

Universidade Federal do Ceará

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

29/04/2017

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. Se precisar de papel para rascunho, use o verso das folhas de sua prova.
9. Use somente caneta preta ou azul e o tipo de calculadora especificada no edital.
10. Se tiver necessidade de ir ao banheiro, levante a mão e então será acompanhado até lá.
11. 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

Questões Nível I

1. O composto $\text{XCl}_2(\text{NH}_3)_2$ pode ser formado pela reação de XCl_4 com NH_3 . Suponha que 3,571 g de XCl_4 reagem com excesso de NH_3 produzindo Cl_2 e 3,180 g de $\text{XCl}_2(\text{NH}_3)_2$. Qual é o elemento X?

- a) Au b) Pd c) Pt d) Ag e) Os

2. Coloque as seguintes espécies em ordem crescente do ponto de ebulição: Cl_2 , OF_2 , HF e Ar.

- a) $\text{Cl}_2 < \text{OF}_2 < \text{Ar} < \text{HF}$ b) $\text{Cl}_2 < \text{HF} < \text{OF}_2 < \text{Ar}$
c) $\text{Ar} < \text{OF}_2 < \text{Cl}_2 < \text{HF}$ d) $\text{OF}_2 < \text{Cl}_2 < \text{HF} < \text{Ar}$
e) $\text{HF} < \text{OF}_2 < \text{Ar} < \text{Cl}_2$

3. Um estudante adicionou Na_2O sólido a um frasco volumétrico de 200 mL, o qual foi completado com água, resultando em uma solução de 200 mL de uma solução de NaOH. Uma alíquota de 5,00 mL dessa solução foi transferida para outro frasco volumétrico e diluída para 500 mL. O pH da solução diluída é 13,25. Qual a concentração (mol L^{-1}) do íon hidróxido na solução diluída?

- a) $1,8 \times 10^{-14}$ b) $1,8 \times 10^{-1}$ c) $5,6 \times 10^{-12}$ d) $1,8 \times 10^{-12}$ e) $5,6 \times 10^{-14}$

4. O arranjo de elétrons em torno do átomo central utiliza quais orbitais para cada uma das seguintes espécies: SF_4 , BCl_3 , NH_3 , $(\text{CH}_3)_2\text{Be}$, PCl_6^- .

- a) sp^3d , sp^2 , sp^3 , sp , sp^3d^2 b) sp^3d^2 , sp^2 , sp^3 , sp , sp^3d
c) sp^3d^2 , sp^2 , sp^3 , sp^3d , sp^3d d) sp^3d^2 , sp^3 , sp^3 , sp , sp^3d^2
e) sp^3d , sp^2 , sp , sp^2 , sp^3d^2

Questões Nível II

5. Observe as propriedades descritas abaixo e assinale a alternativa que corresponda aos sólidos LiCl , Co , CHI_3 , SiC , respectivamente.

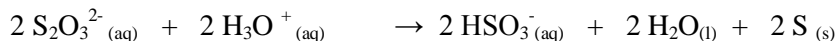
- I) Trata-se de um sólido branco com ponto de fusão 613°C ; no estado líquido ele conduz eletricidade.
II) Trata-se de um sólido duro e preto o qual sublima na temperatura de 2700°C .
III) Trata-se de um sólido com um odor característico e que apresenta ponto de fusão de 120°C .
IV) Trata-se de um sólido acinzentado, com ponto de fusão de 1495°C ; no estado sólido. No estado líquido é condutor elétrico.

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

6. Suponha que 25,0 mL de uma solução contendo íons Ag^+ de concentração desconhecida é titulada com uma solução de KI $0,015 \text{ mol L}^{-1}$ a 25°C . Um eletrodo de prata é imerso nesta solução e seu potencial medido em relação ao eletrodo padrão de hidrogênio. O potencial de redução padrão de Ag^+ é $+0,80 \text{ V}$. Um total de 16,7 mL da solução de KI foi necessária para atingir o ponto de equivalência quando o potencial foi $0,325 \text{ V}$. Determine a concentração em mol L^{-1} de Ag^+ na solução e o produto de solubilidade (K_{sp}) para o composto AgI , respectivamente.

- a) $1,0 \times 10^{-2}$; $9,8 \times 10^{-17}$ b) $3,0 \times 10^{-3}$; $9,23 \times 10^{-9}$
c) $2,0 \times 10^{-2}$; $7,5 \times 10^{-9}$ d) $1,0 \times 10^{-2}$; $8,4 \times 10^{-17}$
e) $1,8 \times 10^{-3}$; $8,5 \times 10^{-12}$

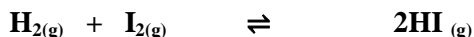
7. Os íons tiosulfatos ($S_2O_3^{2-}$) desproporcionam-se em uma solução ácida produzindo o enxofre sólido (S) e o íon hidrogeno sulfito (HSO_3^-):



Assumindo que a reação se completa e que uma solução contendo 10,1 mL de íons HSO_3^- (55,0% m/m) cuja densidade é $1,45 \text{ g cm}^{-3}$, é obtida na reação, determine a massa de $S_2O_3^{2-}$ presente inicialmente na reação.

- a) 11,13 g b) 14,64 g c) 8,05 g d) 0,750 g e) 23,30 g

8. Uma mistura reacional que consiste de 0,4 mol de H_2 e 1,6 mol de I_2 foi colocado num frasco de 3,0 L e aquecidos a $300^\circ C$. No equilíbrio, 60,0% do gás hidrogênio tinha reagido. Qual é a constante de equilíbrio K para a reação nessa temperatura?



- a) 1,1 b) 0,20 c) 13,0 d) 0,51 e) 11,0

Questões Nível III

9. Uma mistura de 0,52 mg de A e 2,30 mg de B contidos em 1,0 mL da solução foi analisada por cromatografia gasosa, cujas áreas dos dois picos foram $5,44 \text{ cm}^2$ e $8,72 \text{ cm}^2$ respectivamente. Uma segunda solução contendo quantidades desconhecidas de A e B foi analisada. Para determinar a concentração de A, 2,0 mg de B foi acrescentada a 2,0 mL dessa solução, que após ser analisada no cromatógrafo a gás, picos de área $3,52 \text{ cm}^2$ para A e $7,58 \text{ cm}^2$ para B foram medidos. Determine a quantidade de A, em mg, presente na segunda solução.

- a) 0,48 b) 0,11 c) 0,5 d) 0,32 e) 11,0

10. Um recipiente contém uma mistura dos compostos A e B que se decompõem segundo uma cinética de primeira ordem. As meias-vidas são de 50,0 min para A e 18,0 min para B. Se as concentrações de A e B forem iguais no início, que tempo será necessário para que a concentração de A seja quatro vezes a concentração de B?

- a) 62 min b) 56 min c) 68 min d) 32 min e) 45 min

PARTE 2 - QUÍMICA INORGÂNICA

Questões Nível I

11. Na reação do ácido bórico com água, qual seria a base conjugada.

- a) $H_4BO_4^-$ b) $H_2BO_4^-$ c) $H_2BO_3^-$ d) BO_3^- e) H_2B^-

12. De acordo com a química quântica, no átomo de hidrogênio o elétron é uma partícula e o elétron é uma função de onda em quais locais, respectivamente?

