uma composição química cujo modelo de representação de estrutura submicroscópica corresponde ao indicado na Figura ao lado. Qual é esse objeto? Justifique sua resposta.

Fontes: <https://aventurasnahistoria.uol.com.br/noticias/almanaque/10-itens-vikings-reais-impressionantes-ja-encontrados.phtml> (adaptado).

"Earth, Air, Fire, and Water: Elements of Materials Science," 2nd Edition, by P.R. Howell.

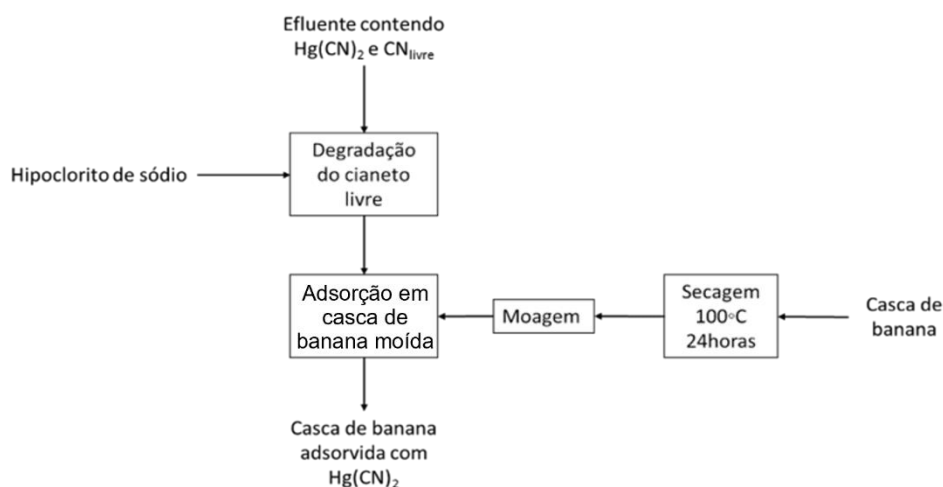


**Questão 22.** A humanidade tem buscado, ao longo da história, diferentes formas de gerar energia para suprir suas necessidades. Nos últimos anos, cientistas têm buscado formas mais limpas e sustentáveis de produzir energia, principalmente como fonte alternativa aos combustíveis fósseis. Uma dessas opções é o “hidrogênio verde”. Esta denominação é atribuída ao hidrogênio obtido a partir de fontes de energia renováveis, normalmente através da eletrólise da água, utilizando-se energia eólica ou solar. Quando empregado em células a combustível, o hidrogênio reage com o oxigênio do ar para formar água e liberar energia elétrica. Entender essas opções energéticas é crucial para o nosso futuro.

- A queima de combustíveis fósseis é considerada um fenômeno químico ou um fenômeno físico? Justifique.
- Por que é importante buscarmos alternativas aos combustíveis fósseis?
- Discuta sobre as possíveis vantagens e desvantagens da produção e do uso do hidrogênio verde.
- Escreva a equação química que representa o fenômeno que acontece nas células a combustível alimentadas por hidrogênio e explique o tipo de ligação química formada no(s) produto(s) da reação que ocorre nesses dispositivos.

**Questão 23.** A mineração artesanal de ouro, em muitos locais do Brasil, ainda continua usando o mercúrio. Além disso, a fim de melhorar a recuperação de ouro extraído, os resíduos da amalgamação são lixiviados com cianeto. Nesse processo, são gerados efluentes contendo cianocomplexos de mercúrio, que são despejados nos corpos d'água. Uma alternativa proposta para o tratamento de efluente contendo cianeto e mercúrio é apresentada no esquema 1.

Esquema 1 - Proposta de tratamento de efluente, proveniente da mineração artesanal do ouro, contendo cianeto e mercúrio.



