



## Olimpíada Brasileira do Ensino Superior de Química

24/08/2019

### INSTRUÇÕES

1. Escreva seu nome, código e assine na primeira página da prova.
2. Você tem 4 horas para resolver a prova.
3. A prova consta de **20** questões do tipo múltipla escolha, cada uma contendo cinco alternativas, das quais somente uma deve ser assinalada, e **8** problemas analítico-descritivos.
4. Cada questão objetiva será pontuada considerando os seguintes níveis: **Nível I** – 4,50 pontos, **Nível II** – 4,90 pontos e **Nível III** – 5,35 pontos num total de 100 pontos.
5. A pontuação de cada problema é mostrada antes do enunciado. Total: 200 pontos.
6. Você receberá a folha de respostas e o caderno de soluções após 1 (uma) hora do início da prova para registrar suas respostas.
7. Identifique cada página da folha de respostas e do caderno de soluções **somente** com o seu código no local identificado.
8. Marque a letra correspondente a cada questão objetiva na folha de respostas. Observe o preenchimento correto.
9. Responda os problemas analítico-descritivos **somente** nos respectivos espaços identificados no caderno de soluções.
10. Se precisar de papel para rascunho, use o verso das folhas de sua prova.
11. Use **somente** caneta preta ou azul e o tipo de calculadora especificada no edital.
12. Se tiver necessidade de ir ao banheiro, levante a mão e então será acompanhado até lá.
13. Ao ser informado do final do período de prova, coloque a prova e a folha de respostas em cima da mesa e aguarde. Se não atender o aviso de final de prova ficará com zero ponto neste exame.
14. Os rascunhos **não** serão considerados para efeito de pontuação.

<b>Nome Completo:</b>	<b>Assinatura:</b>	<b>Código:</b>
<b>Local da prova (cidade/Estado):</b>		

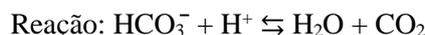
## PARTE 1 – QUESTÕES OBJETIVAS

### Nível I

1. O berílio tem função trabalho de 4,98 eV, enquanto que a do magnésio é de 3,66 eV. Em um primeiro experimento, foi incidida radiação de comprimento de onda de 124 nm em uma placa de berílio. Em outro experimento foi obtido efeito fotoelétrico em uma placa da magnésio, onde os elétrons ejetados tiveram a mesma energia cinética média. Qual o comprimento de onda incidido sobre a placa de magnésio?

- a) 91,1 nm                      b) 124 nm                      c) 143 nm                      d) 168 nm                      e) 324 nm

2. Ao realizar o controle de qualidade de um famoso antiácido, pesou-se uma amostra de 0,6230 g. Dissolveu-se a amostra e titulou-se com uma solução padrão de HCl 0,0972 mol L<sup>-1</sup>, consumindo-se um total de 35,50 mL. Calcule a percentagem de bicarbonato de sódio na amostra. (Dados: MM: Na = 22,99 g mol<sup>-1</sup>, H = 1,01g mol<sup>-1</sup>, C = 12,01g mol<sup>-1</sup> e O = 15,98 g mol<sup>-1</sup>)



- a) 23,25                      b) 34,51                      c) 93,00                      d) 83,90                      e) 46,50

3. Observe as afirmações abaixo e responda.

I) O formaldeído apresenta o átomo de carbono com hibridização sp<sup>2</sup> e geometria trigonal plana. Os ângulos de ligação H-C-H e H-C=O para este composto são 109,5° e 120°, respectivamente.

II) Numa série homóloga de hidrocarbonetos saturados, os pontos de ebulição se elevam à medida que a cadeia carbônica aumenta devido à intensificação das forças de dispersão, portanto, à temperatura ambiente, o etano é um gás, o hexano é um líquido e o docosano é um sólido.

III) O tetracloreto de carbono e o diclorometano são compostos apolares que apresentam pontos de ebulição mais baixos que do fluorometano, que é polar.

IV) O etanol apresenta maior viscosidade que o glicerol por formar um maior número de ligações de hidrogênio intermoleculares.

V) Os compostos metano, amônia e água apresentam os átomos de carbono, nitrogênio e oxigênio com geometrias tetraédrica, pirâmide trigonal e angular, respectivamente, devido às forças repulsivas, de acordo com o modelo de repulsão dos pares eletrônicos da camada de valência.

Assinale o item que apresente TODAS as afirmações verdadeiras descritas.

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

4. São feitas três afirmações:

I. Pela capilaridade, o menisco do mercúrio apresenta concavidade para baixo, enquanto que o da água, concavidade para cima, quando os dois estão em uma pipeta de vidro.

