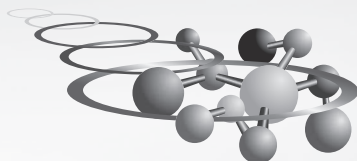


QUÍMICA

2017

obquimica.org



PROGRAMA NACIONAL OLIMPIÁDAS DE QUÍMICA

Olimpíada Brasileira de Química

X Olimpíada Brasileira de Química Júnior

XXIII Olimpíada Norte/Nordeste de Química

XXII Olimpíada Ibero-americana de Química

49th International Chemistry Olympiad

Prof. Henry de Holanda Campos

Reitor da Universidade Federal do Ceará

Prof. José Arimatéia Dantas Lopes

Reitor da Universidade Federal do Piauí

Inácio Francisco de Assis Nunes Arruda

Secretário da Ciência, Tecnologia e Educação Superior do Ceará

Profa. Márcia Maria Tavares Machado

Pró-Reitora de Extensão da UFC

Profa. Cleânia de Sales Silva

Pró-Reitora de Extensão da UFPI

Prof. Robério Fernandes Alves de Oliveira

Presidente da Associação Brasileira de Química

Prof. Sérgio Maia Melo

Coordenador do Programa Nacional Olimpíadas de Química

Prof. José Arimatéia Dantas Lopes

Vice-coordenador do Programa Nacional Olimpíadas de Química e

Coordenador da equipe de medidas educacionais

Prof. Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino Jr.

Coordenador da equipe de elaboração dos exames experimentais (vídeos)

Prof. Paulo Chagas

Coordenador da equipe de elaboração dos exames teóricos

ISSN: 1809-2012

Imprensa Universitária

Universidade Federal do Ceará

Organização de originais:

Prof. Sérgio Melo

Capa:

Maherle

Editoração e Projeto Gráfico:

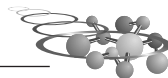
Maherle/Sérgio Melo

2017 © Programa Nacional Olimpíadas de Química

Lançamento em 22.11.2017 por ocasião da solenidade de encerramento dos eventos: XXI Olimpíada Norte/Nordeste de Química, Olimpíada Brasileira de Química Júnior e Olimpíada Brasileira de Química - 2017

Tiragem: 15.000 exemplares.

Distribuição gratuita

**Parte 1**

Calendário.....	4
Mensagem do Reitor Sérgio Teixeira Costa do IFAL	5
Opinião	7

XXIII Olimpíada Norte/Nordeste

Exames.....	9
Soluções escolhidas	15
Resultados	21

X OBQ Júnior

Exames Fase I	23
Exames Fase II	31
Soluções escolhidas	35
Resultados	36
Destaques de 8º ano	40
Destaques das escolas públicas	41

OBQ 2017

Fase III Modalidade A.....	43
Fase III Modalidade B.....	56
Soluções escolhidas	68
Resultados - Modalidade A.....	78
Resultados - Modalidade B.....	80

Parte 2

Processo Seletivo	82
OBQ Fase IV.....	83
OBQ FASE V	85
OBQ FASE VI	87
Resultado da Fase VI	109

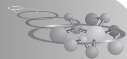
49th International Chemistry Olympiad

Exame Teórico	110
Exame Prático	150

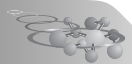
XXIIª Olimpíada Ibero-americana de Química

Exame Teórico	181
Exame Prático	204

Destaques Olímpicos.....	215
Depoimentos.....	216
Considerações Finais.....	219
Endereços dos Coordenadores.....	220



Data	Hora	Atividade
28/01/2017	14h	Fase IV da OBQ-2016 (Exame sobre técnicas laboratoriais com o objetivo de selecionar a equipe que representará o Brasil na Tailândia e Peru).
20 a 31/03/2017	08:00 - 12:00h e 14:00 - 18:00h	Curso de Aprofundamento e Excelência em Química (Fase V). Para os 15 estudantes selecionados no exame de conhecimentos de laboratório. Ministrado pela UFRN.
23/04/2017	08:30h	Exames da Olimpíada Brasileira de Química - 2016 Fase VI
01/05/2017	Após 23:59h	Divulgação dos nomes dos quatro estudantes que representarão o Brasil nas competições internacionais.
20/05/2017	14h	XXIII Olimpíada Norte/Nordeste de Química - XXIII ONNeQ. Cinquenta estudantes por estado. Inscrições restritas aos coordenadores-estaduais.
25/06/2017	Após 23:59h	Divulgação de resultados da XXIII Olimpíada Norte/Nordeste de Química.
01/06 a 09/08/2017	On line	Inscrições na X Olimpíada Brasileira de Química Júnior - OBQjr Fase I.
10 a 12/08/2017	Qualquer horário	X Olimpíada Brasileira de Química Júnior - OBQjr Fase I.
06 a 15/07/2017	Não informado	49ª Olimpíada Internacional de Química, Nakhon Pathom - Tailândia.
01 a 31/07/2017		Inscrições na Olimpíada Brasileira de Química - 2017 Fase III. Vinte e cinco estudantes por estado em cada modalidade.
26/08/2017	14h	Olimpíada Brasileira de Química - 2017 Fase III. Modalidades A e B. Questões analítico-expositivas.
8 a 15/10/2017		XXII Olimpíada Iberoamericana de Química, Lima - Peru
23/09/2017		X OBQ Júnior Fase II. (para os classificados na Fase I).
23 a 29/10/2017	14h	Semana Nacional de Ciência e Tecnologia
15/10/2017	Após 23:59h	Divulgação dos resultados da OBQ-2017 (Fase III).
22/10/2017	Após 23:59h	Divulgação de resultados da X Olimpíada Brasileira de Química Júnior - X OBQjr
20 a 22/11/2017	8 h 30 min - 18h	Reunião do Conselho de coordenadores, em Fortaleza.
22/11/2017	19h	Solenidade Nacional de Encerramento e Premiação das Olimpíadas de Química, em Fortaleza.



Mensagem do Reitor do Instituto Federal de Alagoas aos participantes das Olimpíadas de Química

Prezado/a Estudante de Química,

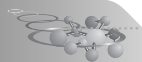
É com satisfação que me dirijo a você, laureado/a com suas conquistas estudantis, com a intenção de ratificar a coragem e a determinação de cada um/uma em participar do Programa Nacional Olimpíadas de Química, projeto que rompe com aquela prática de ensino tradicional e que não agrega valor para uma formação cidadã.



Ao estimular o estudo e o ensino de Química, este Programa contribui na construção de um modelo de sociedade, cujos princípios estão para além dos métodos e técnicas, pois busca caminhos para agregar qualidade de vida com responsabilidade social e ambiental, além de implementar a Inovação Tecnológica e a consciência científica, no vínculo da Teoria com a Prática.

Se a Química está em tudo, a interdependência entre as vertentes dessa ciência estabelece conexões com as outras áreas do saber, provando pesquisas e novos conhecimentos inconfundíveis no potencial criativo e inovador dos jovens brasileiros. Enquanto profissional da Química há mais de 30 anos, tanto como professor quanto como gestor, sempre incentivei a participação dos colegas e alunos em eventos da área.

Cabe aqui destacar outro aspecto relevante pós surgimento das Olimpíadas de Química, o intercâmbio entre professores, estudantes, pesquisadores e curiosos da área que promovem uma troca de experiências de forma sinérgica e, com isso, despertam o interesse nos jovens para formação na área, seja na graduação e/ou na pós-graduação. Somam-se a esse interesse e a essa seara, aqueles estudantes envolvidos com pesquisa e extensão nos programas oferecidos pela instituição.

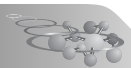


Que a Química nossa de cada dia possa frutificar novas ideias para a consolidação de um mundo melhor, pautado em um modelo de desenvolvimento que alinhe a melhoria dos aspectos sociais com os econômicos e ambientais! Vale a pena investir na Educação! Avante pesquisadores!

Sérgio Teixeira Costa

Reitor do Instituto Federal de Alagoas (IFAL)

Meus filhos terão computadores, sim, mas antes terão livros. Sem livros, sem leitura, os nossos filhos serão incapazes de escrever - inclusive a sua própria história.
Bill Gates



Uma escola para o século XXI

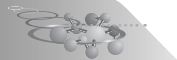
É bem possível que você possa estar lendo este artigo na tela de um tablet, computador ou smartphone. Após concluir a leitura, poderá compartilhar o texto em alguma rede social, como Whatsapp, LinkedIn ou Facebook; esta última alcançou, em junho deste ano, a 2 bilhões de usuários em todo mundo.

Mas você poderia também estar em uma fila para pegar um voo, usando apenas a tela de um celular para mostrar o cartão de embarque no guichê (para os mais jovens é difícil imaginar que um simples cartão de embarque já teve o mesmo aspecto de um talão de cheques!). Ou talvez esteja assistindo a algum vídeo no Youtube para aprender sobre um assunto novo, e depois vai seguir com suas atividades cotidianas, cada vez mais impactadas e influenciadas pelas novas tecnologias digitais. Esse é o mundo digital, o mundo em que vivemos.

No Brasil, de acordo com uma pesquisa do Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Ceti-Br), o percentual de professores que utilizava internet do celular em atividades com os alunos em 2015 era de 39%, e subiu para 49% em 2016. Entre os estudantes, 52% dizem usar o celular em atividades escolares.

Apesar do uso crescente do celular nas atividades escolares, a verdade é que essas novas tecnologias (e não apenas celulares para uso pedagógico) ainda não chegaram à larga maioria das escolas públicas brasileiras, muitas delas desprovidas de internet e de banda larga. Isso faz com que as nossas escolas, em geral, não dialoguem, como deveriam, com o mundo de nossas crianças e de nossos jovens. A meu ver, o papel dessas tecnologias não seria o de motorista, mas o de acelerador de uma educação que desenvolva plenamente as crianças e jovens deste século.

Assegurar o direito à aprendizagem aos nossos alunos, passa também em prover aos professores o direito ao conhecimento, e as novas tecnologias podem ser um grande aliado nesse processo. Não só em democratizar o acesso à informação, mas também em contribuir para alavancar uma educação para o século XXI, promovendo o desenvolvimento



pleno de nossos alunos e professores. Cada vez mais se torna evidente que será preciso desenvolver novas habilidades no processo formativo para uma educação integral, o que significa incluir, de forma intencional no currículo escolar, habilidades como colaboração, criatividade, pensamento crítico, comunicação e abertura ao novo. E nesse sentido, as tecnologias podem ajudar a romper com o modelo tradicional de sala de aula, muito mais voltada para o século XX, ou até XIX, ao estabelecer novas arquiteturas que permitem o desenvolvimento de tais habilidades.

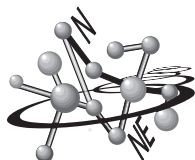
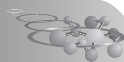
Por acreditar nesse alinhamento das tecnologias como ferramentas para uma educação integral, é que o Instituto Ayrton Senna, em parceria com várias empresas e fundações, está realizando, ao longo deste dia, a “Expo>>>Educação + Tecnologia + Futuro”, tendo como público-alvo educadores, professores e alunos de escolas públicas e particulares. Na pauta oficinas, palestras, estudos de caso, mesas-redondas e outras atividades abordando temas como programação de computadores, ensino híbrido, gamificação, plataformas adaptativas, formação para uso das tecnologias, dentre outros.

Costumamos dizer que, em geral, temos uma escola e um professor do século XX para um aluno do século XXI, e com essa iniciativa esperamos estar contribuindo não só para alinhar esses tempos, mas também para trazer à escola uma educação integral, em que as tecnologias podem ser aliadas estratégicas para este propósito.

Fonte: “Isto é”, 27/09/2017.

Mozart Neves Ramos

Doutor em Química pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e pós-doc em Química pela Politécnica de Milão - Itália. Eleito pela revista “Época” como uma das cem pessoas mais influentes do Brasil, em 2008, Mozart Neves Ramos é autor do livro “Educação sustentável” (Altana, 2006) e co-autor de “A urgência da educação” (Moderna, 2011). Foi Secretário de Educação de Pernambuco (2003-2006) e presidente-executivo do Todos Pela Educação (2007-2010). Foi reitor da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) entre 1996 e 1999, e entre 2000 e 2003. Presidiu a Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior (Andifes).



XXIII Olimpíada Norte-Nordeste de Química

Exame aplicado em 20 de maio de 2017

A MATEMÁTICA ESTÁ EM TUDO

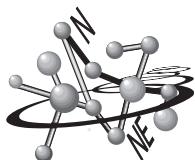
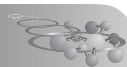
“A matemática está em tudo” este é o tema da **14ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia - SNCT 2017**. A escolha baseia-se no fato da realização, em julho deste ano, da Olimpíada Internacional de Matemática e, no ano seguinte, do Congresso Internacional de Matemática, ambos sediados pela primeira vez aqui no Brasil.

A Matemática, desde os primórdios da civilização até a atualidade, desempenha um papel importante na sociedade em geral, permutando conceitos e técnicas que proporcionam grande progresso para a Biologia, Física, Astronomia, Química, assim como com as ciências do comportamento e da educação.

Do mesmo modo, a Química também está presente no cotidiano da sociedade. Do sofisticado computador à singela caneta esferográfica, do posante automóvel ao carrinho de brinquedo, não há produto que não utilize matérias-primas fornecidas pela indústria química. O cotidiano seria realmente muito mais difícil sem a química, destacando-se então a importância do desenvolvimento de novos produtos, que possam garantir mais saúde, conforto, lazer e segurança a toda a sociedade.

Através de atividades interdisciplinares, integrando de forma contextualizada vários saberes diferentes destas duas ciências, é possível desenvolver a socialização dos conhecimentos químicos e o desenvolvimento significativo de habilidades e competências nos estudantes.

A Comissão



XXIII Olimpíada Norte-Nordeste de Química

Exame aplicado em 20 de maio de 2017

QUESTÃO 1

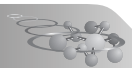
A hidroxilamina, NH_2OH , é uma base e um agente redutor; essa reage com ácido clorídrico para formar o sal cloreto de hidroxilamônio, $\text{NH}_3\text{OH}^+\text{Cl}^-$; e com Fe^{3+} produzindo Fe^{2+} . 1,00 g de cloreto de hidroxilamônio foi dissolvido em água destilada e completou-se o volume a 250 mL. Uma alíquota de 25,0 mL desta solução foi adicionada a uma solução contendo um excesso de íons de Fe^{3+} e ácido sulfúrico. A mistura foi então fervida e deixada arrefecer. Em seguida, foi titulada por uma solução de $0,02 \text{ mol L}^{-1}$ de permanganato de potássio, que oxida os íons Fe^{2+} transformando-os em Fe^{3+} e se reduzindo a íons Mn^{2+} , consumindo 28,9 mL da solução de permanganato de potássio.

- Desenhar a estrutura para o cloreto de hidroxilamônio, $\text{NH}_3\text{OH}^+\text{Cl}^-$, e incluir na representação da estrutura os valores aproximados dos ângulos de ligação.
- Calcular a razão entre o número de mols de íons Fe^{3+} e o número de mols de cloreto de hidroxilamônio que reagiram.
- Calcular o número de oxidação do nitrogênio no cloreto de hidroxilamônio e, por conseguinte, no produto.
- Sugerir qual das seguintes substâncias é o produto contendo nitrogênio formado a partir do cloreto de hidroxilamônio: N_2 , NO , N_2O , N_2O_4 e NH_3 .
- Escrever uma equação equilibrada para a reação entre cloreto de hidroxilamônio e íons de Fe^{3+} .

QUESTÃO 2

O elemento X tem raio atômico maior que o boro e menor que o bromo. A tabela abaixo mostra os Potenciais de Ionização - PI, em kJ mol^{-1} , do elemento X:

1o PI	2o PI	3o PI	4o PI	5o PI	6o PI	7o PI	8o PI	9o PI
1.012	1.903	2.912	4.957	6.274	21.269	25.397	29.854	35.867



O elemento X forma com o elemento J algumas espécies neutras e iônicas de fórmulas: XJ_n , XJ_{n+2} e XJ_{2n} . O elemento J é um halogênio cuja substância simples tem fórmula química J_2 e é um gás à temperatura ambiente. O elemento J forma uma série de óxidos que, quando reagem com a água, formam ácidos.

- a) Identificar os elementos X e J, e justifique sua escolha.
- b) Escrever as fórmulas de Lewis e também a geometria para as substâncias formadas entre X e J citadas no texto. Descreva a hibridação do átomo central para cada substância do item anterior.

Quando a substância X é queimada em excesso de ar, forma-se uma substância Z, onde X está no seu maior estado de oxidação. Essa substância, quando recolhida em água, muda o seu pH, que pode ser identificada utilizando-se um indicador. A fenolftaleína é um indicador muito utilizado para esse propósito já que em valores de pH maiores que 8,1, a mesma apresenta coloração rósea e quando o pH for menor que 8,1, a solução apresentar-se-á incolor.

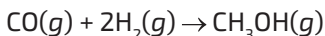
- c) Escrever a fórmula química da substância Z e indique a nomenclatura.
- d) Indicar a cor que o indicador fenolftaleína ficará, ao ser adicionado em um becker onde a substância Z foi recolhida em água. Justifique sua resposta utilizando as equações químicas relevantes à situação proposta.

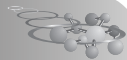
Quando J_2 for borbulhado em uma solução básica sofrerá desproporcionamento, formando-se dois ânions, um derivado do hidrácido de J e outro derivado do ácido oxigenado com J em seu menor estado de oxidação, para uma substância desse tipo.

