

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

**PROVA OBJETIVA E DISCURSIVA**

**MODALIDADE B**

3ª 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)
-------------------	-------------------	-------------------	------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	------------------	--------------------

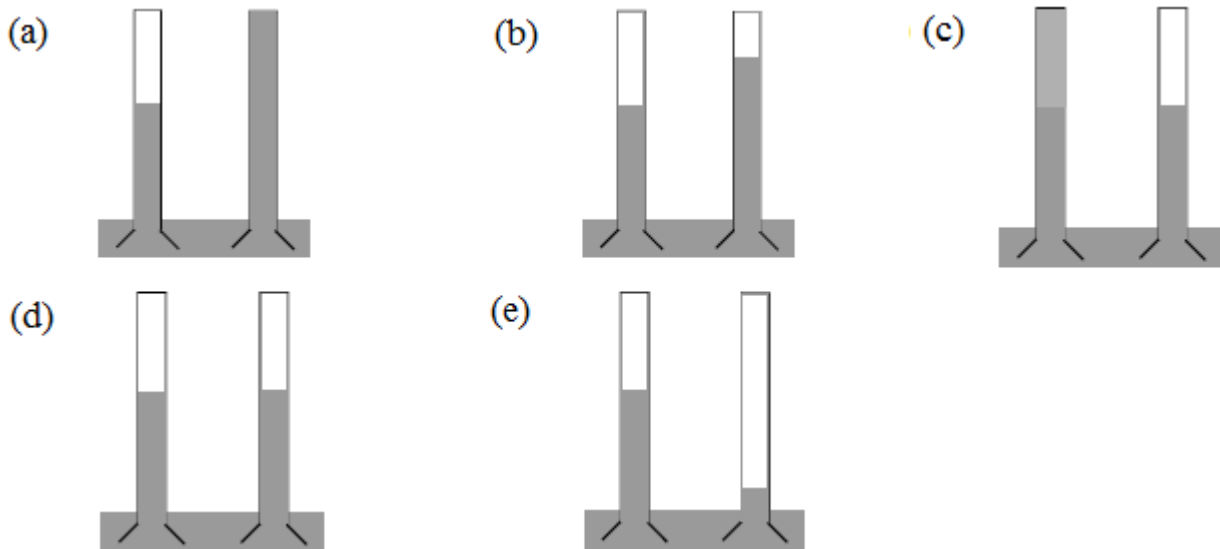
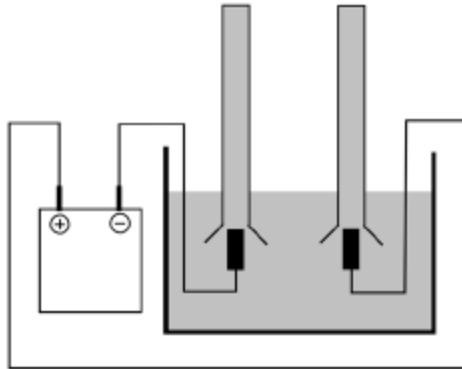
<b>Nº Atômico</b>
<b>SÍMBOLO</b>
<b>Massa Atômica</b>
(arredondada ± 0,5)

Fonte: IUPAC, 2005.

## PARTE OBJETIVA

### QUESTÃO 1

A eletrólise da água, tendo ácido sulfúrico como eletrólito, foi realizada de acordo com a figura abaixo e os gases produzidos nos eletrodos foram coletados em dois tubos idênticos, ambos preenchidos inicialmente com a solução de ácido sulfúrico. Após certo tempo do início da eletrólise, qual figura melhor representa o aspecto dos tubos?