II. É mais fácil um mosquito afundar pousando em bromofórmio que clorofórmio.

III. A água a 100 °C é mais viscosa que a 50 °C.

IV. O ponto de ebulição da acetonitrila (CH<sub>3</sub>CN, |μ<sub>R</sub>| = 3,9 D) é maior que o da acetaldeído (CH<sub>3</sub>CHO, |μ<sub>R</sub>| = 2,91 D).

Destas afirmações, são verdadeiras:

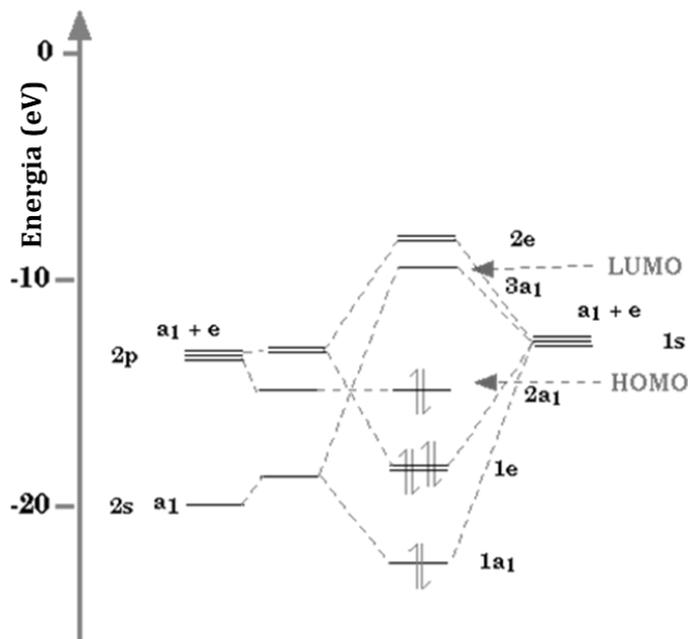
- a) I e IV                      b) I e II                      c) III e IV                      d) II e III                      e) Todas

### Nível II

5. Dentre os pares abaixo, assinale o que não é formado por alótropos:

- a) Diamante e grafeno.                      b) Fósforo branco e fósforo vermelho.  
c) Dioxigênio e ozônio.                      d) Enxofre ortorrômbico e enxofre monoclinico.  
e) Fulereo e grafite.

6. O diagrama de orbitais moleculares abaixo se refere à:



- a) HCl                      b) N<sub>2</sub>                      c) H<sub>2</sub>O                      d) CH<sub>4</sub>                      e) NH<sub>3</sub>

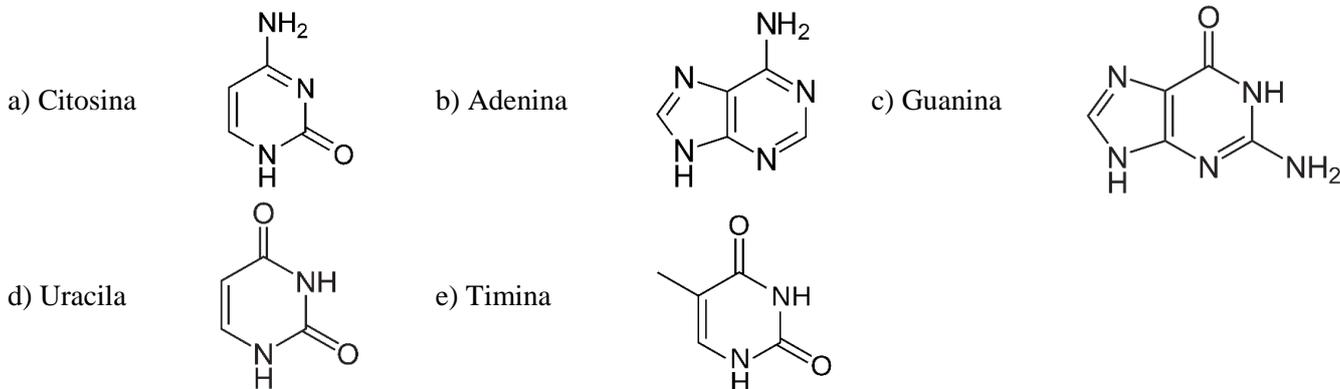
7. Ao preparar uma solução tampão, um analista misturou 80 mL de uma solução de formiato de sódio (8,6 g do sal em 0,25 kg de água) com 30 mL de ácido fórmico (85 % ; d = 1,195 g. mL<sup>-1</sup>) em seguida transferiu a mistura para um balão volumétrico de 250 mL e aferiu com água milli-Q. Qual o pH da solução resultante?