- e) Escrever as fórmulas químicas e nomeie os dois ácidos de J citados no texto acima. Escreva a equação química devidamente balanceada do desproporcionamento de J_2 em meio básico.

QUESTÃO 3

O metanol é um líquido incolor, inflamável e possui um odor suave na temperatura ambiente, apresentando fórmula molecular CH_3OH e massa molecular de $32,04 \text{ g mol}^{-1}$. Mas seu manuseio requer cuidados por se tratar de uma substância tóxica. É uma das matérias-primas mais consumidas na indústria química e pode ser obtido pela mistura gasosa de $CO(g)$ e $H_2(g)$, de acordo com a reação:





Em um experimento sobre equilíbrio químico, foram transferidos 2,00 mols de CO(g) e 5,00 mols de $\text{H}_2\text{(g)}$ para um frasco de 10,0 L. Em seguida, o frasco foi fechado e aquecido a 350°C até ser atingindo o equilíbrio, que continha 0,35 mol de CO(g) . Com base nas informações acima, determinar:

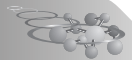
- a) a quantidade de mols de hidrogênio remanescente e de metanol formado.
- b) a fração molar de cada componente no equilíbrio e a constante de equilíbrio em função das frações molares.
- c) a pressão total no frasco quando foi atingido o equilíbrio e a constante de equilíbrio em função das pressões parciais (considere que os gases têm comportamento ideal).
- d) a variação de energia de Gibbs padrão da reação. Use a expressão $\Delta G = -RT \ln K_p$.
- e) a constante de equilíbrio em função das concentrações molares.

Dados: Constante dos gases, $R = 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

QUESTÃO 4

O rei Richard de York perdeu a batalha e foi morto em 1485. Em 2015, seus restos mortais foram enterrados na Catedral de Leicester, no Reino Unido, após ter sido encontrado sob o estacionamento próximo de Greyfriars – Londres, em 2012. Os seus ossos foram datados por radiocarbono ou carbono-14. De modo geral, os ossos encontrados em esqueletos apresentam 60 % de hidroxiapatita [$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$] em massa, e o restante em colágeno, uma proteína, cujo principal constituinte de aminoácido é a glicina ($\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH}$). Na datação por radiocarbono do esqueleto do rei Richard, uma amostra de 1,00 g de osso foi retirada da costela e tratada adequadamente para remover o conteúdo inorgânico.

- a) Qual dos procedimentos abaixo será o mais eficaz na remoção do conteúdo inorgânico indesejado, preservando o componente orgânico? Indicar uma opção e justificar a escolha.
 - I. Lavar, repetidamente, com água e depois com propanona;
 - II. aquecer até 400°C ;
 - III. lavar, repetidamente, com HCl diluído e em seguida com NaOH diluído.



O componente orgânico restante, a proteína colágeno, pode ser assumido como poliglicina (um polímero feito apenas de glicina). Este componente é queimado em excesso de oxigênio e o produto contendo carbono é reduzido a grafite, na presença de hidrogênio.

- b) (i)** Desenhar a unidade de repetição mais simples do polímero poliglicina;
- (ii)** Escrever uma equação equilibrada para a combustão de poliglicina constituída por n unidades repetidas;
- (iii)** Escrever uma equação equilibrada para a formação da grafite a partir do produto da combustão.
- c)** Que massa de grafite foi produzida a partir do processamento da amostra de 1,00 g de osso?

A datação por radiocarbono baseia-se na existência de três isótopos de carbono, C-12, C-13 e C-14. Os dois isótopos mais leves são estáveis, mas o C-14 é radioativo com meia-vida de 5.568 anos. A abundância padrão destes isótopos numa amostra no momento da morte pode ser considerada como sendo: 98,93 %; 1,070 % e $1,215 \times 10^{-10}$ %, respectivamente.

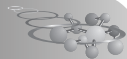
- d)** Numa amostra de 2,00 mg analisada no momento da morte, quantos átomos de C-14, em média, se esperaria decaírem num dia?

Em vez de contar a taxa de decaimento real, uma técnica mais sensível é determinar a proporção de C-12, C-13 e C-14 contando os átomos de massa particular usando espectrometria de massa. Verificou-se que a proporção de C-12 : C-14 na amostra de osso era de $1 : 1,154 \times 10^{-12}$.


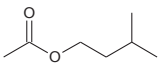
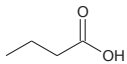
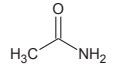
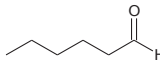
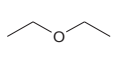

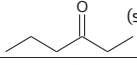
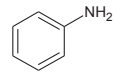
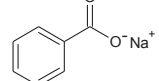
- e)** Usando esses dados, determinar a idade dos ossos e, portanto, a data de morte do homem cujos ossos estavam sendo analisados.

QUESTÃO 5

As substâncias orgânicas formam um grupo muito numeroso, com mais de 19 milhões de substâncias e estão classificadas em funções orgânicas, com nomenclaturas específicas. Os nomes oficiais são os reconhecidos pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC – *Internacional Union Of Pure and Applied Chemistry*) e muitas vezes, a mesma substância pode ter vários nomes oficiais, mas cada nome deve levar, sem ambiguidade, a uma única fórmula. Além da nomenclatura, as substâncias orgânicas apresentam características quanto à estrutura das moléculas, isomeria, pro-



priedades físicas e químicas. Considerando as seguintes substâncias orgânicas, de grande aplicação no cotidiano, resolver as questões a seguir:

A  (solvente industrial)	F  (flavorizante de banana)
B  (existe no queijo)	G  (usado na produção de defensivos agrícolas)
C  (usando como reagente)	H  (solvente e anestésico)
D  (usado na limpeza de telas de computador)	I  (solvente, intermediário químico)
E  (usado na fabricação de corantes)	J  (aditivo alimentar)

a) Relacionar as funções orgânicas das substâncias acima, escrevendo as respectivas letras nas quadrículas.

ácido carboxílico

aldeído

Amina

éster

hidrocarboneto

álcool

amida

cetona

éter

sal de ácido carboxílico

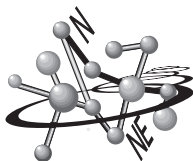
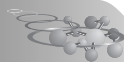
b) Escrever o nome sistemático de cada substância.

A _____	B _____
C _____	D _____
E _____	F _____
G _____	H _____
I _____	J _____

c) Classificar a cadeia carbônica da substância F sob todos os aspectos.

d) Qual o tipo de isomeria existente entre as substâncias C e I? Indicar também a hibridação do carbono da carbonila.

e) Considerando o ácido butenodióico, representar as conformações *cis* e *trans*.



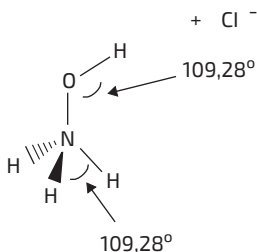
XXIII Olimpíada Norte-Nordeste de Química 2017

SOLUÇÕES ESCOLHIDAS

Questão 01

Resolução apresentada por Celso Renan Barbosa Soares Lima

a)



b) $28,9 \times 0,02 = m \text{ MnO}_4^-$ $5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ + \text{MnO}_4^- \rightarrow 5\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$

$\text{MnO}_4^- = 0,578 \text{ mmols} \rightarrow m_{\text{Fe}^{2+}} = 2,89 \text{ mmol} \rightarrow m_{\text{Fe}^{3+}} = 2,89 \text{ mmol}$

x 5

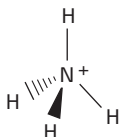
ii) $\text{MM}_{\text{NH}_3\text{OH}^+\text{Cl}^-} = 69,5 \text{ g/mol}$

$\text{MM}_{\text{NH}_3\text{OH}^+\text{Cl}^-} = 1/69,5 \therefore \text{MM}_{\text{NH}_3\text{OH}^+\text{Cl}^-} = 14,4 \text{ mmol}$

iii) $14,4/250 \times 25 = m_{(\text{R})\text{NH}_3\text{OH}^+\text{Cl}^-} \therefore m_{(\text{R})\text{NH}_3\text{OH}^+\text{Cl}^-} = 1,44 \text{ mmol}$

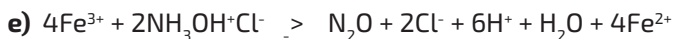
$m_{\text{Fe}^{3+}} / m_{(\text{R})\text{NH}_3\text{OH}^+\text{Cl}^-} = 2,89/1,44 \therefore R = 2,00$

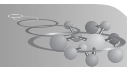
c) $\text{NOX (N)} = (6-5)x - 1 = -1$



O NOX do nitrogênio do produto será dado pela soma de 2 ao NOX do nitrogênio do hidroxilamônio, assim será = +1.

d) O único que possui o NOX do nitrogênio igual a +1 é o N₂O.





Questão 02

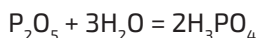
Resolução apresentada por Ivna de Lima Ferreira Gomes

A) O elemento X deve ser o fósforo ($_{15}\text{P}$). Com a tabela de energias de ionização podemos ver que tal elemento situa-se na família 5ª da tabela periódica, devido ao salto relativamente grande entre o 5º e o 6º PI, que indica que estamos passando para uma camada interna, também, o fósforo tem um raio intermediário entre o boro e o bromo, o que pode ser inferido na sua posição na TP. Também forma óxidos ácidos, como o P_2O_5 . O elemento J deve ser o cloro ($_{17}\text{Cl}$), pois forma como o fósforo compostos do tipo XJ_n (PCl_3), XJ_{n+2} (PCl_5) e o XJ_{2n} (PCl_6^-), além de se encontrado sob a forma de Cl_2 gasoso.

b) As substâncias são $\text{PCl}_3 = \text{sp}^3 = \text{tetraédrica}$, $\text{PCl}_5 = \text{sp}^3\text{d} = \text{bipiramidal triangular}$, $\text{PCl}_6^- = \text{sp}^3\text{d}^2 = \text{octaédrica}$.

c) a substância Z é P_2O_5 , o pentóxido de difósforo ou óxido de fósforo (V), ou anidrido fosfórico.

d) em água, o P_2O_5 reage como segue



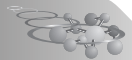
O ácido fosfórico logo desprotona, liberando íons H^+ , que diminuem o pH, deixando-o na faixa ácida, que é menor que o pH 8,1, o ponto de viragem do indicador. Logo, em uma solução na qual o P_2O_5 foi recolhido em água, a fenolftaleína se apresentará incolor.

e) os ácidos conjugados dos ânions formados são:

HCl – ácido clorídrico

HClO – ácido hipocloroso





Questão 03

Resolução apresentada por Pedro Vitor Araujo Rocha, CEV, Teresina – PI.

- a) Inicialmente haviam 2 mols de $\text{CO}_{(\text{g})}$, no equilíbrio haviam 0,35 mols de $\text{CO}_{(\text{g})}$, ou seja, $2 - 0,35 = 1,65$ mols de $\text{CO}_{(\text{g})}$ reagiram.



$$1,65 \text{ mols} \rightarrow 2 \cdot 1,65 = 3,3 \text{ mols} \quad 1,65 \text{ mols}$$

Por estequiometria, 1,65 mol de $\text{CO}_{(\text{g})}$ exige 3,3 mols de $\text{H}_{2(\text{g})}$ para reagir, formando 1,65 mol de $\text{CH}_3\text{OH}_{(\text{g})}$ e restando $5 - 3,3 = 1,7$ mol de $\text{H}_{2(\text{g})}$.

Resposta: remanesçam 1,7 mol de $\text{H}_{2(\text{g})}$ e se formam 1,65 mol de $\text{CH}_3\text{OH}_{(\text{g})}$.

- b) Após o equilíbrio existe 0,35 mol de $\text{CO}_{(\text{g})}$, 1,7 mol de $\text{H}_{2(\text{g})}$ e 1,65 mol de $\text{CH}_3\text{OH}_{(\text{g})}$. Ao total $0,35 + 1,7 + 1,65 = 3,7$ mol de gases.

$$X_{\text{CO}} = \frac{n_{\text{CO}}}{n} \rightarrow X_{\text{CO}} = \frac{0,35}{3,7} \rightarrow X_{\text{CO}} = 0,09459$$

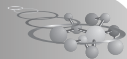
$$X_{\text{H}_2} = \frac{n_{\text{H}_2}}{n} = \frac{1,7}{3,7} \rightarrow X_{\text{H}_2} = 0,45945$$

$$X_{\text{CH}_3\text{OH}} = \frac{n_{\text{CH}_3\text{OH}}}{n} = \frac{1,65}{3,7} = 0,44594 \rightarrow X_{\text{CH}_3\text{OH}} = 0,044594$$

$$K_x = \frac{X_{\text{CH}_3\text{OH}}}{X_{\text{CO}} \cdot (X_{\text{H}_2})^2} \rightarrow K_x = \frac{0,44594}{0,09459 \cdot (0,45945)^2} \rightarrow K_x = 22,33$$

- c) $n_{\text{total}} = 3,7$ mol, por Clayperon $\rightarrow P \cdot V = nRT$, como o volume do frasco é 10L, temos: $P \cdot 10 = 3,7 \cdot 0,082 \cdot 623$, já que a temperatura é $350^\circ\text{C} = 623\text{K}$, então $P = \frac{3,7 \cdot 0,082 \cdot 623}{10} \rightarrow P = 18,9 \text{ atm}$, logo: $P_{\text{total}} = 18,9 \text{ atm}$.

Sabemos que a pressão parcial do gás A pode ser calculada usando $P_A = X_A \cdot P_T$, onde X_A é a fração molar de A e P_T a pressão total dos gases, daí: $P_{\text{CO}} = 0,09459 \cdot 18,9 \rightarrow P_{\text{CO}_{(\text{g})}} = 1,7879 \text{ atm}$;



$$P_{H_2(g)} = 0,45945.18,9 \rightarrow P_{H_2(g)} = 8,6836 \text{ atm}; P_{CH_3OH(g)} = 0,44594.18,9 \rightarrow P_{CH_3OH(g)} = 8,4282 \text{ atm}.$$

$$K_p = \frac{P_{CH_3OH(g)}}{P_{CO(g)} \cdot (P_{H_2(g)})^2} \rightarrow K_p = \frac{8,4282}{1,7879.98,6836^2} \rightarrow K_p = 0,0625$$

d) Como $\Delta G = -RT \ln K_p$ e $R = 8,314$, $T = 623\text{k}$ e $K_p = 0.0625$, temos:

$$\Delta G = -8,314 \cdot 623 \cdot \ln(0,0625) \rightarrow \Delta G = 14360,961\text{J}$$

e) $[CO] = \frac{0,35}{10} = 0,035 \text{ mol/L}$

$$[H_2] = \frac{1,7}{10} = 0,17 \text{ mol/L}$$

$$[CH_3OH] = \frac{1,65}{10} = 0,165 \text{ mol/L}$$

$$K_c = \frac{[CH_3OH]}{[CO] \cdot [H_2]^2} \rightarrow K_c = \frac{0,165}{0,035 \cdot (0,17)^2} \rightarrow K_c = 163,124$$

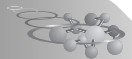
Questão 04

Resolução apresentada por Lígia Oliveira Toscano de Melo, Ari de Sá, Fortaleza.

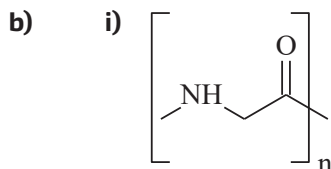
a) Procedimento mais eficaz:

III. lavar repetidamente com HCl diluído e depois com NaOH diluído.

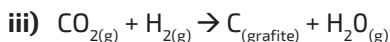
Isso porque o conteúdo inorgânico indesejado é um sal, que é solúvel em solução aquosa, de forma que pode ser retirado através de repetidas lavagens com ela. Essa afinidade se deve ao fato de a água ser um solvente polar, por conta da alta diferença de eletronegatividade entre os átomos de hidrogênio e oxigênio. O sal $[Ca_5(PO_4)_3(OH)]$, por sua vez, é um composto iônico, que interagem fortemente com as moléculas de água, tornando o processo de dissolução favorável. O HCl sofre ionização em água e o NaOH, dissociação iônica, tornando o meio mais polar e mais propício a dissolução do sal.



