

Universidade Federal do Ceará

**Centro de Ciências
Olimpíada Cearense do Ensino Superior de Química**

24/03/2018

FASE I

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 50 questões do tipo múltipla escolha, cada uma contendo cinco alternativas, das quais somente uma deve ser assinalada.
4. Cada questão será pontuada considerando os seguintes níveis: Nível I - 1,7 pontos, Nível II - 2,1 pontos e Nível III - 2,4 pontos num total de 100 pontos.
5. Você receberá a folha de respostas após 1 (uma) hora do início da prova para registrar suas opções.
6. Identifique a folha de respostas somente com o seu código na parte superior e na parte inferior com os dados solicitados.
7. Marque a letra correspondente a cada questão na folha de respostas. Observe o preenchimento correto.
8. Só serão consideradas para efeito de correção as respostas marcadas na folha de respostas.
9. Se precisar de papel para rascunho, use o verso das folhas de sua prova.
10. Use somente caneta preta ou azul e o tipo de calculadora especificada no edital.
11. Se tiver necessidade de ir ao banheiro, levante a mão e então será acompanhado até lá.
12. 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.

Nome Completo:	Assinatura:	Código:
Local de prova:		

PARTE 1 - QUÍMICA GERAL

Nível I

01. Nos diodos emissores de luz, conhecidos como LEDs, a emissão de luz ocorre quando os elétrons passam de um nível de maior energia para um outro de menor energia. Dois tipos comuns de LEDs são os que emitem luz vermelha e os que emitem luz verde. Sabe-se que a frequência da luz vermelha é menor do que a frequência da luz verde. Sejam λ_{verde} o comprimento de onda da luz emitida pelo LED verde e ΔE_{verde} a diferença de energia entre os níveis desse mesmo LED. Para o LED vermelho, essas grandezas são, respectivamente, $\lambda_{\text{vermelho}}$ e $\Delta E_{\text{vermelho}}$. Considerando-se essas informações, é CORRETO afirmar que:

- a) $\Delta E_{\text{verde}} > \Delta E_{\text{vermelho}}$ e $\lambda_{\text{verde}} > \lambda_{\text{vermelho}}$
- b) $\Delta E_{\text{verde}} > \Delta E_{\text{vermelho}}$ e $\lambda_{\text{verde}} < \lambda_{\text{vermelho}}$
- c) $\Delta E_{\text{verde}} < \Delta E_{\text{vermelho}}$ e $\lambda_{\text{verde}} < \lambda_{\text{vermelho}}$
- d) $\Delta E_{\text{verde}} < \Delta E_{\text{vermelho}}$ e $\lambda_{\text{verde}} < \lambda_{\text{vermelho}}$
- e) $\Delta E_{\text{verde}} < \Delta E_{\text{vermelho}}$ e $\lambda_{\text{verde}} > \lambda_{\text{vermelho}}$

02. Os defeitos cristalinos podem ser classificados em puntiformes (lacunas ou vacâncias, substitucionais e intersticiais), lineares (discordâncias ou deslocamentos) e bidimensionais (defeitos de empilhamento, contornos de macla, contornos de sub-grão, contornos de grão, contornos de antifase e interfaces entre fases diferentes). Com base nas características dos defeitos, avalie as seguintes afirmações.

I. Os defeitos puntiformes mencionados acima causam distorções na rede cristalina, mas não influenciam nas propriedades do material.

II. Ao contrário dos sólidos iônicos, os metais não têm sua neutralidade elétrica alterada pela presença de defeitos cristalinos.

III. Os átomos de soluto dissolvidos no metal desempenham um papel importante na deformação plástica, causando o endurecimento por solução sólida.

IV. Denomina-se lacuna ou vacância uma posição desocupada do reticulado que desempenha papel muito importante na difusão.

V. Átomos estranhos, de impurezas ou adicionados intencionalmente, não são considerados defeitos puntiformes.

É correto apenas o que se afirma em:

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

03. Quando se aquece 1,60 g de uma mistura sólida de MgO e MgCO₃, há liberação de CO₂ e resta 1,29 g de MgO. Qual a porcentagem de MgCO₃ existente na amostra?

- a) 35,4%
- b) 36,6%
- c) 37,2%
- d) 38,5%
- e) 34,9%

04. Uma amostra específica de vinagre tem pH de 2,90. Supondo que o ácido acético (CH₃COOH) seja o único ácido que o vinagre contém ($K_a = 1,8 \times 10^{-5}$), informe qual a concentração inicial do ácido acético em mol L⁻¹.

- a) $8,8 \times 10^{-2}$
- b) $7,7 \times 10^{-2}$
- c) $7,4 \times 10^{-2}$
- d) $8,0 \times 10^{-2}$
- e) $9,6 \times 10^{-2}$

Nível II

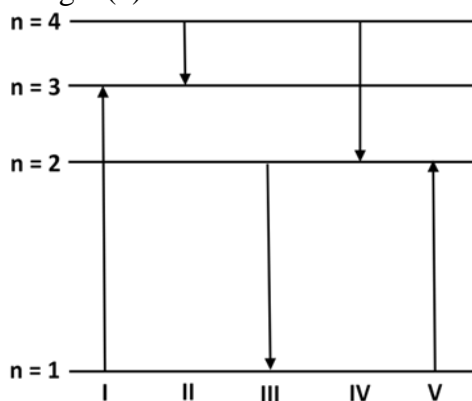
05. O metal (M) é obtido a partir do sal MCl₂ fundido. Esse sal foi submetido à eletrólise por 4,65 h a uma corrente de 0,84 A, produzindo 4,00 g do metal M. O metal M é:

- a) Fe
- b) Cr
- c) Co
- d) Zn
- e) Mn

06. Na construção de barragens, usa-se o concreto. Nos primeiros dias de confecção, o concreto tem pH alcalino, o que protege a ferragem da oxidação. Com o tempo, o pH diminui pela carbonatação do concreto que se dá pela reação com o H_2CO_3 . Em um teste de carbonatação feito em laboratório, foi usada uma solução de H_2CO_3 de concentração $0,02 \text{ mol L}^{-1}$, a qual apresenta um grau de dissociação de 0,45% a 25°C . Qual o valor da primeira constante de ionização do H_2CO_3 nessa temperatura?

- a) $9,0 \times 10^{-6}$ b) $9,0 \times 10^{-5}$ c) $4,0 \times 10^{-8}$ d) $9,0 \times 10^{-7}$ e) $4,0 \times 10^{-7}$

07. O diagrama mostra os níveis de energia (n) de um elétron em um átomo de hidrogênio.



Qual das transições mostradas abaixo representa a emissão de um fóton com menor comprimento de onda?

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

08. Uma solução foi preparada pela dissolução de 0,373 g de KCl em 50 g de água. Admite-se, normalmente, que sais como o KCl se dissociam completamente quando dissolvidos em água. Se a água da solução congela a $-0,345^\circ\text{C}$, qual o percentual real de dissociação do KCl nessa solução?

Dado: $K_c = 1,853^\circ\text{C mol}^{-1} \text{ kg}$.

- a) 93,0% b) 88,0% c) 91,0% d) 90,0% e) 99,0%

Nível III

09. O isótopo $^{32}_{15}\text{P}$ é utilizado para localizar tumores no cérebro e em estudos de formação de ossos e dentes. Uma bancada de laboratório foi contaminada com 100 mg desse isótopo, que possui meia-vida de 14,3 dias. O tempo mínimo, expresso em dias, para que a radioatividade caia a 0,1% do seu valor original, é igual a:

- a) 86 b) 114 c) 124 d) 157 e) 143

10. Utilizando o Ciclo de Born-Haber de formação do óxido de magnésio (MgO), determine a entalpia de sublimação ($\Delta_{\text{Sub}}\text{H}$) do magnésio em KJ mol^{-1} .

