



# XXII Olimpíada de Química do Rio Grande do Sul - 2023

modalidade

EM1

Nº de Inscrição:

18

18 de novembro das 14h às 17h30

3h e 30min de duração







7 questões analítico-expositivas

## QUESTÕES – TOTAL: 10,0 PONTOS

Consulte a Tabela Periódica no final da prova

### Questão 01 \_\_\_\_\_ (1,0 ponto)

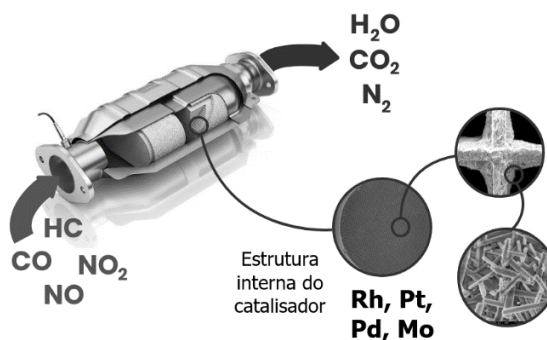
As imagens a seguir apresentam exemplos de materiais queimando, além de um dos combustíveis de cada material. Esses componentes, quando combinados adequadamente com oxigênio, produzem gás carbônico e água por combustão completa. Quando o combustível apresenta somente carbono e hidrogênio na fórmula, é classificado como hidrocarboneto.

			
triacontano	acetileno	etanol	celulose
$C_{30}H_{62}$	$C_2H_2$	$C_2H_6O$	$(C_6H_{10}O_5)_n$

- Para uma molécula de triacontano, qual o (i) número de elementos químicos e (ii) número de átomos presentes?
- Combustões são (i) fenômenos químicos ou físicos? (ii) endotérmicos ou exotérmicos? Justifique ambas as respostas.
- Dentre os combustíveis dos materiais citados, quais são hidrocarbonetos?
- Represente a (i) fórmula de Lewis e a (ii) fórmula molecular do acetileno.

### Questão 02 \_\_\_\_\_ (1,0 ponto)

Combustíveis derivados do petróleo, como gasolina e diesel, quando queimam nos motores a explosão numa mistura "combustível-ar" produzem produtos gasosos indesejados, sejam pela toxicidade ou por agravarem problemas ambientais. Para evitar isso, os gases produzidos na explosão nos motores passam por conversores catalíticos, contendo elementos metálicos, que efetuam a transformação dos produtos indesejados em novos gases (imagem ilustrativa). Catalisadores desse tipo são exigidos em todos os veículos comercializados no mercado brasileiro desde 1997 e o não uso do equipamento gera multa ao proprietário do veículo.



- A transformação de CO em CO<sub>2</sub> pelos catalisadores automotivos é de extrema importância. (i) Por que o CO é um gás indesejado no ar atmosférico? (ii) Qual o estado de oxidação (nox) do carbono no CO e no CO<sub>2</sub>, respectivamente?

- (b) Julgue se as afirmações a seguir são verdadeiras (V) ou falsas (F).
- ( ) Segundo a imagem, todos os gases indicados são substâncias compostas.
  - ( ) A transformação dos óxidos de nitrogênio em  $N_2$  são exemplos de semirreações de redução.
  - ( ) Os metais que compõem o catalisador abordado são todos metais de transição externa.
  - ( ) As substâncias  $CO_2$  e  $H_2O$  apresentam moléculas com  $\mu_R \neq 0$  ( $\mu_R$  = momento de dipolo resultante).
  - ( ) Na molécula de  $N_2$  os átomos estão ligados por ligação covalente tripla.

Na folha de respostas, cite a sequência correta de V ou F.



**Questão 03** \_\_\_\_\_ (2,0 pontos)

O elemento químico ítrio, Y, apresenta diversas aplicações. Sobre sua história, sabe-se que, em 1797, um tenente de 30 anos de idade, Karl Axel Arrhenius (1757-1824), se deparou com um pedaço de rocha preta, que se parecia com um naco de carvão, em uma velha pedreira, perto da vila de Ytterby, que hoje faz parte de Estocolmo, na Suécia.

