



XXIV Olimpíada de Química do Rio Grande do Sul - 2025

modalidade

M1

Nº de Inscrição:



01 de novembro



das 14h às 17h30



3h e 30min de duração



7 questões analítico-expositivas

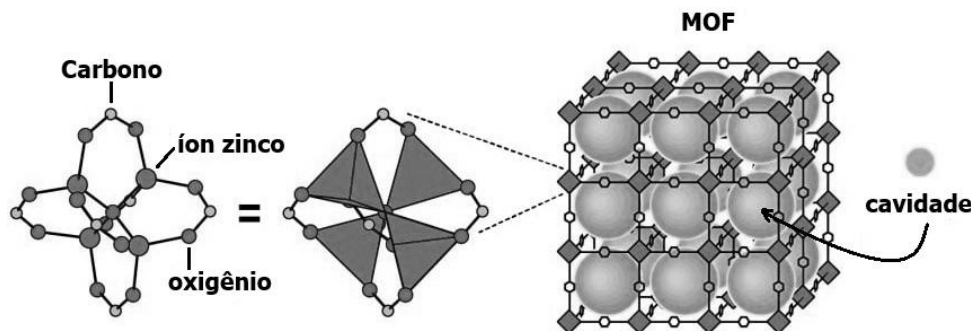
QUESTÕES – TOTAL: 10,0 PONTOS

Consulte a Tabela Periódica no final da prova

Questão 1 _____ (1,5 ponto)

No dia 8 do mês passado, o Prêmio Nobel de Química de 2025 foi concedido a *Susumu Kitagawa, Richard Robson e Omar M. Yaghi* pelo desenvolvimento das "estruturas metalorgânicas" (MOFs - *Metal-Organic Frameworks*). Esses materiais são compostos por íons metálicos (nós) conectados por moléculas orgânicas (ligantes), formando estruturas altamente porosas, como "esponjas moleculares". Uma de suas promissoras aplicações, por exemplo, é a captura de moléculas como dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera ou também a captura e armazenamento de água.

(<https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2025/popular-information/>)



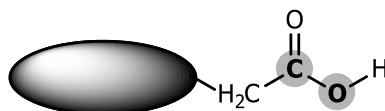
©Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences

- (a) Quanto ao seu estado de agregação e arranjo das partículas, as MOFs são classificadas como um tipo de sólido cristalino ou um sólido amorfo?
- (b) Na imagem do MOF abordado, o elemento zinco está presente na forma do seu íon típico. Escreva a distribuição eletrônica, em subníveis, para esse íon.

DADO – ordem crescente de energia para subníveis:

1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 4s² 3d¹⁰ 4p⁶ 5s² 4d¹⁰ 5p⁶ 6s² 4f¹⁴ 5d¹⁰ 6p⁶ 7s² 5f¹⁴ 6d¹⁰ 7p⁶

- (c) A imagem a seguir representa esquematicamente um tipo de molécula "ligante", presente na estrutura de um tipo de MOF. Considerando o estudo das geometrias moleculares e os átomos C e O destacados no fragmento, cite o arranjo geométrico que o (i) carbono e que o (ii) oxigênio fazem com seus átomos imediatamente vizinhos.



- (d) Alguns jornais compararam os MOFs à "bolsa da Hermione" (do universo *Harry Potter*), que parece pequena por fora, mas guarda uma quantidade enorme de objetos, uma analogia divertida para descrever sua alta capacidade de armazenamento em espaços microscópicos.

Um dos fatores que determina a capacidade de captação seletiva de substâncias nos poros dos MOFs é a afinidade química entre o material e as moléculas que serão retidas. (i) Considerando essa afinidade, um MOF desenvolvido para capturar CO₂ alcança objetivo mais facilmente com caráter predominante polar ou apolar em sua estrutura? Justifique sua resposta. (ii) Qual é a principal vantagem da existência de MOFs capazes de capturar gás carbônico do ambiente? Justifique sua resposta.