Dados (KJ mol^{-1}):

Entalpia de formação MgO	$\Delta_{\text{FH}} = -607,5$
Energia de rede MgO	$\Delta_{\text{Rede}}\text{H} = -3890$
Energia de dissociação do oxigênio molecular	$\Delta_{\text{Dis}}\text{H} = +499$
1ª Energia de ionização do magnésio	$\text{EI}_1 = +735$
2ª Energia de ionização do magnésio	$\text{EI}_2 = +1445$
1ª Afinidade eletrônica do oxigênio	$\text{AE}_1 = -141$
2ª Afinidade eletrônica do oxigênio	$\text{AE}_2 = +844$

- a) $-99,5$ b) $+150,0$ c) $-150,0$ d) $+99,5$ e) $+110,0$

PARTE 2 – FÍSICO-QUÍMICA

Nível I

11. A equação de Estado do Virial abaixo é uma equação utilizada para prever o comportamento do fator de compressibilidade, Z , com a pressão, P , de um gás real. Os parâmetros $B(T)$, $C(T)$ e $D(T)$ são conhecidos como coeficientes de Virial. Em condições de pressões muito baixas a $\left(\frac{\partial Z}{\partial P}\right)_T$ pode ser considerada nula. Marque a alternativa que explica o valor nulo desta derivada parcial.

$$Z = 1 + B(T)P + C(T)P^2 + D(T)P^3 + \dots$$

- a) As interações de atração entre as moléculas do gás são predominantes.
- b) As interações de repulsão entre as moléculas do gás são predominantes.
- c) O gás está submetido à temperatura de Boyle.
- d) O segundo coeficiente de Virial, $B(T)$, é igual a -1 .
- e) Os coeficientes de Virial tornam-se independentes da temperatura.

12. Três recipientes distintos, A, B e C, contendo o mesmo gás, expandem de um volume inicial de 10 L para um volume final de 40 L. Os recipientes estavam a uma temperatura inicial de 300 K. O processo de expansão em cada recipiente ocorreu de maneira distinta:

Recipiente A: Expansão isotérmica;

Recipiente B: Expansão isotérmica reversível;

Recipiente C: Expansão adiabática;

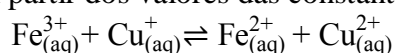
Considerando que o gás em questão apresenta comportamento ideal nas condições do experimento, assinale a alternativa correta:

- a) Todos os recipientes irão apresentar a mesma temperatura final de 300 K.
- b) Não há troca de calor dos três recipientes com a vizinhança.
- c) O gás do recipiente B produz mais trabalho na vizinhança que o gás do recipiente A.
- d) Os três processos não provocam variações nas energias internas dos gases.
- e) O recipiente C aquecerá durante a expansão devido à fricção do gás com a parede do recipiente.

13. Considere o equilíbrio entre duas fases. A primeira fase é uma mistura líquida entre os componentes A e B. A segunda fase é o vapor de A formado sobre a mistura líquida. A composição na fase líquida (x_A) e o coeficiente de atividade (γ_A) do componente A nesta solução são 0,70 e 1,10, respectivamente. A pressão de vapor de A proveniente de uma fase líquida pura (P_A^*) é 350 mmHg. A partir dos dados fornecidos e considerando que o vapor formado se comporta como gás perfeito, assinale a alternativa correta:

- a) O sistema exibe um desvio positivo da lei de Raoult.
- b) O sistema exibe um desvio negativo da lei de Raoult.
- c) Não há desvio da lei de Raoult, pois a fase líquida é uma solução ideal.
- d) É possível aplicar a lei de Henry no componente A.
- e) O componente B é volátil.

14. Considere o equilíbrio químico da reação abaixo. O potencial padrão da reação (E°) é 0,61 V a 25,00 °C e 0,63 V a 76,85 °C. Aplicando a equação de Nernst é possível obter a relação da constante de equilíbrio com o E° e a temperatura. A partir dos valores das constantes de equilíbrio é possível afirmar que:



- a) A variação da energia de Gibbs padrão é nula já que a reação química está em equilíbrio.
- b) O equilíbrio desloca no sentido dos produtos com o aumento da temperatura.
- c) A reação é exotérmica.
- d) A temperatura não influencia na constante de equilíbrio.
- e) A temperatura influencia na constante de equilíbrio apenas se o processo for exotérmico.

Nível II

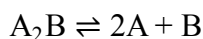
15. Dados os seguintes processos:

- I. Mistura de dois gases, A (2,50 atm, 10 L, 350 K) e B (2,50 atm, 30 L, 350 K), que apresentam comportamento ideal em um recipiente de 40 L a uma temperatura de 350 K;
- II. Expansão de 2,50 mol de um gás C de (1,50 atm; 400 K) → (1,50 atm; 600 K);
- III. Solidificação de 1,00 mol de H₂O a 1,00 bar liberando 6,01 kJ para a vizinhança a 0,00 °C;
- IV. Compressão de 2,50 mol de um gás D (1,50 atm, 350 K) → (6,00 atm, 350 K)
- V. Fusão de 1,00 mol de H₂O a 1,00 bar absorvendo 6,01 kJ da vizinhança a 0,00 °C

Considerando A, B, C, e D gases monoatômicos perfeitos, a transformação que apresenta variação de entropia mais positiva será:

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

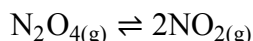
16. Considere a reação química genérica em equilíbrio químico:



As constantes de velocidade das reações direta (k_d) e reversa (k_r) podem ser relacionadas com a constante de equilíbrio (K_c). Considerando que as reações, direta e reversa, são elementares, c^o a concentração padrão e ν_i o coeficiente estequiométrico da espécie i , é possível afirmar que a relação entre as constantes é:

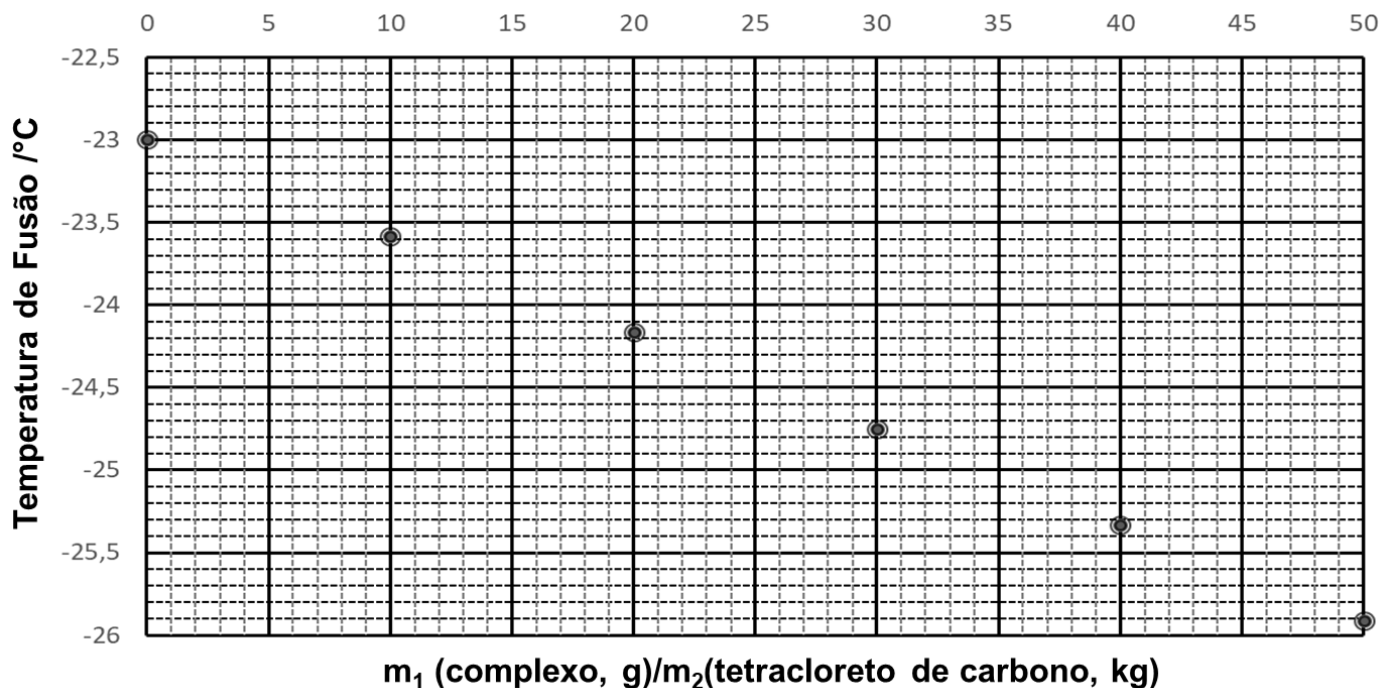
- a) $K_c = \frac{k_d}{k_r}$
- b) $K_c = \frac{k_r}{k_d}$
- c) $c^o K_c = \frac{k_d}{k_r}$
- d) $(c^o)^{\sum \nu_i} K_c = \frac{k_d}{k_r}$
- e) $K_c = \frac{k_d}{k_r^2}$