Arrhenius sabia que a rocha era pesada demais para ser carvão e pensava ter encontrado um novo minério. Ele entregou o material para o químico Johan Gadolin (1760-1852), da Universidade de Abo, na Finlândia, que investigou o novo mineral e, em 1794, anunciou que 38% deste consistiam de uma nova "terra". Ele chamou a nova terra de yttria, por causa do nome da vila e, apesar de ele pronunciar errado, o nome pegou. Yttria, na verdade, era óxido de ítrio, substância em que o elemento apresenta estado de oxidação +3. O ítrio metálico foi posteriormente isolado pela primeira vez por Friedrich Wöhler (1800-1882) em 1828 aquecendo cloreto de ítrio com potássio metálico.

**EMSLEY, J. *Nature's Building Blocks*. Oxford: Oxford University Press, 2001.**

Considere o que é solicitado sobre o ítrio.

- Sobre o ítrio, na classificação periódica atual, (i) cite o número da família, (ii) o número do período e escreva a (iii) fórmula química do óxido de ítrio, presente na chamada yttria, investigada por Johan Gadolin.
- Escreva a equação completa e balanceada da reação realizada por Friedrich Wöhler na obtenção de ítrio metálico.
- Uma das aplicações do ítrio é na produção de lasers de alta potência, utilizados na indústria, para cortar placas de aço com elevada precisão. Numa dessas técnicas, usa-se a chamada granada de ítrio e alumínio, conhecida pela sigla YAG e com fórmula  $Y_3Al_x(AlO_4)_3$ , na qual "x" é um número inteiro. Sabendo que, na composição dessa YAG, o ânion é o aluminato,  $AlO_4^{5-}$ , deduza o valor de "x". Justifique.
- O ítrio é um elemento curioso, pois apesar de não se conhecer nenhum papel biológico dele, ocorre na maioria dos seres vivos, incluindo seres humanos. Alguns tipos de semente contêm até 700 mg de ítrio por quilograma. Considerando meia tonelada desse tipo de semente, qual a quantidade aproximada de ítrio, em mol? Justifique com cálculo.

**ESPAÇO PARA RASCUNHOS**

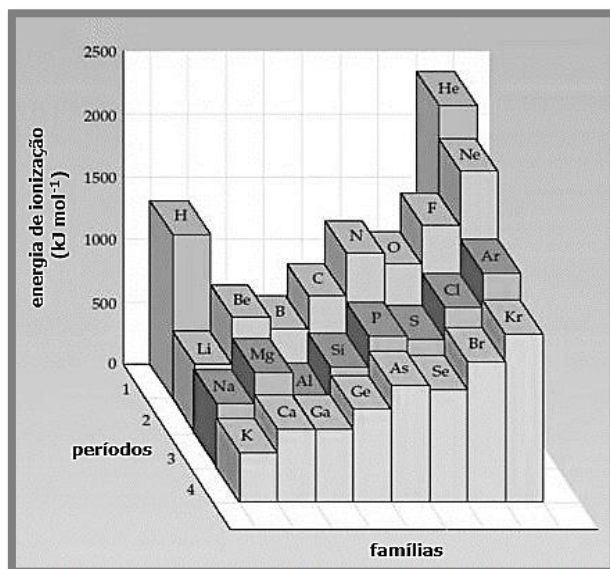


## Questão 04

(2,0 pontos)

Na história da Química pode-se verificar que foi preciso um acúmulo considerável de elementos químicos para que se pudesse descobrir relações entre eles e para que fosse possível ordená-los de modo racional e útil. Muitas foram as propostas de organização dos elementos, sendo que aquela feita por Dmitri Mendeleev, em 1871, seria a precursora da nossa tabela periódica atual.

A imagem abaixo exibe um gráfico em colunas para a 1ª energia de ionização (1ª EI) de elementos representativos até o 4º período. Considere-o para responder as perguntas.