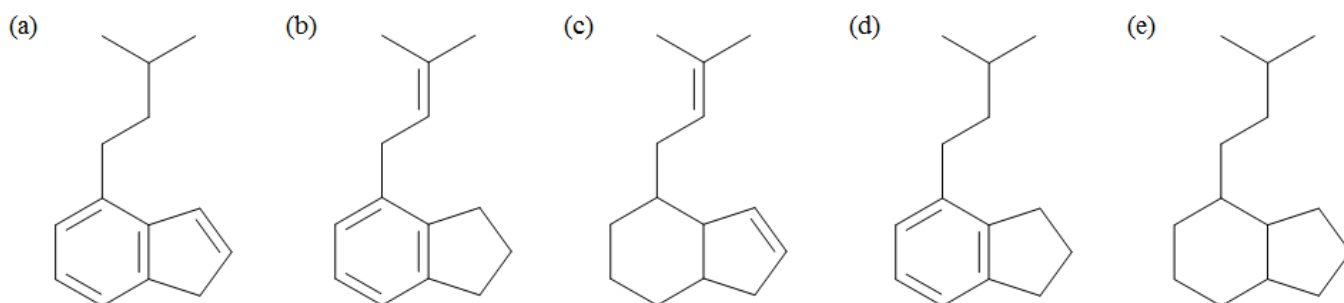
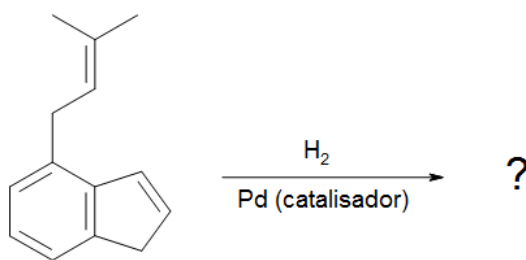
### QUESTÃO 2

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.

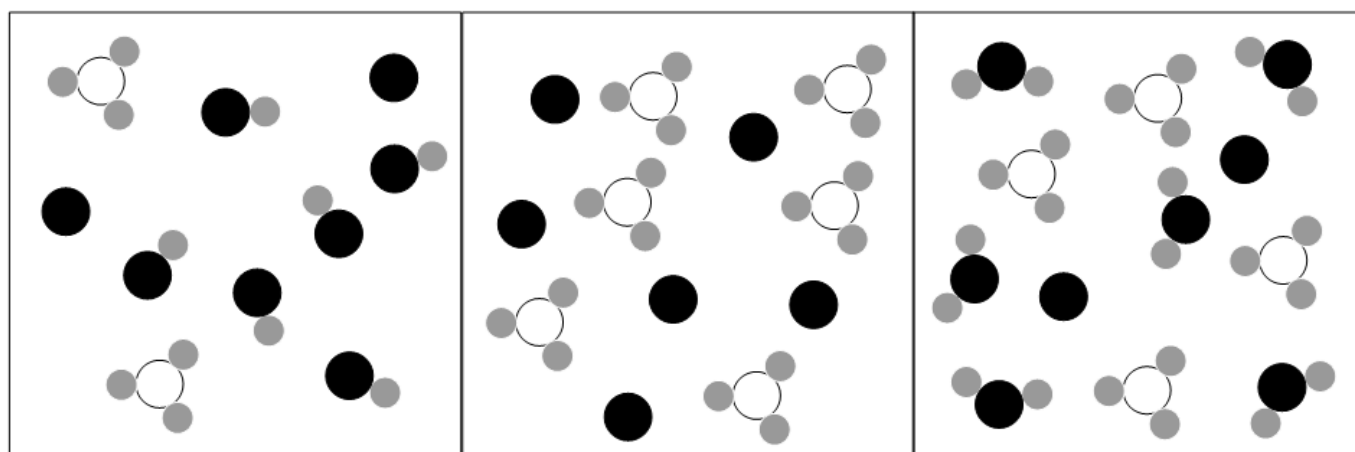
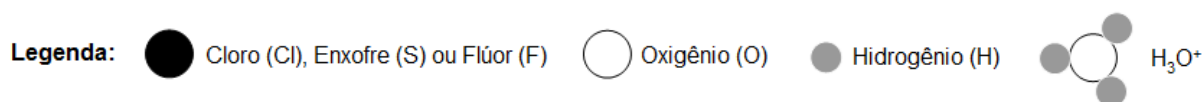
### QUESTÃO 3

A reação de hidrogenação do composto abaixo gera, predominantemente, qual produto?