- a) 5,38                      b) 2,10                      c) 2,53                      d) 4,96                      e) 3,74

8. Com relação a volumetria ácido base marque o item correto. (Considere a temperatura de 25°C)

- a) Um indicador de pH em uma titulação ácido-base tem a função de mostrar o ponto de equivalência em um experimento de titulação.  
 b) A titulação de um ácido forte com uma base fraca apresenta, em seu ponto de equivalência, um pH igual a 7.  
 c) A titulação de um ácido forte com uma base forte apresenta, em seu ponto de equivalência, um pH igual a 7.  
 d) A fenolftaleína é um indicador universal para titulações ácido-base.  
 e) O pH no ponto de equivalência de uma titulação independe do tipo de ácido ou base utilizada no experimento.

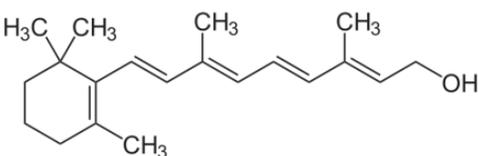
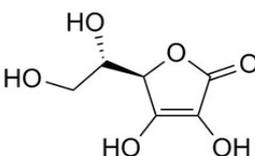
9. Uma amostra contendo 2,000 gramas de uma base nitrogenada foi submetida à análise de combustão, dando origem à 0,857 g de H<sub>2</sub>O, 3,490 g de CO<sub>2</sub> e 0,444 g de N<sub>2</sub>. A partir destes dados, pode-se afirmar que a base nitrogenada é:



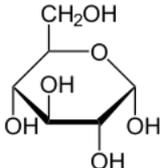
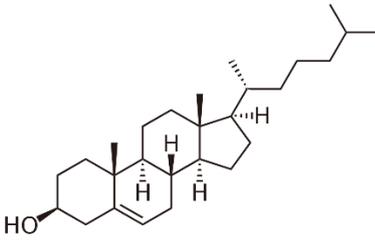
10. Um fóton tem energia mínima necessária para promover transição eletrônica no íon <sup>4</sup>He<sup>+</sup> de n<sub>1</sub> = 2 → n<sub>2</sub> = 12. Este mesmo fóton, ao colidir com um átomo de hidrogênio no estado fundamental levará o elétron, no máximo, para o nível:

- a) n<sub>2</sub> = 2                      b) n<sub>2</sub> = 3                      c) n<sub>2</sub> = 4                      d) n<sub>2</sub> = 5                      e) n<sub>2</sub> = 6

11. Com respeito à solubilidade dos compostos, assinale a alternativa que represente somente os compostos menos solúveis em água em cada item.

I)  **1** e  **2**

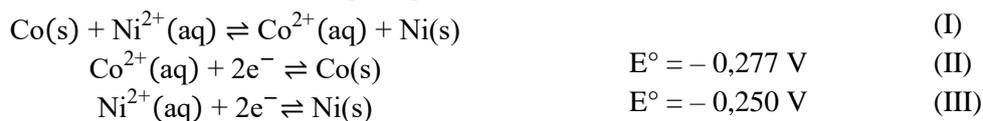
II)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$  **3** e  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CO}_2\text{H}$  **4**

III)  **5** e  **6**

IV)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$  **7** e  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$  **8**

- a) 1, 3, 5, 7      b) 1, 4, 6, 8      c) 1, 4, 6, 7      d) 2, 3, 5, 8      e) 2, 4, 6, 7

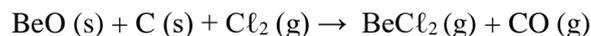
12. Uma célula voltaica, com reação global I, opera a 25 °C. Considerando processo reversível e os potenciais padrões das semirreações II e III, determine o valor da relação  $\frac{[\text{Ni}^{2+}]}{[\text{Co}^{2+}]}$ , para que o potencial da célula seja 0,054 V.



- a) 0,12      b) 0,03      c) 8,20      d) 1,00      e) 0,92

### Nível III

13. O óxido de berílio, reage com cloro na presença de carbono em uma faixa de temperatura entre 600 a 800 °C de acordo com a equação abaixo.



O ponto de fusão do cloreto de berílio, produto da reação, é de 399 °C. A 25 °C, a hibridação do átomo de berílio no  $\text{BeCl}_2$ , é:

- a) sp      b)  $\text{sp}^2$       c)  $\text{sp}^3$       d)  $\text{sp}^3\text{d}$       e)  $\text{sp}^3\text{d}^2$

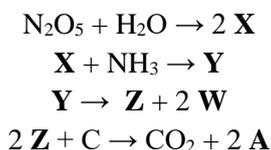
14. Uma piscina de dimensões 4 m x 6 m x 1,8 m com 80% de sua capacidade preenchida com água de pH 6,5 recebeu 100 mm de chuva ácida na qual se dissolveram 125 ppm de  $\text{SO}_3$  presentes na atmosfera local. Quantos kg de óxido de cálcio são necessários para corrigir o pH da água da piscina (após receber a chuva ácida) para 6,0?

