

Olimpíada de Química do Distrito Federal

Modalidade B

**TABELA DE CONSTANTES**

1. Constantes matemáticas

$$e = 2,72$$

$$\pi = 3,14$$

$$\log 2 = 0,30$$

$$\log 3 = 0,48$$

$$\log 5 = 0,70$$

$$\log 7 = 0,84$$

2. Constantes fundamentais da Física

<b>NOME DA CONSTANTE</b>	<b>VALOR</b>
Carga elétrica elementar (e)	$1,62 \times 10^{-19} \text{ C}$
Constante de Boltzmann ( $k_B$ )	$1,38 \times 10^{-23} \text{ J.K}^{-1}$
Constante de Faraday (F)	$9,65 \times 10^4 \text{ C.mol}^{-1}$
Constante de Planck (h)	$6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$
Constante de Stefan ( $\sigma$ )	$5,67 \times 10^{-8} \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$
Constante dos gases (R)	$8,31 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1} = 0,082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$
Elétron-volt (eV)	$1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$
Massa do elétron ( $m_e$ )	$9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Massa do nêutron ( $m_n$ )	$1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Massa do próton ( $m_p$ )	$1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Momento magnético de Bohr ( $\mu_B$ )	$9,27 \times 10^{-24} \text{ J.T}^{-1}$
Número de Avogadro ( $N_A$ )	$6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Permeabilidade elétrica no vácuo ( $\epsilon_0$ )	$8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2.\text{N}^{-1}.\text{m}^{-2}$
Permeabilidade magnética no vácuo ( $\mu_0$ )	$4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m.A}^{-1}$
Raio de Bohr (a)	$0,53 \times 10^{-10} \text{ m}$
Unidade de massa atômica (u)	$1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Velocidade da luz no vácuo (c)	$3,00 \times 10^5 \text{ km/s}$
Volume molar nas CNTP	$22,71 \text{ L.mol}^{-1}$

Olimpíada de Química do Distrito Federal

Modalidade B

PARTE OBJETIVA

1) Considere os compostos acetato de sódio (I), etóxido de sódio (II) e acetamida (III). Assinale a alternativa que contém a ordem crescente de basicidade desses compostos.

a) I < II < III

c) II < III < I

e) III < I < II

b) I < III < II

d) III < II < I

2) Sabendo que a entalpia de formação da água é  $-285,8 \text{ kJ.mol}^{-1}$ , que a entalpia de combustão do etano é igual a  $-1528,2 \text{ kJ.mol}^{-1}$  e que a entalpia de combustão do eteno é igual a  $-1378,4 \text{ kJ.mol}^{-1}$ , o calor de hidrogenação do eteno é igual a:

a)  $-3192,4 \text{ kJ.mol}^{-1}$

d)  $-2620,8 \text{ kJ.mol}^{-1}$

b)  $-435,6 \text{ kJ.mol}^{-1}$

e)  $-136,0 \text{ kJ.mol}^{-1}$

c)  $-506,0 \text{ kJ.mol}^{-1}$

3) O pH de uma solução de HCl  $10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$  é, aproximadamente:

a) 6,0

b) 7,0

c) 8,0

d) 9,0

e) 10,0

4) O fosgênio ( $\text{COCl}_2$ ) é uma substância que foi muito utilizada nas guerras para gerar mal-estar nos adversários. O fosgênio, quando hidrolisado, leva à formação de um produto gasoso capaz de causar irritações nas mucosas mesmo em baixas concentrações. Assinale a alternativa que corresponde ao composto em questão.