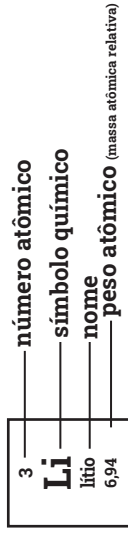
Fonte: <http://larex.poli.usp.br/tratamento-do-efluente-da-mineracao-artesanal-de-ouro-contaminado-com-cianeto-de-mercúrio-atraves-de-biossorventes/>

- Para cada um dos itens a seguir, apresente dois aspectos que tornam o ouro um metal precioso e de grande procura:
  - principais características químicas,
  - propriedades e
  - aplicações.
- Proponha uma explicação para o uso do mercúrio e do cianeto na mineração do ouro e avalie suas implicações socioambientais.
- Discuta as potencialidades da proposta apresentada no esquema 1, considerando os princípios da Química Verde.

# Tabela periódica

18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 <b>H</b> hidrogénio 1,008	2 <b>He</b> hélio 4,0026	3 <b>Li</b> lítio 6,94	4 <b>Be</b> berílio 9,0122	5 <b>B</b> boro 10,81	6 <b>C</b> carbono 12,011	7 <b>N</b> nitrogénio 14,007	8 <b>O</b> oxigénio 15,999	9 <b>F</b> flúor 18,998	10 <b>Ne</b> neónio 20,180	11 <b>Na</b> sódio 22,990	12 <b>Mg</b> magnésio 24,305	13 <b>Al</b> alumínio 26,982	14 <b>Si</b> silício 28,085	15 <b>P</b> fósforo 30,974	16 <b>S</b> enxofre 32,06	17 <b>Cl</b> cloro 35,45	18 <b>Ar</b> argónio 39,95
19 <b>K</b> potássio 39,098	20 <b>Ca</b> cálcio 40,078(4)	21 <b>Sc</b> escândio 44,956	22 <b>Ti</b> titânio 47,867	23 <b>V</b> vanádio 50,942	24 <b>Cr</b> cromio 51,996	25 <b>Mn</b> manganés 54,938	26 <b>Fe</b> ferro 55,845(2)	27 <b>Co</b> cobalto 58,933	28 <b>Ni</b> níquel 58,693	29 <b>Cu</b> cobre 63,546(3)	30 <b>Zn</b> zinco 65,38(2)	31 <b>Ga</b> gálio 69,723	32 <b>Ge</b> germânio 72,630(8)	33 <b>As</b> arsénio 74,922	34 <b>Se</b> selénio 78,971(8)	35 <b>Br</b> bromo 79,904	36 <b>Kr</b> criptónio 83,798(2)
37 <b>Rb</b> rubídio 85,468	38 <b>Sr</b> estroncio 87,62	39 <b>Y</b> ítrio 88,906	40 <b>Zr</b> zircónio 91,224(2)	41 <b>Nb</b> nióbio 92,906	42 <b>Mo</b> molibdénio 95,95	43 <b>Tc</b> tecnécio	44 <b>Ru</b> ruténio 101,07(2)	45 <b>Rh</b> ródio 102,91	46 <b>Pd</b> paládio 106,42	47 <b>Ag</b> prata 107,87	48 <b>Cd</b> cádmio 112,41	49 <b>In</b> índio 114,82	50 <b>Sn</b> estanho 118,71	51 <b>Sb</b> antimónio 121,76	52 <b>Te</b> telúrio 127,60(3)	53 <b>I</b> iodo 126,90	54 <b>Xe</b> xenónio 131,29
55 <b>Cs</b> césio 132,91	56 <b>Ba</b> bário 137,33	57 a 71	72 <b>Hf</b> háfnio 178,486(6)	73 <b>Ta</b> tântalo 180,95	74 <b>W</b> tungsténio 183,84	75 <b>Re</b> rénio 186,21	76 <b>Os</b> ósmio 190,23(3)	77 <b>Ir</b> írdio 192,22	78 <b>Pt</b> platina 195,08	79 <b>Au</b> ouro 196,97	80 <b>Hg</b> mercúrio 200,59	81 <b>Tl</b> tálio 204,38	82 <b>Pb</b> chumbo 207,2	83 <b>Bi</b> bismuto 208,98	84 <b>Po</b> polónio	85 <b>At</b> astato	86 <b>Rn</b> radónio
87 <b>Fr</b> frâncio	88 <b>Ra</b> rádio	89 a 103	104 <b>Rf</b> rutherfordório	105 <b>Db</b> dúbnio	106 <b>Sg</b> seabórgio	107 <b>Bh</b> bóhrio	108 <b>Hs</b> hássio	109 <b>Mt</b> meitnério	110 <b>Ds</b> darmstádio	111 <b>Rg</b> roentgénio	112 <b>Cn</b> copernício	113 <b>Nh</b> nihónio	114 <b>Fl</b> fleróvio	115 <b>Mc</b> moscóvio	116 <b>Lv</b> livermório	117 <b>Ts</b> tennesso	118 <b>Og</b> oganessónio