Dados: Pressão parcial da água à 25 °C = 0,0313

$K_H$  para o  $\text{SO}_2$  a 25 °C = 1,24

- a) 4,38      b) 0,44      c) 5,94      d) 0,042      e) 6,38

15. Dadas as seguintes equações:



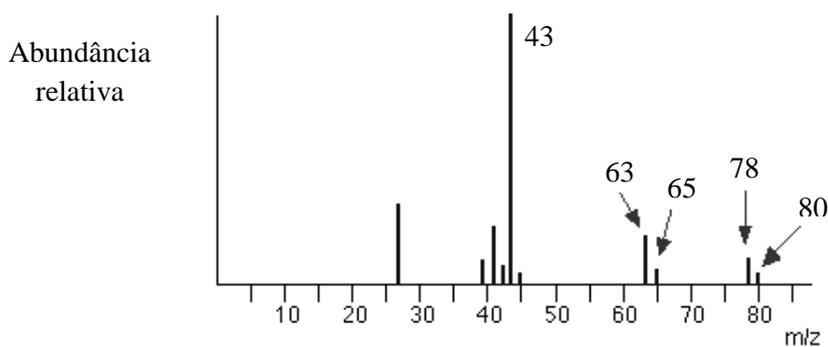
Pode-se afirmar que os compostos **Z**, **W** e **A** são, respectivamente:

- a)  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{H}_2$  e  $\text{N}_2\text{O}_2$                       b)  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{N}_2$                       c)  $\text{NO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{N}_2\text{O}_4$   
d)  $\text{N}_2\text{O}_4$ ,  $\text{H}_2$  e  $\text{N}_2\text{O}$                       e)  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{HNO}_3$

16. A água do rio Dan na Rússia tem elevados níveis de dureza. Uma indústria de vodka utiliza por dia 30000 L de água do citado rio para a geração de calor via caldeira. A fim de tratar adequadamente a água um químico ao analisá-la gastou 7 mL de solução de EDTA que consumiu 12 mL de solução ZnO ( $8,7923 \text{ g L}^{-1}$ ) para reagir com uma alíquota de 10 mL da solução de EDTA e concluiu que seria necessário utilizar 1500 L de uma solução de abrandamento a fim obter uma água com dureza total final de  $3,8 \text{ }^\circ\text{DH}$ . A solução de abrandamento foi preparada utilizando cinzas de barrilha (65 % de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) como soluto. Assinale a alternativa que apresenta a massa total (kg) de  $\text{Na}^+$  da solução de abrandamento. ( $1^\circ\text{DH} = 10 \text{ ppm de CaO}$ )

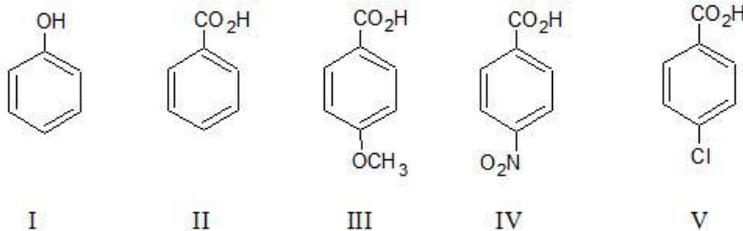
- a) 0,8905                      b) 0,5788                      c) 0,4452                      d) 0,2894                      e) 0,0168

17. O espectro de massa do 2-cloropropano ( $\text{C}_3\text{H}_7\text{Cl}$ ) é mostrado abaixo. Assinale a alternativa que represente os íons formados pela fragmentação deste composto e que dão origem aos sinais de razão massa/carga 43, 65 e 78, respectivamente.



