

**PROGRAMA NACIONAL OLIMPIADAS DE QUÍMICA**  
**XX OLÍMPIADA DE QUÍMICA DO RIO GRANDE DO NORTE**

**PROVA OBJETIVA E DISCURSIVA**

**MODALIDADE A1**

1ª série

**TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIIB	VIIIIB			IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1	1 H 1,0																	2 He 4,0
2	3 Li 7,0	4 Be 9,0											5 B 11,0	6 C 12,0	7 N 14,0	8 O 16,0	9 F 19,0	10 Ne 20,0
3	11 Na 23,0	12 Mg 24,0											13 Al 27,0	14 Si 28,0	15 P 31,0	16 S 32,0	17 Cl 35,5	18 Ar 40,0
4	19 K 39,0	20 Ca 40,0	21 Sc 45,0	22 Ti 48,0	23 V 51,0	24 Cr 52,0	25 Mn 55,0	26 Fe 56,0	27 Co 57,0	28 Ni 59,0	29 Cu 63,5	30 Zn 65,5	31 Ga 69,5	32 Ge 72,5	33 As 75,0	34 Se 79,0	35 Br 80,0	36 Kr 84,0
5	37 Rb 85,5	38 Sr 87,5	39 Y 89,0	40 Zr 91,0	41 Nb 93,0	42 Mo 96,0	43 Tc (97)	44 Ru 101,0	45 Rh 103,0	46 Pd 106,5	47 Ag 108,0	48 Cd 112,5	49 In 115,0	50 Sn 118,5	51 Sb 122,0	52 Te 127,5	53 I 127,0	54 Xe 131,5
6	55 Cs 133,0	56 Ba 137,5	* La	72 Hf 178,5	73 Ta 181,0	74 W 184,0	75 Re 186,0	76 Os 190,0	77 Ir 192,0	78 Pt 195,0	79 Au 197,0	80 Hg 200,5	81 Tl 204,5	82 Pb 207,0	83 Bi 209,0	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
7	87 Fr (223)	88 Ra (226)	** Ac	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (277)	109 Mt (268)	110 Ds (271)	111 Rg (272)							

\*SÉRIE DOS LANTANÍDIOS

57 La 139,0	58 Ce 140,0	59 Pr 141,0	60 Nd 144,0	61 Pm (145)	62 Sm 150,5	63 Eu 152,0	64 Gd 157,5	65 Tb 159,0	66 Dy 162,5	67 Ho 165,0	68 Er 167,5	69 Tm 170,0	70 Yb 173,0	71 Lu 175,0
-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

\*\*SÉRIE DOS ACTINÍDIOS

89 Ac (227)	90 Th 232,0	91 Pa (231)	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 (262)
-------------------	-------------------	-------------------	------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	------------------	--------------------

<b>Nº Atômico</b>
<b>SÍMBOLO</b>
<b>Massa Atômica</b>
(arredondada ± 0,5)

Fonte: IUPAC, 2005.

# PARTE OBJETIVA

## QUESTÃO 1

Qual aspecto da ligação metálica melhor explica a propriedade de maleabilidade dos metais?

- (a) Metais possuem poucos elétrons de valência
- (b) Metais contêm um retículo cristalino de íons positivos
- (c) Metais contêm elétrons deslocalizados
- (d) Metais possuem baixa eletronegatividade
- (e) Metais são bastante densos

## QUESTÃO 2

Moradores de duas cidades do norte da Rússia estão estocando o iodo usado para diminuir os efeitos da exposição à radiação desde um acidente misterioso em uma instalação militar de testes das proximidades, segundo a imprensa local. Após acidentes nucleares e grande exposição à radiação, recomenda-se a ingestão de comprimidos de iodo. A substância não neutraliza o efeito da radiação, mas pode impedir a grande absorção do radioativo iodo-131 ( $^{131}\text{I}$ ), reduzindo os riscos de complicações maiores e câncer de tireoide.

Disponível em: <https://veja.abril.com.br/mundo/aumenta-venda-de-iodo-na-russia-apos-explosao-causar-pico-de-radiacao/>  
(acesso em 09.ago.19)

Analisando as afirmações abaixo, qual(is) delas está(ão) **CORRETA(S)**?