17. Considere a reação química abaixo envolvendo o equilíbrio químico entre N₂O₄ e NO₂. A constante de equilíbrio é $1,660 \times 10^{-1}$ a 27 °C. Quando a pressão total sobre o sistema é 1,00 bar o avanço da reação no equilíbrio (ξ) é 0,199. Quando a pressão é 2,00 bar o avanço da reação no equilíbrio diminui para 0,143. Considerando as informações acima e que no início da reação química havia somente 1 mol de N₂O₄, marque a alternativa correta.



- a) O decréscimo da pressão de 2 bar para 1 bar proporciona aproximadamente um aumento de 39,16% no número de moles de NO₂.
- b) A elevação da pressão sobre o sistema diminui o valor da constante de equilíbrio.
- c) A elevação da pressão sobre o sistema aumenta o valor da constante de equilíbrio.
- d) A constante de equilíbrio não depende de ξ , pois as frações molares do N₂O₄ e NO₂ não dependem de ξ .
- e) Não são oferecidas informações suficientes para análises.

18. Um químico pretende desenvolver um novo fármaco fungicida através da síntese de um complexo inédito de ferro. Na síntese em atmosfera inerte, foi utilizado como sal de partida o FeCl₃, o qual foi dissolvido em água na ausência de oxigênio e em seguida, adicionou-se o ligante (L) que possui massa molar de 163,85 g mol⁻¹. O composto foi precipitado e isolado. Na tentativa de descobrir qual a fórmula estrutural do ligante utilizou-se a crioscopia em tetracloreto de carbono. A partir deste estudo foi obtido um gráfico da temperatura de congelamento em função da razão entre a massa de complexo dissolvido (em gramas) e a massa do solvente (em quilograma), como apresentado abaixo:



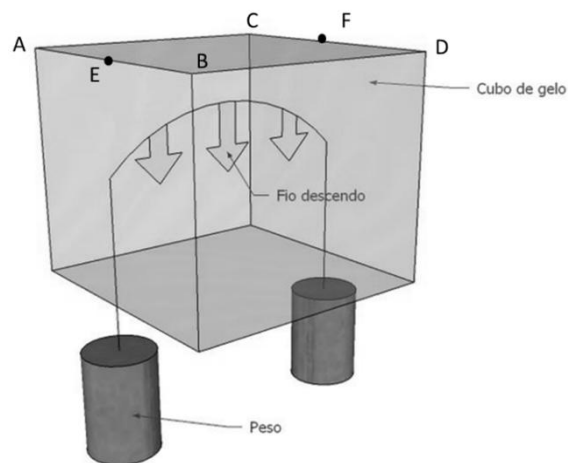
DADO: $\Delta_{\text{Fus}}H^\circ(\text{CCl}_4) = 2,52 \text{ kJ mol}^{-1}$

A partir do gráfico e dos dados acima e considerando comportamento ideal da solução e que não há dissociação, é possível determinar que o composto sintetizado foi:

- a) $[\text{FeL}_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ b) $[\text{FeL}(\text{H}_2\text{O})_4]$ c) $[\text{FeL}_3]$ d) $[\text{FeL}_2\text{Cl}_2]$ e) $[\text{FeL}_2]$

Nível III

19. É possível cortar um cubo de gelo aplicando uma pressão sobre ele utilizando um fio amarrado a dois pesos idênticos. Este fenômeno foi percebido pela primeira vez pelo físico inglês John Tyndal em 1871 e ficou conhecido também como fenômeno do regelo. Esse fenômeno se deve ao abaixamento em $3,00 \text{ }^\circ\text{C}$ no ponto de fusão do gelo submetido à pressão. No experimento foi utilizado a corda de aço 1ª MI de um violão com espessura de $0,28 \text{ mm}$ posicionada em \overline{EF} em cima do cubo de gelo de $10,0 \text{ cm}$ de aresta. Sabendo que \overline{AE} e \overline{CF} medem $5,0 \text{ cm}$, cada, pode-se determinar que para que o fenômeno do regelo fique na eminência de ocorrer, cada peso deve ter no mínimo a massa de:



Considere a corda como um cilindro de massa desprezível em relação aos pesos e a área efetiva que exerce pressão sobre o gelo igual à seção meridional do cilindro. Dados: Densidade do gelo = $0,913 \text{ g cm}^{-3}$; Densidade da água líquida = $0,997 \text{ g cm}^{-3}$; $\Delta_{\text{Fus}}H^\circ(\text{H}_2\text{O}) = 6,01 \text{ kJ mol}^{-1}$; aceleração da gravidade (g) = $10,0 \text{ m s}^{-2}$.

- a) 28 kg b) 42 kg c) 56 kg d) 70 kg e) 84 kg

20. Uma molécula diatômica composta por dois átomos de halogênio apresenta uma vibração ativa no infravermelho em 772 cm^{-1} . A energia potencial (E) em relação à posição de equilíbrio pode ser aproximada por uma equação de formato $E = Ax^2 + Bx + C$, de acordo com o potencial harmônico clássico. Para esta

molécula A, B e C valem $2,18 \times 10^2 \text{ J m}^{-2}$, $-7,29 \times 10^{-8} \text{ J m}^{-1}$ e $6,09 \times 10^{-18} \text{ J}$, respectivamente. Considerando a tabela de massas atômicas dos isótopos mais estáveis, pode-se afirmar que a molécula em questão é:

Isótopo	Massa / 10^{-26} kg
^{19}F	3,15
^{35}Cl	5,81
^{79}Br	13,1

- a) $^{19}\text{F} - ^{35}\text{Cl}$ b) $^{19}\text{F} - ^{19}\text{F}$ c) $^{35}\text{Cl} - ^{79}\text{Br}$ d) $^{35}\text{Cl} - ^{35}\text{Cl}$ e) $^{19}\text{F} - ^{79}\text{Br}$

PARTE 3 - QUÍMICA INORGÂNICA

Nível I

21. Qual das seguintes espécies a seguir é isoeletrônica ao hidreto?

- a) $^3\text{He}^{1+}$ b) $^4\text{He}^{1-}$ c) $^2\text{H}^{1+}$ d) $^7\text{Li}^{2+}$ e) $^9\text{Be}^{2+}$

22. Qual resposta apresentam juntas o pH da solução e a pressão do gás H_2 no eletrodo normal de hidrogênio.

- a) pH = 2,35 e pressão = 1,16 atm. b) pH = 2,28 e pressão = 1,00 atm.
 c) pH = 0,00 e pressão = 2,00 atm. d) pH = 0,00 e pressão = 1,00 atm.
 e) pH = 7,00 e pressão = 1,00 atm.

23. Qual tipo de ligação química é obrigatório em compostos complexos dos elementos de transição da tabela periódica?

- a) Ligação iônica. b) Ligação metálica. c) Ligação covalente.
 d) Ligação de Jahn-Teller. e) Ligação de hidrogênio.

24. Qual afirmativa é correta?

- a) No estado sólido, KrF_2 e XeF_2 são isomorfos.
 b) XeO_3 é um composto de estrutura linear.
 c) $[\text{XeF}_5]^{1-}$ é isoeletrônico ao $[\text{IF}_5]$.
 d) Quando em pH = -1, H_4XeO_6 reage endotermicamente.
 e) A ligação química do gás hélio com enxofre é covalente-polar.