- a)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2^+$                        $\text{H}_3\text{C}-\overset{+}{\text{C}}\text{H}-^{37}\text{Cl}$                        $\text{H}_3\text{C}-\overset{37}{\text{Cl}}^+-\text{CH}-\text{CH}_3$
- b)  $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}-\overset{+}{\text{C}}\text{H}$                        $\text{H}_3\text{C}-\overset{+}{\text{C}}\text{H}-^{35}\text{Cl}$                        $\text{H}_3\text{C}-\overset{35}{\text{Cl}}^+-\overset{\cdot\cdot}{\underset{|}{\text{C}}}\text{H}-\text{CH}_3$
- c)  $\text{H}_3\text{C}-\overset{+}{\text{C}}\text{H}-\text{CH}_3$                        $\text{H}_3\text{C}-\overset{+}{\text{C}}\text{H}-^{37}\text{Cl}$                        $\text{H}_3\text{C}-\overset{37}{\text{Cl}}^+-\overset{\cdot\cdot}{\underset{|}{\text{C}}}\text{H}-\text{CH}_2\text{CH}_3$
- d)  $\text{H}_3\text{C}-\overset{+}{\text{C}}\text{H}-\text{CH}_3$                        $\text{H}_3\text{C}-\overset{+}{\text{C}}\text{H}-^{37}\text{Cl}$                        $\text{H}_3\text{C}-\overset{35}{\text{Cl}}^+-\overset{\cdot\cdot}{\underset{|}{\text{C}}}\text{H}-\text{CH}_3$
- e)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2^+$                        $\text{C}_5\text{H}_5\text{CH}^+$                        $\text{H}_3\text{C}-\overset{35}{\text{Cl}}^+-\overset{\cdot\cdot}{\underset{|}{\text{C}}}\text{H}-\text{CH}_3$

18. A força ácida de um composto numa solução aquosa pode ser estimada considerando a estrutura molecular e os fatores que afetam a acidez. Observe as estruturas dos compostos mostradas abaixo e assinale a alternativa que associe corretamente cada composto ao seu respectivo valor de pKa na sequência: 4,19; 3,41; 4,0; 4,46 e 9,89.



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

19. Considere duas soluções ideais (A e B) constituídas por solventes e solutos diferentes. A água e o benzeno são os solventes das soluções A e B respectivamente. Com base nos dados da tabela abaixo, determine: (I) a concentração dos solutos para que os solventes das soluções apresentem a mesma temperatura de ebulição e (II) a razão entre as concentrações dos solutos das soluções aquosa e orgânica que garanta a mesma elevação ebullioscópica nos solventes.

Solvente	Ponto de ebulição normal / °C	Constante ebullioscópica / °C kg mol <sup>-1</sup>
Água	100,00	0,51
Benzeno	80,10	2,53

- a) 0,10 mol kg<sup>-1</sup>; 1,05      b) 5,70 mol kg<sup>-1</sup>; 0,51      c) 9,85 mol kg<sup>-1</sup>; 4,96  
d) 5,20 mol kg<sup>-1</sup>; 2,55      e) 7,20 mol kg<sup>-1</sup>; 3,02

20. Considere o equilíbrio químico, referente a decomposição do carbonato de cálcio à óxido de cálcio e gás carbônico, a 298 K. Marque a alternativa correta.

- a) O valor da constante de equilíbrio depende da quantidade de carbonato de cálcio presente no equilíbrio.  
b) Independente das quantidades relativas entre carbonato de cálcio e o óxido de cálcio a pressão exercida pelo gás carbônico é a mesma.  
c) Os compostos carbonato de cálcio e o óxido de cálcio não participam do equilíbrio químico.  
d) O aumento da temperatura da reação química em equilíbrio, proporciona diminuição da pressão do gás carbônico.  
e) O equilíbrio químico em questão é homogêneo, pois há somente uma fase nos reagentes.

## QUESTÕES ANALÍTICO-DISCURSIVAS

### QUÍMICA INORGÂNICA

#### PROBLEMA 1

Item	a	b	Total
Pontos	18,5	11,5	30,0

a) Utilizando da teoria de ligação proposta pelo Americano Gilbert Lewis em 1916, dê um exemplo de molécula em cada caso descrito nos itens a seguir. ( $\alpha$ ) uma molécula cujo átomo central apresente orbitais híbridos  $sp^3$  fazendo seis ligações. ( $\beta$ ) uma molécula cujo átomo central apresente orbitais híbridos  $p^3d$  fazendo cinco ligações. ( $\gamma$ ) uma molécula cujo átomo central apresente orbitais híbridos  $sp^3d$  fazendo oito ligações.

b) Utilizando a teoria da repulsão dos pares de elétrons da camada de valência, do Inglês Ronald Gillespie de 1957, desenhe as moléculas ( $\alpha$ ); ( $\beta$ ) e ( $\gamma$ ) encontradas por você acima demonstrando a forma geométrica encontrada e as ligações citadas em cada caso.