O polímero orgânico formado, por sua vez, é uma macromolécula que, embora tenha caráter polar, é dissolvida pela água com muito mais dificuldade, por conta do tamanho grande de sua molécula.



c) ii)



d) $m_{\text{poliglicina}} = 1,00g \cdot 0,4 = 0,400g$

$$m_{\text{UNIDADE}} = 14 + 12 \cdot 2 + 16 + 3 = \frac{57g}{\text{mol}}$$

$$m_{\text{grafite}} = 0,004g \cdot \frac{1 \text{ mol unidade}}{57g} \cdot \frac{2 \text{ mol C}}{1 \text{ mol unidade}} \cdot \frac{24g \text{ grafite}}{2 \text{ mol C}} = 0,168g$$

e) $\frac{n\text{C}14_{\text{inicial}}}{n\text{C}14} = \frac{1,215 \cdot 10^{-10}}{98,93} = 1,228 \cdot 10^{-12}$

Como $n(\text{C}12) = \text{constante}$, a razão entre as razões final e inicial é igual a:

$$\frac{n\text{C}14_{\text{final}}}{n\text{C}14_{\text{inicial}}}$$

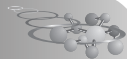
$$k = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{5568} = 1,245 \cdot 10^{-4} \text{ anos}^{-1}$$

$$\frac{n\text{C}14_{\text{final}}}{n\text{C}14_{\text{inicial}}} = \frac{1,154}{1,228} = e^{-kt} = e^{-1,245 \cdot 10^{-4} t}$$

$$-1,245 \cdot 10^{-4} \cdot t = \ln \frac{1,154}{1,228} = 500 \text{ anos}$$

Desta forma, tem-se que (considerando que estamos em 2017):

O homem morreu em 2017-500=1517



Questão 05

Resolução apresentada por Adolfo Henrique Carvalho Barbosa, Dom Bosco, Imperatriz - MA

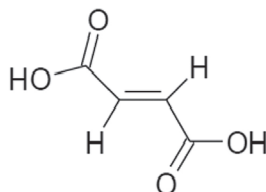
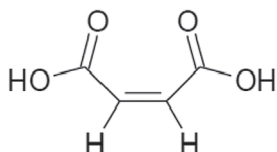
- a)
- | | |
|---|---|
| B | D |
| C | G |
| E | I |
| F | H |
| A | J |

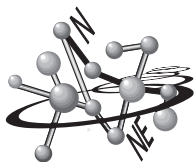
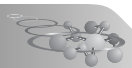
- b)
- Ciclo- Hexano
 - Ácido Butanóico
 - Hexanal
 - Propan-2-ol
 - Benzenamina
 - Etanoato de 3- metil –butila
 - Etanamida
 - Etóxi-etano
 - Hexan-3-ona
 - Benzoato de sódio

- c)
- A cadeia carbônica da substância é heterogênea, por possuir um átomo de oxigênio entre carbonos, um heteroátomo, aberta, por não ter um ciclo em sua estrutura, ramificada, devido à presença de um átomo de carbono terciário, saturada, pois não há ligação duplas entre carbonos.
- d)
- As substâncias C e I têm mesma fórmula molecular, entretanto, pertencem a funções diferentes: C é um aldeído, já I é uma cetona. Portanto, entre as duas substâncias há uma isomeria de função.

O carbono da carbonila apresenta uma ligação dupla e duas ligações simples. Portanto esse, carbono está hibridizado sp^2 , essa hibridização sp^2 sobre o carbono origina três orbitais híbridos sp^2 .

e)

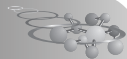




XXIII Olimpíada Norte/Nordeste de Química – 2017

RESULTADOS

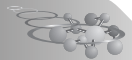
Nome	Cidade	UF	Nota	Escore
O U R O				
Lúgia Oliveira Toscano de Melo	Fortaleza	CE	96,0	100,0
Orisvaldo Salviano Neto	Horizonte	CE	91,1	94,93
Celso Renan Barbosa Soares Lima	Fortaleza	CE	89,0	92,74
Victor Cambraia Nogueira de Oliveira	Fortaleza	CE	87,9	91,59
João Vítor Moreira Pimentel	Fortaleza	CE	86,0	89,61
P R A T A				
Ivna de Lima Ferreira Gomes	Fortaleza	CE	82,3	85,76
Lucas da Paz Magalhães	Salvador	BA	81,5	84,92
Juliano Pinto Ribeiro Filho	Fortaleza	CE	77,8	81,07
João Victor de Holanda Rocha	Fortaleza	CE	77,2	80,44
Rafael Jucá Pinheiro	Fortaleza	CE	77,0	80,23
Thompson Vitor Marinho	Fortaleza	CE	74,6	77,73
André Barreto Moreira	Fortaleza	CE	72,6	75,65
Mauricio de Moura Lima	Recife	PE	71,8	74,82
Maria Thereza Moreira de Menezes	Fortaleza	CE	71,8	74,82
Bruno Gorresen Mello	Belém	PA	69,5	72,42
Lucas Odon Alencar Aguiar	Teresina	PI	69,2	72,11
Matheus Sousa Rêgo da Silva	Fortaleza	CE	68,6	71,48
B R O N Z E				
Riedel Linhares Lima	Teresina	PI	67,0	69,81
Matheus Augusto Tavares de Freitas	Belém	PA	66,8	69,61
Rebeca da Silva Sousa	Fortaleza	CE	65,8	68,56
Matheus Vinícius de M. Fontoura	Fortaleza	CE	64,6	67,31
Uedson da Silva das Neves	Salvador	BA	64,6	67,31
Levy Bruno do Nascimento Batista	Fortaleza	CE	64,3	67,00
Vinícius de Galiza Vieira	Fortaleza	CE	64,0	66,69
Jailson Pinto Rocha da Silva	Manaus	AM	63,6	66,27
Leonardo Andrade Joau e Silva	Salvador	BA	63,1	65,75
Andre Pinheiro Zylberman	Aracaju	SE	62,7	65,33
Luis Augusto Oliveira Santos	Natal	RN	61,6	64,19
Estevão da Silva Neto	Fortaleza	CE	61,4	63,98



Gabriel Pereira de Oliveira Lima	Fortaleza	CE	60,6	63,15
Ian Henrique Cardoso	Salvador	BA	59,8	62,31
Ulisses Ferreira De Sousa	Recife	PE	59,6	62,10
Geovane de Oliveira Coelho	Fortaleza	CE	59,5	62,00
Walfrido José B da Costa Neto	Caruaru	PE	59,3	61,79
MENTÃO HONROSA				
Henrique Federico Fichera Araújo	Fortaleza	CE	57,5	59,92
Felix Patric Lima da Silva	Manaus	AM	57,0	59,39
Lucas de Souza Albuquerque	Fortaleza	CE	56,3	58,66
Pedro Vitor Araújo Rocha	Teresina	PI	56,2	58,56
Ana Beatriz Timbó de Oliveira	Fortaleza	CE	55,8	58,14
André Filipe Diogo Castro	Fortaleza	CE	55,4	57,73
Jorge Marcio Lopes Costa	Teresina	PI	55,2	57,52
Caio Graça Gomes	João Pessoa	PB	54,0	56,27
Marllus Roberto Cunha Dos Santos	Irecê	BA	53,5	55,75
João Guilherme Lopes Queiros	Teresina	PI	53,1	55,33
Rafael Alves Guerra Gomes Cruz	Natal	RN	52,7	54,91
Gustavo Bazin Vieira Mauchle	Salvador	BA	52,6	54,81
João Victor Omena Cardoso	Maceió	AL	52,2	54,39
Antonio Costa Ferreira Filho	Salvador	BA	52,1	54,29
Luanna Maria Silva Xavier Reis	Teresina	PI	51,7	53,87
João Lucas Sousa Costa	Sobral	CE	51,2	53,35
Vinícius Calixto da Hora	Salvador	BA	50,8	52,93
Gabriel Silva de Oliveira	Recife	PE	50,5	52,62
Ester de Sales Rabelo	Fortaleza	CE	50,2	52,31
Naiara Bozza Pegoraro	Palmas	TO	50,2	52,31
Marcos Antônio dos Santos Fonseca	Teresina	PI	49,8	51,89
Rendrick Alexandre Alemão Rogério	Rio Branco	AC	49,6	51,68
Pedro Henrique C. Alexandre Pedrosa	Feira de Santana	BA	49,2	51,27
Pedro Gabriel R. Pertence	Teresina	PI	49,1	51,16
Mauricio Menezes Barbosa Junior	Manaus	AM	48,6	50,64
Pedro Igor Dourado Borges	Fortaleza	CE	48,1	50,12
Iniucius de Oliveira Raimundo	Salvador	BA	48,0	50,02

DEMAIS CLASSIFICADOS

Lista dos demais classificados veja em **www.obquímica.org**



X Olimpíada Brasileira de Química Júnior - Fase I

8º e 9º anos do Ensino Fundamental

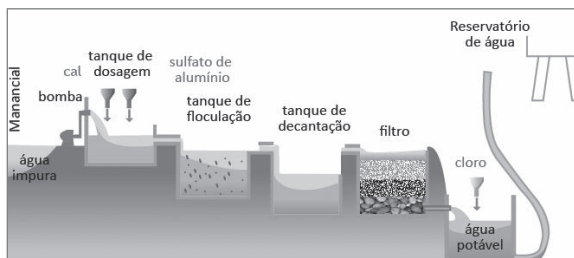
INSTRUÇÕES

1. A prova consta de 20 (vinte) questões objetivas, cada uma contendo quatro alternativas, das quais você deve assinalar apenas uma.
2. A prova tem duração de 3 horas.
3. Você receberá o gabarito após 1 hora do início da prova, para registrar as suas opções de respostas.

Boa prova!

01 - A imagem abaixo ilustra o esquema simplificado de uma estação de tratamento d'água. Qual operação é realizada na etapa IV?

- A) Cloração
- B) Decantação
- C) Filtração
- D) Floculação

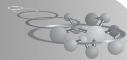


Adaptado de: <http://idmytag.com.br/site16/como-funciona-uma-estacao-de-tratamento-de-agua/>

02 - Determinada orquídea exala um odor adocicado, que lembra um puro aroma do chocolate branco. Essa fragrância é o resultado da combinação de diferentes substâncias produzidas na flor.

Essa orquídea produz e exala uma

- A) mistura homogênea.
- B) substância pura.
- C) mistura heterogênea.
- D) substância composta.



03 - Os traficantes usam vários métodos para driblar mecanismos de segurança nos aeroportos. Recentemente, uma turista tentou embarcar para Lisboa com duas garrafas de vinho que continha cocaína (na forma de cloridrato de cocaína, temperatura de fusão = 197°C) dissolvida. Caso chegasse ao destino final, a droga seria separada, mas a farsa foi descoberta.

Adaptado de: <http://www.correio24horas.com.br>

Qual processo de separação deveria ser utilizado, inicialmente, para recuperar a droga?

- A) Centrifugação B) Evaporação
C) Filtração a vácuo D) Solidificação fracionada

04 - O vazamento de uma substância gasosa, incolor e não inflamável provocou mal-estar em pelo menos 70 pessoas, em Cubatão, São Paulo. Esse gás tóxico é usado principalmente na produção de ácido sulfúrico e pode ter outros aproveitamentos.

Adaptado de: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/>

Qual a substância descrita no texto?

- A) Br₂ B) CH₄ C) H₂S D) Na

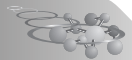
05 - [...] é leve, leve. Anda por todo lado. Sozinho, melhor, aos pares, é bastante utilizado. Nesse caso, atenção, pois pode dar explosão, sendo isso quase certo se houver oxigênio por perto. É perigoso se provocado (quem não é...) como nós, uma qualquer ignição... pode gerar confusão...

PAIVA, João. Quase poesia. Quase química. Centenário da Sociedade Portuguesa de Química. 2012.

Um título adequado para essa poesia é:

- A) Enxofre. B) Hidrogênio. C) Mercúrio. D) Sódio

06 - A inseminação artificial (IA) é um dos grandes aliados para a promoção do melhoramento genético dos rebanhos. Os sêmens usados na IA normalmente são congelados em uma substância diatômica e apolar, líquida a -196oC, e são armazenados em botijões criogênicos.



O sêmen dos animais é congelado em qual líquido?

- A) CO B) CO₂ C) N₂ D) NO₂

07 - O thinner utilizado em oficinas pode ser reaproveitado. Para tanto, o produto contaminado - com graxas, outros solventes e material particulado - é recebido pelas fábricas e acondicionado em contêineres. Porém, antes de ser bombeado para o sistema onde ocorre a principal etapa do processo de recuperação/reciclagem, ele precisa ser

- A) sublimado. B) fundido. C) filtrado. D) destilado.

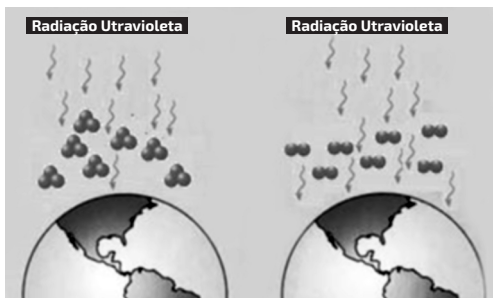
08 - "Ao contrário dos outros bárions, nos quais três quarks giram um ao redor do outro, como se estivessem dançando, esperamos que o bárion com dois quarks pesados se comporte como um sistema planetário, nos quais os quarks pesados desempenham o papel das estrelas que orbitam uma ao redor da outra, com um quark mais leve orbitando ao redor deste sistema binário".

Fonte: <https://uol.com.br/>

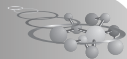
Esse posicionamento é atribuído a um cientista chamado Guy Wilkinson e se fundamenta em modelo(s) atômico(s) que traz(em)

- A) a ideia central do modelo de Thompson.
B) o fundamento do modelo de Rutherford.
C) conceitos posteriores aos de Niels Bohr.
D) espécies atômicas propostas por Dalton.

09 - Analise a imagem ao lado.



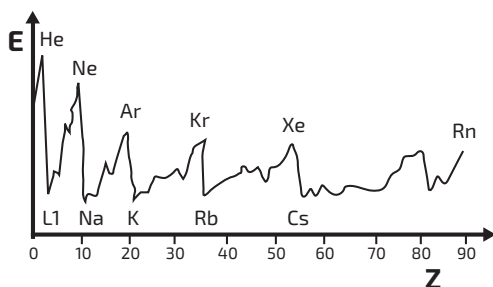
Adaptado de: <http://ecologia.ib.usp.br/lepac/>



O contexto da figura destaca

- A)** os malefícios causados pelo oxigênio do ar.
- B)** o risco de destruição do oxigênio atmosférico.
- C)** as ligações químicas de isótopos atmosféricos.
- D)** a absorção de parte da radiação UV pelo ozônio.

10 - Energia de ionização ou potencial de ionização é a energia aplicada para retirar um elétron do átomo (ou do íon) isolado, no estado gasoso e no estado fundamental. Assim, ela serve de indicação para a estabilidade da estrutura eletrônica de um átomo isolado. No gráfico abaixo é indicada a energia necessária para a remoção de um elétron de alguns átomos em função dos números atômicos.

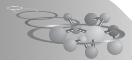


Segundo essas informações, a maior estabilidade é atribuída aos

- A)** gases nobres.
- B)** halogênios.
- C)** metais alcalinos.
- D)** metais de transição.

11 - Uma empresa canadense desenvolveu um robô que retira madeiras de florestas submersas no leito dos reservatórios de hidrelétricas. Ele utiliza um motor elétrico e óleos biodegradáveis como fluidos hidráulicos. Controlado a partir de uma balsa localizada na superfície, o robô desce até o fundo do lago, amarra bolsas infláveis (reutilizáveis) nas árvores e corta seus troncos. Em poucos minutos os troncos flutuam.

Adaptado de: <http://g1.globo.com/natureza/rio20/noticia/2012/>



Uma aplicação da química verde a esse processo se relaciona à:

- A) uso de biocombustíveis.
- B) reutilização de combustíveis fósseis.
- C) utilização de misturas de triglicerídeos.
- D) biotransformação de derivados do petróleo.

12 - A Federação Internacional de Automobilismo (FIA) estabeleceu que as equipes colocassem peças de titânio no assoalho de madeira, localizado na parte inferior dos carros. Assim, no choque do carro com o asfalto, em especial nas provas noturnas, o show estaria garantido por causa das centelhas incandescentes.

Adaptado de: <https://esporte.uol.com.br/f1/>

O show nas corridas seria promovido por causa da

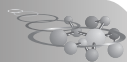
- A) reação química entre o Ti e o asfalto.
- B) transformação química do Ti em madeira.
- C) fusão da peça de Ti para gerar outro metal.
- D) ocorrência de um processo físico sobre o Ti.

13 - Analise a tabela mostrada abaixo.

Fontes	Hemisfério Norte	Hemisfério Sul
Vulcões	3 x 10 ¹²	2 x 10 ¹²
Aerossol marinho	19 x 10 ¹²	25 x 10 ¹²
Biogênico	54 x 10 ¹²	44 x 10 ¹²
Natural total	76 x 10 ¹²	71 x 10 ¹²
Antropogênico total	98 x 10 ¹²	6 x 10 ¹²

Esses dados se associam a uma estimativa de emissões globais de

- A) CL.
- B) F.
- C) P.
- D) S.

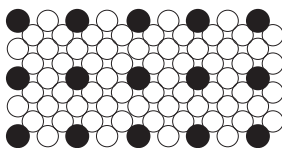


14 - Na confecção de finos filmes de carbono utilizados em componentes de computadores, um material sólido é aquecido dentro de uma câmara de baixa pressão, até atingir o nível de estado gasoso. As moléculas do gás se deslocam pelo do espaço na câmara e se depositam em uma superfície alva, até criarem os filmes sólidos finos.

A deposição das moléculas na superfície é uma

- A) condensação. B) decantação. C) liquefação. D) ressublimação.

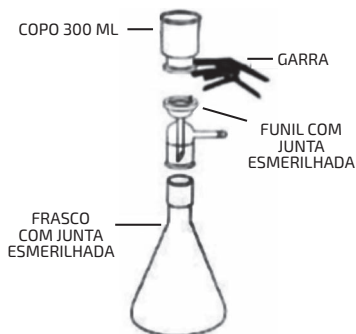
15 - A solução química representada ao lado possui dois tipos de elementos químicos. As estruturas atômicas, os tamanhos e as propriedades eletroquímicas desses constituintes são parecidos.



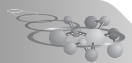
Que tipo de mistura corresponde às informações apresentadas?