a) HCl

c)  $\text{H}_3\text{CCOCl}$

e)  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$

b)  $\text{C}(\text{OH})_2\text{Cl}_2$

d)  $\text{CCl}_4$

5) Ao adicionar brometo de hidrogênio ao 4,5-dimetil-hex-3-eno forma-se o composto:

a) 3-bromo-4,5-dimetil-hexano

b) 3-bromo-2,3-dimetil-hexano

c) 4-bromo-4,5-dimetil-hexano

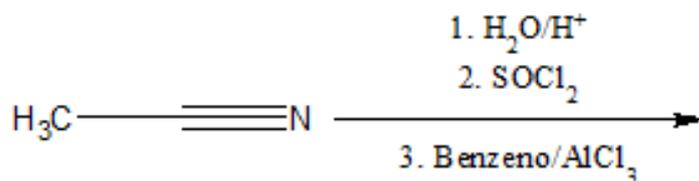
d) 3-bromo-2,3-dimetilpentano

e) 4-bromo-5-metil-hexano

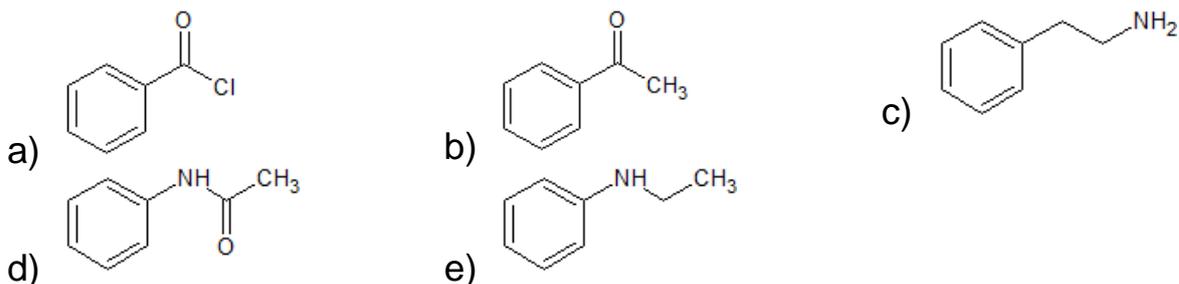
Olimpíada de Química do Distrito Federal

Modalidade B

6) Considere a seguinte síntese orgânica:



O produto obtido será:



7) Quimenes efetuou uma titulação ácido-base em laboratório. Para tanto, ela pesou 2,0 gramas de uma amostra NaOH e observou que uma alíquota de 15 mL de uma solução de 100 mL desse material consumiu, durante a titulação, 25 mL de uma solução  $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$  de ácido sulfúrico. Qual seria a pureza **aproximada** do NaOH? Considere que as impurezas desse material não reagiram com o ácido.

- a) 30%                      c) 50%                      e) 70%  
b) 40%                      d) 60%

**Espaço reservado para cálculos**

Olimpíada de Química do Distrito Federal

Modalidade B

8) Para uma reação representada pela equação genérica  $A + B \rightarrow C + D$  foram obtidos os seguintes dados cinéticos:

Número do experimento	[A] mol L <sup>-1</sup>	[B] mol L <sup>-1</sup>	Velocidade mol L <sup>-1</sup> min <sup>-1</sup>
1	0,6	0,9	0,85
2	0,6	1,8	1,70
3	0,6	2,7	2,40
4	1,2	0,9	3,40
5	1,8	0,9	7,65

Com base nas informações da tabela acima, assinale a alternativa que indica corretamente as potências às quais estão elevadas as concentrações de A e B e o valor da constante, em mol.L<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, na lei de velocidade da reação (lei de taxa da reação).

a) 2; 0; 1,18

c) 2; 1; 2,62

e) 1; 2; 6,99

b) 1; 1; 3,14

d) 4; 1; 0,82

**Espaço reservado para cálculos**

## Olimpíada de Química do Distrito Federal

### Modalidade B

9) O hidróxido de amônio é uma substância amplamente utilizada na indústria química, embora esta seja extremamente nociva à saúde humana. Suponha uma solução aquosa  $0,001 \text{ mol.L}^{-1}$  de  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Analise as proposições a seguir, considerando que a constante de acidez ( $K_a$ ) do hidróxido de amônio à temperatura ambiente é, aproximadamente,  $10^{-9}$ .

- I. O pOH da solução é 9, o que indica que a solução é básica.
- II. A concentração de íons  $\text{OH}^-$  na solução é  $10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ , conseqüentemente o pH desta é 10.
- III. O baixo grau de dissociação do hidróxido de amônio, nas condições enunciadas, indica que ele é uma base fraca.
- IV. O hidróxido de amônio é uma base forte, pois ele é solúvel em água e possui baixo grau de dissociação.