#### PROBLEMA 2

Item	a	b	Total
Pontos	9,5	10,5	20,0

a) Identifique a família e o bloco da tabela periódica dos seguintes elementos que apresentam as configurações eletrônicas: ( $\alpha$ )  $[X](n-1)d^3ns^2$ ; ( $\beta$ )  $[X](n-2)f^{14}(n-1)d^{10}ns^2np^2$ ; ( $\gamma$ )  $[X](n-1)d^5ns^1$ ; ( $\delta$ )  $[X](n-2)f^{14}(n-1)d^9ns^1$ ; ( $\epsilon$ )  $[X]ns^2(n-1)d^0$ .

b) Identifique os elementos do item (a) considerando os dados a seguir: ( $\alpha$ ) quando  $n = 4$ ; ( $\beta$ ) quando  $n=6$ ; ( $\gamma$ ) quando  $X = Ar$ ; ( $\delta$ ) quando  $n-2 = 4$  e ( $\epsilon$ ) quando  $n-1 = 3$

### QUÍMICA ANALÍTICA

#### PROBLEMA 3

Item	a	b	Total
Pontos	18,2	13,8	32,0

Em uma determinação de Cu e Pb, por EAA, em uma amostra de óleo lubrificante usado, foram pesados 6,00 g de amostra, dissolvidos em 2-metil-4-pentanona e transferidos para um balão volumétrico de 50,00 mL. A solução resultante foi aspirada em uma chama de ar-acetileno. A curva de calibração para estes elementos foi preparada através da adição de quantidades conhecidas destes metais ao óleo não utilizado e tratados da mesma maneira que a amostra. A tabela abaixo contém as informações sobre as concentrações dos metais na série de padrões, as respectivas medidas de absorvância a 283,3 nm ( $\lambda_{Pb}$ ) e 324,7 nm ( $\lambda_{Cu}$ ), e as absorvâncias relativas à amostra.

Conc. Pb/mg.L <sup>-1</sup>	A%	Conc. Cu/mg.L <sup>-1</sup>	A%
4,00	7,30	1,05	10,1
8,50	15,50	2,40	23,2
12,10	22,0	4,00	39,2
15,20	27,7	5,25	51,4
19,50	35,6	6,27	61,2
<b>amostra</b>	<b>24,7</b>	<b>Amostra</b>	<b>37,1</b>

a) Apresente as equações para as curvas de calibração para o cobre e o chumbo.

b) Calcule os teores (%m/m e ppm) de Cu e Pb na amostra de óleo usado.

#### PROBLEMA 4

Item	a	Total
Pontos	18,0	18,0

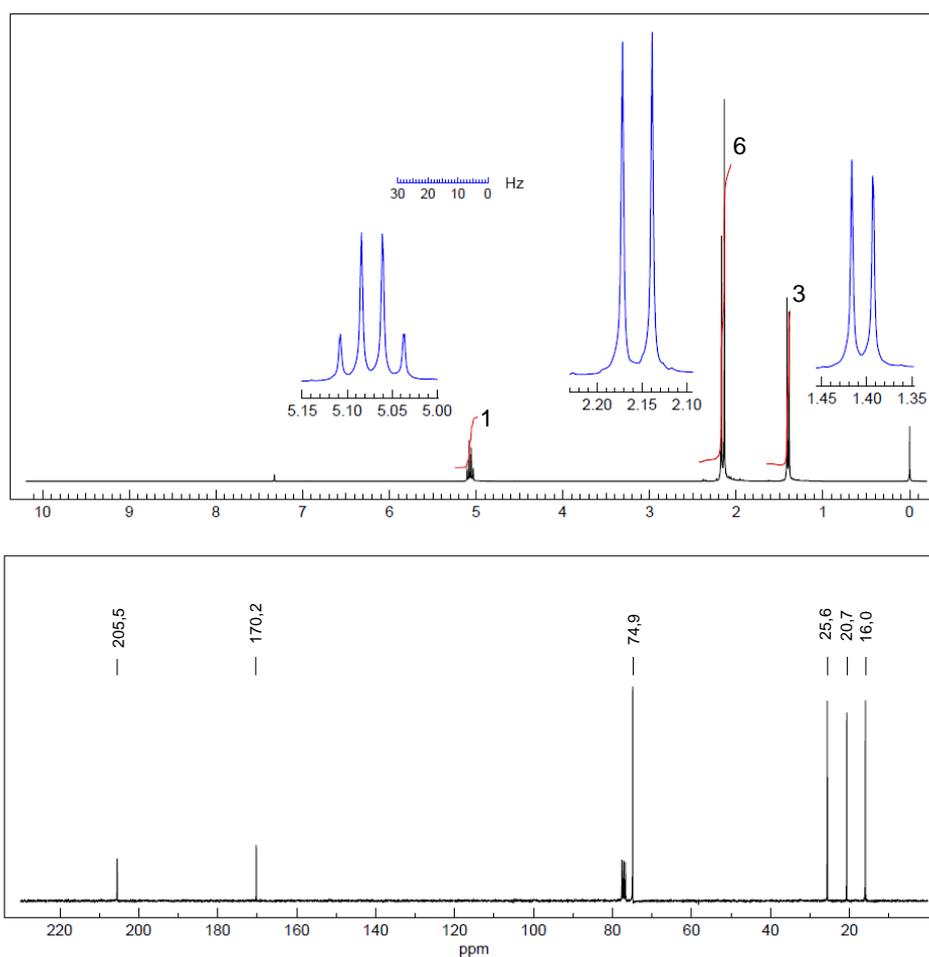
Explique o que é efeito matriz e como fazer para minimizar os erros advindos desse efeito numa análise quantitativa por espectrofotometria de UV-Vis.