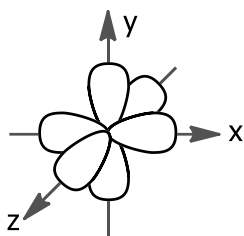


- (a) A energia de ionização refere-se à variação de energia quando um elétron é removido de um átomo na fase gasosa. (i) Esse processo envolve absorção ou liberação de energia? (ii) Escreva a equação química que representa a 1ª EI para o elemento lítio.
- (b) Na transformação expressa pela equação solicitada no item anterior, o átomo de lítio passa por um aumento ou por uma diminuição de seu raio? Explique.
- (c) O gráfico exibe padrões de aumento e diminuição da EI. Desconsiderando algumas exceções pontuais, por que ocorre (i) diminuição dessa propriedade numa família, de cima para baixo, e (ii) aumento ao longo do período, da esquerda para a direita?
- (d) Sabe-se que a 2ª EI (que não consta no gráfico) é maior que a 1ª, para um mesmo elemento. Comparando os vizinhos potássio e cálcio, temos que a 2ªEI do potássio é muito maior que a 2ª EI do cálcio. Explique.

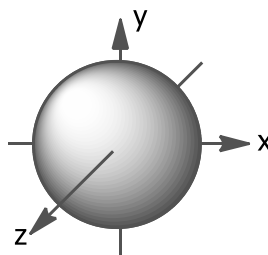
Potássio:  $2^{\text{a}}\text{EI} \gg 1^{\text{a}}\text{EI}$ Cálcio:  $2^{\text{a}}\text{EI} > 1^{\text{a}}\text{EI}$ **ESPAÇO PARA RASCUNHOS**

**Questão 05** \_\_\_\_\_ (1,5 ponto)

A mecânica quântica prevê o comportamento e organização dos elétrons na eletrosfera atômica. Considere os modelos de orbitais/subníveis e algumas informações sobre eles, com o intuito de você descobrir a que elementos se referem. Também considere que os dados são de átomos no estado fundamental, para então responder às questões propostas:

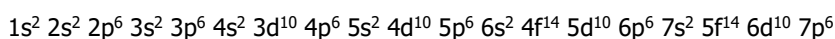
**ÁTOMO I**

Conjunto de orbitais bilobulados no nível "M". Um dos orbitais está preenchido e os demais semipreenchidos.

**ÁTOMO II**

Orbital preenchido, que faz parte do nível "N".

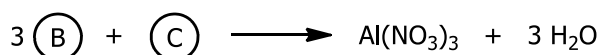
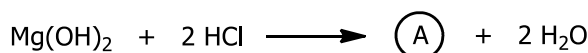
DADO – ordem crescente de energia para subníveis:



- Qual o símbolo e número atômico dos átomos I e II, respectivamente?
- Os átomos I e II combinam-se quimicamente por (i) qual tipo de ligação? (ii) Represente a estrutura eletrônica (Lewis) dessa substância, com os símbolos corretos dos elementos.
- I combina-se quimicamente com hidrogênio por (i) qual tipo de ligação? (ii) Represente a estrutura eletrônica (Lewis) dessa substância, com os símbolos corretos dos elementos.

**Questão 06** \_\_\_\_\_ (1,5 ponto)

Reações de neutralização são muito comuns em laboratórios químicos e na indústria. A seguir há dois exemplos, envolvendo substâncias inorgânicas, algumas representadas pelas letras A, B e C.



A partir das equações fornecidas, responda:

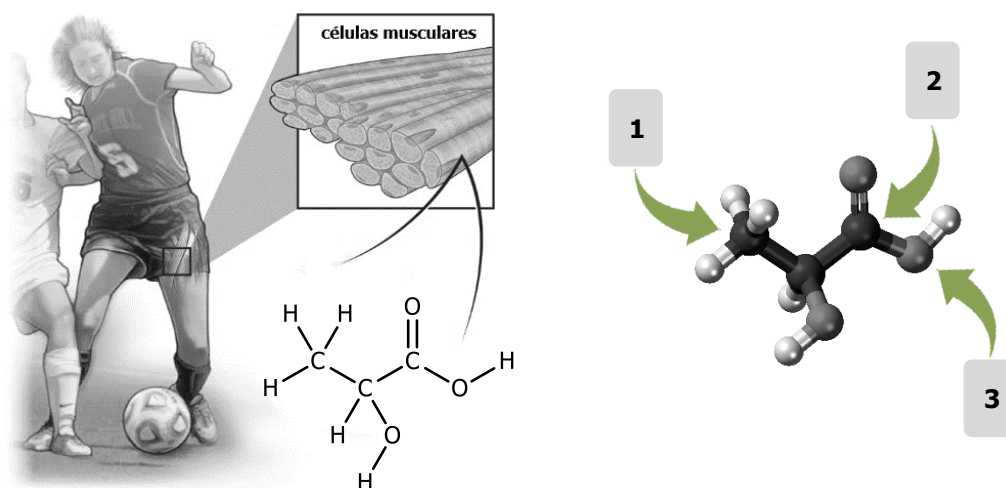
- Qual a fórmula química e o nome da substância A?
- Qual a fórmula química e o nome da substância B?
- Para neutralizar completamente 390 g de C, que massa de B, em gramas, é necessária? Justifique com cálculos e considere o rendimento igual a 100%.