www.tabelaperiodica.org



Este QR Code dá acesso gratuito a centenas de vídeos e imagens sobre os elementos químicos.

Licença de uso Creative Commons BY-NC-SA 4.0 - Use somente para fins educacionais  
 Caso encontre algum erro favor avisar pelo mail luishrudna@gmail.com  
 Versão IUPAC/SBC (pt-br) com 5 algarismos significativos, baseada em DOI:10.1515/pac-2015-0305 - atualizada em 23 de fevereiro de 2022





## XVI OLIMPÍADA BRASILEIRA DE QUÍMICA JÚNIOR (OBQJr) 2023 / FASE II

### GABARITO DAS QUESTÕES OBJETIVAS

QUESTÃO N°	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
GABARITO	C	D	A	D	B	A	C	D	B	B
PESO	1	2	2	1	1	3	3	1	3	2

QUESTÃO N°	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
GABARITO	B	D	C	C	D	A	C	D	B	A
PESO	2	2	1	2	1	3	2	3	3	2

### GABARITO DAS QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS

#### Questão 21.

**Parte I.** A faca.

**Parte II.** O modelo indicado corresponde ao de uma ligação metálica envolvendo átomos de cobre e de estanho, estes últimos em proporção bem menor. Essa composição corresponde à de uma liga metálica conhecida como bronze, material utilizado na fabricação de diferentes objetos - como facas, espadas e outros objetos - inclusive da Antiguidade. Os demais objetos citados no texto teriam composições bem diferentes, com a presença de átomos de outros elementos químicos, e os modelos de suas ligações seriam do tipo iônico ou covalente.

#### Questão 22.

##### Parte A

Sob o ponto de vista químico, a queima de combustíveis fósseis é uma transformação química de grande importância social, e um exemplo de um fenômeno químico, uma vez que se refere a reação entre um combustível e um comburente, o gás oxigênio,  $O_2(g)$ . Nesse tipo de reação, há o consumo de algumas substâncias e a formação de novas substâncias.

##### Parte B

Os combustíveis fósseis são resultantes da energia solar acumulada, por fotossíntese, ao longo de milhões de anos, em vegetais e em certos organismos que deles se alimentaram. Particularmente, o carvão, o petróleo e o gás natural têm sido usados como fontes de energia e vêm exercendo uma influência decisiva no desenvolvimento da humanidade. A eficiência na extração e utilização dos combustíveis fósseis se interconecta com os processos produtivos, com os modelos econômicos, e com a própria cultura da sociedade moderna. Antes abundantes e baratos, o petróleo e o gás exerceram uma influência decisiva sobre a criação e desenvolvimento das tecnologias industriais e agrícolas. Em muitos países, que, as necessidades socioeconômicas caminharam ao lado de em um consumismo desenfreado, que tem contribuído para o declínio das reservas mundiais e acionado um alerta planetário, pois, por não ser uma fonte renovável, ele é esgotável. Junto a esse aspecto, muitas das grandes jazidas de combustíveis fósseis se localizam em regiões politicamente conturbadas, o que provoca constantes variações em seu preço. Esses fatores exemplificam a necessidade e urgência da adoção de alternativas aos combustíveis fósseis. Outro aspecto vem repercutindo e ganhando destaque, nas últimas décadas, quanto ao incentivo por combustíveis alternativos aos fósseis: a emissão de poluentes. Os combustíveis fósseis são fontes emissoras de poluentes, sejam resultantes das atividades fabris ou das emissões veiculares, principalmente de gás carbônico  $CO_2$ , que é um gás de efeito estufa. O aumento na concentração de gás carbônico atmosférica tem impacto no efeito estufa. Portanto, as alternativas aos combustíveis fósseis é uma necessidade que tem sido atrelada a fatores ambientais, econômicos e sociais, uma vez que toda a sociedade depende de seu uso.