- A) Água mineral B) Gás de cilindros de mergulho
C) Liga de Fe-Cu D) Soro fisiológico

16 - O sistema mostrado abaixo é utilizado na separação de misturas contendo solventes corrosivos e na preparação de amostras para microbiologia.



Adaptado de: alquilabor.com.br



Ele se destina à

- A) destilação a vácuo B) sedimentação a vácuo.
- C) filtração a vácuo D) pasteurização a vácuo.

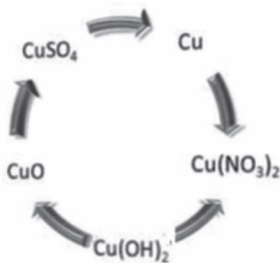
17 - Arqueólogos escavavam uma tumba de mais de dois mil anos, na China, quando encontraram uma espada. Ao retirarem a arma de seu invólucro, perceberam que ela estava com a lâmina brilhante. De acordo com um dos arqueólogos, as tumbas desse período eram extremamente lacradas.

Adaptado de: <https://seuhistory.com/microsite/desafio-sob-fogo/>

A conservação do objeto ocorreu, principalmente, por causa da sua

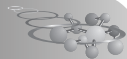
- A) interação com o material da bainha.
- B) composição metálica, rica em ferro.
- C) permanência em uma tumba cheia de CO_2 .
- D) manutenção em local com baixo teor de O_2 .

18 - Um vídeo disponibilizado na internet mostra um conjunto de experimentos referentes ao ciclo do cobre. As imagens mostram sucessivas reações, que se iniciam e finalizam com o cobre metálico, como é apresentado ao lado.



Que tipo de substância contendo átomos de cobre não faz parte desse ciclo?

- A) Um ácido B) Uma base C) Um sal D) Um óxido



19 - Um tipo de extintor de incêndio, de espuma química, possui no seu interior um sal (sólido) e uma solução aquosa de um ácido, localizados em compartimentos separados. Quando o extintor é acionado, eles se misturam e reagem, produzindo gás carbônico, que contribui para a formação de espuma.

Dentro do extintor há:

- A) NaSO_4 e solução aquosa de NaOH .
- B) NaCl e solução aquosa de H_2SO_4 .
- C) NaHCO_3 e solução aquosa de H_2SO_4 .
- D) NaH_2PO_4 e solução aquosa de NaOH .

20 - Uma embalagem contendo frutas trazia o símbolo ao lado, conhecido como radura.

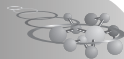


Essa simbologia é adequada para indicar que o alimento foi

- A) contaminado com Oxigênio-16.
- B) produzido artificialmente a partir do Hidrogênio-1.
- C) irradiado com raios gama gerados a partir do Cobalto-60.
- D) identificado em um sítio arqueológico pela datação com Carbono-14.

GABARITO

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	A	b	C	B	C	C	C	D	A
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
C	D	D	D	C	C	D	A	C	C



X Olimpíada Brasileira de Química Júnior - Fase II

8º e 9º anos do Ensino Fundamental

INSTRUÇÕES

1. A prova consta de 13 (treze) questões, 10 (dez) questões do tipo múltipla escolha (máximo 40 pontos) e 3 (três) questões analítico-expositivas (máximo 60 pontos).
2. Para responder às questões de múltipla escolha, identifique APENAS UMA ÚNICA alternativa correta e marque a letra correspondente no gabarito existente na Folha de Respostas.
3. Para responder às questões analítico-expositivas, utilize APENAS o espaço destinado para cada uma das três questões na Folha de Respostas.
4. A prova tem duração de 3 (três) horas.
5. Você receberá a Folha de Respostas após 1 (uma) hora do início da prova, para registrar as suas opções.

Boa prova!

QUESTÕES OBJETIVAS

- 01** A liofilização é uma técnica utilizada nas indústrias alimentícias e farmacêuticas. Trata-se de um tipo de desidratação, na qual o produto é congelado e, depois, a água é eliminada pela passagem direta do gelo a gás.

A liofilização envolve uma etapa de

- A) destilação B) flotação C) fusão D) sublimação

- 02** Determinada substância inorgânica líquida é solúvel em água. A destilação de sua solução aquosa resulta em um azeótropo com uma concentração de 68%. O principal uso dessa mistura se destina à fabricação de nitrato de amônio, usado na pólvora e como fertilizante.

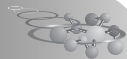
Qual é a substância descrita no texto?

- A) NaNO_2 B) HNO_3 C) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ D) CH_3COOH

- 03** Duas substâncias foram misturadas, na mesma proporção, dentro de um erlenmeyer. O sistema ficou monofásico, indefinidamente.

Quais eram essas substâncias?

- A) Cu e HNO_3 concentrado B) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ e H_2O
C) Na e H_2O D) Cu e $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$



- 04** Se determinada área agrícola apresentar um pH muito abaixo da faixa ideal de cultivo é indicado que ao solo seja feita a adição de substâncias para elevar o valor do pH rapidamente.

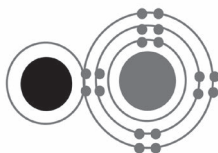
Uma indicação para esse propósito é a adição de

- A) ácido sulfúrico e enxofre B) NaCl
C) mistura de Ca(OH)_2 e Mg(OH)_2 D) H_2O

- 05** O rótulo de uma solução aquosa comercializada para a floração de orquídeas é mostrado abaixo.

Níveis de garantia**g/litro**

Nitrogênio total (N)	2%	25,6
Fósforo P_2O_5)	14%	179,2
Parte na forma de ácido fosforoso		
Potássio (K_2O)	8%	102,4
Boro (B)	0,25%	3,2
Cálcio (Ca)	1,0	12,8
Cobre (Cu)	0,1%	1,2
Ferro (Fe)	0,1%	1,2
Magnésio (Mg)	0,5%	6,4
Manganês (Mn)	0,25%	3,2
Molibdênio (Mo)	0,05%	0,6
Zinco (Zn)	0,5%	6,4



Essa solução possui alta concentração de

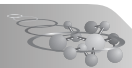
- A) cátions metálicos. B) metais alcalinos.
C) ânions metálicos. D) metais sólidos.

- 06** Uma determinada substância tem sua molécula representada acima.

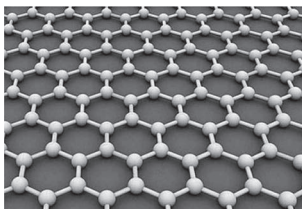
Quando em solução aquosa, essa molécula é produzida pelo organismo humano, sendo encontrada no suco gástrico.

Que tipo de substância é abordada nesse contexto?

- A) Um ácido B) Uma base C) Um óxido D) Um sal



- 07** O material mostrado ao lado é formado por uma trama de átomos de carbono dispostos em hexágonos planos e com espessura atômica. Ele é cem vezes mais forte que o aço, praticamente transparente e capaz de conduzir eletricidade e calor mais eficientemente que outros materiais.



Adaptado de: <http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/2424/colunas/do-laboratorio-para-a-fabrica/promessas-tecnologicas-do-grafeno>

O texto traz uma abordagem sobre um

- A) alótropo sintético do carbono.
- B) isótopo natural do carbono.
- C) isótopo sintético do carbono.
- D) metal de carbono.

- 08** Um vídeo mostrava um experimento feito no interior da capela de um laboratório de química. Ao se borbulhar cloro em uma solução de brometo de sódio, essa solução amarelada passou a exibir coloração marrom-avermelhada.

A mudança aconteceu por causa da formação de

- A) Br_2
- B) Na
- C) HCl
- D) HBr

- 09** Pesquisadores de uma universidade australiana desenvolveram uma tinta “solar” capaz de absorver o vapor de água do ar e processá-lo para gerar uma fonte de energia limpa e inesgotável. A tinta contém um novo material, a base de sulfureto de molibdênio. Na presença de luz solar, esse composto catalisa a divisão do vapor de água. No momento, estão buscando formas de armazenar a substância inflamável produzida.

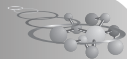
Adaptado de: <http://exame.abril.com.br/ciencia/esta-tinta-pode-transformar-paredes-em-usinas-de-energia-infinita/>

O processo descrito produz a substância inflamável

- A) CH_4
- B) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
- C) H_2
- D) O_2

- 10** Cientistas conseguiram detectar no cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko a presença de dois ingredientes fundamentais para a vida. Essa foi a primeira vez que se encontrou no espaço essas espécies químicas, que são essenciais para o desenvolvimento do DNA e das membranas celulares.

Adaptado de: <http://veja.abril.com.br/ciencia/rosetta-encontra-em-cometa-dois-ingredientes-chave-para-a-vida/>

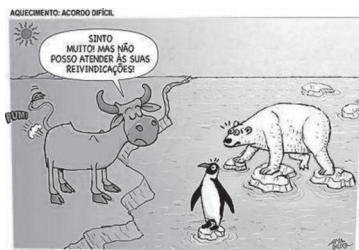


As espécies detectadas no cometa correspondem

- A) a glicose – um carboidrato – e ao urânio.
- B) ao cloreto de sódio – um sal – e ao hélio.
- C) a glicina – um aminoácido – e ao fósforo.
- D) ao colesterol – um hormônio – e ao chumbo.

QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS

11 Analise a charge abaixo.



Avalie a influência de uma substância emitida por bois e vacas no contexto sugerido pela charge.

12 No passado, balões utilizados para voos tripulados eram preenchidos com o gás hidrogênio. Uma das formas de obter esse gás era por meio da reação entre o ferro metálico e o ácido sulfúrico, conforme a seguinte equação química:

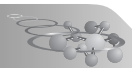


Para produzir gás para encher um balão, foram utilizados 224 kg de ferro metálico. Qual o volume, em litros, de gás hidrogênio obtido nas CNTP?

Dados: $\text{O} = 16 \text{ g mol}^{-1}$; $\text{Fe} = 56 \text{ g mol}^{-1}$;
 $\text{H} = 1 \text{ g mol}^{-1}$; $\text{S} = 32 \text{ g mol}^{-1}$;
volume molar nas CNTP = 22,4 L.

13 Quatro novos elementos químicos descobertos no final de 2015 foram adicionados à tabela periódica dos elementos químicos, pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC, na sigla em inglês), no final de 2016. Eles foram incorporados à sétima fileira e são: Nihonium, símbolo Nh, $Z=113$; Moscovium, símbolo Mc, $Z=115$; Tennessine, símbolo Ts, $Z=117$; e Oganesson, símbolo Og, $Z=118$.

Discuta as principais características desses novos elementos químicos, quanto à ocorrência e quanto à estabilidade.



Soluções escolhidas – OBQJr - 2017

QUESTÃO 11

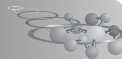
Resolução apresentada por **Ana Beatriz Sena Ximenes Maia**, 9º. ano, Colégio Dáulia Bringel, Fortaleza, CE.

"O efeito estufa é um fenômeno necessário à vida no planeta Terra. Ele consiste na retenção de parte do calor que provém do sol e é feito pela própria atmosfera. Outra parte do calor é refletido, mantendo desta forma a temperatura mais equilibrada. Contudo, o agravamento do efeito estufa é maléfico já que este passa a reter mais calor e a média da temperatura terrestre aumenta (no último ano, aproximadamente 1 °C). Este agravamento gera outro fenômeno conhecido como aquecimento global que além de modificar a temperatura do globo, tem ainda como uma das principais consequências o derretimento das geleiras. Tendo estas informações em mente, ao analisarmos a charge podemos compará-las. O agravamento do efeito estufa ocorre principalmente por conta de dois gases lançados a atmosfera, sendo eles: o CO_2 (gás carbônico) - que provém da queima de combustíveis fósseis - e o CH_4 (metano) que se origina principalmente das flatulências, "arrotos" e degradação das fezes de bois e vacas. Isso poderia ser reduzido com modificação na alimentação bovina. A sátira da tira se dá porque os animais que dependem das geleiras para viver (na charge o pinguim e o urso polar) provavelmente foram reivindicar com a vaca o fato de a vida deles está comprometida pelas consequências da substâncias lançadas por ela, através de suas flatulências na atmosfera. Ela diz que não pode fazer nada a respeito, pois afinal é algo natural e necessária a vida da vaca. Apesar disto, vale ressaltar que hoje muitas fazendas impedem o lançamento do gás na atmosfera transformando, através de vários processos, a matéria biodegradável em energia elétrica."

QUESTÃO 13

Resolução apresentada por Thaís Cerqueira Reis Nakamura, 9º, Instituto Alpha Lumen, SP.

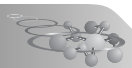
Os quatro novos elementos químicos (Nh, Mc, Ts e Og) foram criados sinteticamente, ou seja, não podem ser encontrados na natureza. Os novos elementos adicionados à tabela periódica foram criados por meio de colisão de partículas (em aceleradores de partículas) utilizando elementos com números atômicos menores do que os deles próprios. Pelo fato de seus números atômicos (número de partículas subatômicas) serem muito elevados, eles são muito radioativos e possuem uma meia-vida muito curta (frações de segundos), concluímos então, que são pouco estáveis. Para esses elementos serem criados, o processo é complexo, e demanda energia, planos de segurança e capital, por isso existem poucos aceleradores de partículas (como o CERN) e mesmo nesses lugares não é fácil produzir esses elementos, podemos notar então, que eles são raros, ou seja, não ocorrem muito. Além disso, podemos dizer também, que não conhecemos ao certo as propriedades físicas e químicas desses elementos, isso devido ao fato de eles existirem somente por menos de um segundo, sendo assim muito difícil estudar e analisar suas propriedades.



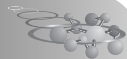
PROGRAMA NACIONAL OLIMPIADAS DE QUÍMICA

Olimpíada Brasileira de Química Júnior

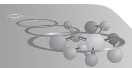
NOME	ANO	ESCOLA	CIDADE	UF	NOTA
O U R O					
Yan Benevinuto Sabóia	9º	Ari de Sá	Fortaleza	CE	100,0
Guilherme Nogueira Bento	9º	Farias Brito	Fortaleza	CE	98,39
Rafael Silva de Oliveira	9º	Colégio Master	Fortaleza	CE	97,31
Rodrigo do Nascimento Sampaio	9º	Colégio Dáulia Bringel	Fortaleza	CE	95,15
P R A T A					
Wanderson Faustino Patricio	9º	Ari de Sá	Fortaleza	CE	92,98
Tales Ferreira Lima dos Santos	9º	Ari de Sá	Fortaleza	CE	90,82
Samuel Madeiro Sampaio	8º	Colégio Christus	Fortaleza	CE	87,58
Vitória Souza Reyes	9º	Agostiniano São José	São Paulo	SP	87,58
Ana Júlia Marinho Bandeira	9º	Farias Brito	Fortaleza	CE	87,04
Arthur Mendes Pereira	9º	Farias Brito	Fortaleza	CE	87,04
Gustavo Monteiro P. de Oliveira	9º	Colégio Anchieta	Salvador	BA	86,50
Laís Bezerra Lôbo	8º	Colégio Vitorino	Crato	CE	86,50
Gabriel Pereira	9º	Colégio Militar	Fortaleza	CE	86,50
Mattias Anders Silva Larsson	9º	Colégio Etapa	São Paulo	SP	86,50
Pedro Antônio Silva Ferreira	9º	Colégio Mater Amabilis	Guarulhos	SP	86,50
Gabriel Telles Missailidis	9º	C. I. Objetivo Tatuapé	São Paulo	SP	85,41
Manuella Moreira Gambiragi	9º	Ari de Sá	Fortaleza	CE	85,14
B R O N Z E					
Antônio Ítalo Lima Lopes	9º	Farias Brito	Fortaleza	CE	84,33
Camile Gerbaudo Nakazato	9º	Oficina do Estudante	Campinas	SP	84,33
Daniel Yamamoto Damico	9º	Colégio Etapa	São Paulo	SP	84,33
Paulo Henrique A. A. de Souza	9º	Farias Brito	Fortaleza	CE	83,79
João Victor Dourado Alves Brito	9º	Farias Brito	Fortaleza	CE	83,25