- a) No átomo; e fora do átomo.
b) Fora do átomo; e no átomo.
c) Tanto fora quanto dentro do átomo o elétron é uma partícula.
d) O elétron no átomo é uma partícula beta.
e) O elétron, assim como a luz, quando é função de onda recebe o nome de fóton.

13. Quantos nós (região cuja densidade eletrônica é zero) existem nos orbitais $3p_x$, $2s$, $4s$, $2p_y$ e $1s$, respectivamente?

- a) 3, 1, 3, 1, 0 b) 1, 0, 0, 1, 0 c) 2, 0, 0, 2, 0 d) 3, 0, 0, 1, 0 e) 1, 1, 1, 1, 1

14. O oxigênio é o elemento mais abundante na crosta terrestre na concentração de 455000 ppm. No ar o oxigênio é a segunda molécula mais abundante com 23% em massa. Qual é a concentração de oxigênio no ar em partes por milhão?

- a) 230000 ppm b) 460000 ppm c) 115000 ppm d) 14,4 ppm e) 7,18 ppm

Questões Nível II

15. Além da água e do CO_2 , um outro gás ocorre em considerável proporção na queima do óleo diesel. Este outro gás, que ocorre devido a contaminação do óleo por enxofre, em contato com água da chuva reage formando um ácido, que reage com rocha calcária formando cavernas. Indique a alternativa que contém respectivamente: O gás, o que compõe a rocha calcária e os íons presentes na solução de dissolução da rocha.

- a) H_2SO_4 ; Na_2CO_3 ; (2Na^+ , HCO_3^- , HSO_2^-) b) CO_2 ; CaSO_4 ; (Ca^{+2} , HCO_3^- , HSO_4^-)
c) SO_2 ; MgCO_3 ; (Mg^{+2} , HCO_3^- , HSO_2^-) d) SO_2 ; CaCO_3 ; (Ca^{+2} , HCO_3^- , HSO_3^-)
e) CO_2 ; CaCO_3 ; (Ca^{+2} , HCO_3^- , HCO_3^-)

16. Na reação de fusão nuclear que ocorre no Sol, núcleos de hidrogênio participam. O principal produto da reação é:

- a) Núcleo de Deutério b) Núcleo de Hélio ($^3\text{He}^{+2}$)
c) Núcleo de Trítio d) Núcleo de Hélio ($^4\text{He}^{+2}$)
e) Radiação de pósitron

17. Utilizando a teoria da ligação pela camada de valência, a forma como se ligam quatro moléculas de cianeto no íon de níquel (II), (Ni^{+2}); e a forma como se ligam quatro moléculas de água no íon de níquel (III), (Ni^{+3}). Responder quanto as propriedades magnéticas; a hibridização, e a forma geométrica dos complexos de Ni^{+2} e Ni^{+3} formados, respectivamente.

- a) diamagnético, paramagnético; dsp^2 , sp^3 ; quadrado planar, tetraédrico
b) diamagnético, diamagnético; sp^3 , sp^2d ; tetraédrico, quadrado planar
c) diamagnético, paramagnético; d^2sp^3 , sp^3 ; octaédrico, tetraédrico
d) paramagnético, paramagnético; d^2sp , sp^3 ; quadrado planar, tetraédrico
e) diamagnético, diamagnético; sp^2 , sp^3d ; tetraédrico, bipirâmide trigonal

18. Das funções de ondas encontradas pela equação de Schrödinger que descrevem os orbitais s, p e d, qual das combinações abaixo seria possível, por meio de sobreposição dos orbitais, dar origem a uma ligação química formando um orbital π , mantendo-se fixa para todos a orientação dos eixos cartesianos:

- a) $s + dx^2 - y^2$ b) $dxy + dxz$ c) $py + pz$ d) $py + px$ e) $dz^2 + dz^2$

Questões Nível III

19. Quantos eixos de rotação C_3 e C_2 existem para a molécula de metano?

- a) 8 e 0 b) 4 e 0 c) 8 e 3 d) 1 e 0 e) 4 e 4

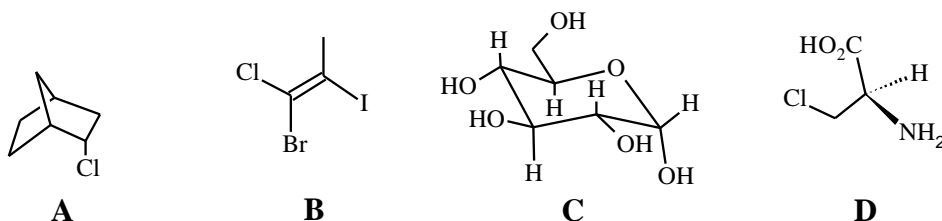
20. Utilizando a teoria do campo cristalino para a molécula de *trans*- $[\text{Co}(\text{Cl})_2(\text{OH}_2)_4]$, quantos níveis de energia ocorrem devido ao desdobramento dos orbitais d e quantos elétrons ficam desemparelhados, respectivamente?

- a) 1; 5 b) 2; 5 c) 5; 1 d) 4; 1 e) 5; 3

PARTE 3 - QUÍMICA ORGÂNICA

Questões Nível I

21. Observe os compostos orgânicos e as afirmações abaixo e responda:



- I. A nomenclatura do composto **A** é endo-2-cloro-biciclohexano.
- II. O composto **C**, cujas hidroxilas 2, 3 e 4 estão na equatorial, é denominado de α -D-glicopiranoose.
- III. No composto **B** o cloro e o iodo apresentam maior prioridade segundo os critérios de Cahn, Ingold e Prelog e a nomenclatura é (*E*)-1-bromo-1-cloro-2-iodopropano.
- IV. O composto **D** e seu enantiômero apresentam a rotação específica de mesma magnitude e sinal.
- V. A nomenclatura do composto **D** é ácido (*R*)-2-amino-3-cloropropanoico.

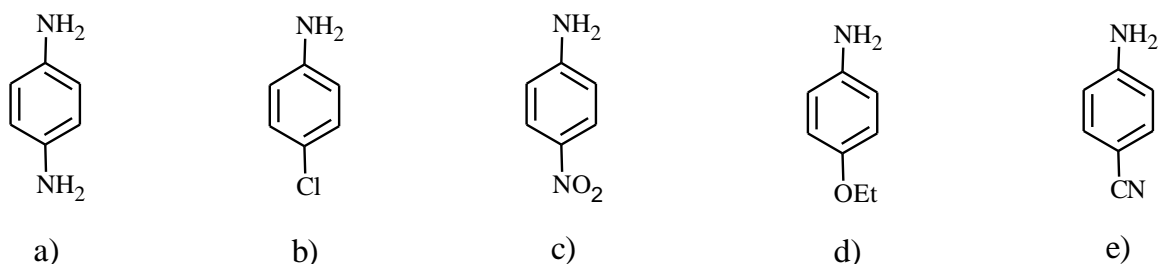
Assinale a opção que indique as afirmações corretas:

