

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

**PROVA OBJETIVA E DISCURSIVA**

**MODALIDADE A2**

2ª 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)
-------------------	-------------------	-------------------	------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	------------------	--------------------

**Nº Atômico**  
**SÍMBOLO**  
**Massa Atômica**  
(arredondada ± 0,5)

Fonte: IUPAC, 2005.

# PARTE OBJETIVA

## QUESTÃO 1

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 2

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.

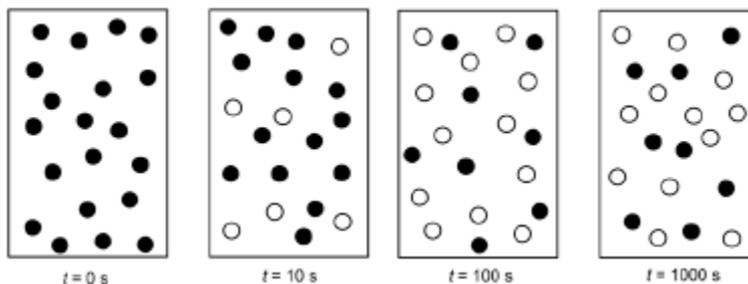
Disponível em: <https://veja.abril.com.br/blog/mae-para-toda-obra/pediatras-alertam-sobre-brinquedo-febre-do-momento/>  
(acesso em 12.jun.19)

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 3

Os diagramas abaixo representam o progresso de uma reação de  $A \rightarrow B$ , em que as moléculas de A são representadas por círculos pretos e as moléculas de B por círculos brancos. Qual afirmação melhor descreve a reação no tempo  $t = 1000$  s?



- (a) A reação está em equilíbrio porque as concentrações de A e B não estão mais mudando.
- (b) A reação está em equilíbrio porque a quantidade total de moléculas no sistema permanece constante.
- (c) A reação não está em equilíbrio porque nem todas as moléculas de A reagiram.
- (d) A reação não está em equilíbrio porque as concentrações de A e B não são iguais.
- (e) A reação não está em equilíbrio porque a posição das moléculas não está constante.

### QUESTÃO 4

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 5

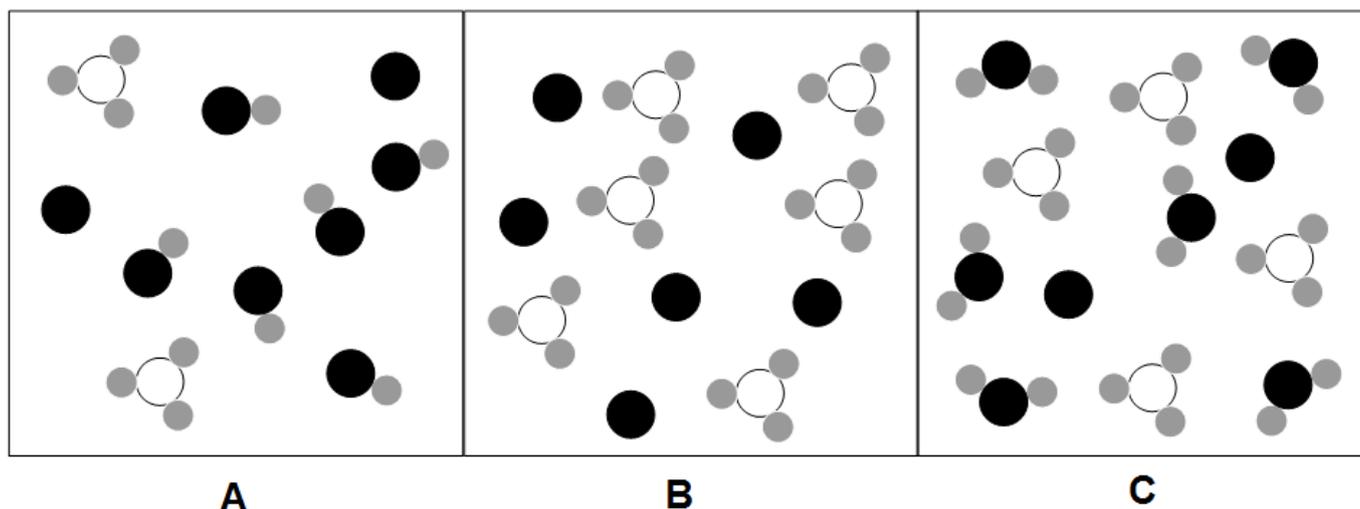
As forças intermoleculares no líquido **A** são consideravelmente mais fortes que as presentes no líquido **B**. Qual das seguintes propriedades **NÃO** é esperada que seja maior em **A** do que em **B**?