### QUÍMICA ORGÂNICA

#### PROBLEMA 5

Item	a	b	c	Total
Pontos	5,2	6,8	7,2	19,2

Os espectros de RMN  $^1\text{H}$  e  $^{13}\text{C}$  de um composto (**1**), de fórmula molecular  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_3$ , obtidos num espectrômetro de RMN operando na frequência de 300 MHz para o  $^1\text{H}$  e de 75 MHz para o  $^{13}\text{C}$  são mostrados a seguir:



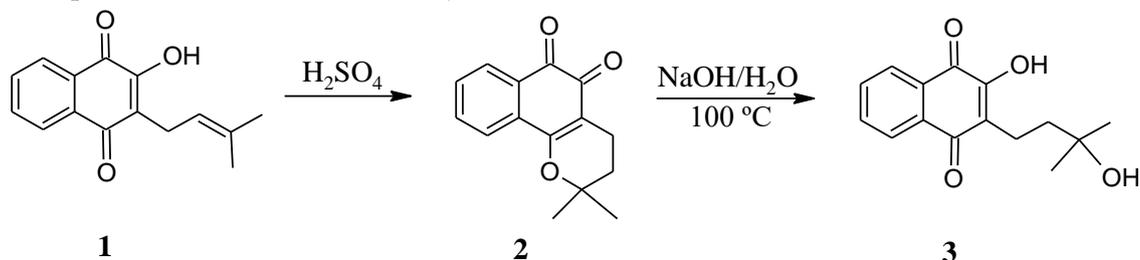
- Mostre o diagrama de acoplamento que justifique as multiplicidades dos hidrogênios observados no espectro de RMN  $^1\text{H}$  do composto **1** e escreva a notação do sistema de spins de Pople.
- Associe os carbonos oxigenados do composto **1** aos seus respectivos valores de deslocamentos químicos observados no espectro de RMN  $^{13}\text{C}$ .
- Por que as frequências utilizadas para a obtenção dos espectros de RMN  $^1\text{H}$  e  $^{13}\text{C}$  são diferentes? Cite uma outra técnica de RMN  $^{13}\text{C}$  unidimensional que permita identificar as multiplicidades dos carbonos na molécula.

## PROBLEMA 6

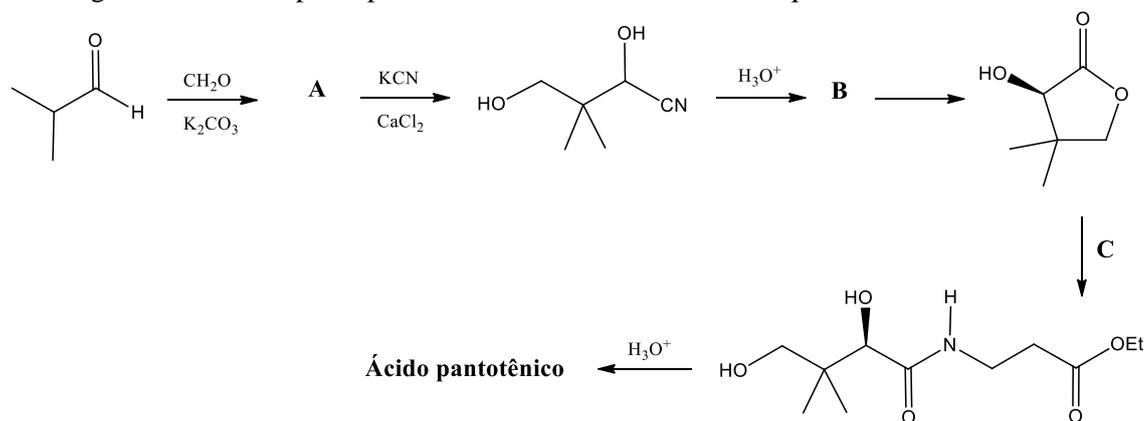
Item	a	b	c	d	Total
Pontos	12,0	6,8	6,0	6,0	30,8

D) O lapachol é uma substância natural pertencente à classe das naftoquinonas. Este composto pode ser extraído facilmente da serragem do ipê utilizando uma solução alcalina de carbonato de sódio ou de bicarbonato de sódio. A reação do lapachol (**1**) com ácido sulfúrico concentrado fornece a  $\beta$ -lapachona (**2**), enquanto que o hidróxi-lapachol (**3**) pode ser obtido por reação da  $\beta$ -lapachona com hidróxido de sódio 5% sob aquecimento, de acordo com o esquema reacional abaixo.

a) Proponha os mecanismos de formação de **2** e **3**.