**Questão 2** (1,0 ponto)

O chimarrão, uma das mais fortes tradições do Rio Grande do Sul, é uma bebida preparada com a infusão de folhas e ramos de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) em água quente. A cuia, a bomba, a erva-mate e a água quente formam um sistema rico em química. A qualidade da bebida depende de fatores como a temperatura da água e a composição da erva-mate, que contém, entre outras substâncias, cafeína, teobromina e diversos sais minerais, como os de potássio. Com base nisso, faça o que se pede.



- (a) Quanto às afirmações feitas a seguir, julgue se são verdadeiras (V) ou falsas (F).
- () O "chimarrão pronto para consumo" (erva-mate + água quente na cuia) é um sistema formado por uma mistura heterogênea.
 - () O ato de "cevar o mate" envolve a passagem da água quente pela erva-mate. Esse é um exemplo de percolação, que é um tipo de extração.
 - () Na água quente as moléculas têm maior grau de agitação que na água fria.
 - () A água quente, no chimarrão, provoca a extração, majoritariamente, dos componentes de menor polaridade presentes na erva.
 - () A principal função da bomba de chimarrão é atuar como um filtro que homogeneiza a mistura, forçando a dissolução completa das partículas de erva-mate na água quente antes que o líquido chegue à boca.

Na folha de respostas, escreva a sequência correta de V ou F, de cima para baixo.

- (b) Uma amostra de erva-mate contém 2% em massa de cafeína, cuja fórmula molecular é $C_8H_{10}N_4O_2$. Para um chimarrão preparado com 19,4 gramas dessa erva, determine a quantidade de cafeína, em mol, presente. Justifique com o cálculo e considere a massa molar da cafeína: $194,0 \text{ g mol}^{-1}$.
- (c) O potássio é um elemento químico presente na erva-mate. (i) Escreva a fórmula do íon típico desse elemento e, para o isótopo 39, cite qual o seu (ii) número atômico, (iii) número de nêutrons e (iv) número de elétrons.

**Questão 3** (2,0 pontos)

O Polo Petroquímico do Sul, localizado em Triunfo-RS, é fundamental para a economia do nosso estado. Uma de suas matérias-primas é o gás etano (C_2H_6), que passa por um processo de craqueamento (pirólise) para produzir eteno (C_2H_4), um insumo essencial para a fabricação de polímeros. A reação principal é descrita pela equação abaixo.



- (a) Represente a estrutura eletrônica (de Lewis) para o eteno.
- (b) Para facilitar o armazenamento e transporte, o eteno é liquefeito em processos industriais, em plantas petroquímicas com uso de expansores-compressores. Esse processo depende das condições de temperatura e pressão. Qual combinação de temperatura (alta ou baixa) e de pressão (alta ou baixa) é mais adequada para que o eteno passe ao estado líquido? Explique brevemente.
- (c) O eteno no estado líquido tem suas moléculas interagindo por qual tipo de ligação intermolecular? Por quê?
- (d) Em um reator industrial, 300,00 kg de etano com 70% de pureza foram processados, obtendo-se 147,00 kg de eteno. Considerando que a reação não ocorreu de forma completa, determine o rendimento percentual do processo.


Questão 4 (1,0 ponto)

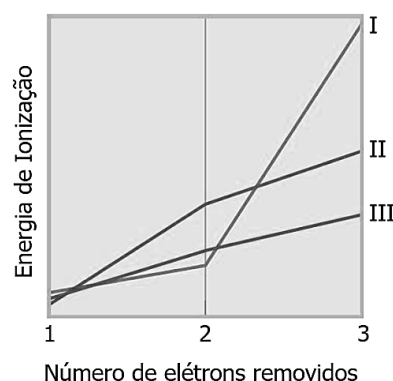
A mecânica quântica fornece as bases para a compreensão do comportamento dos elétrons nos átomos, explicando desde a organização da Tabela Periódica até as propriedades e ligações químicas que determinam a formação de substâncias.