**I – O iodo-131 é uma das formas alotrópicas do iodo**

**II – O iodo-131 possui 78 nêutrons**

**III – A configuração eletrônica do iodo-131 é  $[\text{Kr}] 4d^{10} 5s^2 5p^5$**

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

## QUESTÃO 3

Uma das febres do momento entre a criançada é a produção de *slime*, uma espécie de geleca. Para ficar mais divertido, a onda é fabricar o próprio *slime*. E não faltam receitas na internet. No entanto, especialistas da Sociedade Brasileira de Pediatria (SBP) afirmam que a manipulação de produtos químicos, como água oxigenada (peróxido de hidrogênio) e ácido bórico no ambiente doméstico por crianças é muito perigoso.

Disponível em: <https://veja.abril.com.br/blog/mae-para-toda-obra/pediatras-alertam-sobre-brinquedo-febre-do-momento/>  
(acesso em 12.jun.19)

A fórmula química que representa o **peróxido de hidrogênio** e o **ácido bórico**, citados no texto, é, respectivamente:

- (a)  $\text{H}_2\text{O}_2$  e  $\text{HBO}$
- (b)  $\text{H}_2\text{O}_2$  e  $\text{HBO}_3$
- (c)  $\text{H}_2\text{O}_2$  e  $\text{H}_3\text{BO}_3$
- (d)  $\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{HBO}_3$
- (e)  $\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{H}_3\text{BO}_3$

## QUESTÃO 4

Diversos cientistas deram sua contribuição para a formulação da teoria atômica atual. Abaixo estão alguns desses feitos:

**I – Descobriu o elétron**

**II – Descobriu a existência de um núcleo atômico**

**III – Desenvolveu o modelo de nuvem eletrônica descrita a partir do princípio da incerteza**

**IV – Introduziu a noção de massa atômica**

O cientista que **NÃO** está associado com qualquer uma das descobertas apresentadas acima é:

- (a) Dalton
- (b) Thomson
- (c) Rutheford
- (d) Bohr
- (e) Heisenberg

## QUESTÃO 5

A energia de ionização é uma propriedade periódica, porém, apresenta algumas exceções. Uma delas é o alumínio (Al) que possui a primeira energia de ionização menor que a do magnésio (Mg). Qual é a melhor explicação para este fato?

- (a) Al possui um número ímpar de elétrons, enquanto o Mg um número par.
- (b) Al possui mais elétrons de valência que o Mg.
- (c) Mg possui uma configuração eletrônica para o elétron de valência mais estável que o Al.
- (d) Al apresenta uma carga nuclear efetiva maior que o Mg.
- (e) O elétron de valência no Al se encontra em média mais afastado do núcleo que o elétron de valência do Mg.

## QUESTÃO 6

O chope é produzido a partir da **fermentação do malte**, sendo comercializado em barris de alta pressão que, ao liberar o conteúdo líquido em um copo, ocorre a **formação de uma espuma**, o famoso “colarinho”, devido à presença de gás carbônico na bebida. O chope é uma das bebidas com menor teor alcoólico. Mesmo assim, é capaz de gerar a “ressaca” devido à **metabolização do etanol** no interior do organismo.

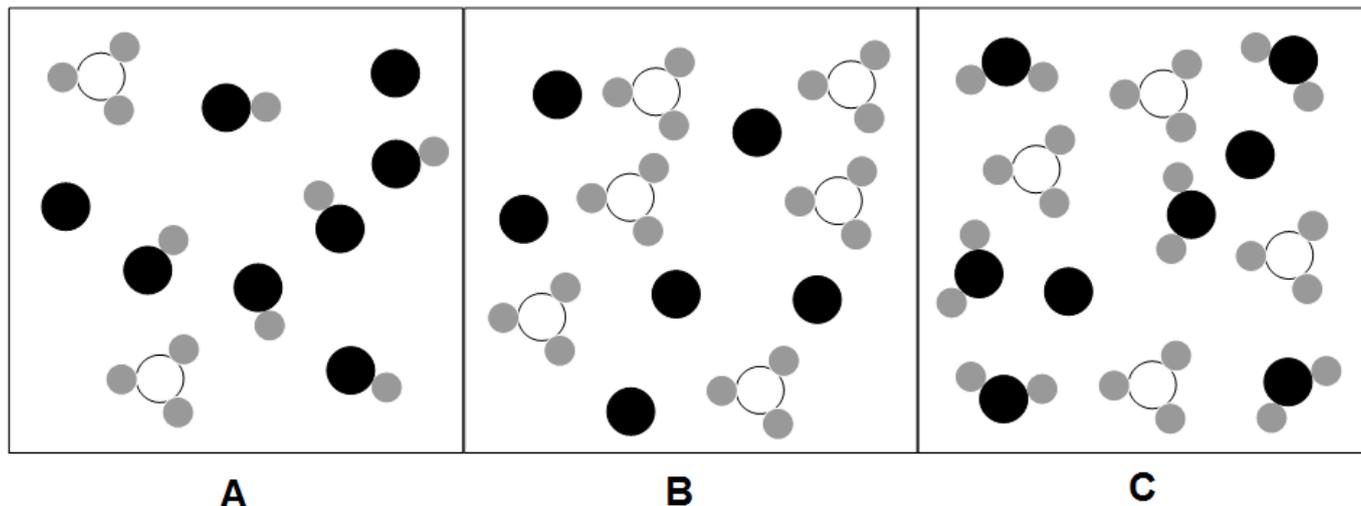
Os processos de fermentação do malte, formação do “colarinho” e metabolização do etanol são, respectivamente, fenômenos:

- (a) Químico, químico e químico
- (b) Químico, físico e químico
- (c) Químico, físico e físico
- (d) Físico, químico e químico
- (e) Físico, químico e físico

## QUESTÃO 7

Alguns elementos químicos, quando ligados a um ou mais átomos de hidrogênio, são capazes de formar substâncias binárias ácidas. É o caso do Cloro (Cl), Enxofre (S) e Flúor (F). A figura abaixo representa três sistemas que apresentam o comportamento em água de cada composto ácido formado a partir dos três elementos químicos citados (A representação das moléculas de água foi omitida). O sistema que melhor representa cada um dos ácidos binários é:

**Legenda:** ● Cloro (Cl), Enxofre (S) ou Flúor (F) ○ Oxigênio (O) ● Hidrogênio (H)  H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>



- (a) **A:** Cloro; **B:** Enxofre; **C:** Flúor  
(b) **A:** Cloro; **B:** Flúor; **C:** Enxofre  
(c) **A:** Enxofre; **B:** Cloro; **C:** Flúor  
(d) **A:** Flúor; **B:** Enxofre; **C:** Cloro  
(e) **A:** Flúor; **B:** Cloro; **C:** Enxofre

## QUESTÃO 8

A gasolina *premium* vendida no Brasil contém 25% de etanol, ou seja, cada litro de gasolina contém 250 mL de etanol. Considerando que a gasolina seja constituída somente por octano (C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>) e etanol (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O), determine o volume total de CO<sub>2</sub> produzido na combustão de 1,0 L de gasolina *premium* a 27° C e 1 atm. Dado: R = 0,082 L atm K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>, densidade do octano = 0,70 kg L<sup>-1</sup>, densidade do etanol = 0,79 kg L<sup>-1</sup>.

- (a) 100 L  
(b) 220 L  
(c) 1.110 L  
(d) 2.000 L  
(e) 4.920 L

### QUESTÃO 9

Um estudante deseja transferir 25,0 mL de uma solução qualquer de um frasco para outro. Qual vidraria permitiria a transferência dessa quantidade de forma mais exata e precisa e que, portanto, deveria ser utilizada pelo estudante?

- (a) Uma proveta de 25 mL
- (b) Um balão de fundo chato de 25 mL
- (c) Um béquer de 25 mL
- (d) Uma pipeta de 25 mL
- (e) Um erlenmeyer de 25 mL

### QUESTÃO 10

Tem sido comum no estado do Rio Grande do Norte a ocorrência de *blitzen* nas ruas e rodovias do estado, buscando coibir a prática de embriaguez ao volante. Nessas *blitzen*, os motoristas são solicitados a soprarem um instrumento conhecido como bafômetro, que mede a concentração de álcool etílico na corrente sanguínea de uma pessoa mediante a análise do ar pulmonar exalado. No interior do bafômetro ocorre uma reação química, cuja equação não-balanceada é apresentada abaixo:



A razão entre os coeficientes estequiométricos dos compostos  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  e  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  na equação balanceada é:

- (a) 1:1
- (b) 1:2
- (c) 2:1
- (d) 3:2
- (e) 3:5

## PARTE DISCURSIVA

### QUESTÃO 11

Toda pessoa que viaja procura encontrar cenários capazes de “tirar o fôlego”. Isso é ótimo no sentido conotativo da palavra, que serve para transmitir a ideia de que determinado lugar é detentor de rara beleza e capaz de deixar alguém tão excitado a ponto de lhe tirar o ar. O problema é quando visitamos um destino com potencial para nos deixar literalmente sem fôlego, fato que acontece em cidades situadas em regiões de altitude elevada.