## Parte C

As discussões sobre vantagens e desvantagens deverão considerar aspectos, conforme indicado no quadro 1, apresentado a seguir.

**Quadro 1** – Vantagens e desvantagens associadas à produção e do uso do hidrogênio verde.

PRODUÇÃO E DO USO DO HIDROGÊNIO VERDE	
Vantagens	Desvantagens
Processo (eletrólise) que utiliza e emprega fontes renováveis - água e energia solar ou eólica.	Necessidade de mais energia para produção de hidrogênio.
Emprega uma tecnologia eletrolítica simples, baseada na decomposição das moléculas de água.	Alto custo dos componentes envolvidos.
Alternativas para suprir a demanda energética, que se tem consolidado como um dos maiores desafios da atualidade.	Maior atenção com a segurança, pois o hidrogênio, sob condições normais, é um gás incolor, inodoro, insípido e inflamável.
Possibilidade de oferta de uma fonte energética mais limpa, pois utiliza dois gases (H <sub>2</sub> e O <sub>2</sub> ) e libera apenas água em sua combustão.	Desafios no manuseio e no transporte, pois o é explosivo, mesmo em baixas concentrações.
Necessidade de alternativas para substituir total ou parcialmente o uso de combustíveis fósseis, tanto pelo esgotamento das reservas naturais quanto para combater a poluição ambiental causada pelas substâncias geradas nos processos produtivos.	
Possibilita a utilização de do H <sub>2</sub> em sistemas energeticamente menos poluentes e mais econômicos.	
O aproveitamento da energia é maior (mais eficiência) que os sistemas com combustíveis fósseis.	
O hidrogênio possui versatilidade de aplicação, podendo ser utilizado setores importantes e responsáveis por boa parte das emissões globais de CO <sub>2</sub> , como o de transporte, aquecimento, indústria e eletricidade.	

## Parte D

As células a combustível são dispositivos eletroquímicos que convertem a energia química contida no hidrogênio em energia elétrica e água. Trata-se de um tipo de bateria onde ocorre o fornecimento contínuo de energia, desde que o sistema seja continuamente alimentado com os gases. A reação global do processo na célula a combustível, utilizando hidrogênio, é:  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{energia}$ .

A água é o produto da reação. As interações que ocorrem entre os dois átomos de hidrogênio e o átomo de oxigênio em sua molécula são do tipo ligação covalente, ou seja, essas interações interatômicas são efetuadas por meio do compartilhamento de elétrons, quando os elétrons das camadas de valência desses átomos de hidrogênio passam a constituir a mesma nuvem eletrônica que envolve os elétrons da camada de valência do átomo de oxigênio. Porém, a alta eletronegatividade do oxigênio em relação ao hidrogênio faz com que o átomo desse elemento químico exerça maior influência na densidade eletrônica do compartilhamento, consequentemente levando a uma polarização.