**ESPAÇO PARA RASCUNHOS**


**Questão 07** \_\_\_\_\_ **(1,0 ponto)**

Ligações covalentes são ditas “direcionais”, pois entre dois átomos só pode existir uma direção no compartilhamento eletrônico. A partir disso, em moléculas, os átomos orientam outros átomos a eles diretamente ligados, com arranjos espaciais diversos, que estudamos como geometrias moleculares. Em moléculas orgânicas grandes, com muitos átomos, temos vários pontos em que os átomos apresentam geometrias específicas para seus átomos vizinhos.

Tomemos por exemplo o ácido láctico, que é um combustível para as células durante exercícios intensos, como num jogo de futebol. Produzido quando o corpo decompõe a glicose e outros carboidratos, a molécula de ácido láctico tem sua estrutura exibida abaixo. Na imagem, três átomos estão destacados (1, 2 e 3). Esses átomos arranjam os demais átomos imediatamente vizinhos com uma geometria específica.



Considere agora a seguinte relação de substâncias:

Tetracloro de silício	Tetrafluoreto de Enxofre	Cloreto de tionila	Trifluoreto de boro	Difluoreto de xenônio	Sulfeto de hidrogênio
<b>SiCl<sub>4</sub></b>	<b>SF<sub>4</sub></b>	<b>SOCl<sub>2</sub></b>	<b>BF<sub>3</sub></b>	<b>XeF<sub>2</sub></b>	<b>H<sub>2</sub>S</b>

- Na molécula de ácido láctico, qual a geometria adotada pelos átomos 1, 2 e 3, respectivamente?
- Dentre as substâncias abordadas no quadro acima, qual/quais apresentam a mesma geometria adotada pelo átomo 1 da molécula de ácido láctico? Justifique exibindo as fórmulas eletrônicas e estruturais.
- Dentre as substâncias abordadas no quadro acima, qual/quais apresentam a mesma geometria adotada pelo átomo 2 da molécula de ácido láctico? Justifique exibindo as fórmulas eletrônicas e estruturais.
- Dentre as substâncias abordadas no quadro acima, qual/quais apresentam a mesma geometria adotada pelo átomo 3 da molécula de ácido láctico? Justifique exibindo as fórmulas eletrônicas e estruturais.