### QUESTÃO 4

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:



**A**

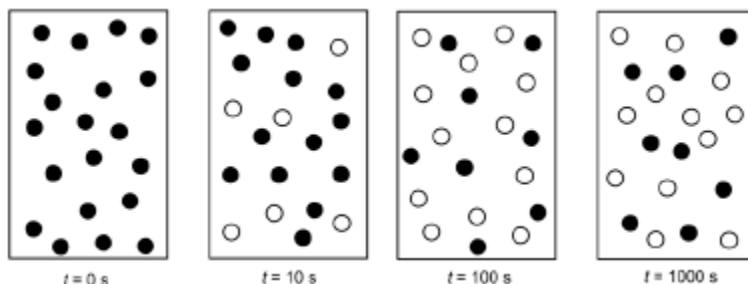
**B**

**C**

- (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 5

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  $t = 1000 \text{ s}$ ?



- (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 6

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 7

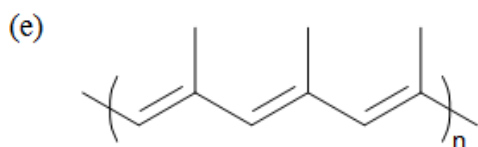
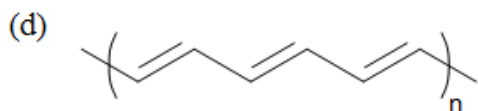
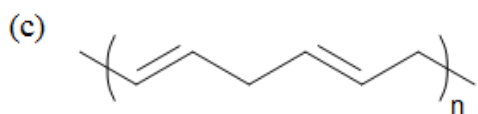
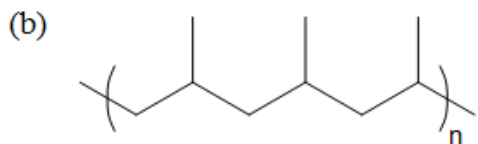
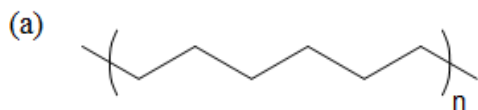
A solubilidade do  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  em água a 298 K é igual a  $0,175 \text{ mol L}^{-1}$ , e sua solubilidade diminui com o aumento da temperatura. O que se pode afirmar a respeito de  $\Delta H^\circ$  e  $\Delta S^\circ$  durante a dissolução de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ?



- (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 8

O polipropileno é o segundo polímero mais utilizado em produtos plásticos, especialmente sacolas e embalagens diversas, sendo identificado pelo número 5 no interior de um triângulo ou pelas iniciais "PP". Sua produção se dá a partir da polimerização por adição do propeno ( $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$ ). A estrutura que representa o polipropileno é:



## QUESTÃO 9

Um químico encontrou no estoque de reagentes do laboratório um frasco contendo um líquido e com uma inscrição feita à mão: " $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$ ". Buscando no catálogo contendo a lista de reagentes do laboratório, ele encontrou os seguintes compostos:

**I. Ciclohexanol**

**II. 2,3-dimetilbutan-1-ol**

**III. 3-metilpent-3-en-2-ol**

**IV. 2-etóxibutano**

**V. 4-metilpentan-2-ona**

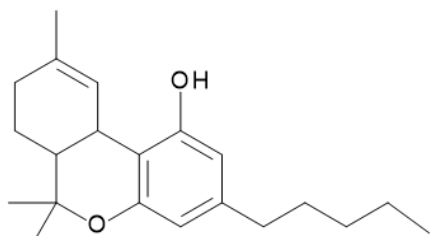
Dentre os compostos listados acima, quais deles poderiam ser o líquido contido no frasco?