II) O ácido pantotênico é essencial na síntese da coenzima A, que por sua vez é um cofator no metabolismo dos ácidos graxos. Esse composto pode ser obtido de acordo com o esquema reacional abaixo.



b) Proponha as estruturas dos compostos **A**, **B**, **C** e do ácido pantotênico.

c) Proponha o mecanismo de formação de **B**.

d) Proponha o mecanismo de formação da lactona.

## FÍSICO-QUÍMICA

### PROBLEMA 7

Item	a	B	Total
Pontos	6,0	14,0	20,0

Uma amostra gasosa pura e desconhecida foi submetida a uma série de experimentos para determinar sua estrutura molecular. (I) Uma quantidade conhecida da amostra foi queimada na presença de  $O_2$  em excesso. A análise dos produtos da combustão mostrou que foram formados 0,675 g de  $H_2O$  e 1,320 g de  $CO_2$ . (II) A  $27^\circ C$ , a dependência linear da pressão do gás desconhecido sobre a sua massa específica apresentou tangente igual a  $0,424 \text{ atm L.g}^{-1}$ .

a) Determine a menor proporção entre os elementos do composto gasoso desconhecido.

b) Qual a fórmula molecular do composto gasoso.

**PROBLEMA 8**

Item	a	b	c	Total
Pontos	8,0	12,0	10,0	30,0

Considere a reação balanceada de isomerização  $A \rightarrow B$

O estudo da cinética desta reação, pelo método das velocidades iniciais, fornece o seguinte conjunto de dados:

$[A]_0 / \text{mol}\cdot\text{L}$	0,102	0,205	0,306
$10^4 \cdot V_0 / \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$	2,65	5,33	7,96

Outro estudo, monitorando a concentração de A em função do tempo, fornece o seguinte conjunto de dados:

$[A]_0 / \text{mol}\cdot\text{L}$	0,200	0,196	0,192	0,189	0,186
$t / \text{s}^{-1}$	0,0	30,0	60,0	90,0	120,0

- a) Determine a lei de velocidade pelo método das velocidades iniciais de reação.
- b) Sabendo que ocorre o equilíbrio  $A \rightleftharpoons B$ , demonstre que a lei de velocidade para essa reação pode ser expressa por:

$$\ln \left( \frac{[A]_0 - [A]_{Eq}}{[A] - [A]_{Eq}} \right) = (k_{Dir} + k_{Inv}) \cdot t$$

- c) Determine o valor da constante de equilíbrio para a reação, baseado nos dois conjuntos de dados obtidos.

<b>FORMULÁRIO</b>			
Gás de van der Waals	$p = \frac{RT}{\bar{V} - b} - \frac{a}{\bar{V}^2}$	$T_B = \frac{a}{Rb}$	$T_C = \frac{8a}{27Rb}$
Efeito fotolétrico	$E_{INC} = \phi + E_{CIN}$	$E_{Fóton} = h\nu$	$E_{Fóton} = \frac{hc}{\lambda}$
Transição Eletrônica	$\frac{1}{\lambda} = Z^2 R_H \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$		
Eletroquímica	$\Delta G = -nFE$	$E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \cdot \ln Q$	
1ª Lei da Termodinâmica	$U = w + q$	$\mu_{JT} = \left( \frac{\partial T}{\partial p} \right)_H \cong \frac{\Delta T}{\Delta p}$	$q = \int_{T_i}^{T_f} n \overline{C(T)} dt$
	$U = q_v$	$H = q_p$	
Potencial químico ( $\mu$ )	$\mu = \bar{V} dp - \bar{S} dT + \sum_{i=1}^n \mu_i dn$	$\mu = \mu^\circ + RT \ln \left( \frac{p}{p^\circ} \right)$	
Relações da atividade	$a_1 = \gamma_1 M_1$		
Lei de Raoult	$P_1 = P_1^{Puro} a_1$ ou $P_1 = P_1^{Puro} x_1$ (Solução ideal)		
Ebulioscopia	$\Delta T_{Eb} = i K_{Eb} W_1$		
Constante de Planck (h)	$h = 6,626 \cdot 10^{-34} J \cdot s$		
Constante e Rydeberg ( $R_H$ )	$1,097 \cdot 10^7 m^{-1}$		
Constante dos Gases Ideais (R)	$0,08206 \cdot atm \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} = 8,314 \cdot J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$		