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

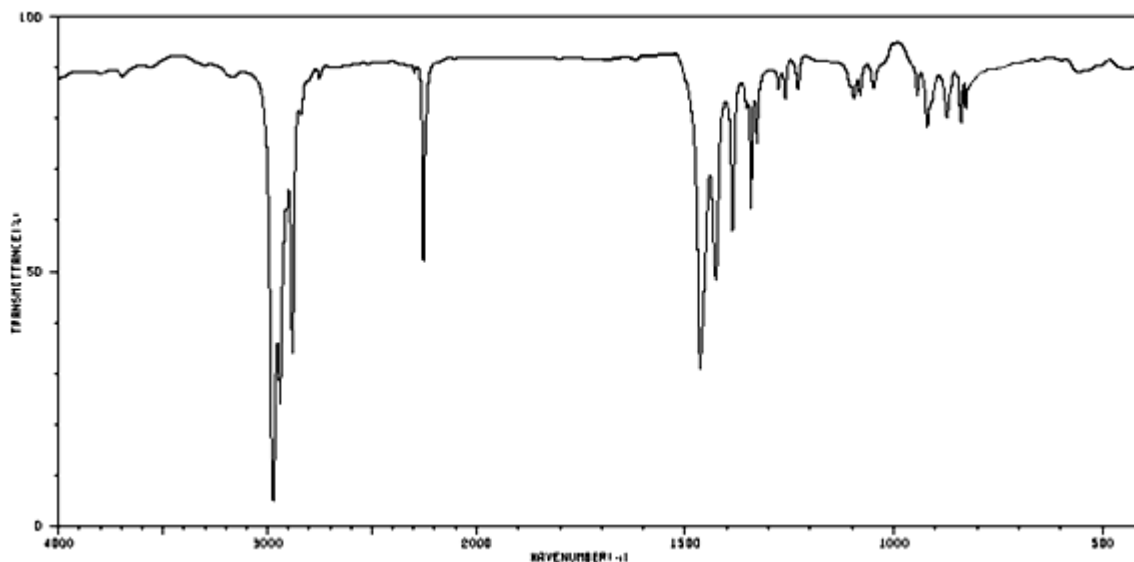
22. Considerando a aromaticidade dos compostos e íons orgânicos e a Teoria de Hückel, assinale a alternativa correta:

- a) Hidrocarbonetos cíclicos planares com ligações duplas alternadas e $4n + 2$ elétrons pi ($n = 0$ ou inteiro) são mais instáveis que os sistemas cíclicos análogos com $4n$ elétrons pi.
- b) O ciclobutadieno é um composto aromático que apresenta $4n$ elétrons pi ($n =$ inteiro).
- c) Os três orbitais moleculares pi ligantes totalmente preenchidos representados no Círculo de Frost para o ânion ciclopentadienila é um indicativo que este íon é aromático.
- d) O ciclo-octatetraeno tem oito elétrons pi em ligações duplas alternadas e é considerado aromático.
- e) A piridina é um composto heterocíclico em que o par de elétrons não ligante não faz parte do sistema pi conjugado e, portanto, é considerada não-aromática.

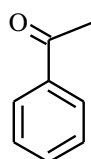
23. As arilaminas são mais básicas que as alquilaminas devido à estabilização por ressonância no estado fundamental. Observe as estruturas dos compostos abaixo e indique qual dos derivados da anilina é base mais forte.



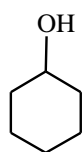
24. Um composto orgânico I apresentou o espectro no infravermelho mostrado abaixo. Assinale a alternativa que indique a estrutura do composto I.



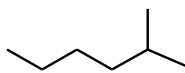
Fonte: SDBSWeb : <http://sdbs.db.aist.go.jp> (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 12/04/2017).



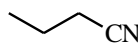
a)



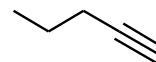
b)



c)



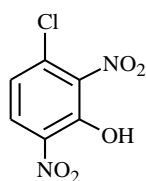
d)



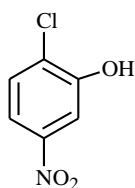
e)

Questões Nível II

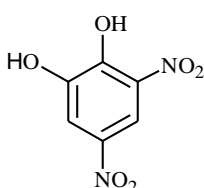
25. O 2,4-dinitroclorobenzeno na presença de NaOH aquoso e aquecimento leva à formação de um produto de substituição nucleofílica. Assinale a alternativa que representa o produto formado nesta reação.



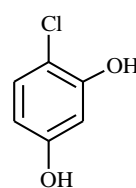
a)



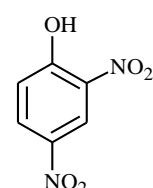
b)



c)



d)



e)

26. Observe as afirmações abaixo e responda:

- I. Uma reação de substituição na qual a velocidade depende linearmente das concentrações dos dois reagentes é chamada de reação de 2ª ordem.
- II. Uma reação via mecanismo S_N2 ocorre em uma única etapa com retenção de configuração.
- III. Um haleto terciário é pouco reativo numa reação via mecanismo S_N2 devido ao impedimento estérico.
- IV. O HO^- é mais nucleófilo que o HS^- e a ordem de nucleofilicidade dos haletos é $I^- > Br^- > Cl^-$.
- V. Uma reação via mecanismo S_N1 de substratos enantiomericamente puros leva à formação de produtos com retenção e inversão de configuração, e portanto à uma mistura de enantiômeros.
- VI. A natureza do nucleófilo interfere diretamente na etapa determinante da velocidade de reação via mecanismo S_N1 .

Assinale a alternativa que representa as afirmações corretas dos itens I a VI.

a) I, II, V

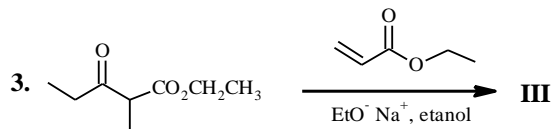
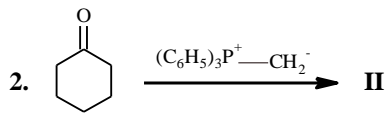
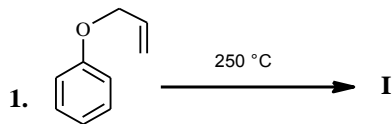
b) II, III, V

c) I, III, V

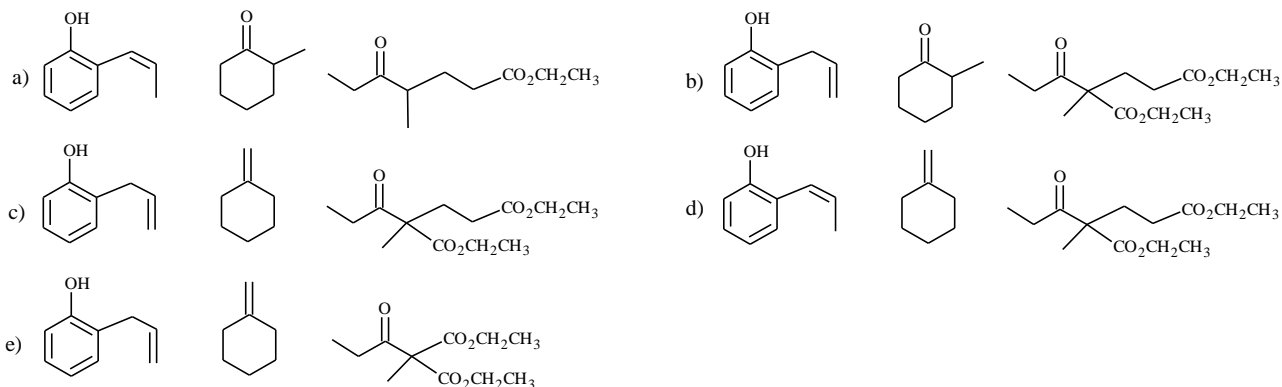
d) II, IV, VI

e) I, III, VI

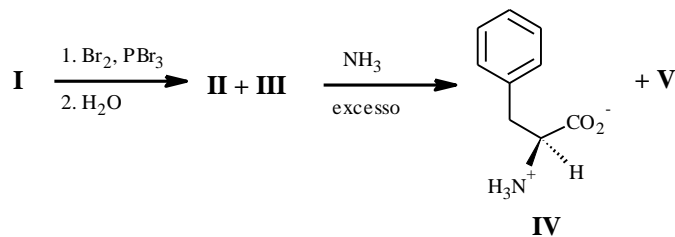
27. Observe as reações abaixo e responda:



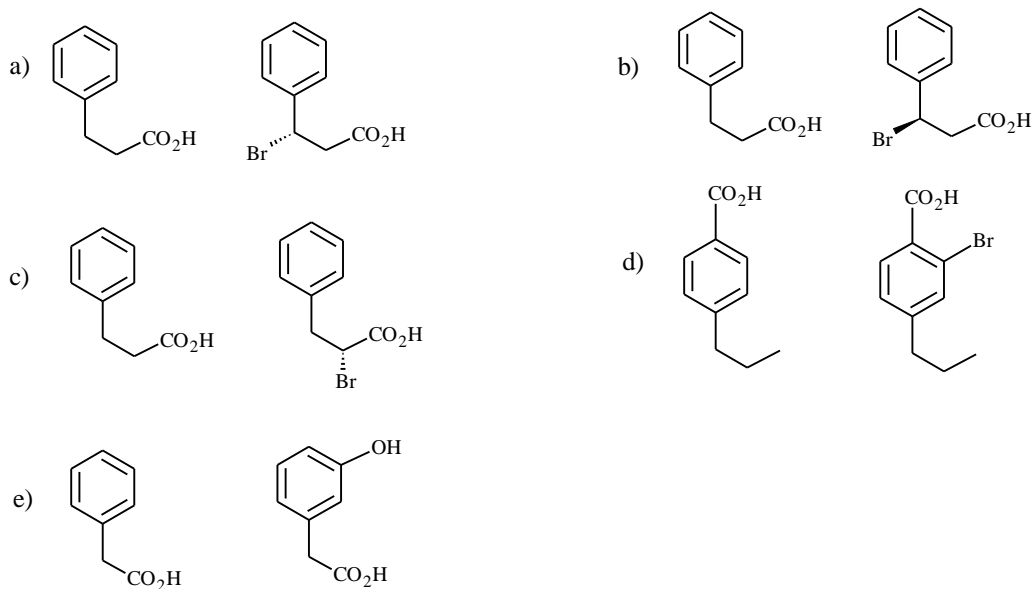
Assinale a opção que apresenta as estruturas dos compostos I, II e III, respectivamente.



28. A (*S*)-fenilalanina (IV) pode ser obtida por reação do ácido 3-fenil-propanoico (I), conforme mostrado abaixo. A reação de II com amônia leva à formação do produto IV.

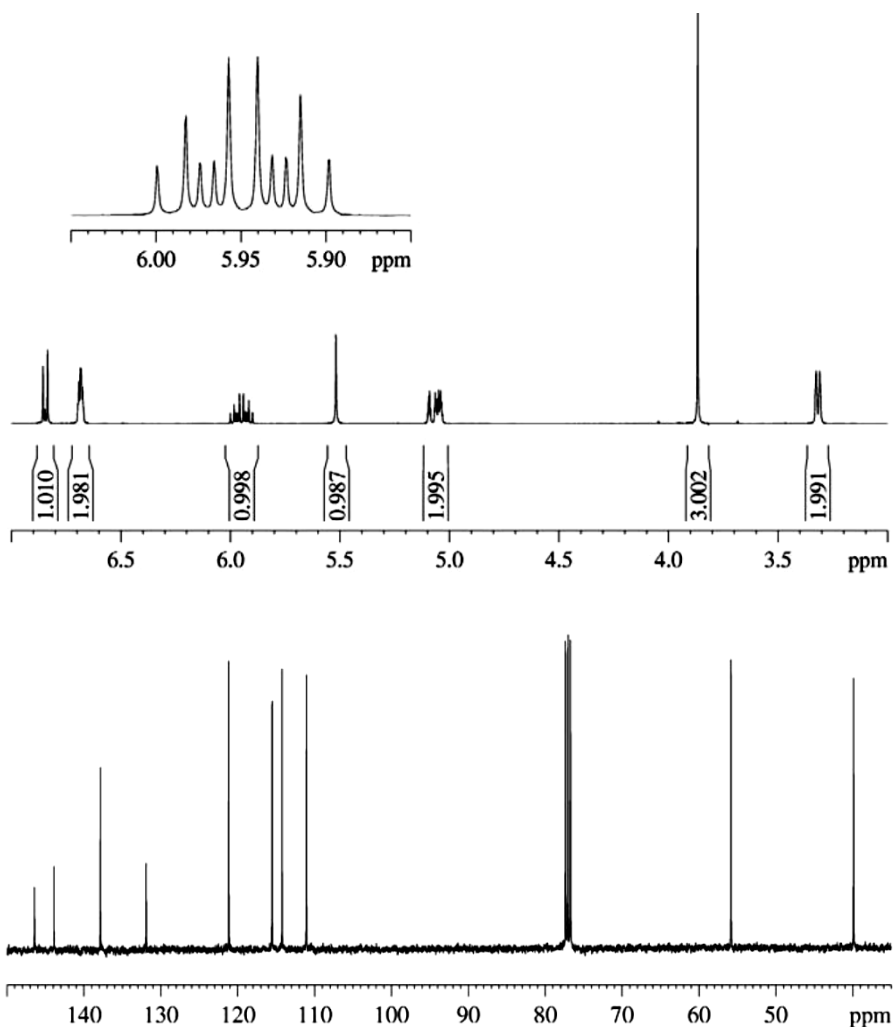


Assinale a alternativa que representa respectivamente os compostos I e II da reação mostrada.



Questões Nível III

29. O composto **1** é um fenilpropanoide conhecido como eugenol ($C_{10}H_{12}O_2$), bastante encontrado em plantas odoríferas, é pouco solúvel em água e bastante solúvel em clorofórmio. Os espectros de RMN 1H e ^{13}C do composto **1** obtidos em $CDCl_3$ num espectrômetro de 400 MHz são mostrados abaixo.



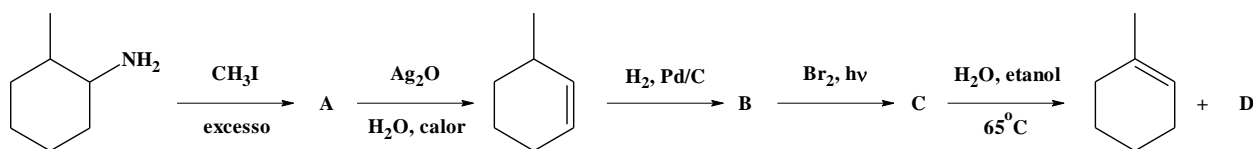
Considerando os dados acima, observe as seguintes afirmações:

- I. A frequência de precessão dos spins nucleares de ^{13}C no campo magnético do espectrômetro de RMN que foi feita esta amostra é de 400 MHz.
- II. O sinal referente ao $CDCl_3$ no espectro de ^{13}C aparece como um tripleto porque é o resultado da equação $2nI + 1$ igual ao número de picos, onde o número quântico de spin nuclear do deutério é 1.
- III. O simpleto em 3,85 ppm é indicativo de uma metoxila para o composto **1**.
- IV. No espectro de ^{13}C são observados 10 sinais para o composto **1**, dos quais 8 são sp^2 e dois sp^3 .
- V. A estrutura do eugenol apresenta uma metoxila, uma hidroxila e um grupo alila dispostos em posições 1,2,3 no anel benzênico.