Estão corretas:

- |                             |                                |
|-----------------------------|--------------------------------|
| a) As alternativas I e II   | d) As alternativas I, II e III |
| b) As alternativas II e III | e) Todas as alternativas       |
| c) As alternativas III e IV |                                |

10) Um nuclídeo instável hipotético transmuta emitindo partículas alfa e beta numa série radioativa com certa velocidade. Sabe-se que o número atômico desse elemento cai de 145 para 126 e o número de massa cai de 356 para 296 e que a função que descreve o decaimento é:

$$N(t) = N_0 e^{-0,5t}$$

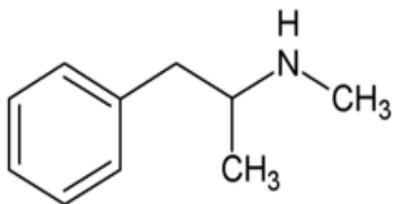
Na equação acima,  $N$  representa uma quantidade de material radioativo,  $N_0$  é a quantidade inicial e  $t$  é o tempo em minutos. O número de partículas alfa, o número de partículas beta liberadas na série radioativa e o tempo de meia vida do material são, respectivamente:

- a) 15, 11,  $\ln 4$
- b) 14, 12,  $\ln \left(\frac{1}{2}\right)$
- c) 15, 12,  $\ln 2$
- d) 15, 12,  $\ln 4$
- e) 14, 11,  $\ln \left(\frac{1}{2}\right)$

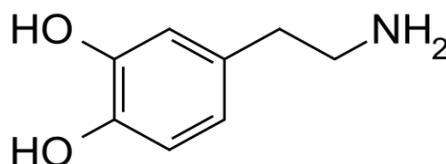
Olimpíada de Química do Distrito Federal

Modalidade B

- 11) "Apesar de tanto as metanfetaminas quanto a cocaína serem psicoestimulantes, elas se comportam de maneiras diferentes a nível celular. As metanfetaminas estimulam a produção de dopamina e são, por si próprias, semelhantes ao neurotransmissor. Já a cocaína é, principalmente, um inibidor da recaptação da dopamina. No final das contas, ambas as drogas causam o mesmo efeito, porém as metanfetaminas têm um potencial de danos aos neurônios maior e mais rápido."



Metanfetamina

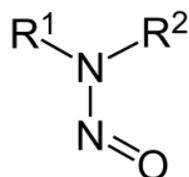


Dopamina

<http://www.testededrogas.com/asdrogas.php?droga=metanfetaminas>

Com relação às aminas mencionadas no texto, bem como suas reações, propriedades e classificação, é correto afirmar que:

- a metanfetamina pode reagir com ácido bromídrico formando sal e água;
- a metanfetamina pode reagir com ácido nitroso formando N-nitrosoaminas e água, que são caracterizadas pela ligação entre os nitrogênios da amina e do  $\text{HNO}_2$  diretamente ligado ao oxigênio por uma dupla ligação;



- a dopamina pode ser obtida pela reação de redução de uma amida monossobstituída ou pela redução de uma nitrila;
- aminas alifáticas são menos básicas do que aminas aromáticas, tornando o par de elétrons mais disponível para uma reação ácido-base de Lewis;
- uma molécula de metanfetamina não é capaz de desviar o plano da luz polarizada.

## Olimpíada de Química do Distrito Federal

### Modalidade B

12) O sangue é essencial para o funcionamento do organismo humano. Uma das funções do sangue arterial é o transporte do oxigênio dos pulmões para as células. No sentido inverso, o sangue venoso transporta o gás carbônico liberado pelo metabolismo das células para os pulmões. Para que as trocas gasosas sejam efetivas, o sangue deve estar tamponado com pH próximo de 7,4. Um dos sistemas que contribui para este tamponamento é o sistema tampão ácido carbônico/bicarbonato, através do equilíbrio ácido-base demonstrado abaixo:



Em relação ao assunto acima abordado, analise as afirmações:

- I. a capacidade tamponante do sistema tampão ácido carbônico/bicarbonato depende apenas da concentração total dos dois componentes que o constitui;
- II. a produção de ácido láctico no tecido muscular durante um exercício físico vigoroso não acarreta alterações no equilíbrio químico acima citado;
- III. considere que no plasma sanguíneo as concentrações normais de bicarbonato e ácido carbônico são de, aproximadamente,  $0,024 \text{ mol.L}^{-1}$  e  $0,0012 \text{ mol.L}^{-1}$ , respectivamente. Para que o pH sanguíneo seja mantido próximo ao ideal, o tampão ácido carbônico/bicarbonato deve possuir  $\text{pK}_a \approx 6,1$ .
- IV. A velocidade respiratória pode ajustar o equilíbrio acima, mantendo o pH praticamente inalterado.

A alternativa correta é:

- a) Todas as afirmações estão corretas.
- b) Apenas a informação ii está incorreta.
- c) As alternativas i, iii estão corretas.
- d) A alternativa iii e iv estão corretas.
- e) Todas as afirmações estão incorretas.

**Espaço reservado para cálculos**

Olimpíada de Química do Distrito Federal

Modalidade B

13) As proteínas, macromoléculas formadas por aminoácidos, são compostos orgânicos de alto peso molecular. Elas representam cerca de 50 a 80% do peso seco da célula sendo, portanto, o composto orgânico mais abundante da matéria viva. Sobre as características estruturais e químicas das proteínas, foram feitas as seguintes afirmações:

- I. a estrutura secundária mais comum em proteínas é a hélice- $\alpha$ , uma conformação helicoidal de cadeia polipeptídica fixada por ligações de hidrogênio;
- II. as proteínas são formadas por 20 aminoácidos principais, estes são opticamente ativos e diferem entre si apenas nas cadeias laterais;
- III. os aminoácidos das proteínas são unidos covalentemente por meio de ligações peptídicas, tal reação ocorre com a perda de uma molécula de água, portanto, as proteínas são copolímeros de condensação;
- IV. em meio aquoso com pH próximo a 7, os aminoácidos apresentam-se na forma de um *zwitterion*, isto é, como um íon dipolar.

A alternativa correta é:

- a) Todas as afirmações estão corretas.
  - b) As afirmações I, II e III estão corretas.
  - c) As afirmações I, III e IV estão corretas.
  - d) As afirmações II e IV estão incorretas.
  - e) Todas as afirmações estão incorretas.
- 14) Em uma solução de ácido pirofosfórico ( $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ) de pH igual 6,0 e concentração molar  $c$ , a concentração do íon  $\text{HP}_2\text{O}_7^{3-}$  é aproximadamente igual a:

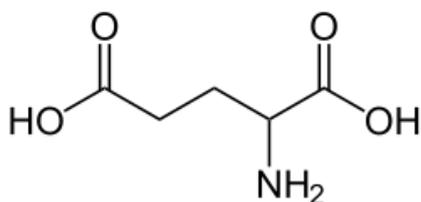
**Dados:**  $K_{a1}(\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7) = 3,0 \times 10^{-2}$ ,  $K_{a2}(\text{H}_3\text{P}_2\text{O}_7^-) = 4,4 \times 10^{-3}$ ,  
 $K_{a3}(\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7^{2-}) = 2,5 \times 10^{-7}$ ,  $K_{a4}(\text{HP}_2\text{O}_7^{3-}) = 5,6 \times 10^{-10}$

- a)  $0,05c$
- b)  $0,10c$
- c)  $0,15c$
- d)  $0,20c$
- e)  $0,25c$

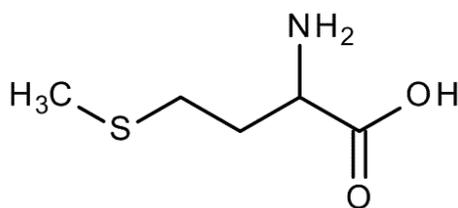
Olimpíada de Química do Distrito Federal

Modalidade B

- 15) Sobre os aminoácidos apresentados abaixo, assinale a alternativa incorreta.