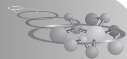
Gustavo Baracat Alvares Martins	9º	C. I. Objetivo Tatuapé	São Paulo	SP	83,25
Ana Luísa Moura de Souza	9º	Agostiniano São José	São Paulo	SP	83,25
Nicole Balbi Ayres de Camargo	9º	Franciscano Nsa Sra Aparecida	São Paulo	SP	83,25
José Nunes Brandão Júnior	9º	Colégio Master	Fortaleza	CE	82,17
Antônio Cauã Farias Telles Melo	9º	Farias Brito	Fortaleza	CE	82,17
Emmanuel Maurício Silveira Pinto	9º	Escola Educação Criativa	Ipatinga	MG	82,17
Guilherme Culau	9º	Colégio Militar	Porto Alegre	RS	82,17
Miguel Diniz Santos	9º	Instituto Alpha Lumen	São José dos Campos	SP	82,17
Luiz Felipe Sousa Dias	9º	Ari de Sá	Fortaleza	CE	81,63
Carlos Henrique C. Aquino Veras	9º	Ari de Sá	Fortaleza	CE	81,09
Laisa Caroline da Costa Luz	9º	Farias Brito	Fortaleza	CE	81,09
Thaís Bezerra de M. B. de Sousa	9º	Farias Brito	Fortaleza	CE	81,09
João Victor Oliveira Paliães	8º	Col. Obj. Mogi Guaçu	Mogi Guaçu	SP	81,09
Valbert Oliveira Costa Filho	9º	Ari de Sá	Fortaleza	CE	80,55
Gabriel Brasileiro de Sousa	9º	Colégio Shalom	Fortaleza	CE	80,01
Marina Malta Nogueira	8º	Col. Aplicação da UFPE	Recife	PE	80,01
João Vitor Boechat Torres Botelho	9º	Sistema Elite de Ensino	R. de Janeiro	RJ	80,01
Gustavo Pontes de M. Lima Verde	9º	Ari de Sá	Fortaleza	CE	78,93
Enzo Vidoti Marinho	9º	Alfa Baby & Master	Itapipoca	CE	78,39
Yuri Barros Mendes	8º	Ari de Sá	Fortaleza	CE	77,85
José Ossian Leite Campos Neto	9º	Farias Brito	Fortaleza	CE	77,85
Luísa Venancio Heilmann	9º	Colégio Bandeirantes	São Paulo	SP	77,85
Raquel Luna Valim	9º	Colégio Shalom	Fortaleza	CE	77,31
Fabício Asfora Romero Assunção	9º	Colégio Antonio Vieira	Salvador	BA	76,77
Raphael Fernandes de Oliveira	9º	Colégio Master	Fortaleza	CE	76,77
Eduardo de Oliveira Andrade	9º	Farias Brito	Fortaleza	CE	76,77
Laysa Maria Nascimento Lima	9º	Alfa Baby & Master	Itapipoca	CE	76,77
Arnaldo Nogueira Leite Junior	9º	Colegio Paraíso	J. do Norte	CE	76,77
Eduardo Vasconcelos Goyanna Filho	9º	Colégio Militar	Brasília	DF	76,77
Arthur Henriques Fernandes	9º	Colegio GGE	Recife	PE	76,77



Mateus de Faria Baptista	9º	Colégio Bandeirantes	São Paulo	SP	76,77
Kaio Kumagai	9º	Colégio Bernoulli	B. Horizonte	MG	75,68
Felipe de Souza Barroca Gomes	9º	Souza Leão do Cordeiro	Recife	PE	75,68
Thaís Cerqueira Reis Nakamura	9º	Instituto Alpha Lumen	São José dos Campos	SP	75,68
Tainara Araújo Lima e Silva	9º	Colegio Master Sul	Fortaleza	CE	75,14
Samuel William Silva Almeida	8º	E. M. Antilhon Ribeiro Soares	Teresina	PI	75,14
Pedro Arthur Sales Rebouças	9º	Colégio Master	Fortaleza	CE	74,60
Luís Carlos Ho dos Santos	9º	Colégio Militar	Brasília	DF	74,60
Filipe de Sousa Moura	9º	Esc. Municipal H. Dobal	Teresina	PI	74,60
Thomas Anders Silva Larsson	9º	Colégio Etapa	São Paulo	SP	74,60
Gustavo Higuti de Souza	9º	Colégio Mater Amabilis	Guarulhos	SP	74,60
Isabela Tamaru Nakamura	9º	Visconde de Porto Seguro	Valinhos	SP	74,60
Jeronimo Soares Oliveira Júnior	9º	Colégio Anchieta	Salvador	BA	73,52
Samuel Andrade Veronese dos Reis	9º	Sartre Coc	Salvador	BA	73,52
Matheus Lopes Ponciano Lima	9º	Farias Brito	Fortaleza	CE	73,52
Augusto Gondim Lins e Silva	9º	Col. Aplicação da UFPE	Recife	PE	73,52
Pedro Henrique Sales Vital	9º	Eminente Centro Educacional	Recife	PE	73,52
Giovanni Carrilho Malta	8º	Colegio GGE	Recife	PE	73,52
Gabriel Guiote Ribeiro	9º	Agostiniano São José	São Paulo	SP	73,52
Giovanna Montefusco Ferrari	9º	Agostiniano São José	São Paulo	SP	73,52
Vinícius Kenji Amaro Tanaka	8º	Colégio Etapa	São Paulo	SP	73,52
Gabriel Oda de Paiva	9º	Colégio Mater Amabilis	Guarulhos	SP	73,52
Alessandro da Cunha Menegon	9º	Colegio Objetivo Paulista	São Paulo	SP	73,52
Bruno Sussel Mendes Cunha Bastos	8º	Colégio Poliedro	São José dos Campos	SP	73,52
Ana Julia Veras Salgueiro	9º	Farias Brito	Fortaleza	CE	72,98
Anna Luiza Santa Cruz	8º	Colegio GGE	Recife	PE	72,44



Vanessa Marcelli Moura da Silva	9º	Sistema Elite de Ensino	Rio de Janeiro	RJ	72,44
Larissa Domeneck Nissan	9º	Colégio Bandeirantes	São Paulo	SP	72,44
Gabriel Bergamini Tinós	9º	Col. Lumen Objetivo	Piraju	SP	72,44
Filippo Celano Ebram	9º	Colégio Objetivo Junior	Taubaté	SP	72,44
João Victor Santiago Gomes	9º	Colégio San Rafael	Aracaju	SE	72,44
Matheus Matos Mendes Carlos	9º	Farias Brito	Fortaleza	CE	72,17
João da Silva Ferreira Marinho	9º	Ari de Sá	Fortaleza	CE	71,90
Ana Beatriz Sena Ximenes Maia	9º	Colégio Dáulia Bringel	Fortaleza	CE	71,90
Ana Lourdes Taumaturgo Moreira	9º	Farias Brito	Fortaleza	CE	71,36
Thiago José Velôso de Souza	9º	Colégio Militar	Brasília	DF	71,36
Iane da Rocha Temporal	9º	Colegio GGE	Recife	PE	71,36
Breno Seneor Barbosa de Mello	9º	Colégio Bandeirantes	São Paulo	SP	71,36
Helena Batistic Augusto	9º	Colégio Vital Brazil	São Paulo	SP	71,36
Ye Sensheng	9º	Ari de Sá	Fortaleza	CE	70,82
Lucas de Oliveira Pontes	9º	Farias Brito	Fortaleza	CE	70,55
Carlos Eduardo Moraes Tigre	9º	Soc. Educacional Elite	Maceió	AL	70,28
Alan Nascimento Moreira da Silva	9º	EEFM Domingos Sávio	Baturité	CE	70,28
Samuel Gomes de Abreu	9º	Colégio Christus	Fortaleza	CE	70,28
Eduardo Ribeiro Sampaio	9º	Colégio da PM do Ceará	Fortaleza	CE	70,28
Vinícius Ximenes Pinheiro de Matos	8º	Colégio Dáulia Bringel	Fortaleza	CE	70,28
Mariana Macambira Noronha	9º	Colégio Militar	Fortaleza	CE	70,28
Jamile Lima Carneiro	9º	Farias Brito	Fortaleza	CE	70,28
Felipe Augusto de Oliveira Pedro Longo	9º	Fund. Barra Bonita de Ensino	Barra Bonita	SP	70,28
Marcelo Montandon Magalhães	9º	Colégio Etapa	São Paulo	SP	70,28
Felipe Kazuichi Borgato Inaoka	9º	Marista Arquidiocesano	São Paulo	SP	70,28
Davi Nakamura Cardoso	9º	Colégio Poliedro	São José dos Campos	SP	70,28
Gustavo Masakiti Miura	9º	Escola Monteiro Lobato	São José dos Campos	SP	70,28
João Pedro da Silva Mariano	9º	Colégio Shalom	Fortaleza	CE	70,06
Guilherme Antonio Lopes Ferreira	9º	Colégio Motivo	Recife	PE	70,06



X Olimpíada Brasileira de Química Júnior

Destaques de estudantes de 8º ano do ensino fundamental

Alunos de 8º ano que participaram da **X Olimpíada Brasileira de Química Júnior** foram avaliados juntamente com os de 9º ano com idêntico exame.

Dentro deste grupo tiveram elevado desempenho os estudantes abaixo relacionados.

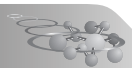
Relação dos **estudantes de 8º ano** que mais se destacaram com medalhas na **X Olimpíada Brasileira de Química Júnior**.

Nome	Escola	Cidade	UF
Samuel Madeiro Sampaio	Christus	Fortaleza	CE
Laís Bezerra Lôbo	Vitorino	Crato	E
João Victor Oliveira Paliars	Objetivo	Mogi Guaçu	SP
Marina Malta Nogueira	Col. de Aplicação da UFPE	Recife	PE
Yuri Barros Mendes	Ari de Sá	Fortaleza	CE
Samuel William Silva Almeida	E. M. Antilhon Ribeiro Soares	Teresina	PI
Giovanni Carrilho Malta	GGE	Recife	PE
Vinícius Kenji Amaro Tanaka	Etapa	São Paulo	SP
Bruno Sussel Mendes Cunha Bastos	Poliedro	São José dos Campos	SP
Anna Luiza Santa Cruz	GGE	Recife	PE
Vinícius Ximenes Pinheiro de Matos	Dáulia Bringel	Fortaleza	CE

Demais estudantes de 8º ano que se destacaram na X Olimpíada Brasileira de Química Júnior encontram-se em www.obquimica.org

Professores não são pessoas comuns e pessoas comuns não são professores. Por favor, não escolha ser professor até que você esteja certo e preparado para isso.

Angela Merkel, Chanceler da Alemanha



X Olimpíada Brasileira de Química Júnior

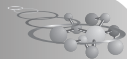
Destaques das Escolas Públicas

Estudantes de escolas públicas que se sobressaíram na X Olimpíada Brasileira de Química Júnior.

Homenagem especial aos alunos de escolas públicas que participaram da Olimpíada Brasileira de Química Júnior e alcançaram elevado desempenho. Dentre todos participantes desse grupo tiveram elevado desempenho os estudantes abaixo relacionados.

Os onze primeiros estudantes da relação terão seus nomes gravados no troféu destinado a essa modalidade de premiação. Após quatro anos o troféu será entregue à escola com maior número de alunos gravados em sua base.

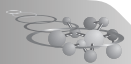
Nome do aluno	ANO	Escola do Aluno	Cidade da Escola	UF
Gabriel Pereira	9º ano	Colégio Militar	Fortaleza	CE
Guilherme Culau	9º ano	Colégio Militar	Porto Alegre	RS
Marina Malta Nogueira	8º ano	Col. de Aplicação da UFPE	Recife	PE
Eduardo Vasconcelos G. Filho	9º ano	Colégio Militar	Brasília	DF
Samuel William Silva Almeida	8º ano	E. M. Antilhon Ribeiro Soares	Teresina	PI
Luís Carlos Ho dos Santos	9º ano	Colégio Militar	Brasília	DF
Filipe de Sousa Moura	9º ano	Escola Municipal H. Dobal	Teresina	PI
Augusto Gondim Lins e Silva	9º ano	Col. de Aplicação da UFPE	Recife	PE
Thiago José Veloso de Souza	9º ano	Colégio Militar	Brasília	DF
Alan Nascimento Moreira da Silva	9º ano	EEFM Domingos Sávio	Baturité	CE
Eduardo Ribeiro Sampaio	9º ano	Colégio da P. M. do Ceará	Fortaleza	CE
Mariana Macambira Noronha	9º ano	Colégio Militar	Fortaleza	CE
Ian de Freitas Barros Cedraz	9º ano	Colégio Militar de Salvador	Salvador	BA
Gabriel Frizzo Formaio	9º ano	Colégio Militar	Brasília	DF
Leticia Brandão Gonçalves Silva	9º ano	Colégio Militar	Brasília	DF
Wilson Oliveira Guimarães Neto	9º ano	Colégio Militar	Brasília	DF
Thaigo Soares Borges da Silva	9º ano	E. M. Mário Fautino	Teresina	PI
Adara Souza de Araujo	9º ano	Colégio Militar	Porto Alegre	RS
Felipe Farias Ribeiro Filho	9º ano	Colégio Militar	Salvador	BA
Glauco César Prado Soares	8º ano	Colégio Militar	Brasília	DF
Pedro Victor de Sousa Coelho	9º ano	E.E.I.E.F Francisca Alves do Amaral	Caucaia	CE
João Pedro Pulz de Oliveira	9º ano	EEEFM Victório Bravim	Marechal Floriano	ES
Gabriel Fona Duarte	9º ano	Colégio Militar	Juiz de Fora	MG
Lia Dias Baesso	9º ano	Colégio Militar	Juiz de Fora	MG
Pablo Andrade Carvalho Barros	9º ano	E. M. Valter Alencar	Teresina	PI
Nicolas Zimmer Fernandes	9º ano	Colégio Militar	Brasília	DF
Vinicius Cardoso da Rocha	9º ano	E. M. Marcílio Rangel	Teresina	PI
Matheus Amorim Costa	9º ano	Colégio Militar	Fortaleza	CE



Pedro Henrique Alves S. dos Santos	9º ano	Colégio Militar	Salvador	BA
Caio Cruz Ribeiro	9º ano	Colégio Militar	Salvador	BA
Maria Luzia Sodré Lira B. Pereira	9º ano	Colégio Militar	Juiz de Fora	MG
Ailton José da Silva Júnior	9º ano	Col. de Aplicação da UFPE	Recife	PE
Hilanna de Fátima Camêlo da Silva	9º ano	E. M. Valter Alencar	Teresina	PI
Gabriel Valente Nogueira Perin	9º ano	E.E. Cel. Camilo Soares	Ubá	MG
Fca. Kaylanne Soares Pimentel	9º ano	E. M. Simões Filho	Teresina	PI
Eduarda Freitas	9º ano	Colégio Militar	Salvador	BA
Vitória Luísa de Souza Ferreira	9º ano	Colégio Militar	Salvador	BA
Matheus Nogueira Costa	9º ano	Colégio Militar	Fortaleza	CE
Daniel Alves de Sousa	9º ano	E. M. Angelim	Teresina	PI
João Pedro A. de Sousa Matos	9º ano	Colégio Militar	Brasília	DF
Alisson Jaime Sales Barros	9º ano	Colégio Militar	Fortaleza	CE
Gabriela Martins Jacob	9º ano	Colégio Militar	Salvador	BA
Gabriel Pinheiro Ribeiro	9º ano	Colégio Militar	Juiz de Fora	MG
Davi Gabriel Bandeira Coutinho	8º ano	Col. de Aplicação da UFPE	Recife	PE
Gabriel Cordeiro Polo Mendes	9º ano	Colégio Militar	Brasília	DF
Alderlan Mendes da Silva Santos	9º ano	E. M. Mário Fautino	Teresina	PI
Pedro Emerson Craveiro Claudino	9º ano	E.M. Valter Alencar	Teresina	PI
Larissa Varella Silva	9º ano	Colégio Militar	Juiz de Fora	MG
Ricardo Duboc F. D. dos Santos	9º ano	Colégio Militar	Juiz de Fora	MG
Brandão				

*A matemática é o alfabeto com o qual
Deus escreveu o Universo.*

Galileu Galilei



Olimpíada Brasileira de Química – Modalidade A

A MATEMÁTICA ESTÁ EM TUDO

a “A matemática está em tudo” este é o tema da 14ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia – SNCT 2017. A escolha baseia-se no fato da realização, em julho deste ano, da Olimpíada Internacional de Matemática e, no ano seguinte, do Congresso Internacional de Matemática, ambos sediados pela primeira vez aqui no Brasil.

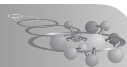
A Matemática é usada como ferramenta essencial em incontáveis áreas do conhecimento humano, como a Física, Biologia, Química, Engenharia, Economia, Administração, Artes, Agricultura e até na Medicina, estando tão presente na vida cotidiana que, às vezes, é pouco notada.

Da mesma forma, a Química tem um papel intrínseco no entendimento das outras ciências, pois está na base do desenvolvimento econômico e tecnológico, da siderurgia à indústria da informática, das artes à construção civil, da agricultura à indústria aeroespacial. Logo, não há área ou setor que não utilize em seus processos ou produtos os conhecimentos oriundos da química.

Através de atividades interdisciplinares, integrando de forma contextualizada vários saberes diferentes destas duas ciências, é possível desenvolver a socialização dos conhecimentos químicos e o desenvolvimento significativo de habilidades e competências nos estudantes.

Assim, os sujeitos de um projeto interdisciplinar podem ter diferentes histórias de vida que levam a níveis de formação diferentes, sem considerar a relação hierárquica das ciências, mas apenas o fato de que há educadores em diferentes níveis de desenvolvimento profissional, podendo gerar situações educacionais mais promissoras.

A Comissão



Parte

A**QUESTÕES MÚLTIPLA ESCOLHA****Questão 1**

A matemática está sempre presente na vida de um químico. Em um laboratório, um químico preparou uma solução de sulfato de potássio dissolvendo 13,92 g do sal em 100 mL de água deionizada e em seguida transferiu a solução para um balão volumétrico de 200 mL e completou o volume. Com relação à solução obtida, assinalar a alternativa INCORRETA:

O título da solução é igual a 0,079.

A concentração em quantidade de matéria é de $0,400 \text{ mol L}^{-1}$.

Ao se adicionar 200,0 mL de água à solução, sua nova concentração será de $34,80 \text{ g L}^{-1}$.

A solução obtida terá caráter neutro.

A concentração dos íons $\text{K}^+_{(\text{aq})}$ é de $0,800 \text{ mol L}^{-1}$.