Assinale a alternativa que represente somente as afirmações corretas:

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

30. Observe a sequência reacional e as afirmações mostradas abaixo:



- I. O composto A é o iodeto de (2-metilciclohexil)trimetilamina.
- II. A reação de A com Ag_2O leva a um produto de eliminação de Hofmann.
- III. O pico M-15 do composto B no espectro de massa apresenta m/z 83.
- IV. O composto C é obtido a partir de B por uma reação de substituição radicalar.
- V. O composto D pode formar um aldeído a partir da reação de oxidação com PCC em diclorometano.
- VI. Dos dois alcenos mostrados na sequência reacional, o 3-metilciclohexeno é mais estável que o 2-metilciclohexeno.

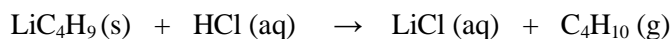
Assinale as opções que apresentam somente afirmações corretas.

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

Parte 4 - Química Analítica

Questões Nível I

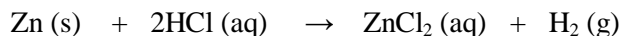
31. O composto butilítio, LiC_4H_9 , é muito reativo, sendo usado na obtenção de novas substâncias. Pode-se determinar a quantidade de butilítio, numa mistura pela adição de ácido clorídrico, ocorrendo a seguinte reação:



Se existem 5,453 g de butilítio dissolvidos em benzeno, ao adicionar excesso de ácido clorídrico (aq), ocorre desprendimento de 0,725 g de butano. Assinale a alternativa que contém a porcentagem do butilítio na amostra original.

- a) 64,05% b) 58,12% c) 14,56% d) 12,40% e) 17,56%

32. Considerando que o zinco metálico reage com soluções de ácidos, como por exemplo, o ácido clorídrico em água, usada para preparar o hidrogênio em laboratório, de acordo com a seguinte reação:



Ao dissolver 12,05 g de zinco, qual o volume em mililitros de ácido clorídrico $2,0 \text{ mol L}^{-1}$ necessários para converter completamente o zinco a cloreto de zinco? Assinale a alternativa correta.

- a) 184 mL b) 368 mL c) 200 mL d) 18,4 mL e) 120 mL

33. Com relação aos catalisadores, assinale a alternativa correta:

- a) Um catalisador é sempre consumido na reação.
- b) Um catalisador sempre está na mesma fase que os reagentes.
- c) A concentração de um catalisador homogêneo pode figurar na equação de velocidade.
- d) Um catalisador heterogêneo sempre está na mesma fase do reagente.
- e) Na catálise homogênea o catalisador e o reagente estão em fases diferentes.

34. Uma solução desconhecida **A** apresentou um precipitado preto **B** quando foi adicionada uma solução de $(\text{NH}_4)_2\text{S}$. Ao adicionar $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ao sobrenadante, ocorreu a formação de um precipitado branco **C**, sendo que a solução não apresentou nenhuma resposta ao teste de chama. Entretanto, quando o precipitado branco **C** foi dissolvido numa solução de ácido clorídrico, apresentou uma coloração verde-amarelada no teste de chama. O precipitado preto **B** não foi dissolvido na solução de ácido clorídrico, entretanto, foi dissolvido com água-régia ($\text{HCl}:\text{HNO}_3$). Ao adicionar uma solução de NH_3 , ficou uma solução de coloração azul clara, que tornou-se vermelha com a adição de algumas gotas de dimetilglioxima. Assinale a alternativa que tem os íons presentes na amostra desconhecida **A**.

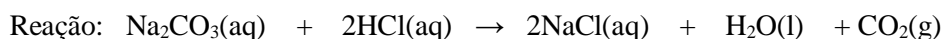
- a) Na^+ , Zn^{2+} b) Na^+ , Ba^{2+} c) Ba^{2+} , Ni^{2+} d) Zn^{2+} , Ni^{2+} e) Zn^{2+} , Ba^{2+}

Questões Nível II

35. Suponha que se misturem 200 mL de BaCl_2 0,040 mol L^{-1} com 100 mL de Na_2SO_4 0,060 mol L^{-1} . Calcule o produto iônico (Q) dos íons Ba^{2+} e SO_4^{2-} , justificando se ocorrerá precipitação do BaSO_4 . ($K_{\text{ps}} = 1,1 \times 10^{-1}$)

- a) $Q = 5,2 \times 10^{-4}$. Ocorrerá precipitação do BaSO_4 , porque o Q é maior que o K_{ps} .
 b) $Q = 2,6 \times 10^{-3}$. Não ocorrerá precipitação do BaSO_4 , porque o K_{ps} é maior do que Q.
 c) $Q = 2,0 \times 10^{-2}$. Ocorrerá precipitação do BaSO_4 , porque o Q é maior do que o K_{ps} .
 d) $Q = 3,0 \times 10^{-5}$. Não ocorrerá precipitação do BaSO_4 porque o K_{ps} é menor do que o Q.
 e) $Q = 5,2 \times 10^{-2}$. Ocorrerá precipitação do BaSO_4 , porque o Q é menor do que o K_{ps} .

36. Na titulação de 0,275 g de Na_2CO_3 foram consumidos 32,25 mL de solução de HCl , até o ponto de equivalência. Calcule a concentração em mol L^{-1} do HCl e assinale a alternativa correta.



- a) $5,18 \times 10^{-3}$ mol L^{-1} b) $2,59 \times 10^{-3}$ mol L^{-1}
 d) $3,22 \times 10^{-2}$ mol L^{-1} c) $1,60 \times 10^{-1}$ mol L^{-1}
 e) $2,75 \times 10^{-3}$ mol L^{-1}

37. Faça uma análise das semi-reações e seus respectivos potenciais padrões, assinalando a alternativa correta.

Semi-reação	E^0 (V)
$\text{Cl}_{2(\text{g})} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$	+ 1,360
$\text{Pb}^+_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}_{(\text{s})}$	- 0,126
$\text{I}_{2(\text{g})} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{I}^-_{(\text{aq})}$	+ 0,535
$\text{V}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{V}_{(\text{s})}$	- 1,180

- a) O vanádio é o agente oxidante mais forte, V^{2+} .
 b) O chumbo reduz o V^{2+} .
 c) O cloro é o agente oxidante mais forte, Cl_2 .
 d) O iodo oxida o Cl^- a $\text{Cl}_{2(\text{g})}$.
 e) O cloro (Cl_2) e o iodo (I_2) não podem ser reduzidos pelo chumbo (Pb).

38. Uma solução aquosa contém 0,675 g de NaOH em um volume de 500 mL. Qual o pH desta solução? Assinale a alternativa correta.