Ácido Glutâmico



Metionina

- É possível separar os dois aminoácidos por eletroforese em pH fracamente ácido.
  - No processo de tradução do mRNA, em eucariotos, o primeiro aminoácido do peptídeo sintetizado é a metionina. A cadeia carbônica desse aminoácido é classificada como acíclica, normal, heterogênea e saturada.
  - O nome IUPAC do ácido glutâmico é ácido 2-aminopentanodioico. Esse ácido apresenta 2 isômeros opticamente ativos e 1 isômero opticamente inativo.
  - A metionina apresenta os grupos funcionais ácido carboxílico, amina e tioéter.
  - A estrutura quaternária de diversas proteínas é mantida por resíduos de metionina, devido à formação de ligações covalentes entre os átomos de enxofre, denominadas pontes dissulfeto.
- 16) Cinco frascos rotulados de **A** a **E** contêm as seguintes substâncias: But-1-ino, But-2-ino, álcool t-butílico, butan-1-ol e etoxietano. Alguns testes foram feitos para a identificação da substância contida em cada frasco.
- Ao se adicionar sódio metálico às substâncias dos frascos, houve liberação de gás em **A**, **D** e **E**;
  - As substâncias contidas nos frascos **A** e **B** descolorem uma solução de  $\text{Br}_2/\text{CCl}_4$ ;
  - Utilizando uma solução ácida de  $\text{CrO}_3$ , observou-se a formação de um precipitado verde para a substância do frasco **E**.

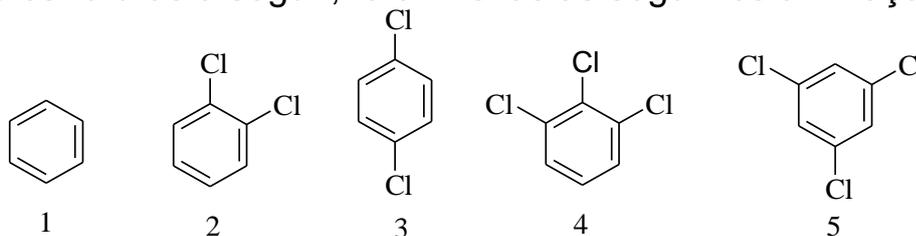
Os frascos de **A** a **E** contêm, respectivamente:

- But-1-ino, But-2-ino, etoxietano, butan-1-ol e álcool t-butílico.
- But-1-ino, But-2-ino, etoxietano, álcool t-butílico e butan-1-ol.
- But-2-ino, But-1-ino, butan-1-ol, álcool t-butílico e etoxietano
- But-2-ino, But-1-ino, etoxietano, álcool t-butílico e butan-1-ol.
- But-1-ino, But-2-ino, álcool t-butílico, butan-1-ol e etoxietano

## Olimpíada de Química do Distrito Federal

### Modalidade B

17) Sobre as estruturas a seguir, foram feitas as seguintes afirmações:



- I. as interações dipolo-dipolo diminuem rapidamente com a distância, especialmente nas fases líquida e gasosa, em que as moléculas estão em rotação. Todas as moléculas acima participam de interações do tipo dipolo-dipolo;
- II. a ordem decrescente dos pontos de ebulição dos compostos é  $4 > 5 > 2 > 3 > 1$ ;
- III. os compostos 2 e 3 são isômeros de posição e possuem o mesmo ponto de ebulição;
- IV. os compostos 1, 3 e 5 possuem momento dipolar resultante igual a zero.

A alternativa correta é:

- a) Todas as afirmações estão corretas.
  - b) As afirmações II e IV estão corretas.
  - c) As afirmações II, III e IV estão corretas.
  - d) As afirmações I e II estão incorretas.
  - e) Todas as afirmações estão incorretas.
- 18) Um técnico de laboratório recebeu um resíduo químico de um laboratório de inorgânica. O professor responsável pelo laboratório informou que o resíduo poderia conter os seguintes cátions:  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Sr}^{2+}$  e  $\text{Cd}^{2+}$ . Para realizar o tratamento de forma correta, o técnico realizou alguns testes para identificar os cátions presentes no resíduo.
- I. Uma alíquota foi retirada e a ela foi adicionado ácido clorídrico em excesso. Não houve formação de nenhum precipitado.
  - II. Tioacetamida foi então adicionada, observando-se a formação de um precipitado amarelo.
  - III. Após a separação do precipitado por centrifugação, carbonato de sódio foi adicionado ao sobrenadante, sendo formado um precipitado branco.