***Boa prova a todos e todas!  
Abraços da equipe organizadora!***

**ESPAÇO PARA RASCUNHOS**

## TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

Com massas atômicas relativas ao isótopo 12 do carbono

1																	18				
1 <b>H</b> 1,01	2	Número atômico  <b>SÍMBOLO</b>  Massa Atômica														13	14	15	16	17	2 <b>He</b> 4,00
3 <b>Li</b> 6,94	4 <b>Be</b> 9,01															5 <b>B</b> 10,81	6 <b>C</b> 12,01	7 <b>N</b> 14,01	8 <b>O</b> 15,99	9 <b>F</b> 18,99	10 <b>Ne</b> 20,18
11 <b>Na</b> 22,99	12 <b>Mg</b> 24,31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 <b>Al</b> 26,98	14 <b>Si</b> 28,08	15 <b>P</b> 30,97	16 <b>S</b> 32,07	17 <b>Cl</b> 35,45	18 <b>Ar</b> 39,95				
19 <b>K</b> 39,10	20 <b>Ca</b> 40,08	21 <b>Sc</b> 44,96	22 <b>Ti</b> 47,87	23 <b>V</b> 50,94	24 <b>Cr</b> 51,99	25 <b>Mn</b> 54,94	26 <b>Fe</b> 55,85	27 <b>Co</b> 58,93	28 <b>Ni</b> 58,69	29 <b>Cu</b> 63,54	30 <b>Zn</b> 65,38	31 <b>Ga</b> 69,72	32 <b>Ge</b> 72,63	33 <b>As</b> 74,92	34 <b>Se</b> 78,96	35 <b>Br</b> 79,90	36 <b>Kr</b> 83,80				
37 <b>Rb</b> 85,47	38 <b>Sr</b> 87,62	39 <b>Y</b> 88,91	40 <b>Zr</b> 91,22	41 <b>Nb</b> 92,91	42 <b>Mo</b> 95,96	43 <b>Tc</b> (98)	44 <b>Ru</b> 101,0	45 <b>Rh</b> 102,9	46 <b>Pd</b> 106,4	47 <b>Ag</b> 107,9	48 <b>Cd</b> 112,4	49 <b>In</b> 114,8	50 <b>Sn</b> 118,7	51 <b>Sb</b> 121,8	52 <b>Te</b> 127,6	53 <b>I</b> 126,9	54 <b>Xe</b> 131,3				
55 <b>Cs</b> 132,9	56 <b>Ba</b> 137,3	57-71 <b>La-Lu</b> Lantanídeos	72 <b>Hf</b> 178,5	73 <b>Ta</b> 180,9	74 <b>W</b> 183,8	75 <b>Re</b> 186,2	76 <b>Os</b> 190,2	77 <b>Ir</b> 192,2	78 <b>Pt</b> 195,1	79 <b>Au</b> 196,9	80 <b>Hg</b> 200,6	81 <b>Tl</b> 204,4	82 <b>Pb</b> 207,2	83 <b>Bi</b> 208,9	84 <b>Po</b> (209)	85 <b>At</b> (210)	86 <b>Rn</b> (222)				
87 <b>Fr</b> (223)	88 <b>Ra</b> (226)	89-103 <b>Ac-Lr</b> Actinídeos	104 <b>Rf</b> (267)	105 <b>Db</b> (268)	106 <b>Sg</b> (269)	107 <b>Bh</b> (270)	108 <b>Hs</b> (269)	109 <b>Mt</b> (278)	110 <b>Ds</b> (281)	111 <b>Rg</b> (281)	112 <b>Cn</b> (285)	113 <b>Nh</b> (286)	114 <b>Fl</b> (289)	115 <b>Mc</b> (288)	116 <b>Lv</b> (293)	117 <b>Ts</b> (294)	118 <b>Og</b> (294)				

LANTANÍDEOS ➤

57 <b>La</b> 138,9	58 <b>Ce</b> 140,1	59 <b>Pr</b> 140,9	60 <b>Nd</b> 144,2	61 <b>Pm</b> (145)	62 <b>Sm</b> 150,4	63 <b>Eu</b> 151,9	64 <b>Gd</b> 157,3	65 <b>Tb</b> 158,9	66 <b>Dy</b> 162,5	67 <b>Ho</b> 164,9	68 <b>Er</b> 167,3	69 <b>Tm</b> 168,9	70 <b>Yb</b> 173,0	71 <b>Lu</b> 174,9
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

ACTINÍDEOS ➤

89 <b>Ac</b> (227)	90 <b>Th</b> 232,0	91 <b>Pa</b> 231,0	92 <b>U</b> 238,0	93 <b>Np</b> (237)	94 <b>Pu</b> (244)	95 <b>Am</b> (243)	96 <b>Cm</b> (247)	97 <b>Bk</b> (247)	98 <b>Cf</b> (251)	99 <b>Es</b> (252)	100 <b>Fm</b> (257)	101 <b>Md</b> (258)	102 <b>No</b> (259)	103 <b>Lr</b> (266)
--------------------------	--------------------------	--------------------------	-------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

**• GABARITO**

 - A partir do dia **28/11/2023** pelo site da ABQ-RS: <https://abqrs.com.br/cursos/olimpiadas/>