- a) 2,97 b) 13,00 c) 12,52 d) 3,36 e) 6,75

Questões Nível III

39. Um composto de massa molecular $275,25 \text{ g mol}^{-1}$ foi dissolvido em um balão volumétrico de $5,0 \text{ mL}$. Foi retirada uma alíquota de $1,0 \text{ mL}$ e diluída em um balão volumétrico de $10,0 \text{ mL}$. A absorbância a 340 nm foi de $0,435$ numa cubeta de $1,0 \text{ cm}^{-1}$. A absorvidade molar para este composto a 340 nm é de $6,150 \times 10^3 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$. A partir destes dados, é possível dizer que a massa do composto dissolvida foi:

- a) $9,71 \times 10^{-4} \text{ g}$
b) $4,86 \times 10^{-4} \text{ g}$
c) $9,71 \times 10^{-5} \text{ g}$
d) $1,94 \times 10^{-4} \text{ g}$
e) $4,86 \times 10^{-3} \text{ g}$

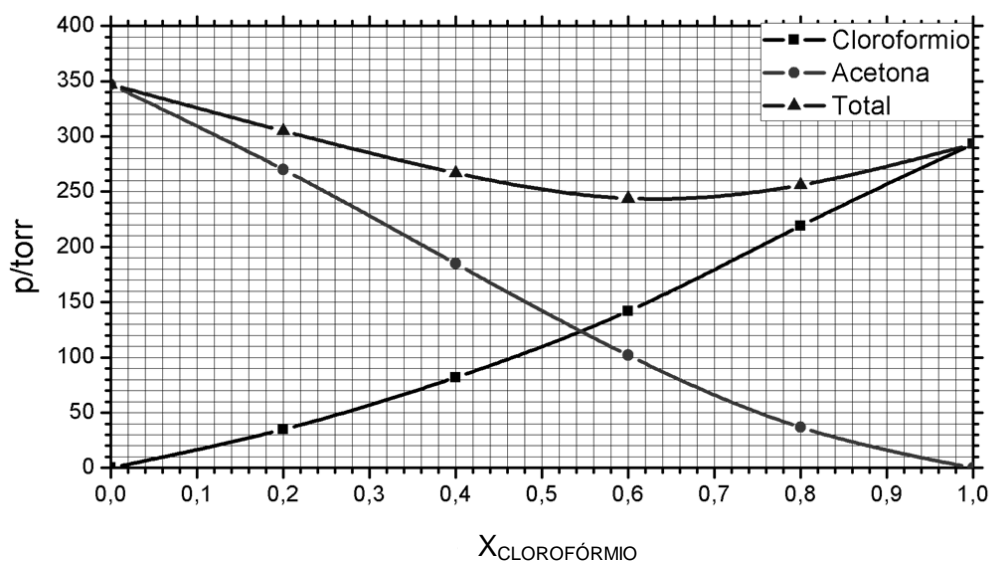
40. Para a determinação de ferro em uma amostra de solo, $0,525 \text{ g}$ da amostra contendo Fe^{2+} e Fe^{3+} , foi oxidada e o ferro Fe^{3+} foi precipitado como óxido de ferro hidratado ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x \text{ H}_2\text{O}$). O precipitado após ser filtrado, lavado e calcinado, pesou $0,275 \text{ g}$ como ferro na forma de óxido de ferro (Fe_2O_3). Calcular o teor de Fe^{3+} na amostra de solo, assinalando a opção correta.

- a) 11,16% b) 27,50% c) 52,50% d) 19,20% e) 36,57%

PARTE 5 – FÍSICO-QUÍMICA

Questões Nível I

41. O gráfico abaixo representa o diagrama pressão de vapor de uma mistura CHCl_3 e CH_3COCH_3 em função da fração molar de acetona na mistura à temperatura constante. As pressões de vapor da acetona e do clorofórmio, puros nas condições do experimento são $347,0$ e $293,0$ torr, respectivamente.



Um aluno fez as seguintes afirmações sobre o gráfico:

- Trata-se de uma solução ideal.
- Apresenta desvios negativos da lei de Raoult, indicando que as forças de interação clorofórmio-acetona são mais fortes que dos componentes puros, devido a formação de ligações de hidrogênio $\text{C-H} \cdots \text{O}=\text{C}$.
- Ao se misturar 50 mL de acetona e 50 mL de clorofórmio será obtido 50 mL da mistura.
- A mistura forma um azeótropo com o componente majoritário sendo o clorofórmio.
- Sabendo que a pressão de vapor da acetona é 185 torr, quando $X_{\text{CLOROFÓRMIO}}$ for $0,40$, é possível afirmar que o coeficiente de atividade da acetona, neste caso, será aproximadamente $0,89$.

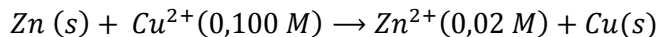
Sobre as afirmações do aluno, estão corretas:

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

42. Um alcano monoclorado reage com água formando um par de alcoóis enantiômeros. Ao dissolver 3,795 g do cloroalcano em 100 g de tetracloreto de carbono ($K_{eb} = 5,03 \text{ K kg mol}^{-1}$) provocou um aumento no ponto de ebulição normal do solvente de 76,7 para 78,5 °C. A partir destes dados, e considerando comportamento ideal e que não houve dissociação, pode-se afirmar que o composto clorado é o:

- a) Clorometano
 b) Cloroetano
 c) 1-cloropropano
 d) 2-cloro-2-metilpropano
 e) 2-cloro-2-metilbutano

43. Dadas as concentrações não-padrão para a reação abaixo:



Sabendo que os coeficientes de atividade iônica para Cu^{2+} e Zn^{2+} , nessas condições são 0,485 e 0,675 e que $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}$ e $E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$, pode-se afirmar que E para esta pilha de Daniell é:

- a) 1,10 V b) 1,16 V c) 1,04 V d) 1,00 V e) 0,96 V

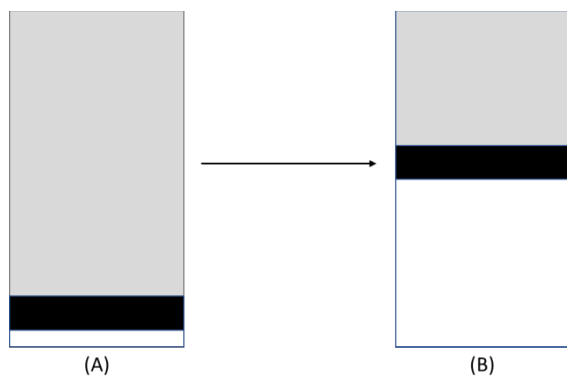
44. De acordo com o conceito de potencial químico ($\mu_{\text{Gás}}$) e espontaneidade das transformações, é incorreto afirmar que:

Dados: $\Delta_f G^\circ_{(298,15K)}$ para o NO_2 e o N_2O_4 de 51,30 e 97,79 kJ mol^{-1} , respectivamente

- a) O potencial químico de um gás diminui durante uma expansão livre.
 b) Durante uma mistura gasosa ocorre a diminuição do potencial químico dos componentes em relação aos valores de μ para gases puros.
 c) Considerando comportamento ideal, ocorre aumento constante do potencial químico do sistema durante todo o avanço da reação de 1,00 mol de $\text{N}_2\text{O}_4(g)$ se convertendo, completamente, em $\text{NO}_2(g)$, a 25 °C.
 d) O equilíbrio químico ocorre quando $\left(\frac{\partial G}{\partial \xi}\right)_{T,p} = 0$, onde G é energia livre do sistema e ξ é o avanço.
 e) O potencial químico de uma fase aumenta com o aumento da pressão e a redução da temperatura.