Questão 2

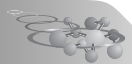
No final do século XIX, Mendeleiev apresentou à Sociedade Russa de Química sua proposta de Tabela Periódica, com muitos espaços em branco, reservados para elementos ainda não descobertos. A proposta de Mendeleiev era baseada na convicção da existência de relações periódicas entre as propriedades físico-químicas dos elementos. Um outro químico russo, Berlikov, fez duras críticas, concluindo com uma pergunta: "Pode a natureza ter espaços em branco?" Mendeleiev manteve sua proposta, que se mostrou coerente, sendo que os espaços em branco foram preenchidos gradativamente. A tabela abaixo apresenta duas propriedades periódicas, com unidades de medida adequadas:

Elemento	Propriedade 1	Propriedade 2
Berílio	1,12	215
Cálcio	1,97	141
Selênio	1,40	225

Assinalar a alternativa que indica as propriedades 1 e 2, respectivamente:

Raio Atômico e Densidade Absoluta.

Eletropositividade e Potencial de Ionização.



Raio Atômico e Potencial de Ionização.
Eletronegatividade e Raio Atômico.
Densidade absoluta e Eletroafinidade.

Questão 3

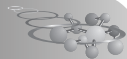
A água pura é um mau condutor de corrente elétrica e dessa forma fica muito difícil realizar sua eletrólise. Por isso, para realizar este fenômeno é necessário adicionar uma pequena quantidade de sal, como o Na_2SO_4 por exemplo, que torna o meio condutor. Considerando o movimento das espécies químicas para os eletrodos, é CORRETO afirmar que:

- a) no cátodo ocorre a semirreação: $2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$.
- b) no ânodo ocorre a semirreação: $2\text{H}_2\text{O}(\ell) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$.
- c) no ânodo ocorre a semirreação: $4\text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\ell) + 4\text{e}^-$.
- d) no ânodo ocorre a semirreação: $2\text{H}_2\text{O}(\ell) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$.
- e) no cátodo ocorre a semirreação: $2\text{Na}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Na}(\text{s})$.

Questão 4

As soluções têm uma importante presença no cotidiano, pois podem apresentar diversas aplicações como na composição da água mineral e do ar atmosférico, além de outras aplicações em diversas áreas, como a farmacêutica e a biológica. Dessa forma, a respeito das soluções, suas propriedades e concentrações, analisar as proposições a seguir:

- I. Soluções verdadeiras e dispersões coloidais podem ser exemplificadas, respectivamente, pelo sangue e pela salmoura.
- II. Misturando-se 25,0 mL de uma solução aquosa de ácido sulfúrico decimolar com 25,0 mL de solução aquosa de hidróxido de sódio 0,40 mol L^{-1} , após o término da reação, o pH da solução final, após a adição de reagente em excesso, é 13,0 e sua concentração em quantidade de matéria é 0,10 mol L^{-1} .
- III. Emulsão é uma dispersão coloidal que se dá entre dois líquidos miscíveis, que formam micelas polares.
- IV. Considerando a solubilidade do K_2CO_3 em água igual a 1,12 g mL^{-1} a 20 °C, uma solução que apresenta 25,0 g dessa substância dissolvida em 25,0



mL de água, nessa temperatura, é classificada como concentrada e insaturada.

- V. Depois de certo tempo, numa salada de alface temperada com vinagre e sal, as folhas murcham em função dos efeitos coligativos de crioscopia e osmose.

Assinalar a alternativa que indica as proposições **CORRETAS**:

Somente II e IV.

Somente III e IV.

Somente I, IV e V.

Somente I, II e III.

Somente III, IV e V.

Questão 5

Durante algum tempo os químicos acreditavam que bastava conhecer a entalpia da reação para conhecer sua espontaneidade. Porém, há vários exemplos de transformações químicas que contradizem essa ideia. Para corrigir essa distorção, introduziu-se um outro parâmetro para avaliar a espontaneidade de uma reação, a entropia.

O enunciado de Kelvin é:

“É impossível remover energia cinética de um sistema a uma certa temperatura e converter essa energia integralmente em trabalho mecânico sem que haja uma modificação no sistema ou em suas vizinhanças”.

Sobre a entropia é CORRETO afirmar que:

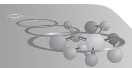
A segunda Lei da Termodinâmica afirma que a entropia do universo diminui numa transformação espontânea.

Se a entropia de um sistema diminui, a transformação será necessariamente não espontânea.

A entropia padrão de uma substância pura é zero nas condições padrão.

Uma reação endotérmica e com diminuição de entropia do sistema é espontânea.

Numa transformação espontânea, a entropia do universo irá aumentar.



Questão 6

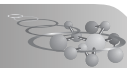
Sócrates, conhecido matemático e filósofo do período clássico da Grécia, foi condenado à morte por suas ideologias que se opunham ao governo da época, tendo como pena de morte a ingestão de cicuta. A coniína, toxina primária presente na cicuta, contém apenas carbono, hidrogênio e nitrogênio, que quando ingerida em excesso provoca paralisia e eventual morte. A combustão completa de 28,7 mg de coniína produziu 79,5 mg de CO_2 e 34,6 mg de H_2O . Assinalar a alternativa que apresenta a fórmula molecular da coniína:



Questão 7

Os ácidos, quanto à sua composição, são agrupados em hidrácidos e oxiácidos. No caso de oxiácidos, em que o elemento central é o enxofre, podem-se derivar vários ácidos devido à mudança do seu estado de oxidação. Nesse contexto, considerar os seguintes oxiácidos: H_2SO_4 , H_2SO_3 , H_2SO_2 , $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$, $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_6$, $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_5$ e $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_4$. Indicar a alternativa CORRETA que mostra os oxiácidos em ordem crescente de estado de oxidação do enxofre:

NOx	+2	+3	+4	+5	+6
a)	H_2SO_2	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_4$	H_2SO_3 $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_5$	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_6$	H_2SO_4 $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$
b)	H_2SO_2 $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_5$	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_4$ H_2SO_4	H_2SO_3	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_6$	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$
c)	H_2SO_2	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_4$	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_5$ $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_6$ H_2SO_3	H_2SO_4
d)	H_2SO_2	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$	H_2SO_3 $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_5$	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_4$ $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_6$	H_2SO_4
e)	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_4$	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_6$	H_2SO_3 $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_5$	H_2SO_2	H_2SO_4 $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$

**Questão 8**

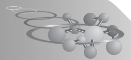
Aulas em laboratórios são utilizadas, entre outros tantos motivos, para se verificar, experimentalmente, um conhecimento adquirido em sala de aula. Assim, um professor apresenta um béquer a um aluno, com uma solução incolor desconhecida que pode ser de ácido clorídrico, ou ácido nítrico ou ácido sulfúrico. Um aluno identificou corretamente a solução de ácido sulfúrico. Para tal, ele:

- a) adicionou gotas de um indicador para determinar a presença de íons hidrônio.
- b) adicionou uma gota de solução de nitrato de prata e verificou a formação de precipitado.
- c) adicionou uma solução de acetato de sódio, para formar ácido acético aquoso.
- d) adicionou solução de amônia para obter uma solução de amônio.
- e) adicionou gotas de uma solução de nitrato de bário, para verificar a formação de precipitado.

Questão 9

Para se entender o comportamento de moléculas, é importante conhecer as suas geometrias. A geometria molecular pode definir a polaridade das moléculas e, por conseguinte, suas propriedades físicas. Sobre esse assunto, assinalar a alternativa CORRETA:

- a) O gás carbônico possui ligações polares, mas a molécula é apolar. A sua geometria é definida pela hibridação sp .
- b) As moléculas simétricas são sempre apolares, independentemente de sua hibridação.
- c) A amônia possui geometria piramidal, é polar e possui hibridação **sp^3** , enquanto íon amônio possui geometria tetraédrica, sendo apolar e com hibridação **sp^3d** .
- d) As moléculas apolares apresentam forças intermoleculares do tipo ligações de hidrogênio e apresentam geometria linear, devido à hibridação **sp** .



- e) O BF_3 tem geometria trigonal planar, por conta de sua hibridação **sp**. É uma molécula altamente polar devido à presença de flúor, que é o elemento mais eletronegativo da tabela periódica.

Questão 10

Em um laboratório, dispõem-se de alguns frascos de soluções, recém preparados nas condições ambientes, que apresentam os seguintes solutos:

Cloro.

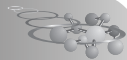
Sulfeto de sódio.

Iodeto de potássio.

Nitrato de cobre (II).

Em relação às propriedades dessas soluções, assinalar a alternativa que contém a proposição **INCORRETA**:

- a) Ao verificar o pH da solução II, ela terá um valor maior do que 7,0 e a solução III terá caráter neutro, à 25° C.
- b) Misturando-se II e IV, será formado um precipitado de cor azul, o sulfeto de cobre (II).
- c) A solução IV é colorida e a solução III é incolor.
- d) A solução I é a que apresenta a menor condutibilidade elétrica.
- e) A mistura resultante entre as soluções II e III não formará precipitado.



Parte

B**QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS****Questão 11**

Corrosão é um termo para a deterioração dos metais através da reação química com o ambiente. Um problema particularmente difícil para o químico arqueológico é a formação de CuCl_2 , uma substância instável, que é formada pela corrosão do cobre e suas ligas. Embora objetos de cobre e bronze possam sobreviver a soterramento por séculos sem deterioração significativa, a exposição ao ar pode fazer com que o cloreto cuproso reaja com o oxigênio atmosférico para formar óxido cuproso e cloreto cúprico. O cloreto cúprico reage então com o metal livre para produzir cloreto cuproso. A reação contínua do oxigênio e da água com cloreto cuproso causa "doença de bronze", que consiste em manchas de um depósito verde pálido e em pó de $[\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}]$ na superfície do objeto que continuam a crescer.

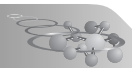
- a) Usando esta série de reações descritas, complete e equilibre as seguintes equações, que juntas resultam em doença de bronze:

Equação 1: $\text{CuCl}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CuCl}_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CuCl}_2$

Equação 2: $\text{CuCl}_2 + \text{Cu} \rightarrow \text{CuCl}_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Equação 3: $\text{CuCl}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuCl}_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O} (\text{doença de bronze}) + \text{CuCl}_2$

- b) Quais espécies são os oxidantes e os redutores em cada equação?
- c) Se 8,0 % em massa de uma estátua de cobre de 350,0 kg consistia de CuCl_2 , e a estátua sucumbisse à doença de bronze, quantas libras de hidrato verde em pó seriam formadas? Dado: 1 libra \approx 0,4536 kg.
- d) Quais fatores podem afetar a taxa de deterioração de um artefato de bronze recentemente escavado?
- e) A chuva ácida, que tem $\text{pH} < 5,6$, se dá em locais com elevadas concentrações na atmosfera de óxidos de enxofre, nitrogênio e carbono. Esses óxidos, carregados pela água precipitada da chuva, formam basicamente os ácidos sulfúrico, nítrico e carbônico, que são os causadores de danos ambientais e em monumentos históricos. Considerando o objeto citado no item (c), quando exposto a eventos intempéricos, nesse caso, chuva ácida, escreva a(s) provável(is) reação(ões) química(s) balanceada(s) do cobre com cada ácido.

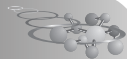
**Questão 12**

O nitrogênio é o sétimo elemento da tabela periódica, ocorrendo naturalmente na forma gasosa N_2 à temperatura ambiente e é muito abundante na atmosfera. Trata-se de um elemento muito versátil, que se combina facilmente com o oxigênio, resultando em diversos óxidos de nitrogênio. Sobre o nitrogênio e seus óxidos responda:

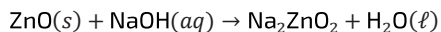
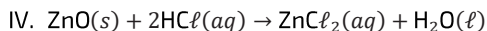
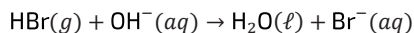
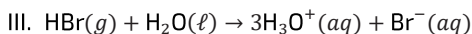
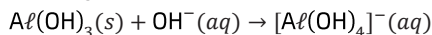
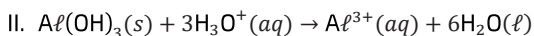
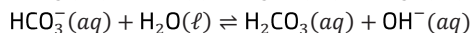
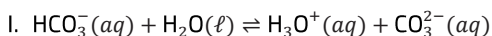
- Desenhe as estruturas de Lewis de NO , NO^+ e NO^- .
- NO é um gás incolor, que se torna marrom quando exposto ao ar devido a formação de NO_2 , conforme a reação $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$. O dióxido de nitrogênio pode reagir com a água, regenerando o NO . Escreva esta reação química balanceada, indicando os estados físicos das espécies e usando a seta de reação adequada.
- O dióxido de nitrogênio existe em equilíbrio com seu dímero, o N_2O_4 . Qual o estado de oxidação do átomo de N no monóxido de nitrogênio, no dióxido de nitrogênio e no tetróxido de dinitrogênio? Ocorre mudança no estado de oxidação do átomo de nitrogênio do dióxido de nitrogênio quando este composto sofre dimerização? Explique.
- A constante de equilíbrio em termos das concentrações (K_c) de NO_2 e N_2O_4 a 298 K é $1,70 \text{ mol}^{-1} \text{ L}$, enquanto a constante de equilíbrio em termos de pressões parciais (K_p) é $6,7 \times 10^{-5}$ para unidade em Pascal (Pa) ou 6,8 em atmosfera (atm). Escreva as expressões para as constantes de equilíbrio K_c e K_p para esta reação e, considerando a equação de Clapeyron ($pV=nRT$), deduza a relação entre K_c e K_p .
- O $\Delta_r H(298 \text{ K})$ da reação de dimerização do dióxido de nitrogênio é -57 kJ mol^{-1} . Esta reação é endotérmica ou exotérmica? Justifique. Usando os dados contidos nessa questão sobre a dimerização do NO_2 , calcule a variação da entropia da reação de dimerização do dióxido de nitrogênio e relate o valor como $T\Delta S$. Se esta reação dependesse somente do termo entrópico, ela ocorreria espontaneamente? Justifique, considerando as condições padrão. Dados: $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$, $\Delta G = -RT \ln K$, $R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

Questão 13

Segundo o dicionário Houaiss, anfótero é um adjetivo usado para uma substância (ou íon) que pode se comportar como ácido ou como base.



Considerando o *Golden Book* da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC – *Internacional Union of Pure and Applied Chemistry*) esta propriedade depende do meio no qual a substância (ou íon) é investigada (adaptado de <http://goldbook.iupac.org/A00306.html>). Considere os quatro sistemas representados abaixo, que envolvem as seguintes espécies químicas: HCO_3^- , $\text{Al}(\text{OH})_3$, HBr e ZnO .

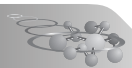


- a) Qual(is) do(s) sistema(s) acima apresenta(m) espécie(s) anfótera(s)? Justifique.
- b) Dê o nome de todas as espécies envolvidas nos sistemas do item anterior:

O $\text{Al}(\text{OH})_3$ tem sido utilizado, comumente, na forma de antiácido, para combater a azia estomacal. Por sua vez, o ZnO é usado como pomada antisséptica, secativa e anti-inflamatória, que facilita a cicatrização da pele. OHCO_3^- tem uma vasta utilização, tais como, combate à azia, uso como fermento químico, combate ao mau cheiro oriundo da sudorese, etc.

- c) Tanto o NaHCO_3 como o NH_4HCO_3 são utilizados como fermento químico para uso alimentício, uma vez que sofrem decomposição durante seu aquecimento, formando gases que fazem crescer, por exemplo, um bolo. Partindo da mesma quantidade de ambos, uma colher de chá (equivalente a 5 g), justifique a escolha de um deles como o melhor fermento para fazer um bolo.

O $\text{Al}(\text{OH})_3$ tem sido contraindicado para o uso como antiácido, porque estudos indicam que lesões cerebrais encontradas na doença de Alzheimer contém alumínio. Assim, o consumo excessivo de compostos de alumínio pode causar ou contribuir para o desenvolvimento dessa doença. Com base nesta informação, o $\text{Mg}(\text{OH})_2$ tem sido mais indicado para problemas de azia estomacal, uma vez que a sua eliminação pelo corpo humano é mais rápida.

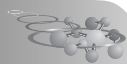


- d) Considerando uma mesma dose medicinal de $\text{Al}(\text{OH})_3$ e $\text{Mg}(\text{OH})_2$, qual das duas substâncias teria uma ação mais eficaz no combate à azia estomacal? Justifique em termos químicos:
- e) Um aluno decide dissolver o ZnO em água deionizada para verificar o pH da solução resultante. Qual deverá o resultado desse experimento, tanto em relação à dissolução e ao pH?

Questão 14

Atualmente, as questões ambientais passam a limitar a competitividade das indústrias químicas ou das empresas que tenham algum processo químico, com uma legislação ambiental cada vez mais restritiva, esgotamento dos recursos naturais e com uso consciente e responsável. Sendo assim, os profissionais da química possuem importante papel na operação e otimização de processos relacionados ao controle de resíduos e ao tratamento dos efluentes industriais. Diante disso, responda os seguintes questionamentos sobre os processos de tratamento de efluentes:

- a) A cloração é considerada um processo de desinfecção aplicável à todas as águas em função de razões econômicas e de praticabilidade operacional. Dessa forma, quais os compostos de cloro mais comumente usados na desinfecção? Indique o teor aproximado de cloro ativo em cada um deles.
- b) O processo de coagulação ou floculação possui como objetivo aumentar o tamanho das partículas dispersas na água, formando flocos que favoreçam a sedimentação mais acelerada. As substâncias que realizam esse trabalho são denominadas coagulantes e seu papel é neutralizar as cargas superficiais presentes nas partículas contaminantes, permitindo que ocorra a atração entre essas partículas. Uma das principais substâncias coagulantes, utilizada em larga escala no setor industrial, é o sulfato de alumínio. Escreva a reação balanceada que representa a forma como o sulfato de alumínio se comporta quando é adicionado à água.
- c) A adsorção é um processo empregado para a remoção de partículas dissolvidas no efluente, que não podem ser removidas por processos biológicos e não foram precipitadas nos processos de coagulação e floculação. Quais os principais contaminantes que podem ser removidos por esse tipo de processo? Indique os processos de adsorção e descreva o princípio de cada um.