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

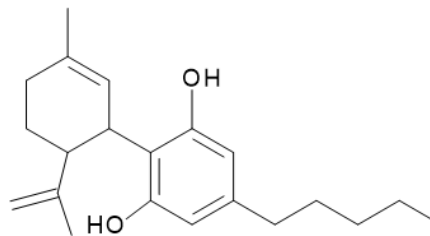
## QUESTÃO 10

Por conter substâncias que atuam no Sistema Nervoso Central, a maconha tem um grande potencial para o bem e para o mal. Ela é composta de diversos tipos de canabinoides – os mais conhecidos são o Tetrahydrocannabinol (THC) e o Canabidiol (CBD). O THC se destaca para o mal: é responsável pelos efeitos psicoativos e neurotóxicos. Já o CBD funciona para o bem: possui diversas possibilidades terapêuticas e até efeitos protetores contra os danos do próprio THC, incluindo efeitos antipsicóticos. O problema é que os efeitos benéficos do CBD não compensam os maléficos do THC quando a maconha é fumada.

Disponível em: <https://www.spdm.org.br/blogs/alcool-e-drogas/item/2245-maconha-os-dois-lados-da-moeda-o-thc-e-o-cbd>  
(acesso em 06.set.19)



**Tetrahydrocannabinol (THC)**



**Canabidiol (CBD)**

De acordo com a estrutura do THC e CBD, dadas acima, analise as semelhanças estruturais de ambas as moléculas:

**I – Ambos possuem a mesma fórmula molecular**

**II – Ambos possuem a mesma quantidade de carbonos insaturados**

**III – Ambos possuem a mesma quantidade de centros assimétricos**

Estão **CORRETAS** as afirmações em:

- (a) I apenas
- (b) III apenas
- (c) I e II
- (d) I e III
- (e) II e III

# 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.

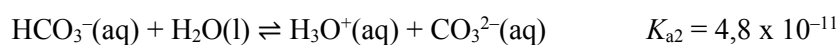
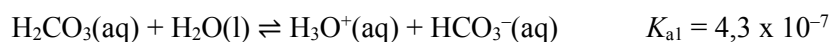
## QUESTÃO 12

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.

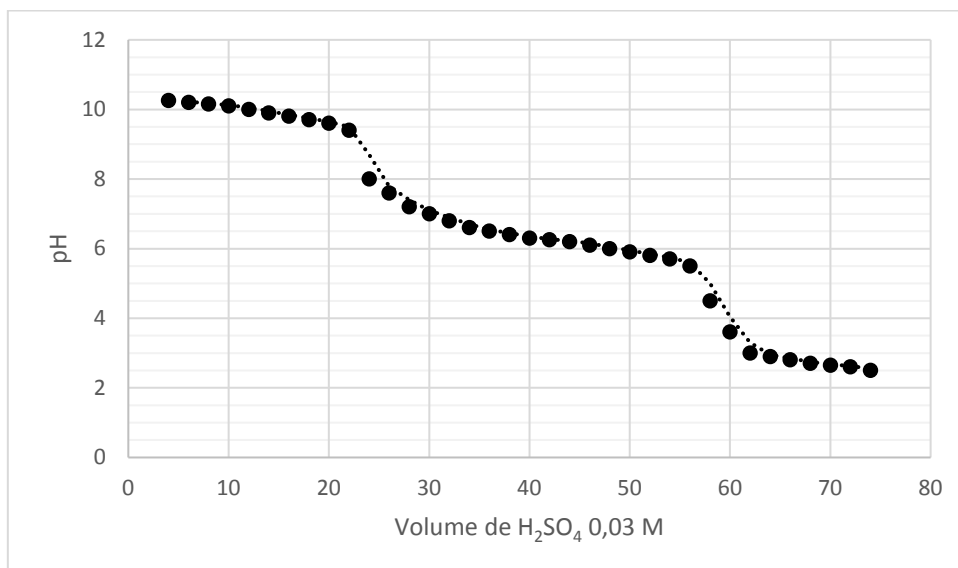
Corpos d'água naturais geralmente contêm carbonatos de Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> dissolvidos, provenientes das rochas sedimentares carbonáticas, cuja ação tamponante neutraliza a acidez da chuva. Esse mecanismo tamponante é crucial para sustentar a vida aquática.