Quais os cátions presentes no resíduo analisado?

- |                                     |  |  |
|-------------------------------------|--|--|
| a) $\text{Ag}^+$ , $\text{Sr}^{2+}$ | c) $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Cd}^{2+}$ | e) $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ |
| b) $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Ag}^+$ | d) $\text{Sr}^{2+}$ e $\text{Cd}^{2+}$ |  |

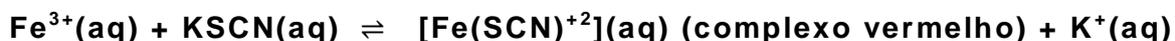
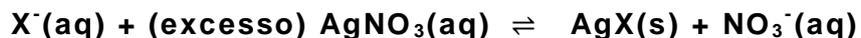
## Olimpíada de Química do Distrito Federal

### Modalidade B

19) Qual dos seguintes metais poderia ser utilizado como proteção catódica de alumínio contra corrosão?

- a) Cu                      b) Mg                      c) Ag                      d) Zn                      e) Hg

20) "O método de Volhard consiste em precipitar o haleto com um excesso de solução padrão de  $\text{AgNO}_3$  e, então, titular a prata residual em meio ácido com uma solução padrão auxiliar de tiocianato de potássio, usando  $\text{Fe}^{3+}$  como indicador do ponto final. O ponto final será indicado pela formação de um complexo vermelho com um leve excesso de íons tiocianato."



<http://www.ufjf.br/nupis/files/2011/08/aula-6-Volumetria-de-precipita%C3%A7%C3%A3o-SITE-2011.2.pdf>

Com relação às informações do texto, interprete a seguinte situação utilizando o método de retrotitulação de Volhard. Uma amostra de 30 mL de concentração desconhecida de NaBr foi preparada no laboratório. A esta primeira solução foram adicionados 15 mL de uma solução de nitrato de prata  $0,65 \text{ mol.L}^{-1}$  para houvesse a precipitação do AgBr. Em seguida, titulou-se o excesso de prata com KSCN  $0,4 \text{ mol.L}^{-1}$ . Precisou-se de apenas 10,7 mL de KSCN para que a solução adquirisse coloração avermelhada. Qual é a concentração aproximadamente em  $\text{g.L}^{-1}$  da solução de NaBr?

- a) 18,8                      c) 18,3                      e) 18,0  
b) 17,9                      d) 19,1

**Espaço reservado para cálculos**

## Olimpíada de Química do Distrito Federal

### Modalidade B

### PARTE DISCURSIVA

- 1) O urânio é um metal cinza que pode ser dissolvido em ácidos diluídos, formando íons urânio(IV),  $U^{4+}$ , e hidrogênio. Os íons urânio(IV) podem ser facilmente oxidados ao estado hexavalente, que é o seu estado de oxidação mais estável. Neste estado de oxidação, em solução aquosa, dois íons podem se formar, dependendo das condições de acidez do sistema. Estes são o cátion uranilo,  $UO_2^{2+}$ , e o ânion diuranato,  $U_2O_7^{2-}$ .
- a) Escreva o equilíbrio que envolve as duas espécies de urânio(VI) em meio aquoso e apresente qual espécie será predominante em uma solução de ácido nítrico, justificando sua resposta por meio de equações químicas.
- b) Quando nitrato de uranilo é dissolvido em água e, posteriormente, adicionado a uma solução aquosa de hidróxido de sódio, há precipitação de um precipitado amorfo amarelado. Qual é a fórmula química e o nome do composto insolúvel? Escreva a equação química completa e balanceada para a reação em questão.
- c) Plutônio-238 pode ser sintetizado a partir do isótopo 238 de urânio por meio de uma rota sintética relativamente simples. Primeiramente, o átomo de urânio-238 é bombardeado com um átomo de deutério para formação do neptúnio-238. Este núcleo decai por emissão beta, originando o núcleo artificial desejado. A partir dessa breve descrição, escreva as equações químicas para a síntese do Pu-238 a partir do U-238.
- d) Dois óxidos de urânio apresentam, respectivamente, 88% e 83% em massa de oxigênio. Determine suas fórmulas e dê seus nomes. Mostre os cálculos realizados para justificar a resposta.