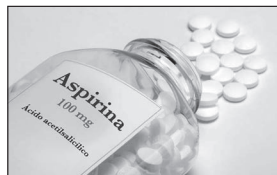
- d) Lodo é o material formado nos processos de tratamento primário, nos sedimentadores do tratamento secundário (biológico) e nos sedimentadores dos floculadores. Porém, para minimizar custos com seu transporte aos aterros sanitários ou mesmo condicioná-lo a outros fins, deve-se aumentar sua concentração, em termos de matéria seca. Indique quais os principais processos utilizados para a concentração de lodo e descreva o princípio de cada um.
- e) O que são os processos oxidativos avançados? Descreva.

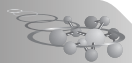
Questão 15

O dióxido de enxofre é um gás emitido juntamente com óxidos de carbono na queima de combustíveis fósseis em veículos e indústrias. Esse gás, produzido naturalmente nos vulcões, é usado em alguns processos industriais, como por exemplo, na produção de ácido sulfúrico. O dióxido de enxofre é obtido a partir da combustão de enxofre ou de pirita. Outro óxido de destaque, é o óxido nítrico, um gás produzido em algumas células, que regulam o funcionamento de outras células, configurando-se como um princípio sinalizador em sistemas biológicos. Essa descoberta não só conferiu o Prêmio Nobel de Medicina em 1998 para Ignaro, Furchgott e Murad, como também abriu as portas para o desenvolvimento de tecnologias, inclusive na produção do Viagra®. Como fármaco, a produção do óxido nítrico começa com a reação entre SO_2 , ácido nítrico e água, originando, além desse gás, o ácido sulfúrico. Como outro exemplo, tem-se o sulfeto de hidrogênio, um gás com odor de ovos podres e carne em decomposição.

Baseado nos conhecimentos sobre os gases, considere um recipiente de volume igual a 100 L a 127 °C, no qual foram adicionados 6,80 g de gás sulfídrico, 9,60 g de anidrido sulfuroso, 6,00 g de óxido nítrico e 6,60 g de anidrido carbônico. Responda:

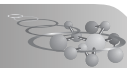
- a) Escreva a equação química da reação de produção do óxido nítrico.
- b) Qual a pressão total do sistema, em equilíbrio?
- c) Calcule as frações molares das substâncias.
- d) Qual é a pressão parcial do gás de maior fração molar?
- e) Com base na Lei de Graham, determine a velocidade de efusão do anidrido carbônico em relação ao gás sulfídrico.



**Questão 16**

O ácido acetilsalicílico, mais conhecido pelo nome comercial de *aspirina*, é o princípio ativo em muitos medicamentos de propriedades analgésica, anti-pirética e anti-inflamatória. Ele também é usado como anti-agregante plaquetário. É um monoácido fraco (fórmula molecular $C_9H_8O_4$) cuja base conjugada é o ânion acetilsalicilato ($C_9H_7O_4^-$). É facilmente sintetizado a partir do ácido salicílico. Considere que um grama de ácido acetilsalicílico dissolve-se em 450 mL de água para obter uma solução saturada com $pH \approx 2,73$. Com base nas informações determine o que pede:

- a) Escrever a equação química e a expressão da constante de equilíbrio do ácido na solução?
- b) Qual é o K_a do ácido acetisalicílico?
- c) Qual é o pH final se 50,0 mL de acetilsalicilato de sódio $0,10 \text{ mol L}^{-1}$ são adicionados a solução saturada de ácido acetilsalicílico.
- d) Qual é o pH final se 50,0 mL de HCl $0,10 \text{ mol L}^{-1}$ são adicionados a solução saturada de ácido acetilsalicílico.
- e) Qual é o pH final se 50,0 mL de $NaOH$ $0,10 \text{ mol L}^{-1}$ são adicionados a solução saturada de ácido acetilsalicílico.



Parte

A**QUESTÕES MÚLTIPLA ESCOLHA****Questão 1**

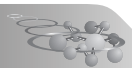
A matemática está sempre presente na vida de um químico. Em um laboratório, um químico preparou uma solução de sulfato de potássio dissolvendo 13,92 g do sal em 100 mL de água deionizada e em seguida transferiu a solução para um balão volumétrico de 200 mL e completou o volume. Com relação à solução obtida, assinalar a alternativa INCORRETA:

- f) O título da solução é igual a 0,079.
- g) A concentração em quantidade de matéria é de 0,400 mol L⁻¹.
- h) Ao se adicionar 200,0 mL de água à solução, sua nova concentração será de 34,80 g L⁻¹.
- i) A solução obtida terá caráter neutro.
- j) A concentração dos íons K⁺_(aq) é de 0,800 mol L⁻¹.

Questão 2

No final do século XIX, Mendeleiev apresentou à Sociedade Russa de Química sua proposta de Tabela Periódica, com muitos espaços em branco, reservados para elementos ainda não descobertos. A proposta de Mendeleiev era baseada na convicção da existência de relações periódicas entre as propriedades físico-químicas dos elementos. Um outro químico russo, Berlikov, fez duras críticas, concluindo com uma pergunta: "Pode a natureza ter espaços em branco?" Mendeleiev manteve sua proposta, que se mostrou coerente, sendo que os espaços em branco foram preenchidos gradativamente. A tabela abaixo apresenta duas propriedades periódicas, com unidades de medida adequadas:

Elemento	Propriedade 1	Propriedade 2
Berílio	1,12	215
Cálcio	1,97	141
Selênio	1,40	225



Assinalar a alternativa que indica as propriedades 1 e 2, respectivamente:

- f) Raio Atômico e Densidade Absoluta.
- g) Eletropositividade e Potencial de Ionização.
- h) Raio Atômico e Potencial de Ionização.
- i) Eletronegatividade e Raio Atômico.
- j) Densidade absoluta e Eletroafinidade.

Questão 3

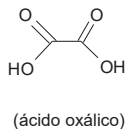
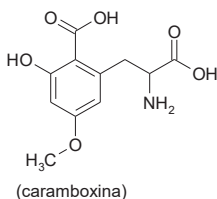
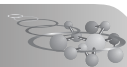
A água pura é um mau condutor de corrente elétrica e dessa forma fica muito difícil realizar sua eletrólise. Por isso, para realizar este fenômeno é necessário adicionar uma pequena quantidade de sal, como o Na_2SO_4 por exemplo, que torna o meio condutor. Considerando o movimento das espécies químicas para os eletrodos, é CORRETO afirmar que:

- f) no cátodo ocorre a semirreação: $2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$.
- g) no ânodo ocorre a semirreação: $2\text{H}_2\text{O}(\ell) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$.
- h) no ânodo ocorre a semirreação: $4\text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\ell) + 4\text{e}^-$.
- i) no ânodo ocorre a semirreação: $2\text{H}_2\text{O}(\ell) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$.
- j) no cátodo ocorre a semirreação: $2\text{Na}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Na}(\text{s})$.

Questão 4

A carambola é uma fruta de origem asiática da família das oxalidáceas (espécie *Averrhoa carambola*), cultivada por vários séculos e aclimatada em diversos países tropicais, inclusive no Brasil. Comer carambola ou tomar seu suco pode ser fatal para pacientes com insuficiência renal crônica devido à presença de caramboxina, uma toxina não proteica presente na fruta que deixa de ser filtrada pelos rins. Embora pessoas sem histórico de problemas renais não corram riscos, recomenda-se que se evite abuso no consumo da carambola, pois seu teor de ácido oxálico pode eventualmente produzir cálculos renais em indivíduos mais sensíveis.

(adaptado de <http://revistapesquisa.fapesp.br/2013/11/25/toxina-da-carambola-e-isolada/>).



Considerando as fórmulas estruturais acima, assinale a alternativa INCORRETA:

- a) As funções orgânicas presentes na molécula da caramboxina são: ácido carboxílico, amina, álcool e éter.
- b) O nome sistemático do ácido oxálico é ácido etanodioico, podendo ser utilizado na fabricação de tintas esferográficas e em curtumes.
- c) Na caramboxina há um carbono assimétrico, podendo existir as configurações R e S.
- d) A fórmula molecular da caramboxina é $C_{11}H_{13}O_6N$.
- e) Na caramboxina é bastante solúvel em água e possui oito carbonos insaturados, formando cinco ligações π (pi).

Questão 5

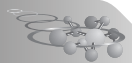
Durante algum tempo os químicos acreditavam que bastava conhecer a entalpia da reação para conhecer sua espontaneidade. Porém, há vários exemplos de transformações químicas que contradizem essa ideia. Para corrigir essa distorção, introduziu-se um outro parâmetro para avaliar a espontaneidade de uma reação, a entropia.

O enunciado de Kelvin é:

“É impossível remover energia cinética de um sistema a uma certa temperatura e converter essa energia integralmente em trabalho mecânico sem que haja uma modificação no sistema ou em suas vizinhanças”.

Sobre a entropia é CORRETO afirmar que:

- f) A segunda Lei da Termodinâmica afirma que a entropia do universo diminui numa transformação espontânea.
- g) Se a entropia de um sistema diminui, a transformação será necessariamente não espontânea.



- h) A entropia padrão de uma substância pura é zero nas condições padrão.
- i) Uma reação endotérmica e com diminuição de entropia do sistema é espontânea.
- j) Numa transformação espontânea, a entropia do universo irá aumentar.

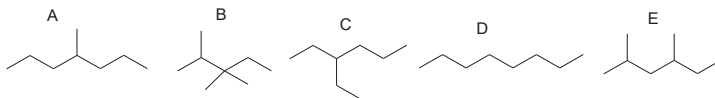
Questão 6

Sócrates, conhecido matemático e filósofo do período clássico da Grécia, foi condenado à morte por suas ideologias que se opunham ao governo da época, tendo como pena de morte a ingestão de cicuta. A coniína, toxina primária presente na cicuta, contém apenas carbono, hidrogênio e nitrogênio, que quando ingerida em excesso provoca paralisia e eventual morte. A combustão completa de 28,7 mg de coniína produziu 79,5 mg de CO_2 e 34,6 mg de H_2O . Assinalar a alternativa que apresenta a fórmula molecular da coniína:

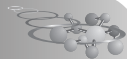
- f) $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{N}_2$
- g) $\text{C}_7\text{H}_{18}\text{N}$
- h) $\text{C}_8\text{H}_{17}\text{N}$
- i) $\text{C}_7\text{H}_{16}\text{N}_2$
- j) $\text{C}_7\text{H}_{17}\text{N}$

Questão 7

A gasolina é uma mistura complexa de hidrocarbonetos, de larga utilização como combustível, possuindo de seis a onze carbonos e tendo como componente padrão o *iso*-octano. Considerando os seguintes octanos presente na gasolina, indique a alternativa que apresenta a ordem decrescente de suas temperaturas de ebulição:

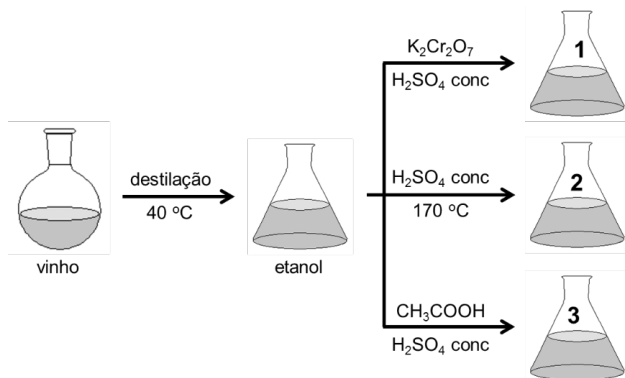


- a) $\text{D} > \text{A} > \text{C} > \text{E} > \text{B}$
- b) $\text{E} > \text{B} > \text{C} > \text{D} > \text{A}$
- c) $\text{B} > \text{A} > \text{C} > \text{E} > \text{D}$
- d) $\text{A} > \text{E} > \text{C} > \text{B} > \text{D}$
- e) $\text{C} > \text{B} > \text{D} > \text{E} > \text{A}$



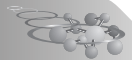
Questão 8

Num experimento de laboratório, uma amostra de vinho foi destilada obtendo-se uma mistura azeotrópica de etanol e água. Três alíquotas dessa mistura foram submetidas às reações indicadas no esquema abaixo:



Em relação às substâncias obtidas nos frascos indicados pelos números **1**, **2** e **3** são feitas as seguintes afirmações:

- I) As substâncias obtidas nos frascos **1**, **2** e **3** são, respectivamente, ácido etanóico, eteno e etanoato de etila.
- II) A substância obtida no frasco **1** é solúvel em meio aquoso, pois são estabelecidas ligações de hidrogênio.
- III) A temperatura de fusão e de ebulição da substância presente no frasco **1** é maior que a dos hidrocarbonetos e mais baixa que a dos álcoois de massa molar próxima.
- IV) As forças intermoleculares são menos intensas entre as moléculas da substância obtida no frasco **3** do que entre as moléculas do álcool.
- V) A hidrólise ácida da substância obtida no frasco **3** leva a formação de aldeído e álcool.
- VI) A combustão completa de **1** mol das substâncias obtidas nos frascos **1** e **2** consome, cada um, dois mols e três de O_2 , respectivamente.



Indique a alternativa que contém somente proposições VERDADEIRAS:

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

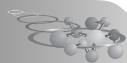
Questão 9

Para se entender o comportamento de moléculas, é importante conhecer as suas geometrias. A geometria molecular pode definir a polaridade das moléculas e, por conseguinte, suas propriedades físicas. Sobre esse assunto, assinalar a alternativa CORRETA:

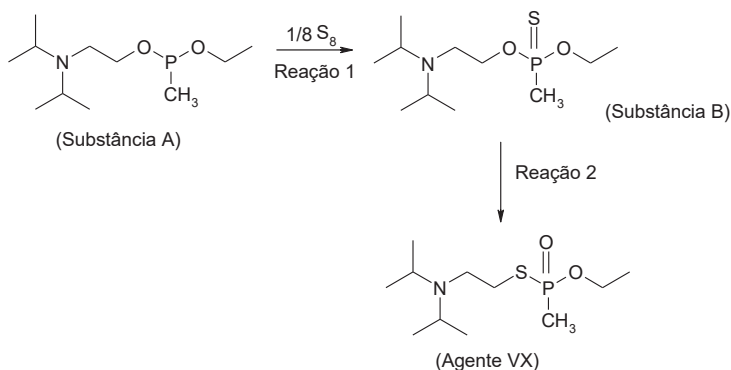
- f) O gás carbônico possui ligações polares, mas a molécula é apolar. A sua geometria é definida pela hibridação **sp**.
- g) As moléculas simétricas são sempre apolares, independentemente de sua hibridação.
- h) A amônia possui geometria piramidal, é polar e possui hibridação **sp³**, enquanto íon amônio possui geometria tetraédrica, sendo apolar e com hibridação **sp³d**.
- i) As moléculas apolares apresentam forças intermoleculares do tipo ligações de hidrogênio e apresentam geometria linear, devido à hibridação **sp**.
- j) O **BF₃** tem geometria trigonal planar, por conta de sua hibridação **sp**. É uma molécula altamente polar devido à presença de flúor, que é o elemento mais eletronegativo da tabela periódica.

Questão 10

A arma química de destruição em massa VX é considerada por especialistas como a mais mortal de todas as substâncias organofosforadas existentes, sendo capaz de persistir por longos períodos no meio ambiente, levando as vítimas a terem uma sensação de afogamento antes da morte, mesmo que em pequenas dosagens. A mais recente vítima do VX, de acordo com autoridades da Malásia, foi Kim Jong-Nam, o meio-irmão do líder norte-coreano, Kim Jong-Un, assassinado em 13 de fevereiro de 2017. A substância, banida desde 1993, teria começado a afetar seu sistema nervoso imediatamente,



causando primeiro tremor e, em seguida, a morte em poucos minutos. Com uma consistência similar a de um óleo de motor, o VX tem cor âmbar, mas odor e gosto neutros. É considerado não muito volátil. O VX pode ser disseminado em spray ou vapor, ou ainda usado para contaminar água, alimentos e produtos agrícolas. Ele pode ser absorvido pelo corpo por inalação, ingestão, contato com a pele ou com os olhos. O VX também pode ser utilizado em forma binária, ou seja, duas substâncias relativamente inofensivas podem ser combinadas para criar o agente letal - esse pode ter sido o método usado para matar Kim. (Adaptado de <http://oglobo.globo.com/mundo/entenda-como-atua-arma-quimica-vx-que-matou-irmao-de-kim-jong-un-20974542#ixzz4cerKJw00>, acesso em 28 março 2017.) A reação, citada no texto, que permite a obtenção do agente VX a partir da combinação de dois reagentes é dada abaixo:

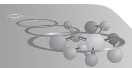


A partir das informações fornecidas pelo texto e de acordo com a sequência de reações apresentada acima, analise as afirmações a seguir:

- I) O S_8 constitui uma das formas alotrópicas do enxofre.
- II) A reação 2 constitui uma reação de isomerização.
- III) O agente VX apresenta alta temperatura de ebulição.
- IV) A substância A atua como um ácido de Lewis na reação 1.