Nível II

25. Selecione o íon complexo de mercúrio mais estável dentre os listados abaixo:

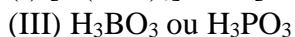
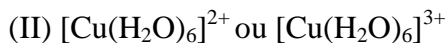
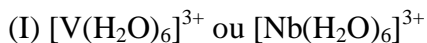
Obs: Estão sendo listados juntamente com seus respectivos valores de pK_d .

- a) $[\text{Hg}(\text{CN})_4]^{2-}$; 41,5 b) $[\text{Hg}(\text{CNS})_4]^{2-}$; 21,9 c) $[\text{HgI}_4]^{2-}$; 29,9
 d) $[\text{HgBr}_4]^{2-}$; 21,0 e) $[\text{HgCl}_4]^{2-}$; 15,2

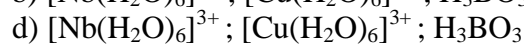
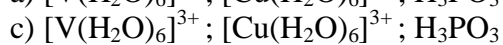
26. Qual a massa equivalente de um metal se seu sulfato tem massa equivalente a $60,2 \text{ g.mols}^{-1}$?

- a) 28,0 b) 12,2 c) 7,0 d) 4,5 e) 5,0

27. Para cada um dos pares de ácidos:



Marque a opção que contém o ácido mais forte de cada par anterior:

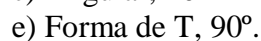
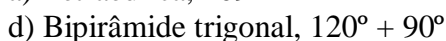


28. Marque o item cujos ligantes são ambidentados:

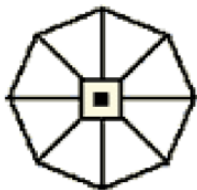
- a) EDTA e CNS^- b) H_2O_2 e Br_2 c) CNS^- e CN^- d) CO_3^{2-} e $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$ e) Etilenodiamina e CN^-

Nível III

29. A geometria e o ângulo entre as ligações do íon sulfito (SO_3^{2-}), de acordo com a Teoria do Orbital Molecular, são melhor descritos como:



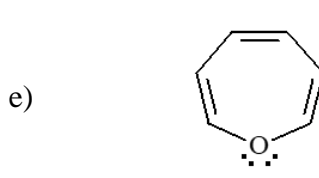
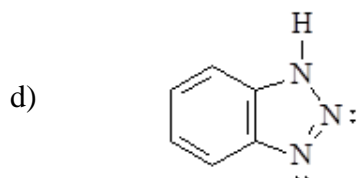
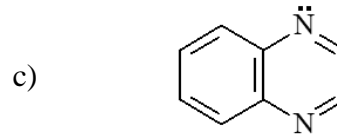
30. Dê o grupo pontual da figura abaixo, que é a visão de cima de um guarda-sol que tem oito lados.



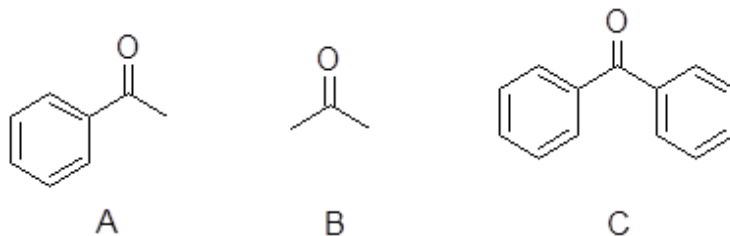
PARTE 4 - QUÍMICA ORGÂNICA

Nível I

31. De acordo com os conceitos de aromaticidade, podemos considerar que todos os compostos são aromáticos com exceção de:



32. Observe as estruturas químicas abaixo e assinale o item que representa os estiramentos $\text{C}=\text{O}$ em cm^{-1} das cetonas A, B e C, respectivamente.

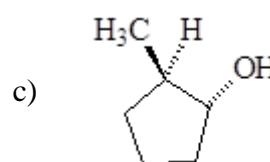
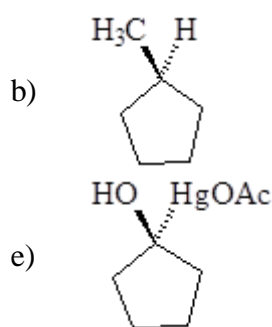
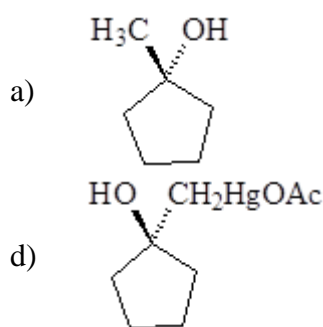
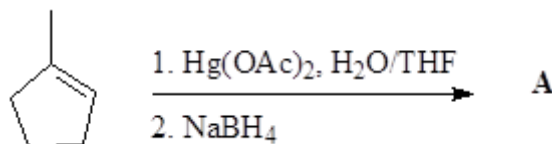


a) 1660; 1715; 1690
d) 1690; 1715; 1660

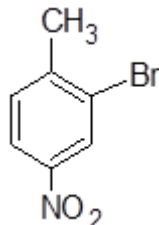
b) 1660; 1690; 1715
e) 1690; 1660; 1715

c) 1715; 1690; 1660

33. Assinale a alternativa que apresenta o produto (A) resultante da oximercuração/redução do metilciclopenteno.



34. Observe o composto aromático abaixo e responda:



- I. O bromo é meta dirigente, enquanto que o grupo metila é orto-para dirigente.
- II. Os grupos nitro e bromo são desativantes do anel benzênico, enquanto que o grupo metila é ativante.
- III. O 2-bromo-4-nitrotolueno pode ser obtido do benzeno a partir das reações de substituição eletrofílica aromática: alquilação de Friedel-Crafts, nitração e halogenação, respectivamente.
- IV. O íon nitrônio formado na reação do ácido nítrico com ácido sulfúrico é o nucleófilo da reação.

Assinale a alternativa que representa todas as afirmações corretas.