- (a) A pressão de vapor a  $20^\circ\text{C}$ .
- (b) A temperatura na qual a pressão de vapor seja igual a 100 mmHg.
- (c) A temperatura crítica.
- (d) O calor de vaporização,  $\Delta H_{\text{vap}}$ .
- (e) A temperatura de ebulição a 1 atm.

## QUESTÃO 6

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 7

A azitromicina é um antibiótico utilizado para o tratamento de otites e de infecções da pele e do trato respiratório. Ele pode ser comercializado na forma de pó para suspensão contendo um frasco com 600 mg de azitromicina, além de um recipiente contendo 9 mL de água purificada para diluição e uma seringa dosadora. De acordo com a bula do medicamento, deve-se adicionar ao frasco contendo o pó toda a quantidade de água e agitar vigorosamente. Com isso, é formada uma solução de azitromicina com volume total de 15 mL.

Para o tratamento de faringite em bebês, a dose diária recomendada é de 10 mg do medicamento para cada kg de peso da criança (10 mg/kg). Considerando um bebê com 8 kg de peso, quantos mL do medicamento deve-lhe ser administrado diariamente?

- (a) 0,8  
(b) 1,2  
(c) 2,0  
(d) 5,3  
(e) 7,5

## QUESTÃO 8

A notação “partes por” é frequentemente utilizada na química para descrever pequenos valores em quantidades adimensionais. Por exemplo, uma fração em massa de 1 parte por milhão (ppm) é equivalente a 1 g de soluto por milhão de gramas de solução (soluto + solvente), ou 1 mg de soluto por kg de solução.

A maior parte dos cremes dentais comercializados no país são fluoretados através da adição de fluoreto de sódio (NaF). Considerando um creme dental com 90 g que contém 1500 ppm de flúor (na forma de fluoreto), qual a massa aproximada de fluoreto de sódio adicionada ao creme dental?

- (a) 0,03 g
- (b) 0,06 g
- (c) 0,14 g
- (d) 0,30 g
- (e) 0,68 g

## QUESTÃO 9

A solubilidade do  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  em água a 298 K é igual a  $0,175 \text{ mol L}^{-1}$ , e sua solubilidade diminui com o aumento da temperatura. O que se pode afirmar a respeito de  $\Delta H^\circ$  e  $\Delta S^\circ$  durante a dissolução de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ?



- (a)  $\Delta H^\circ > 0$  e  $\Delta S^\circ > 0$
- (b)  $\Delta H^\circ > 0$  e  $\Delta S^\circ < 0$
- (c)  $\Delta H^\circ < 0$  e  $\Delta S^\circ > 0$
- (d)  $\Delta H^\circ < 0$  e  $\Delta S^\circ < 0$
- (e)  $\Delta H^\circ = 0$  e  $\Delta S^\circ = 0$

## QUESTÃO 10

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 ( $\text{C}_8\text{H}_{18}$ ) e etanol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ), determine o volume total de  $\text{CO}_2$  produzido na combustão de 1,0 L de gasolina *premium* a  $27^\circ \text{C}$  e 1 atm. Dado:  $R = 0,082 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ , densidade do octano =  $0,70 \text{ kg L}^{-1}$ , densidade do etanol =  $0,79 \text{ kg L}^{-1}$ .