(a) Explique por que temos dificuldade de respirar em regiões de elevada altitude, relacionando os conceitos de pressão, densidade e quantidade de gás oxigênio disponível.

Os três gases mais comuns presentes no ar atmosféricos são apresentados na tabela abaixo, juntamente com algumas de suas propriedades físicas.

Gás	Percentual presente no ar	Ponto de ebulição (°C)
Nitrogênio (N <sub>2</sub> )	78%	-196 °C
Oxigênio (O <sub>2</sub> )	21%	-183 °C
Argônio (Ar)	1%	-186 °C

(b) Sugira e explique o funcionamento de uma técnica capaz de separar os três principais gases presentes no ar atmosférico.

Além dos gases citados na tabela acima, o ar atmosférico contém outros gases em menor quantidade, como **dióxido de carbono** e **óxido nítrico**, que são capazes de produzir o efeito estufa.

(c) Forneça a fórmula química para o dióxido de carbono e para o óxido nítrico.

(d) Explique o que é efeito estufa e suas implicações para o planeta.

### QUESTÃO 12

Alguns compostos binários que se formam entre flúor (F) e vários não-metais estão listados na tabela abaixo. Um aluno, examinando os dados dessa tabela, apresenta a seguinte hipótese: o número de átomos de F que irá se ligar a um elemento não-metálico é sempre igual a 8 menos o número de elétrons de valência do átomo não-metálico.

Elemento não-metálico	C	N	O	Ne	Si	P	S	Ar
Fórmula do composto	CF <sub>4</sub>	NF <sub>3</sub>	OF <sub>2</sub>	Não forma	SiF <sub>4</sub>	PF <sub>3</sub>	SF <sub>2</sub>	Não forma

(a) Com base na hipótese do aluno, qual deve ser a fórmula do composto que se forma entre cloro e flúor?

Na tentativa de verificar sua hipótese, o aluno pesquisa os compostos de flúor com outros halogênios e encontra o composto de fórmula ClF<sub>3</sub>.

(b) Desenhe a estrutura de Lewis para esta molécula, evidenciando os pares de elétrons não-ligantes.

(c) Indique a geometria da molécula de ClF<sub>3</sub> e prediga se este composto é polar ou apolar. Justifique sua resposta.