Questões Nível II

45. Um estudo foi realizado utilizando 5 gases distintos na temperatura de estudo: água, metanol, argônio, éter dietílico e dióxido de carbono. 4,00 mol de cada gás foram colocados, separadamente, para expandir reversivelmente um pistão móvel, isotermicamente a 700 K, de um volume inicial de 1,00 (A) até 10,00 L (B) como mostra a figura abaixo:



Representação da expansão do gás

Gás	a / $\text{L}^2 \text{ bar mol}^{-2}$	b / L mol^{-1}
H ₂ O	5,536	0,03049
CH ₃ OH	9,649	0,06702
Ar	1,355	0,03201
CH ₃ CH ₂ OCH ₂ CH ₃	17,61	0,1344
CO ₂	3,64	0,04267

Constantes de van der Waals

Considerando que os gases obedeçam à equação de estado de van der Waals e utilizando os valores tabelados das constantes, é possível afirmar que o único gás que vai receber mais calor da vizinhança em relação a um gás ideal para expandir nessas condições será:

- a) H₂O b) CH₃OH c) Ar d) CH₃CH₂OCH₂CH₃ e) CO₂

46. A 25 °C o $\Delta_r G^\circ$ do diamante é 2,90 kJ mol⁻¹. Dados os valores de entropia e volume molares para o diamante e o grafite na tabela abaixo, assinale a alternativa correta.

Substância	C (s, grafite)	C (s, diamante)
$\bar{S} / J \cdot K^{-1}$	5,69	2,43
\bar{V} / L	$4,41 \times 10^{-3}$	$3,41 \times 10^{-3}$

- a) A transformação do grafite em diamante é espontânea a 25 °C e a pressão de 1,00 bar.
 b) A transformação de diamante em grafite é um processo espontâneo a 25 °C e ocorre quase que instantaneamente.
 c) É possível transformar grafite em diamante apenas pela diminuição da temperatura, mantendo a pressão em 1 bar.
 d) É possível transformar grafite em diamante aumentando a temperatura e diminuindo a pressão.
 e) É possível transformar o grafite em diamante pelo aumento da pressão, mantendo a temperatura constante em 298,15 K.

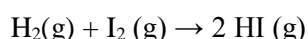
47. Uma máquina térmica opera em 4 estágios por ciclo entre 500 °C e 52 °C:

- I) Expansão isotérmica reversível;
 II) Expansão adiabática reversível;
 III) Compressão isotérmica reversível;
 IV) Compressão adiabática reversível;

Sabendo que a máquina recebe 80 kJ de energia da fonte quente na etapa I e que o rendimento dela corresponde a 70% do rendimento máximo previsto, para que ela converta 6400 kJ por minuto em trabalho é necessário que ela trabalhe com a frequência de:

- a) 80 Hz b) 1,9 Hz c) 114,3 Hz d) 197 Hz e) 3,3 Hz

48. A reação de formação do iodeto de hidrogênio é dada pela reação abaixo:



Foram formuladas 3 propostas mecanísticas para essa reação em uma determinada temperatura:

Mecanismo A	Mecanismo B	Mecanismo C
(1) $H_2(g) + I_2(g) \xrightleftharpoons{k} 2HI(g)$	(1) $I_2(g) \xrightleftharpoons[k_{-1}]{k_1} 2I(g)$	(1) $I_2(g) \xrightleftharpoons[k_{-1}]{k_1} 2I(g)$
	(2) $H_2(g) + 2I(g) \xrightarrow{k_2} 2HI(g)$	(2) $H_2(g) + I(g) \xrightarrow{k_2} HI(g) + H(g)$
		(3) $H(g) + I(g) \xrightarrow{k_3} HI(g)$

Ao realizar o experimento com baixas concentrações de H₂ e I₂, percebeu-se que a reação seguia a seguinte lei de velocidade $V = k[H_2][I_2]$, no entanto, ao se utilizar uma quantidade excessiva de H₂, a lei de velocidade da reação passa a ser $V = k[I_2]$. De posse dessas informações e usando a teoria do estado estacionário, pode-se afirmar que:

- a) A proposta do mecanismo A é coerente com as duas leis de velocidade;
 b) A proposta do mecanismo B é coerente com as duas leis de velocidade, sendo a etapa (2) a etapa lenta;
 c) A proposta do mecanismo C é coerente com as duas leis de velocidade, sendo a etapa (2) a etapa lenta;
 d) Trata-se de uma reação de pseudo-primeira ordem em relação ao hidrogênio.
 e) É uma reação com ordem zero em relação ao iodo.

Questões Nível III

49. A reação de produção da amônia a partir de seus elementos é um processo espontâneo à temperatura ambiente, no entanto, não ocorre de maneira significativa por ter elevada energia de ativação referente à etapa de quebra da ligação tripla do nitrogênio. A capacidade calorífica à pressão constante (C_p) pode ser descrita com uma função dependente da temperatura pela equação $C_p = A + BT + CT^2$ em determinados intervalos de temperatura, onde A, B e C são constantes empíricas e T é a temperatura na escala absoluta. A partir dos valores apresentados na tabela abaixo é possível estimar que a constante de equilíbrio para a reação $N_2 + 3 H_2 \rightleftharpoons 2 NH_3$ seja aproximadamente:

Substância	$\Delta_F H^\circ_{(298,15K)}$ /kJ mol ⁻¹	$\Delta_F S^\circ_{(298,15K)}$ /J mol ⁻¹	A /J mol ⁻¹ K ⁻¹	B /J mol ⁻¹ K ⁻²	C /J K mol ⁻¹
N ₂	0,00	130,68	2,80 x 10 ¹	2,00 x 10 ⁻³	4,92 x 10 ⁴
H ₂	0,00	191,61	1,67 x 10 ¹	1,91 x 10 ⁻²	7,34 x 10 ⁵
NH ₃	-45,79	192,77	3,09 x 10 ¹	2,63 x 10 ⁻²	- 4,81 x 10 ⁵

- a) 2,01 x 10⁻⁶ b) 9,10 x 10⁻² c) 1,00 d) 1,10 x 10¹ e) 4,97 x 10⁵

50. A partícula em uma caixa unidimensional de comprimento L é descrita pela função de onda:

$$\psi(x) = k \sin \frac{n\pi x}{L}$$

onde n é o nível de energia, k é uma constante de normalização e x é a posição da partícula em relação à origem.