### Questão 23.

#### Parte A

- O ouro é o elemento químico que possui o símbolo químico Au (do latim *aurum*, brilhante). Ele é um metal, um dos metais mais inertes. É estável em ar puro e seco à temperatura ambiente. Esse elemento possui baixa abundância na crosta terrestre e, na natureza, é encontrado em veias e depósitos aluviais, na forma elementar ou nativa (pepita), ou combinada.
- Sua aparência é brilhante, de cor amarela. É um bom condutor de calor e eletricidade, e resistente à corrosão. Além disso, é o metal mais maleável e dúctil. O ouro é tão inerte que não é atacado por agentes oxidantes fortes, como o ácido nítrico concentrado, apesar de reagir com a água régia, uma mistura de ácido nítrico e clorídrico concentrados, gerando o complexo solúvel.
- Por sua beleza e em consequência de suas propriedades, o ouro é amplamente usado em joias, decoração, na odontologia, para revestimento e na indústria, por exemplo, na composição de: fármacos; e dispositivos eletroeletrônicos, como cartuchos de tinta, calculadoras, processadores, celulares e computadores, etc. Grande parte da produção mundial de ouro é destinada aos bancos centrais de todos os países para construção de uma reserva monetária.

## Parte B

A recuperação do ouro e de seus minérios em garimpos se dá por processos de amalgamação, de cianetação e de fundição. A amalgamação, que é o processo de formação de uma liga metálica pela reação do mercúrio com outro metal, nesse caso, com o ouro. O mercúrio, um metal pesado, é usado para agregar os grãos que ficam espalhados pelo cascalho arenoso retirado do subsolo ou do leito dos rios. Como o mercúrio liquefaz e evapora em temperaturas menores do que o ouro, usando um maçarico, é possível separar os dois metais e obter o ouro puro. No caso do cianeto, uma solução contendo íons cianeto é despejada sobre os resíduos da amalgamação, provocando reações químicas capazes de diluir os fragmentos de ouro que, depois, é separado por um processo eletrolítico.

A utilização de mercúrio e de cianeto na mineração do ouro geralmente resulta em uma das formas de contaminação ambiental e em riscos para a saúde da população. Ambos, mercúrio e cianeto são tóxicos. Assim, tanto as diferentes espécies de animais, plantas e algas que vivem nesses ambientes quanto os trabalhadores/mineradores, as comunidades ribeirinhas e os consumidores de produtos desses locais podem se contaminar com após a ingestão e/ou inalação de compostos químicos contendo Hg e/ou CN, via águas e o/u produtos contaminados. Além disso, a contaminação pode ultrapassar as fronteiras do garimpo, seja por via da poluição fluvial seja em decorrência da poluição atmosférica decorrente da queima do amálgama.

## Parte C

Essa proposta de tratamento de efluente contendo cianeto e mercúrio, proveniente da mineração artesanal do ouro, ilustra uma articulação entre alguns dos princípios da Química Verde. É utilizado um processo de adsorção visando a **remoção dos compostos** de cianeto de mercúrio, **antes do descarte na natureza**, a partir do uso de material adsorvente natural alternativo, cascas de frutas, material que pode ser proveniente de resíduos de outros processos. Verifica-se que a proposta visa reduzir ou eliminar o uso ou a geração de substâncias perigosas/tóxicas, com o emprego de reagentes alternativos apropriados. Desse modo, pretende-se utilizar um processo menos prejudicial ao meio ambiente. Adicionalmente, a proposta também abrange a sustentabilidade ao fazer uso da reciclagem ou da reutilização de resíduos naturais, as cascas das bananas, e, em consequência, os gastos com tratamentos de resíduos da atividade mineradora seriam menores. Na proposta também é possível verificar outros aspectos relacionados aos princípios da Química Verde, como:

- **eficiência energética**, pois os métodos são conduzidos à pressão e temperatura ambientes, para diminuir a energia gasta no processo químico, representando um impacto econômico e ambiental; e
- **diminuição de solventes e auxiliares**, pois, são utilizados um agente de separação inócuo e uma solução aquosa, evitando-se outros solvente, especialmente solventes orgânicos.