a) I e II

b) I e III

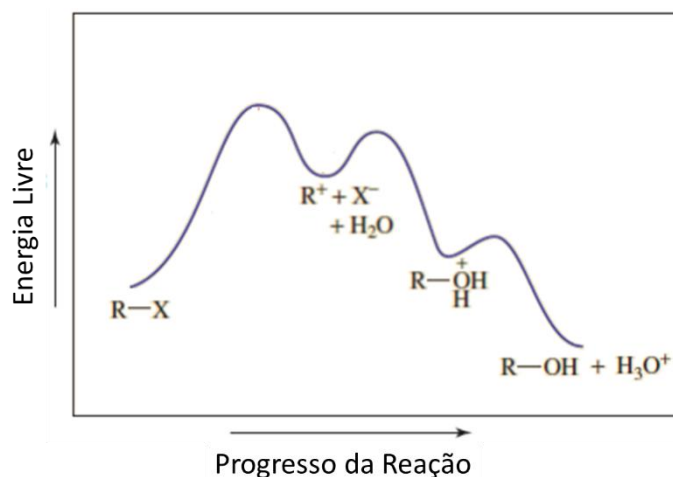
c) II e III

d) II e IV

e) III e IV

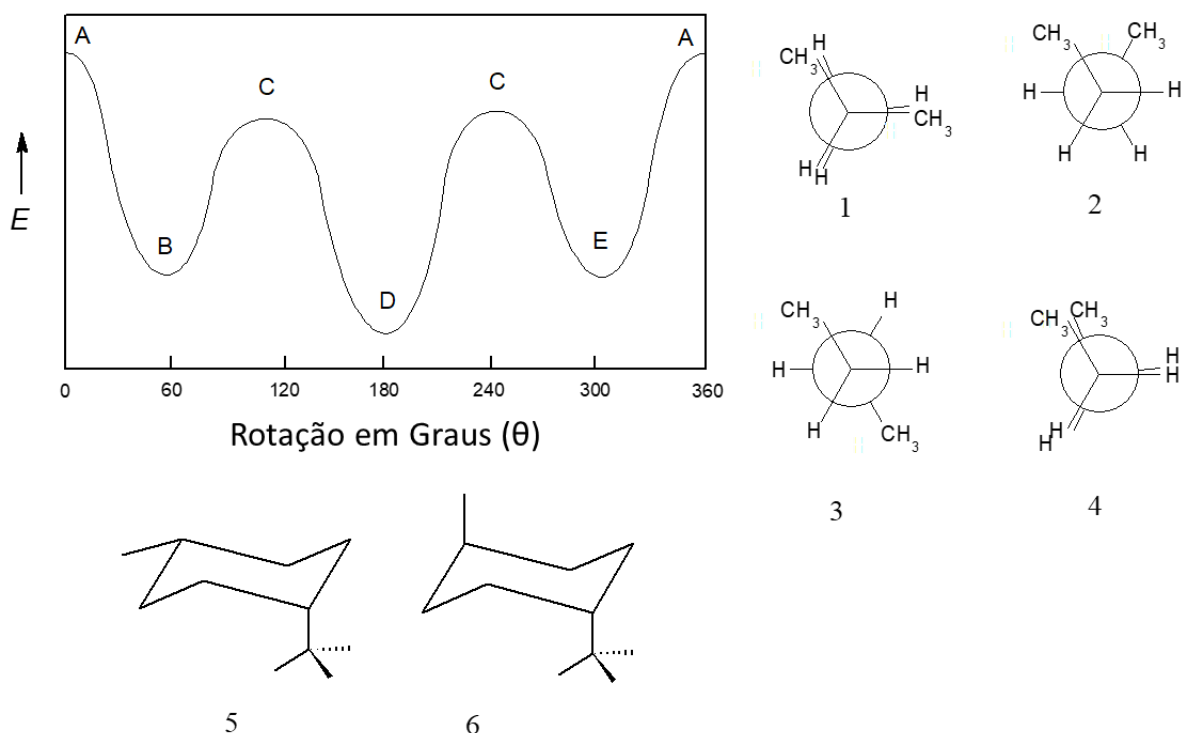
Nível II

35. Considerando o diagrama de energia para a reação de formação de um álcool abaixo, assinale a alternativa correta.



- O nucleófilo participa da etapa determinante da reação
- A reação tem quatro estados de transição.
- A concentração do haleto orgânico não afeta a velocidade da reação.
- A formação de um par de enantiômeros é uma das principais características nesse tipo de reação.
- A reação é endergônica.

36. Analise as afirmações referentes ao diagrama de energia em função da rotação em graus da ligação C2-C3 do butano e seus confôrmeros 1 a 4, bem como, os isômeros 5 e 6 de ciclohexanos substituídos.



- Os confôrmeros 1 e 4 são degenerados e podem ser associados à posição C no gráfico de energia.
- As posições B e D do gráfico podem ser associadas aos confôrmeros alternados 2 e 3, respectivamente.
- O isômero cadeira 5 é mais estável do que o isômero 6 por apresentar mais interações 1,3-diaxiais.
- O isômero 5 é *cis*-1,4-dissubstituído e o isômero 6 é *trans*-1,4-dissubstituído.
- O confôrmero 4 do butano é o menos estável e pode ser associado à posição A do gráfico.

Assinale a alternativa que representa todas as afirmações corretas.

a) I, III, V

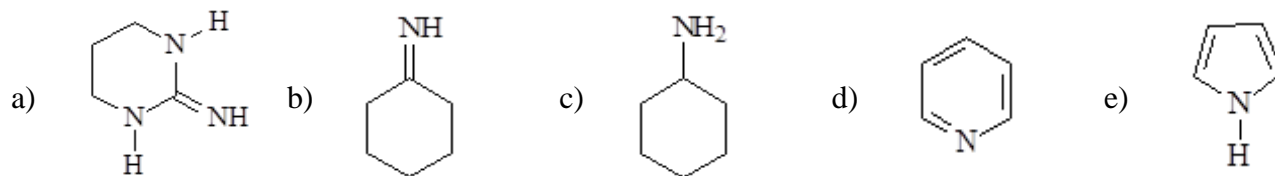
b) I, IV, V

c) II, IV, V

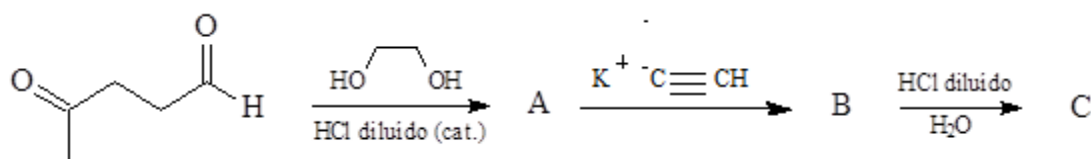
d) III, IV, V

e) III, IV, V

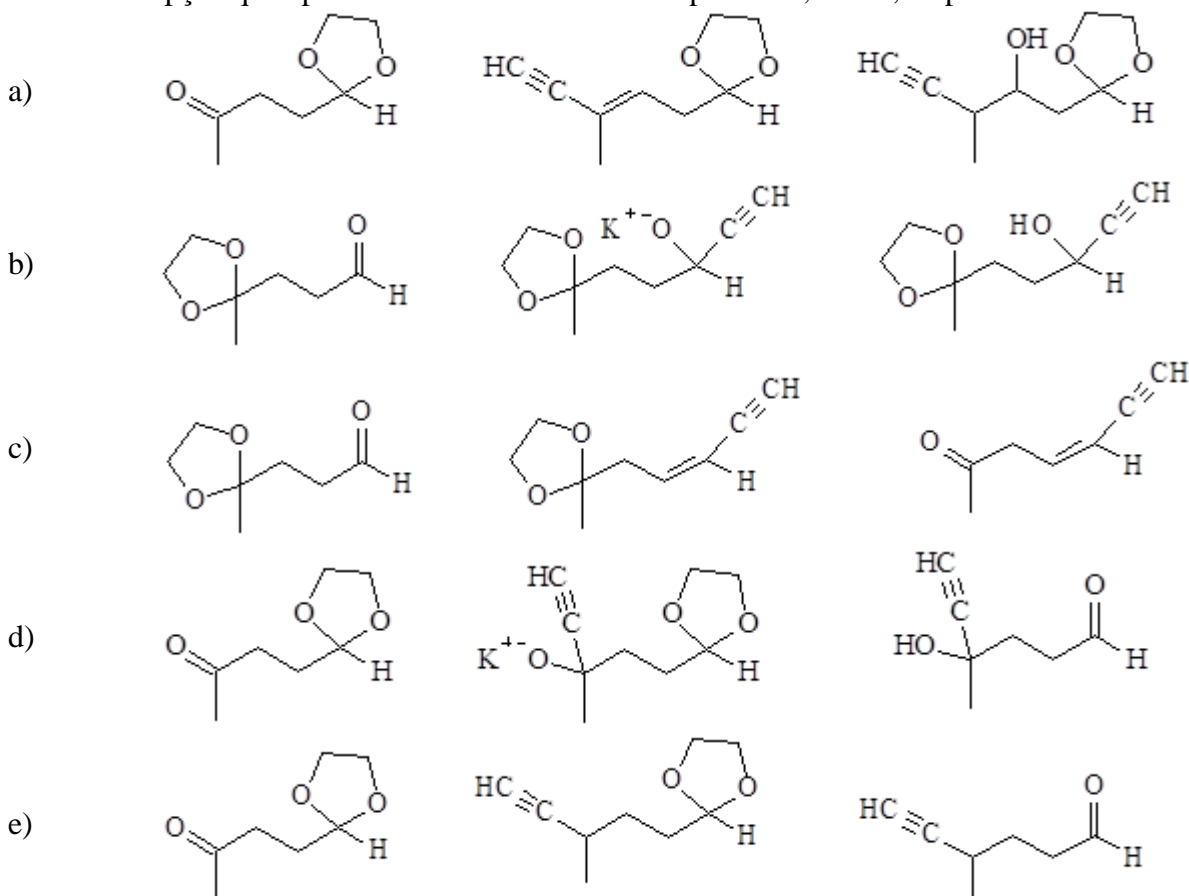
37. Os compostos nitrogenados destacam-se na química orgânica devido às suas propriedades básicas. Dentre as moléculas abaixo, a que apresenta o maior caráter básico é:



38. De acordo com a reação abaixo:

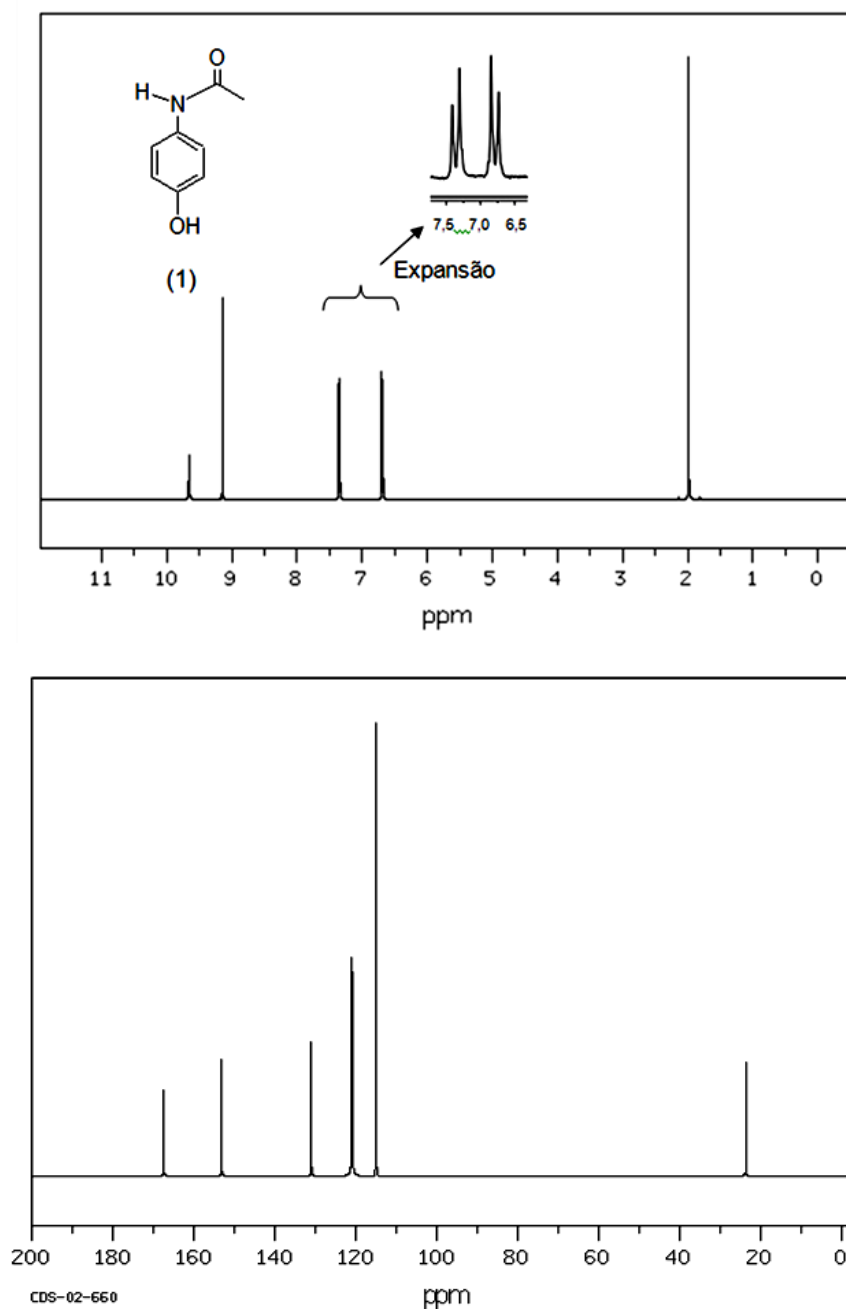


Assinale a opção que apresenta as estruturas dos compostos A, B e C, respectivamente.



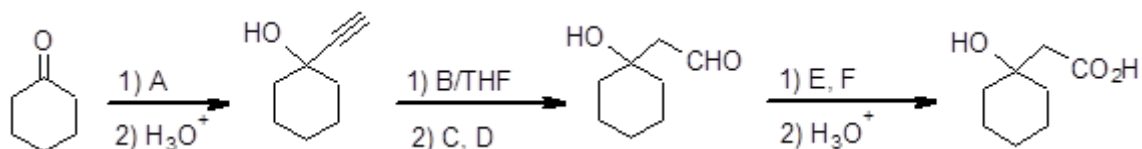
Nível III

39. O composto conhecido como paracetamol (1) é bastante utilizado como analgésico e apresenta fórmula molecular $C_8H_9NO_2$. Observe a estrutura do paracetamol, os espectros abaixo e assinale a alternativa correta.



- Os dois dupletos na região de aromáticos do espectro de RMN 1H do paracetamol indicam um sistema de spins A_2X_2 .
- O singlete próximo a δ_H 1,99 caracteriza a presença de um grupo acetila na estrutura do paracetamol.
- Os sinais mais desprotegidos na região de aromáticos podem ser atribuídos aos átomos de hidrogênios *orto* ao grupo hidróxi na molécula.
- O paracetamol apresenta 5 tipos diferentes de carbono, dos quais o mais desprotegido é o carbono aromático oxigenado representado no espectro de RMN ^{13}C desacoplado.
- As multiplicidades dos átomos de carbono na molécula (C, CH, CH_2 e CH_3) podem ser propostas no espectro de RMN ^{13}C a partir da integração dos sinais.

40. De acordo com a sequência reacional, pode-se afirmar que os reagentes A, B, C, D, E e F são:



- $\text{CH}\equiv\text{CH}$, CH_2O , H_2O ; HO^- , NaBH_4 ; $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
- $\text{LiC}\equiv\text{CH}$, BH_3 , H_2O_2 , HO^- , Ag_2O , NH_4OH
- $\text{CH}\equiv\text{CH}$, BH_3 , H_2O_2 , HO^- , NaBH_4 , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
- $\text{LiC}\equiv\text{CH}$, BH_3 , H_2O_2 , HO^- , NaBH_4 , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
- $\text{LiC}\equiv\text{CH}$, CH_2O , H_2O , H_2O_2 , Ag_2O , NH_4OH

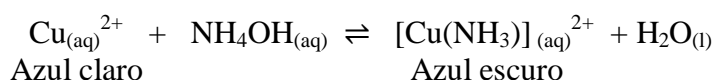
PARTE 5 – QUÍMICA ANALÍTICA

Nível I

41. Considerando os princípios de uma análise de ânions, qual alternativa está incorreta?

- Se o íon sulfeto é uma base mais forte que o íon cloreto, então o ácido clorídrico é mais forte que o íon hidrogenossulfeto.
- Quanto mais básico o ânion do sal, mais fraco será seu ácido conjugado e, menor seu grau de hidrólise.
- Íons cianetos e íons ferro(II), combinam-se para formar o íon complexo hexacianoferrato(II).
- A regra de solubilidade para cloretos, brometos e iodetos, estabelece que a maioria dos seus sais são solúveis.
- A regra de solubilidade para os nitratos, diz que todos os nitratos são solúveis.

42. Uma solução de sulfato de cobre foi tratada com excesso de hidróxido de amônio, em um béquer, resultando na formação de um complexo aminocúprico, de acordo com a reação abaixo.