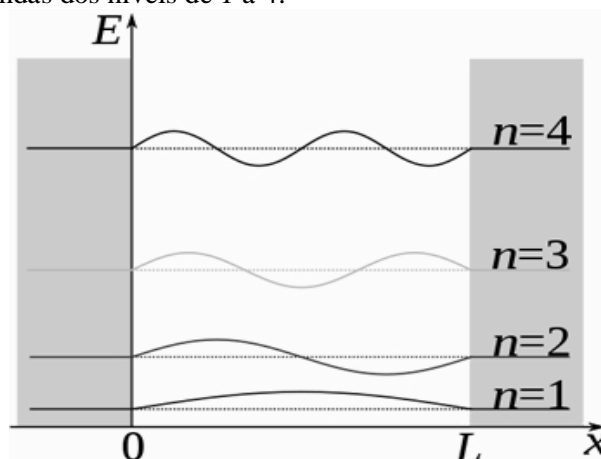
Sabendo que a probabilidade de se encontrar a partícula é dada pela seguinte integral:

$$P(x) = \int_{x_1}^{x_2} \psi(x) \psi^*(x) dx$$

E que a energia para uma partícula na caixa é dada pelo autovalor da função:

$$E(n) = \frac{n^2 \pi^2 \hbar^2}{2mL^2}$$

A figura abaixo representa os gráficos para funções de ondas dos níveis de 1 a 4:



Fonte: Wikipédia
https://pt.wikipedia.org/wiki/Part%C3%ADcula_em_uma_caixa
 acessado em 19 de novembro de 2016.

Sobre um elétron confinado em uma caixa são feitas cinco afirmações:

- I. A probabilidade de se encontrar dentro da caixa é igual a 1.
- II. A maior probabilidade de se encontrar a partícula é nas paredes da caixa.
- III. A constante de normalização k é dada por $\sqrt{\pi/L}$.
- IV. Dentro os níveis mostrados na figura no intervalo de $x_1 = 0,249$ a $x_2 = 0,251$ a menor probabilidade de se encontrar o elétron está em $n = 4$;
- V. A transição energética para um elétron confinado em uma caixa de 10,0 Å de $n = 1 \rightarrow n = 2$ ocorre com a absorção de energia de um fóton de $\lambda = 824,8$ nm.

Das afirmações feitas, estão corretas:

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

FORMULÁRIO	
Concentração (M)	$M = \frac{n}{V}$
Quantidade de matéria (n)	$n = \frac{m}{MM}$
Diluição	$M_A V_A = M_B V_B$
Constante do produto de solubilidade	$K_{ps}(A_x B_y) = [A^{y+}]^x [B^{x-}]^y$
Absorbância (A)	$A = \epsilon bc$
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	$\Delta_f \bar{H}^\circ(T) = \Delta_f \bar{H}^\circ(298,15K) + \int_{298,15}^T C_p dT$
Dependência de Entropia com Temperatura	$\bar{S}^\circ(T) = \bar{S}^\circ(298,15K) + \int_{298,15}^T \frac{C_p}{T} dT$
Condição de espontaneidade	$\Delta_r G^\circ < 0$
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)
Potencial Químico (μ) em Sistema Simples	$\mu = -\bar{S}dT + \bar{V}dp$
Equação de van der Waals	$P = \frac{nRT}{V - nb} - \frac{n^2 a}{V^2}$
Eficiência Ciclo de Carnot	$E = 1 - \frac{T_f}{T_q} = \left \frac{w_{máx}}{q_q} \right $
Ebulioscopia	$\Delta T_{EB} = i K_{EB} W_1$
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	$E = E^\circ - \frac{0,0591}{n} \log Q$
Trabalho (w)	$w = - \int_{V_i}^{V_f} p dV$

Classificação Periódica dos Elementos

18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
H Hidrogênio 1,0079	He Hélio 4,0026	Li Lítio 6,941(2)	Be Berílio 9,0122	B Boro 10,811(7)	C Carbono 12,011	N Nitrogênio 14,007	O Oxigênio 15,999	F Fluor 18,998	Ne Neônio 20,180	Na Sódio 22,990	Mg Magnésio 24,305	Al Alumínio 26,982	Si Silício 28,086	P Fósforo 30,974	S Enxofre 32,065(5)	Cl Cloro 35,453(2)	Ar Argônio 39,948
K Potássio 39,098	Ca Cálcio 40,078(4)	Sc Escândio 44,956	Ti Titânio 47,867	V Vanádio 50,942	Cr Cromio 51,996	Mn Mangânês 54,938	Fe Ferro 55,845(2)	Co Cobalto 58,933	Ni Níquel 58,693	Cu Cobre 63,546(3)	Zn Zinco 65,38(2)	Ga Germânio 72,64	Ge Germânio 72,64	As Arsênio 74,922	Se Selênio 78,96(3)	Br Bromo 79,904	Kr Criptônio 83,798(2)
Rb Rubídio 85,468	Sr Estrôncio 87,62	Y Ítrio 88,906	Zr Zircônio 91,224(2)	Nb Níbio 92,906	Mo Molibdênio 95,96(2)	Tc Técnetio 97,907*	Ru Rutênio 101,07(2)	Rh Ródio 102,91	Pd Paládio 106,42	Ag Prata 107,87	Cd Cádmio 112,41	In Índio 114,82	Sn Estanho 118,71	Sb Antimônio 121,76	Te Telúrio 127,60(3)	I Iodo 126,90	Xe Xenônio 131,29
Cs Césio 132,91	Ba Bário 137,33	La-Lu 57 a 71	Hf Háfnio 178,49(2)	Ta Tântalo 180,95	W Tungstênio 183,84	Re Rênio 186,21	Os Ósmio 190,23(3)	Ir Íridio 192,22	Pt Platina 195,08	Au Ouro 196,97	Hg Mercúrio 200,59(2)	Tl Tálio 204,38	Pb Chumbo 207,2	Bi Bismuto 208,98	Po Polônio 209,98*	At Astato 209,99*	Rn Radônio 222,02*
Fr Frâncio 223*	Ra Rádio 226*	89 a 103 Ac-Lr	Rf Rutherfordio 261*	Db Dubnio 262*	Sg Seabórgio 266*	Bh Bório 264*	Hs Hássio 277*	Mt Meitnério 268*	Uun Ununânio 271*	Uuq Ununquádro 288*	Uub Ununbório 285*	Uut Ununtrio 284*	Uuq Ununquádro 288*	Uup Ununpêntio 288*	Uuq Ununquádro 288*	Uup Ununpêntio 288*	Uuq Ununquádro 288*

Massa atômica relativa (Ar) em u.m.a.
* SBC 2010: Todos os direitos reservados

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



Si
 14
 Silício
 28,086

Massa atômica relativa (Ar) em u.m.a.
 no último dígito <+1>, exceto quando
 indicado entre parênteses. Os valores
 com * referem-se ao isótopo mais estável.

57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
La Lantânio 138,91	Ce Cério 140,12	Pr Praseodímio 140,91	Nd Neodímio 144,24(3)	Pm Promécio 145	Sm Samário 150,36(2)	Eu Europio 151,96	Gd Gadolínio 157,25(3)	Tb Térbio 158,93	Dy Disprósio 162,50(3)	Ho Hólmio 164,93	Er Érbio 167,26(3)	Tm Túlio 168,93	Yb Íterbio 173,05	Lu Lutécio 174,97
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Ac Actínio 227*	Th Tório 232,04*	Pa Protactínio 231,04*	U Urânio 238,05*	Np Netúrio 237*	Pu Plutônio 244*	Am Americo 243*	Cm Cúrio 247*	Bk Berquélio 247*	Cf Califórnio 251*	Es Einsteinínio 252*	Fm Férmio 257*	Md Mendelevínio 258*	No Nobelônio 259*	Lr Laurencônio 262*