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

# 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.

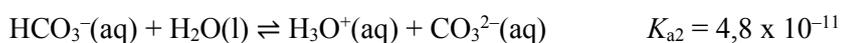
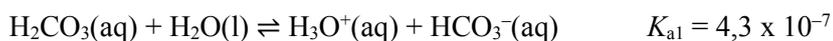
## QUESTÃO 12

Durante uma chuva a água nas nuvens e nas gotas de chuva dissolve gases presentes na atmosfera. Normalmente, a chuva é levemente ácida por causa do CO<sub>2</sub> dissolvido, levando a um pH de cerca de 5,6. A acidez da água da chuva nas áreas industriais é maior com o pH chegando a 3,5 a 2,0 em algumas regiões.

(a) Escreva a equação química da dissolução do CO<sub>2</sub>(g) que leva à formação da chuva ácida.

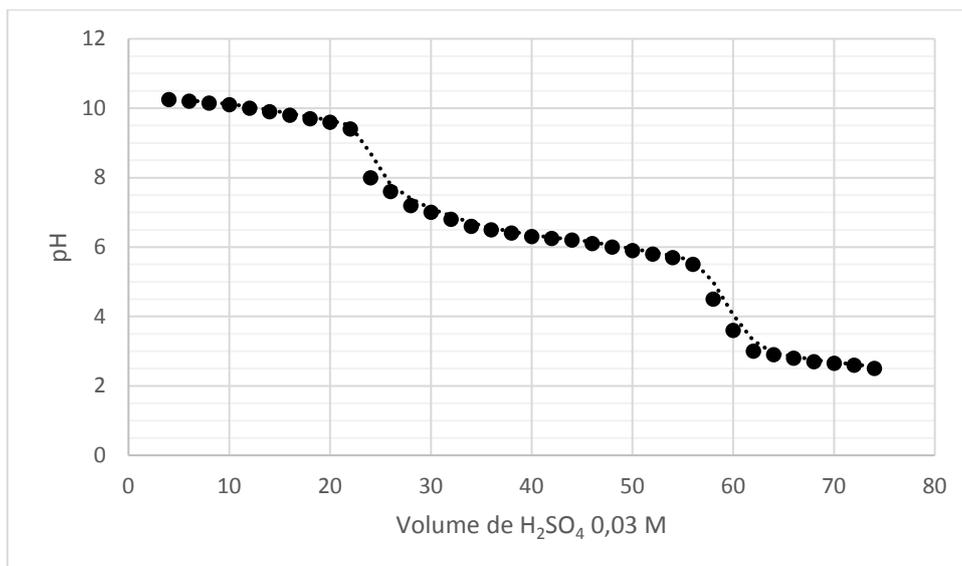
Corpos d'água naturais geralmente contêm carbonatos de Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> dissolvidos, provenientes das rochas sedimentares carbonáticas, cuja ação tamponante neutraliza a acidez da chuva. Esse mecanismo tamponante é crucial para sustentar a vida aquática.

A capacidade tamponante do íon carbonato é governada pelos seguintes equilíbrios:



(b) Calcule o volume de uma solução de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 0,03 M que seria capaz de modificar em 1 (uma) unidade o pH de uma solução contendo 1,0 L de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> a 0,004 M

Um experimento de laboratório foi projetado para simular a ação tamponante de soluções de carbonato, no qual 300 mL de solução 0,002 M de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  foram titulados com ácido sulfúrico, obtendo-se o seguinte gráfico.