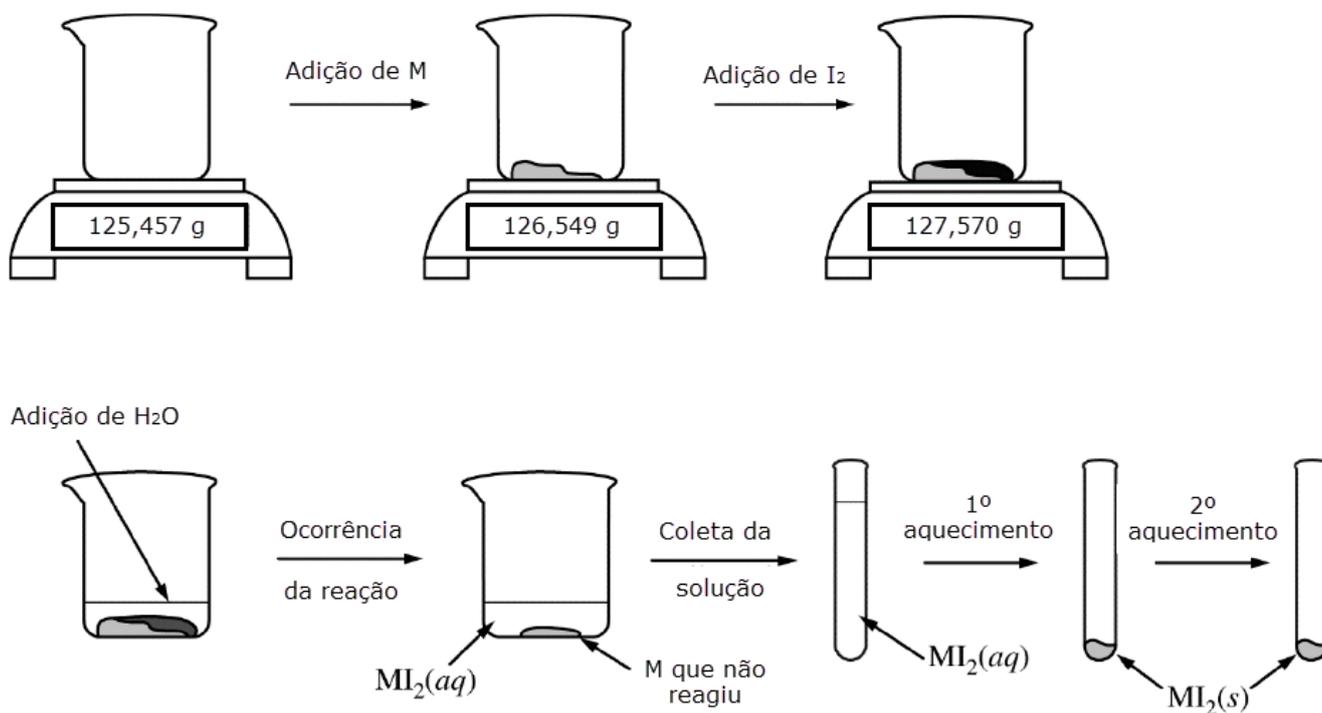
(d) O ClF<sub>3</sub> pode reagir violentamente com a água, produzindo ácido fluorídrico, ácido clorídrico e gás oxigênio. Forneça a equação química balanceada para esta reação.

(e) O  $\text{ClF}_3$  pode ser utilizado como agente oxidante. Além dele, também podem ser usados o  $\text{ClF}$  e o  $\text{ClF}_5$ . Sabe-se que à medida que se adiciona átomos de flúor ao átomo central, aumenta-se o poder oxidante do composto, de modo que temos a seguinte ordem de ação oxidante:  $\text{ClF} < \text{ClF}_3 < \text{ClF}_5$ . Explique esta ordem de ação oxidante.

### QUESTÃO 13



Para determinar a massa molar de um metal desconhecido,  $\text{M}$ , um estudante reagiu iodo com o metal em excesso, formando o composto  $\text{MI}_2$ , solúvel em água, conforme a reação acima. A reação se processou até que todo o  $\text{I}_2$  fosse consumido. A solução de  $\text{MI}_2(\text{aq})$  foi coletada de forma quantitativa e aquecida para remover a água e o produto foi seco e pesado repetidas vezes até que se obtivesse uma massa constante do produto final. A metodologia seguida pelo estudante e os dados experimentais são apresentados abaixo.



Dados experimentais obtidos pelo estudante	
Massa do béquer	125,457 g
Massa do béquer + metal M	126,549 g
Massa do béquer + metal M + $\text{I}_2$	127,570 g
Massa de $\text{I}_2$ (primeira pesagem)	1,284 g
Massa de $\text{I}_2$ (segunda pesagem)	1,284 g

(a) Calcule a massa molar do metal  $\text{M}$ .

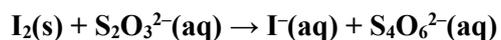
O estudante achou que o composto  $\text{MI}_2$ , formado na reação, seria iônico.

(b) Proponha um teste experimental que o estudante poderia realizar para comprovar sua hipótese. Explique ainda como os resultados do teste proposto comprovariam ou não que o composto seria iônico.

O estudante sugeriu também que o  $\text{Br}_2$  reagiria com metal  $\text{M}$  de forma mais vigorosa que o  $\text{I}_2$  porque o  $\text{Br}_2$  seria líquido a temperatura ambiente.

(c) Explique por que o  $I_2$  é um sólido a temperatura ambiente, enquanto o  $Br_2$  seria líquido.

Após finalizar o experimento, o estudante resolveu descartar o  $I_2$  sólido de maneira responsável. Para isso, ele decidiu converter o  $I_2(s)$  em  $I^-(aq)$ , utilizando o tiosulfato de sódio conforme a reação abaixo:



(d) Balanceie a reação acima.

(e) Identifique o agente oxidante na reação acima.