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

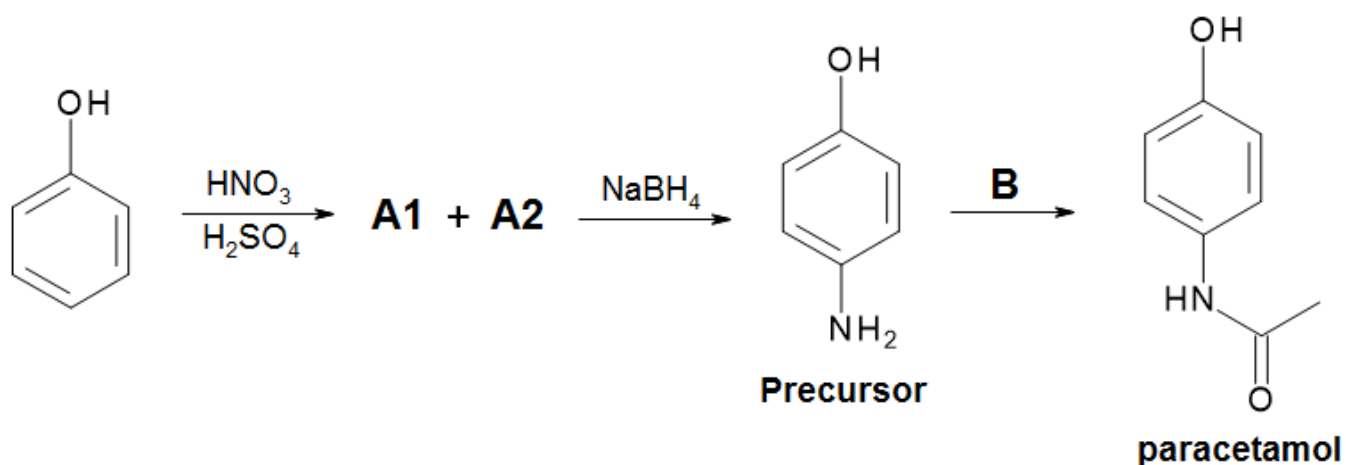
Um experimento de laboratório foi projetado para simular a ação tamponante de soluções de carbonato, no qual 300 mL de solução 0,002 M de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> foram titulados com ácido sulfúrico, obtendo-se o seguinte gráfico.



- (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

O paracetamol é um dos fármacos mais conhecidos e utilizados para o tratamento da dor e da febre. Ele pode ser sintetizado conforme o esquema abaixo, em que o  $\text{NaBH}_4$  atua como agente redutor.



- (a) Forneça a estrutura dos intermediários **A1** e **A2** e do reagente **B**.
- (b) Forneça o nome sistemático IUPAC do **paracetamol** e do seu **Precursor**.

A conversão do Precursor no paracetamol não ocorre com rendimento de 100%, uma vez que nem toda quantidade do Precursor reage. No entanto, o paracetamol pode ser purificado por meio de um processo denominado de recristalização, em virtude da diferença de solubilidade entre os dois compostos.

- (c) Indique qual dois dos compostos (Precursor ou paracetamol) é mais solúvel em água. Justifique sua resposta.

O paracetamol é metabolizado rapidamente no interior do organismo, produzindo novos compostos (metabólitos) sem atividade farmacológica. Um dos principais metabólitos é formado a partir da substituição do grupo hidroxila por um grupo sulfato.

- (d) Forneça a estrutura desse metabólito, evidenciando as ligações presentes no grupo sulfato.