- (a) Certo elemento químico tem, no estado fundamental, o seguinte conjunto de números quânticos para o seu elétron de diferenciação: $n = 3$, $\ell = 1$, $m = -1$, $s = +1/2$.
Considere a seguinte convenção: ao representar graficamente os orbitais como quadrados adjacentes, segundo a regra de Hund, o primeiro elétron adicionado a cada orbital apresenta número quântico de spin $s = -1/2$.

- (i) Qual o símbolo e o nome desse elemento químico? Justifique como concluiu.
(ii) Esse elemento químico liga-se com hidrogênio. Represente a fórmula e o nome dessa substância.

- (b) O gráfico ao lado apresenta os valores de energia de ionização para os elementos potássio, alumínio e magnésio, não necessariamente nessa ordem, considerando a retirada de 1, 2 e 3 elétrons.

Com base no comportamento dos valores ao longo das ionizações, identifique a qual elemento correspondem as linhas I, II e III e explique como chegou à sua conclusão.



(CHANG, R.; GOLDSBY, K. A. *Química*. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. p. 347.)


Questão 5 (1,5 ponto)

A química que constrói rochas também constrói ossos! Nos compostos iônicos, forças invisíveis unem íons e dão origem a sólidos que sustentam tanto o planeta quanto o corpo humano.

- (a) Os minerais octafosfato de cálcio (OCP) e hidroxiapatita (HA) formam a base mineral dos nossos ossos e dentes. Ambos são compostos iônicos cuja composição revela a proporção entre cátions e ânions essencial para suas propriedades estruturais. Analise as fórmulas desses minerais e deduza os valores para os índices "X" e "Y". Justifique sua resposta.

Octafosfato de Cálcio (OCP)	Hidroxiapatita (HA)
$\text{Ca}_8(\text{HPO}_4)_2(\text{PO}_4)_x \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	$\text{Ca}_y(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$

- (b) As propriedades da matéria estão intimamente ligadas à estrutura das substâncias e às interações entre suas partículas. Nos compostos iônicos, a temperatura de fusão depende da energia reticular, que expressa a força de atração entre cátions e ânions no retículo cristalino. De modo geral, quanto maior o produto entre os módulos das cargas elétricas dos íons e menores as distâncias entre os seus núcleos, maior será a energia reticular. Diante disso, considere as fórmulas iônicas a seguir e relacione com as correspondentes temperaturas de fusão fornecidas. Na folha de respostas, cite a sequência correta dos números e justifique a resposta comparativamente.

Substâncias			
(1) CaO	(2) KBr	(3) MgO	(4) KI
Pontos de Fusão			
() 680 °C	() 734 °C	() 2.572 °C	() 2.852 °C

**Questão 6** (1,5 ponto)

A produção de vinho é um processo complexo e fascinante, que envolve transformações físicas e químicas. No Brasil, a Serra Gaúcha se destaca por reunir condições ideais para essa produção, como clima, relevo e tradição vitivinícola. O fluxograma a seguir apresenta, de forma simplificada, as etapas desse processo.



(https://br.freepik.com/vetores-premium/ilustracao-em-vetor-de-vinificacao_23603130.htm)

- (a) Na etapa 2, forma-se uma mistura aquosa rica em açúcares e compostos extraídos das uvas, chamado mosto. Nessa fase, realiza-se o desengace, que é a remoção das hastes e caules das uvas, e também a sulfitação, processo que consiste na adição de dióxido de enxofre ou de compostos sulfitados, com a finalidade de inibir micro-organismos indesejáveis e evitar a oxidação do mosto.
- (i) O dióxido de enxofre gasoso, adicionado na fase 2, reage com a água presente no vinho. Escreva a equação balanceada dessa reação.
- (ii) O produto obtido na reação do item (i) passa, na sequência, por um processo de ionização no meio aquoso. Escreva a correspondente equação de ionização total.
- (iii) Qual o nome do ânion resultante da ionização total abordada no item (ii)?
- (b) Na etapa 3, leveduras convertem os açúcares presentes no mosto da uva, como a glicose ($C_6H_{12}O_6$), em etanol (C_2H_5OH) e dióxido de carbono. Escreva a equação química referente a essa fermentação.
- (c) Considere que, na etapa 7 de certa produção, uma garrafa de vinho tenha um total de $1,5 \cdot 10^{24}$ moléculas de etanol. Qual a massa, em g, de etanol nessa garrafa? Justifique com cálculo. Considere $N_A = 6,0 \cdot 10^{23}$ e massas, em $g \cdot mol^{-1}$: C = 12,0, H = 1,0 e O = 16,0.