## Olimpíada de Química do Distrito Federal

### Modalidade B

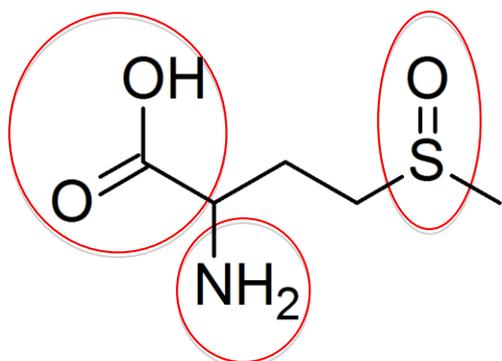
- 2) Uma solução de concentração desconhecida de ácido fluorídrico apresenta, a 25°C, pressão osmótica igual a 2,64 atm. Uma alíquota de 10 mL dessa solução foi transferida para um erlenmeyer juntamente com 40 mL de água destilada. A solução foi então titulada utilizando uma solução 0,05 mol.L<sup>-1</sup> de KOH. Ao final da titulação, foram gastos 20 mL da solução da base.
- Apresente a equação química referente à titulação feita, nomeando os produtos obtidos e indicando suas respectivas funções químicas.
  - Qual dos reagentes deve apresentar maior ponto de fusão? Justifique sua resposta baseando-se nos tipos de ligação existentes nos compostos em questão.
  - Calcule o pKa do ácido fluorídrico.
  - Calcule o pH da solução de concentração desconhecida.
  - Calcule o pH no ponto de equivalência da titulação. Que indicador ácido-base seria mais adequado para identificação do ponto final da titulação, fenolftaleína ou vermelho de metila? Justifique.

Faixas de viragem: fenolftaleína: 8,0 – 10,0; vermelho de metila: 4,4 – 6,2.

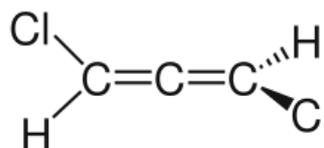
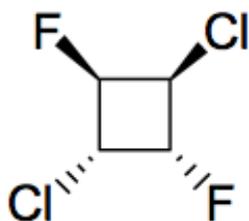
## Olimpíada de Química do Distrito Federal

### Modalidade B

- 3) Sobre as moléculas orgânicas ácido 2,3,4-triidróxibutanoico (1) e 1,2,3-propanotriol (2), responda os itens de **a** a **h**.
- Apresente a fórmula estrutural em forma de traços e a fórmula molecular dos compostos em questão.
  - Dê o nome das funções orgânicas presentes.
  - Qual das duas moléculas apresenta maior ponto de ebulição?
  - Faça a reação da molécula (2) com excesso de ácido palmítico ( $\text{H}_3\text{C}(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$ ) em meio ácido. A que classe de compostos pertence o produto orgânico obtido?
  - Qual o produto obtido na oxidação total da molécula (2)? Apresente sua estrutura na forma de traços.
  - Apresente a fórmula estrutural de um isômero da molécula (2).
  - Quantos estereoisômeros são esperados para cada uma das moléculas?
  - Desenhe todos os estereoisômeros de (1), indicando as relações de isomeria entre eles.
  - Escreva o nome dos grupos funcionais sinalizados na molécula abaixo. Quantos estereoisômeros são esperados para essa molécula? Existem diastereoisômeros para esta molécula? Se sim, desenhe um par de diastereoisômeros. Se não, desenhe um par de enantiômeros.



- j) Discuta a quiralidade ou não-quiralidade das moléculas a seguir, justificando a sua resposta.



**Olimpíada de Química do Distrito Federal**

**Modalidade B**

**RASCUNHO**