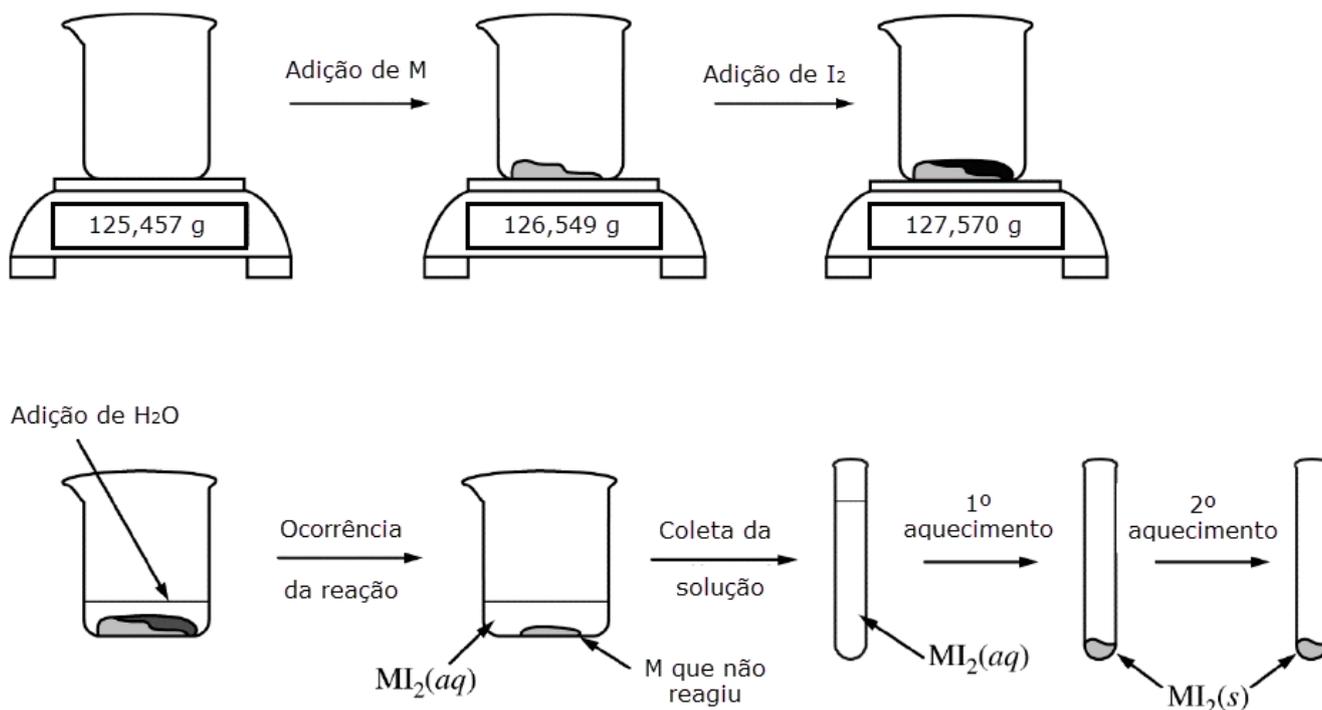


- (c) Para qual(is) faixa(s) de pH **NÃO** se poderia obter tampões baseados nos íons carbonato? Justifique sua resposta.
- (d) Compare a capacidade tamponante de soluções saturadas de  $\text{MgCO}_3$  ( $K_{ps} = 6,8 \times 10^{-6}$ ) e  $\text{CaCO}_3$  ( $K_{ps} = 2,8 \times 10^{-9}$ ). A capacidade é idêntica em ambas as soluções ou alguma é maior que a outra? Justifique sua resposta.

### QUESTÃO 13



Para determinar a massa molar de um metal desconhecido, 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.



<b>Dados experimentais obtidos pelo estudante</b>	
Massa do béquer	125,457 g
Massa do béquer + metal M	126,549 g
Massa do béquer + metal M + I <sub>2</sub>	127,570 g
Massa de I <sub>2</sub> (primeira pesagem)	1,284 g
Massa de I <sub>2</sub> (segunda pesagem)	1,284 g

(a) Calcule a massa molar do metal M.

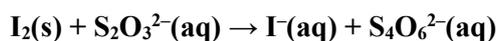
O estudante achou que o composto MI<sub>2</sub>, formado na reação, seria iônico.

(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 Br<sub>2</sub> reagiria com metal M de forma mais vigorosa que o I<sub>2</sub> porque o Br<sub>2</sub> seria líquido a temperatura ambiente.

(c) Explique por que o I<sub>2</sub> é um sólido a temperatura ambiente, enquanto o Br<sub>2</sub> seria líquido.

Após finalizar o experimento, o estudante resolveu descartar o I<sub>2</sub> sólido de maneira responsável. Para isso, ele decidiu converter o I<sub>2</sub>(s) em I<sup>-</sup>(aq), utilizando o tiosulfato de sódio conforme a reação abaixo:



(d) Balanceie a reação acima.

(e) Identifique o agente oxidante na reação acima.