Questão 7 _____ **(1,5 ponto)**

A Química é uma ciência essencialmente experimental: é no laboratório que teorias ganham forma, cores e reações visíveis.

- (a) Cada vidraria tem um papel específico no processo de investigação, descobertas e síntese em química. Considere o que segue:

IMAGENS DE ALGUMAS VIDRARIAS

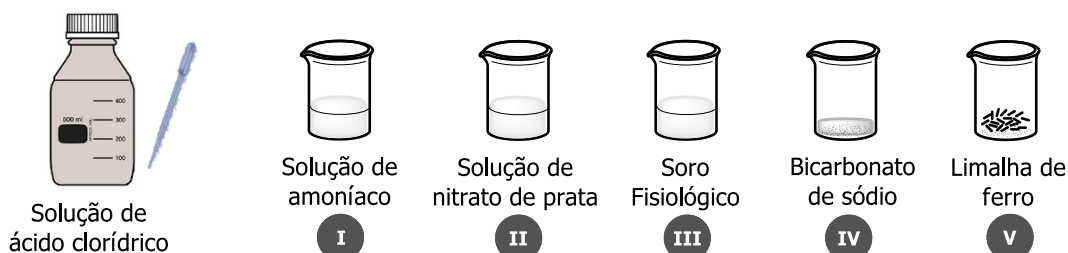
NOMES DE ALGUMAS VIDRARIAS

A	B	C	D	E	F	G
bureta	funil	proveta	funil de decantação	condensador	balão volumétrico	kitassato

Usando os códigos de números e letras acima, faça a correta associação com o que é descrito abaixo. Na folha de respostas, cite a correta associação de Nº e Letra para cada item, de (i) a (v).

Nº	Letra	Descrição
(i)		Para separação de misturas heterogêneas de líquidos.
(ii)		Para medidas aproximadas de volumes de líquidos
(iii)		Para condensar vapores em uma destilação.
(iv)		Para preparar soluções de concentração específica ou efetuar diluições.
(v)		Empregado em filtrações sob pressão reduzida.

- (b) Em uma aula experimental no laboratório, a professora disponibilizou cinco frascos contendo diferentes amostras de soluções aquosas e de substâncias sólidas, conforme mostrado na imagem. Em cada copo, os estudantes deveriam adicionar ácido clorídrico aquoso, realizar as observações e registrá-las.



- (i) Em um dos copos houve a formação de um gás combustível. Em qual deles isso ocorreu? Que gás é esse? Dê sua fórmula e nome.
- (ii) Escreva a equação balanceada da reação do item anterior.
- (iii) Em um dos copos houve a formação de um gás não-combustível. Em qual deles isso ocorreu? Que gás é esse? Dê sua fórmula e nome.
- (iv) Escreva a equação balanceada da reação do item anterior.
- (v) Em um dos copos houve a formação de um precipitado. Em qual deles isso ocorreu? Que precipitado é esse? Dê sua fórmula e nome.

ESPAÇO PARA RASCUNHOS

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

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

Com massas atômicas relativas ao isótopo 12 do carbono

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

LANTANÍDEOS ➤

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

ACTINÍDEOS ➤

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

• GABARITO

A partir do dia **11/11/2025** pelo site da ABQ-RS: <https://abqrs.com.br/cursos/olimpiadas/>