Baseado no princípio de Le Chatellier, escolha a opção que favorece a formação da cor azul escuro

- Elevar a pressão sobre o sistema
- Diluir a solução resultante
- Aumentar a concentração de NH_4OH
- Diminuir o pH do meio
- Elevar o pH do meio por meio da adição de NaOH

43. Considerando os conceitos e fundamentos da espectroscopia molecular no UV-Visível, assinale a alternativa incorreta:

- A espectroscopia utiliza a luz para medir concentrações químicas e baseia-se na análise da radiação eletromagnética emitida ou absorvida pelas substâncias.
- A radiação eletromagnética consiste em campos elétrico e magnético oscilando, atravessando o espaço a $3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$.
- As três grandezas mais importantes relacionadas a uma onda são: frequência, comprimento de onda e amplitude.
- A absorção da radiação no UV-Visível, baseia-se em medidas de absorção eletromagnética, na região visível do espectro.

e) A absorção da radiação no UV-Visível se deve ao fato das moléculas apresentarem elétrons que podem ser promovidos a níveis de energia mais elevados.

44. Na análise qualitativa o reagente pode ser gerado dentro da própria solução através de uma reação lenta. Assinale a alternativa que contém o nome desta técnica de reação.

- a) Oxidação-redução b) Precipitação Fracionada c) Formação de complexos
d) Precipitação em meio homogêneo e) Precipitação em meio heterogêneo

Nível II

45. Suponha que um analista esteja titulando uma alíquota de 20,00 mL de uma solução de HCl de concentração desconhecida, usando NaOH 0,1000 mol L⁻¹. Acidentalmente, ele deixou passar o ponto final desta titulação. Para reparar o erro, ele adicionou 2,00 mL de uma solução de HCl 0,1000 mol L⁻¹ ao frasco de titulação e continuou titulando. O novo ponto de equivalência ocorreu quando o volume total de 25 mL da base foi adicionado. Qual era a concentração original do ácido que estava sendo titulado?

- a) 0,1000 mol L⁻¹ b) 0,1150 mol L⁻¹ c) 0,1500 mol L⁻¹ d) 0,0400 mol L⁻¹ e) 0,0800 mol L⁻¹

46. Um analista precisa titular uma solução de hidróxido de amônio de concentração aproximada 0,100 mol L⁻¹ a fim de padronizá-la, para isso dispõe em seu laboratório de uma solução de HCl 0,100 mol L⁻¹. Consulte a tabela a seguir e marque a alternativa onde se encontra o indicador que melhor se aplica para a determinação do ponto final desta titulação à 25 °C

DADOS:

$$K_b(\text{NH}_4\text{OH}) = 1,8 \times 10^{-5}$$

Volume de alíquota de NH₄OH (10,0 mL)

Volume gasto de HCl 0,100 mol.L⁻¹ (8,4 mL)

Tabela: Indicadores ácido-base e suas faixas de viragem.

Indicador	Cor antes da viragem	Intervalo de pH de mudança de cor	Cor após a viragem
Violeta de metila	Amarelo	0,0 - 1,6	Azul púrpura
Azul de bromofenol	Amarelo	3,0 - 4,6	Violeta
Alaranjado de metila	Vermelho	3,1 - 4,4	Amarelo
Vermelho de metila	Vermelho	4,4 - 6,2	Amarelo
Vermelho de fenol	Amarelo	6,6 - 8,0	Vermelho
Fenolftaleína	Incolor	8,2 - 10,0	Rosa carmim
Timolftaleína	Incolor	9,4 - 10,6	Azul

- a) Timolftaleína b) Violeta de metila c) Vermelho de fenol
d) Vermelho de metila e) Fenolftaleína

47. Escolha entre os itens qual representa um desvio verdadeiro à lei de Lambert-Beer.

- a) Falta de monocromaticidade da radiação. b) Resposta não-linear da fotocélula.
c) Elevada concentração do sistema em análise. d) Flutuações na fonte.
e) Deslocamento de equilíbrio no sistema em análise.

48. Três grandes químicos concomitantemente em três lugares diferentes do globo mediram o pH da água à temperatura ambiente. Os resultados estão expostos na tabela abaixo.

Tabela: Dados das medidas de pH realizadas

Amostra	Químico	Local da Medida	Temp. da medida	Kw	pH medido
1	Marie Curie	Antártida	10 °C	$2,9 \times 10^{-15}$	7,0
2	Dimitri Medeleev	El Aiune	50 °C	$1,0 \times 10^{-14}$	6,6
3	Afrânio Fernandes	Guaramiranga	25 °C	$5,5 \times 10^{-14}$	7,3

Com base nos dados da Tabela, marque a alternativa onde se encontra respectivamente a característica do meio das amostras em questão.

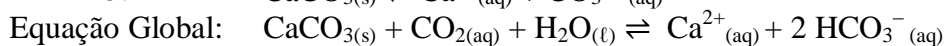
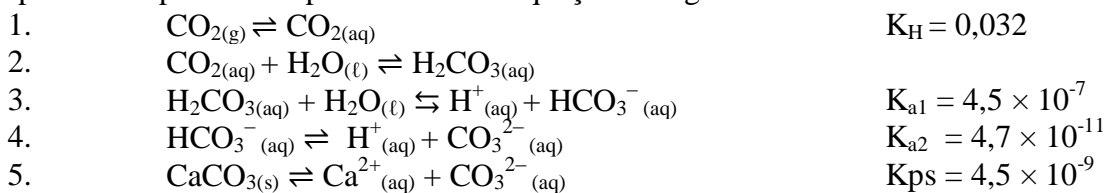
- a) Básico, ácido, básico. b) Neutro, básico, ácido. c) Básico, ácido, neutro.
d) Ácido, neutro, básico. e) Neutro, ácido, básico.

Nível III

49. Um dos grandes problemas encontrados pelas indústrias cearenses quanto a qualidade da água especialmente para uso em caldeiras é o da capa rosa que é causado por altas concentrações de ferro na água. Com o intuito de determinar o teor de ferro em amostra de água um químico adotou o seguinte procedimento: Uma alíquota de 10 mL de água foi devidamente acidificada e tratada com ortofenantrolina a fim de produzir um complexo colorido, depois a amostra foi diluída a 250 mL e colocada em uma célula de comprimento óptico variável. Para efeito de comparação produziu-se uma amostra de referência da seguinte forma: 5 mL de uma solução de Fe^{3+} $4,5 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ foi submetida ao mesmo tratamento da amostra em questão, diluída a 25 mL e colocada em uma célula com caminho óptico de 1,00 cm. A amostra de água apresentou a mesma absorvância da amostra de referência quando o caminho óptico da sua célula foi de 2,12 cm. Qual a concentração em mol L^{-1} de ferro que o químico encontrou na amostra de água?

- a) $2,12 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ b) $3,64 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ c) $1,06 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$
d) $5,31 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ e) $0,26 \text{ mol L}^{-1}$

50. O íon Ca^{2+} é o cátion mais comum em rios e lagos. Ele é proveniente da dissolução de mineral calcita pela ação do CO_2 atmosférico que naturalmente se dissolve na água dos rios. Esse sistema de equilíbrios simultâneo pode ser representado pelo sistema de equações a seguir:



Calcule a concentração de íon Ca^{2+} em mg L^{-1} na água de um rio em equilíbrio com o CO_2 atmosférico ($P_{\text{CO}_2} = 3,6 \times 10^{-4} \text{ atm}$).

Dados: $K_w = 1,0 \times 10^{-14}$

a) $0,18 \text{ mg L}^{-1}$ b) $2,72 \text{ mg L}^{-1}$ c) $3,96 \text{ mg L}^{-1}$ d) $20,40 \text{ mg L}^{-1}$ e) $31,83 \text{ mg L}^{-1}$

FORMULÁRIO

Concentrações Molar (M) e Molal (W)	$M = \frac{n}{V}$ $W_1 = \frac{n_1}{m_2}$
Quantidade de matéria (n)	$n = \frac{m}{MM}$
Diluição	$M_A V_A = M_B V_B$
Constante do produto de solubilidade (K _{ps})	$K_{ps}(A_x B_y) = [A^{y+}]^x [B^{x-}]^y$
Absorbância (A)	$A = \varepsilon b c$ ou $A = a b c$
Número de Avogadro (N _A)	$N_A = 6,02 \times 10^{23}$
Constante dos Gases Ideais (R)	$8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 0,08206 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Leis de velocidades integradas	$\ln[A] - \ln[A]_0 = -kt$ $[A] - [A]_0 = -kt$ $\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} - kt$
Tempo de meia-vida	$t_{1/2} = \frac{[A]_0}{2k}$ $t_{1/2} = \frac{\ln[2]}{k}$ $t_{1/2} = \frac{1}{k[A]_0}$
Dependência de Entalpia com Temperatura	$\Delta_f \bar{H}^\circ(T) = \Delta_f \bar{H}^\circ(298,15\text{K}) + \int_{298,15}^T C_p dT$
Relações da Energia Interna	$\Delta U = q + w$ $\Delta U = \int_{T_1}^{T_2} n C_v dT$
Variação de Entropia	$\bar{S}^\circ(T_2) = \bar{S}^\circ(T_1) + \int_{T_1}^{T_2} \frac{C_p}{T} dT$
Variação de Entropia	$\Delta S = nR \ln \frac{V_2}{V_1}$
Variação de Entropia	$\Delta \bar{S}_{Trans} = \frac{\Delta \bar{H}_{Trans}}{T}$
Condição de espontaneidade	$\Delta_r G^\circ < 0$
Relações da atividade	$a_i = \gamma_i x_i$
Lei de Raoult	$P_1 = P_1^{Puro} a_1$ ou $P_1 = P_1^{Puro} x_1$ (Solução ideal)
Potencial Químico (μ) em Sistema Simples	$\mu = -\bar{S}dT + \bar{V}dp$
Equação de Clausius	$\frac{dp}{dT} = \frac{\Delta \bar{S}}{\Delta \bar{V}}$
Equação de van der Waals	$P = \frac{nRT}{V - nb} - \frac{n^2 a}{V^2}$
Crioscopia	$\Delta T_c = i K_c W_1$

Constante Criscópica	$K_c = \frac{MR(T_F^0)^2}{\Delta_{Fus}H^\circ}$
Energia Livre de Misturas Binárias de Gases Ideais	$\Delta_{Mis}G^\circ = b \left(\mu_B^\circ + RT \ln \frac{p_B}{p^0} \right) + a \left(\mu_A^\circ + RT \ln \frac{p_A}{p^0} \right)$
Equação de Nernst	$E = E^\circ - \frac{RT}{ v_e F} \ln \prod_i a_i^{v_i}$
Trabalho (w)	$w = - \int_{V_i}^{V_f} p dV$
Energia – Transição Eletrônica (ΔE)	$\Delta E = -2,18 \times 10^{-18} Z^2 \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$ $\Delta E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$
Constante de Henry (K_H)	$K_H = \frac{[A]}{p_A}$
Constante de equilíbrio da equação global (K_g)	$K_g = K_1 \times K_2 \times K_3 \times \dots \times K_n$
Pressão	$p = \frac{F}{A}$
Massa Reduzida (μ_R)	$\frac{1}{\mu_R} = \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}$
Oscilador Harmônio Clássico	$\bar{\nu} = \frac{1}{2\pi c} \sqrt{\frac{k_{el}}{\mu_R}}$
Energia Potencial Elástica	$E_{el} = k_{el} \frac{(x - x_0)^2}{2}$

Classificação Periódica dos Elementos

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1 H Hidrogênio 1,0079	2 He Hélio 4,0026	3 Li Lítio 6,941(2)	4 Be Berílio 9,0122	5 B Boro 10,811(7)	6 C Carbono 12,011	7 N Nitrogênio 14,007	8 O Oxigênio 15,999	9 F Fluor 18,998	10 Ne Neônio 20,180	11 Na Sódio 22,990	12 Mg Magnésio 24,305	13 Al Alumínio 26,982	14 Si Silício 28,086	15 P Fósforo 30,974	16 S Enxofre 32,065(5)	17 Cl Cloro 35,453(2)
19 K Potássio 39,098	20 Ca Cálcio 40,078(4)	21 Sc Escândio 44,956	22 Ti Titânio 47,867	23 V Vanádio 50,942	24 Cr Cromio 51,996	25 Mn Manganês 54,938	26 Fe Ferro 55,845(2)	27 Co Cobalto 58,933	28 Ni Níquel 58,693	29 Cu Cobre 63,546(3)	30 Zn Zinco 65,38(2)	31 Ga Gálio 69,723	32 Ge Germânio 72,64	33 As Arsênio 74,922	34 Se Selênio 78,96(3)	35 Br Bromo 79,904
37 Rb Rubídio 85,468	38 Sr Estrôncio 87,62	39 Y Ítrio 88,906	40 Zr Zircônio 91,224(2)	41 Nb Níbio 92,906	42 Mo Molibdênio 95,96(2)	43 Tc Técnetio 97,907*	44 Ru Rutênio 101,07(2)	45 Rh Ródio 102,91	46 Pd Paládio 106,42	47 Ag Prata 107,87	48 Cd Cádmio 112,41	49 In Índio 114,82	50 Sn Estanho 118,71	51 Sb Antimônio 121,76	52 Te Telúrio 127,60(3)	53 I Iodo 126,90
55 Cs Césio 132,91	56 Ba Bário 137,33	57 a 71 La-Lu	72 Hf Háfênio 178,49(2)	73 Ta Tântalo 180,95	74 W Tungstênio 183,84	75 Re Rênio 186,21	76 Os Ósmio 190,23(3)	77 Ir Iridio 192,22	78 Pt Platina 195,08	79 Au Ouro 196,97	80 Hg Mercúrio 200,59(2)	81 Tl Telúrio 204,38	82 Pb Chumbo 207,2	83 Bi Bismuto 208,98	84 Po Polônio 209,98*	85 At Astató 209,99*
87 Fr Frâncio 223*	88 Ra Rádio 226*	89 a 103 Ac-Lr	104 Rf Rutherfordio 261*	105 Db Dubnio 262*	106 Sg Seabórgio 266*	107 Bh Bóhrnio 264*	108 Hs Hássio 277*	109 Mt Meitnério 268*	110 Un Ununilíbio 271*	111 Uu Ununilítio 272*	112 Uub Ununbilíbio 285*	113 Uut Ununtribíbio 284*	114 Uuq Ununquádruplo 289*	115 Uup Ununpêntuplo 288*	116 Uuq Ununquádruplo 289*	117 Uup Ununpêntuplo 288*

Massas atômicas IUPAC 2009 e SBO 2010. * todos os átomos

SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA



Pedidos à:
Sociedade Brasileira de Química - Edições SBQ
Caixa Postal 26037 - CEP: 05513-970 - São Paulo (SP) - Brasil
Fone (11) 3032-2299 - Fax (11) 3814-3602
E-mail: diretoria@sbq.org.br - Home Page: www.sbq.org.br

Símbolos:
Zn - Sólido
Ne - Gasoso
@ - Artificial

14
Si
Número atômico
Silício
Símbolo
Nome
28,086

Massa atômica relativa (A_r). A incerteza no último dígito é ± 1 exceto quando indicado entre parênteses. Os valores com * referem-se ao isótopo mais estável.

57 La Lantânio 138,91	58 Ce Cério 140,12	59 Pr Praseodímio 140,91	60 Nd Neodímio 144,24(3)	61 Pm Promécio 145	62 Sm Samário 150,36(2)	63 Eu Europóio 151,96	64 Gd Gadolínio 157,25(3)	65 Tb Térbio 158,93	66 Dy Disprósio 162,50(3)	67 Ho Hólmio 164,93	68 Er Érbio 167,26(3)	69 Tm Tulio 168,93	70 Yb Ítróbio 173,05
89 Ac Actínio 227*	90 Th Tório 232,04*	91 Pa Protactínio 231,04*	92 U Urânio 238,05*	93 Np Netúnio 237*	94 Pu Plutônio 244*	95 Am Americóio 243*	96 Cm Cúrio 247*	97 Bk Berquílio 247*	98 Cf Califórnio 251*	99 Es Einsteinóio 252*	100 Fm Férmio 257*	101 Md Mendelévio 258*	102 No Nobélio 259*