São VERDADEIRAS as afirmações:

- a) Somente I e II.
- b) Somente I, II e III.
- c) Somente I e III.
- d) Somente II e IV.
- e) Todas as afirmações estão verdadeira



Parte

B**QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS****Questão 11**

Corrosão é um termo para a deterioração dos metais através da reação química com o ambiente. Um problema particularmente difícil para o químico arqueológico é a formação de CuCl , uma substância instável, que é formada pela corrosão do cobre e suas ligas. Embora objetos de cobre e bronze possam sobreviver a soterramento por séculos sem deterioração significativa, a exposição ao ar pode fazer com que o cloreto cuproso reaja com o oxigênio atmosférico para formar óxido cuproso e cloreto cúprico. O cloreto cúprico reage então com o metal livre para produzir cloreto cuproso. A reação contínua do oxigênio e da água com cloreto cuproso causa "doença de bronze", que consiste em manchas de um depósito verde pálido e em pó de $[\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}]$ na superfície do objeto que continuam a crescer.

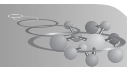
- a) Usando esta série de reações descritas, complete e equilibre as seguintes equações, que juntas resultam em doença de bronze:

Equação 1: $\text{_____} + \text{O}_2 \rightarrow \text{_____} + \text{_____}$

Equação 2: $\text{_____} + \text{Cu} \rightarrow \text{_____}$

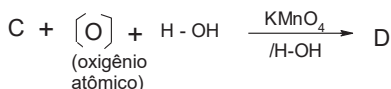
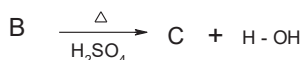
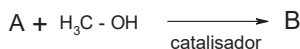
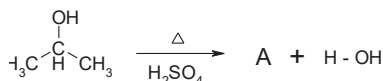
Equação 3: $\text{_____} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuCl}_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (doença de bronze) + CuCl

- b) Quais espécies são os oxidantes e os redutores em cada equação?
- c) Se 8,0 % em massa de uma estátua de cobre de 350,0 kg consistia de CuCl , e a estátua sucumbisse à doença de bronze, quantas libras de hidrato verde em pó seriam formadas? Dado: 1 libra \approx 0,4536 kg.
- d) Quais fatores podem afetar a taxa de deterioração de um artefato de bronze recentemente escavado?
- e) A chuva ácida, que tem $\text{pH} < 5,6$, se dá em locais com elevadas concentrações na atmosfera de óxidos de enxofre, nitrogênio e carbono. Esses óxidos, carregados pela água precipitada da chuva, formam basicamente os ácidos sulfúrico, nítrico e carbônico, que são os causadores de danos ambientais e em monumentos históricos. Considerando o objeto citado no item (c), quando exposto a eventos intempéricos, nesse caso, chuva ácida, escreva a(s) provável(is) reação(ões) química(s) balanceada(s) do cobre com cada ácido.



Questão 12

Muitas substâncias são produzidas nos laboratórios químicos de acordo com a necessidade ou para fins de aprendizagem dos futuros profissionais da Química ou de áreas afins. Assim, partindo de uma amostra de álcool isopropílico, é feita a sequência de reações abaixo:



Pede-se:

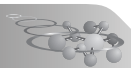
- a) A fórmula estrutural das substâncias A, B, C, D e E.
- a) O nome sistemático das substâncias A, B, C, D e E.
- a) Qual das substâncias apresenta estereoisomeria *cis-trans*? Faça as duas configurações.
- a) Qual das substâncias apresenta estereoisomeria com carbono assimétrico? Faça as duas configurações *R* e *S*.

Indique o nome sistemático do álcool isopropílico.

Questão 13

O nitrogênio é o sétimo elemento da tabela periódica, ocorrendo naturalmente na forma gasosa N_2 à temperatura ambiente e é muito abundante na atmosfera. Trata-se de um elemento muito versátil, que se combina facilmente com o oxigênio, resultando em diversos óxidos de nitrogênio. Sobre o nitrogênio e seus óxidos responda:

- a) Desenhe as estruturas de Lewis de NO , NO^+ e NO^- .

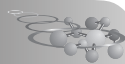


- b) NO é um gás incolor, que se torna marrom quando exposto ao ar devido a formação de NO_2 , conforme a reação $2\text{NO}(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{NO}_2(g)$. O dióxido de nitrogênio pode reagir com a água, regenerando o NO. Escreva esta reação química balanceada, indicando os estados físicos das espécies e usando a seta de reação adequada.
- c) O dióxido de nitrogênio existe em equilíbrio com seu dímero, o N_2O_4 . Qual o estado de oxidação do átomo de N no monóxido de nitrogênio, no dióxido de nitrogênio e no tetróxido de dinitrogênio? Ocorre mudança no estado de oxidação do átomo de nitrogênio do dióxido de nitrogênio quando este composto sofre dimerização? Explique.
- d) A constante de equilíbrio em termos das concentrações (K_c) de NO_2 e N_2O_4 a 298 K é $170 \text{ mol}^{-1} \text{ L}$, enquanto a constante de equilíbrio em termos de pressões parciais (K_p) é $6,7 \times 10^{-5}$ para unidade em Pascal (P_o) ou 6,8 para atmosfera (atm). Escreva as expressões para as constantes de equilíbrio K_c e K_p para esta reação e, considerando a equação de Clapeyron ($pV=nRT$), deduza a relação entre K_c e K_p .
- e) O $\Delta_r H(298 \text{ K})$ da reação de dimerização do dióxido de nitrogênio é -57 kJ mol^{-1} . Esta reação é endotérmica ou exotérmica? Justifique. Usando os dados contidos nessa questão sobre a dimerização do NO_2 , calcule a variação da entropia da reação de dimerização do dióxido de nitrogênio e relate o valor como $T\Delta S$. Se esta reação dependesse somente do termo entrópico, ela ocorreria espontaneamente? Justifique, considerando as condições padrão.. Dados: $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$, $\Delta G = -RT \ln K$, $R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

Questão 14

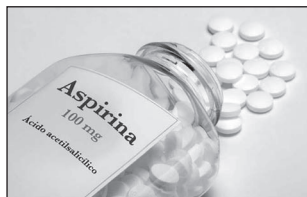
O ácido acetilsalicílico, mais conhecido pelo nome comercial de aspirina, é o princípio ativo em muitos medicamentos de propriedades analgésica, anti-pirética e anti-inflamatória. Ele também é usado como anti-agregante plaquetário. É um monoácido fraco (fórmula molecular $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$) cuja base conjugada é o ânion acetilsalicilato ($\text{C}_9\text{H}_7\text{O}_4^-$). É facilmente sintetizado a partir do ácido salicílico. Considere que um grama de ácido acetilsalicílico dissolve-se em 450 mL de água para obter uma solução saturada com $\text{pH} \approx 2,73$. Com base nas **informações determine o que pede:**

- a) Escrever a equação química e a expressão da constante de equilíbrio do ácido na solução?
- b) Qual é o K_a do ácido acetisalicílico?
- c) Qual é o pH final se 50,0 mL de acetilsalicilato de sódio $0,10 \text{ mol L}^{-1}$ são



adicionados a solução saturada de ácido acetilsalicílico.

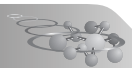
- d) Qual é o pH final se 50,0 mL de HCl $0,10 \text{ mol L}^{-1}$ são adicionados a solução saturada de ácido acetilsalicílico.
- e) Qual é o pH final se 50,0 mL de NaOH $0,10 \text{ mol L}^{-1}$ são adicionados a solução saturada de ácido acetilsalicílico.



Questão 15

Atualmente, as questões ambientais passam a limitar a competitividade das indústrias químicas ou das empresas que tenham algum processo químico, com uma legislação ambiental cada vez mais restritiva, esgotamento dos recursos naturais e com uso consciente e responsável. Sendo assim, os profissionais da química possuem importante papel na operação e otimização de processos relacionados ao controle de resíduos e ao tratamento dos efluentes industriais. Diante disso, responda os seguintes questionamentos sobre os processos de tratamento de efluentes:

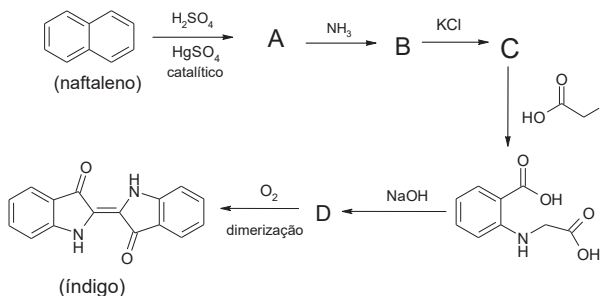
- a) A cloração é considerada um processo de desinfecção aplicável à todas as águas em função de razões econômicas e de praticabilidade operacional. Dessa forma, quais os compostos de cloro mais comumente usados na desinfecção? Indique o teor aproximado de cloro ativo em cada um deles.
- b) O processo de coagulação ou floculação possui como objetivo aumentar o tamanho das partículas dispersas na água, formando flocos que favoreçam a sedimentação mais acelerada. As substâncias que realizam esse trabalho são denominadas coagulantes e seu papel é neutralizar as cargas superficiais presentes nas partículas contaminantes, permitindo que ocorra a atração entre essas partículas. Uma das principais substâncias coagulantes, utilizada em larga escala no setor industrial, é o sulfato de alumínio. Escreva a reação balanceada que representa a forma como o sulfato de alumínio se comporta quando é adicionado à água.
- c) A adsorção é um processo empregado para a remoção de partículas dissolvidas no efluente, que não podem ser removidas por processos biológicos e não foram precipitadas nos processos de coagulação e floculação. Quais os principais contaminantes que podem ser removidos por esse tipo de processo? Indique os processos de adsorção e descreva o princípio de cada um.



- d) Lodo é o material formado nos processos de tratamento primário, nos sedimentadores do tratamento secundário (biológico) e nos sedimentadores dos floculadores. Porém, para minimizar custos com seu transporte aos aterros sanitários ou mesmo condicioná-lo a outros fins, deve-se aumentar sua concentração, em termos de matéria seca. Indique quais os principais processos utilizados para a concentração de lodo e descreva o princípio de cada um.
- e) O que são os processos oxidativos avançados? Descreva.

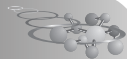
Questão 16

Antigamente, os corantes eram extraídos diretamente da natureza. Mas, por razões diversas, passaram a ser sintetizados. A síntese dos corantes foi muito importante para o desenvolvimento da química, o progresso da ciência e da tecnologia. Um dos exemplos é a síntese do índigo, um pigmento azul extraído das folhas da planta *Indigofera tinctori*. O índigo foi sintetizado, pela primeira vez, pelo químico alemão Johan F. W. A. Von Baeyer (1835-1917), usando 2-nitrobenzaldeído, acetona e hidróxido de sódio. Mas, esta síntese não competia com o produto natural indiano. Em 1893, Karl Heuman, acidentalmente, desenvolveu um método mais competitivo. Ele estava tentando a síntese do índigo a partir do naftaleno e ácido sulfúrico, quando o termômetro se quebrou e o mercúrio nele contido formou o sulfato de mercúrio, que mudou o resultado da reação. Abaixo, um esquema da reação:



Diante deste esquema reacional, resolva as questões:

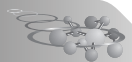
- A fórmula estrutural das substâncias A, B, C e D.
- O nome sistemático da substância orgânica usada para reagir com a substância C
- O índigo apresenta a configuração *cis* (Z) ou *trans* (E)? Justifique.
- Quais funções orgânicas estão presentes no índigo?
- Qual a fórmula molecular do índigo?

**A****Soluções escolhidas****B****QUESTÃO 11 A / 11B**Resolução apresentada por **João Vitor Cinício**, Santa Maria, Recife-PE**Item a)** Equação 1: $8\text{CuCl} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Cu}_2\text{O} + 4\text{CuCl}_2$ Equação 2: $\text{CuCl}_2 + \text{Cu} \rightarrow 2\text{CuCl}$ Equação 3: $12\text{CuCl} + 3\text{O}_2 + 8\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2[\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}] + 4\text{CuCl}_2$ **Item b)** Na reação 1, oxidante é o O_2 e o redutor é o CuCl Na reação 2, oxidante é o CuCl_2 e o redutor é o Cu Na reação 3, oxidante é o oxigênio e o redutor é o CuCl **Item c)** De acordo com a equação 3, para cada 6 mols de CuCl consumidos, 1 mol de hidrato é formado: $6\text{mols}/6.M1 = 1\text{mol}/1.M2 \quad 6,99\text{g}/\text{m} = 445\text{g}/x \quad M1 = M(\text{CuCl}) = 99\text{g}/\text{mol}$ $M2 = M(\text{hidrato}) = 445\text{g}/\text{mol}$ $m = 8 \cdot 10^{-2} \cdot 350\text{kg} \cdot 1000\text{g}/\text{kg} = 28000\text{g} = m$ $594\text{g}/28000\text{g} = 445\text{g}/x \quad \text{Portanto } X \approx 20,976\text{kg}$ 1 libra/x = 0,4536kg/20,976 Portanto $X \approx 46,27$ libras de hidrato verde em pó.**Item d)** Os fatores que podem alterar a deterioração de um artefato de bronze recém escavado além da umidade e temperatura, são:Ácido Sulfúrico: $\text{Cu}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l}) \rightarrow \text{CuSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{SO}_2(\text{g})$

Ácido Nítrico

Ácido Carbônico

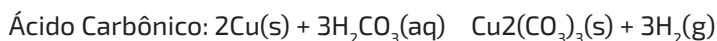
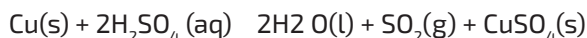
Item e) Considerando que a concentração do ácido nítrico, apesar de perigosa, não seja alta em demanda ($|\text{HNO}_3| > 40\%$) $3\text{Cu}(\text{s}) + 8\text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{NO}(\text{g}) + 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$



Caso a concentração do ácido nítrico seja alta o suficiente, a reação a prosseguirá da seguinte maneira : $\text{Cu(s)} + 4\text{HNO}_3\text{(aq)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O(l)} + 2\text{NO(g)} + \text{Cu(NO}_3)_2$

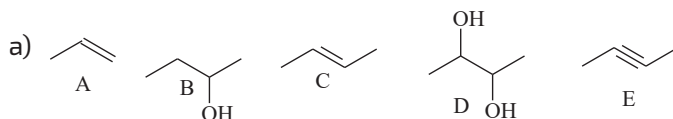
2

Caso a concentração do ácido sulfúrico seja alta o suficiente:



QUESTÃO 12 B

Resolução apresentada por Rodrigo Bragato Piva, Colégio Militar, Campo Grande-MS.



b)

A – Propeno

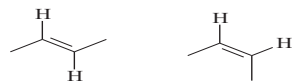
B – Butan-2-ol

C – But-2-eno

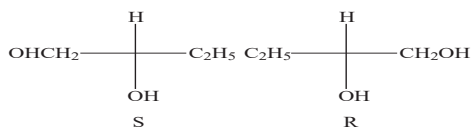
D – Butano-2,3-diol

E – But-2-ino

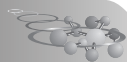
c) Composto C



d) Substância D



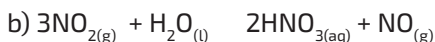
e) Propano-2-ol



QUESTÃO 12 A / 13 B

Resolução apresentada por **Vinícius Figueira Armelin**, Etapa, Valinhos-SP.

a)

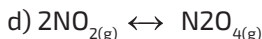
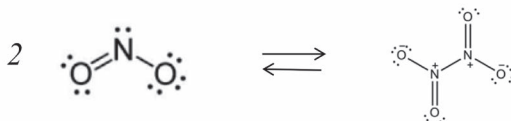


c) NO Nox (N): +2

NO₂ Nox (N): +4

N₂O₄ Nox (N): +4

Não ocorre mudança no estado de oxidação do nitrogênio na dimerização pois, no processo, há a criação de uma ligação N-N, o que não altera o Nox dos átomos envolvidos: o Nox do O continua sendo -2 e, para balanceá-lo, o Nox do N continua +4.



$$Kc = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2}$$

$$Kp = \frac{p[\text{N}_2\text{O}_4]}{\{p[\text{NO}_2]\}^2}$$

$$pV = nRT$$

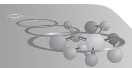
$$Kp = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]RT}{[\text{NO}_2]^2(RT)^2}$$

$$Kp = \frac{Kc}{RT}$$

e) Confirmando:

$$Kp = \frac{170}{0,0821 \times 298}$$

Kp=6,9 = aproximadamente igual ao valor fornecido na questão



Essa reação é exotérmica. O sinal negativo indica que a entalpia padrão de formação dos reagentes é maior que dos produtos, e que, há liberação de calor com formação dos produtos a partir dos reagentes, ou seja, a reação é exotérmica.

$$\Delta G = -RT \ln K$$

$$\Delta G = -(8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}) \times (298 \text{ K}) \times \ln(6,8)$$

$$\Delta G = -4749 \text{ J mol}^{-1}$$

$$-4749 \text{ J mol}^{-1} = -57000 \text{ J mol}^{-1} - 298 \text{ K} \times \Delta S$$

$$\Delta S = -175 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

Se essa reação dependesse apenas do termo entrópico, ela não ocorreria espontaneamente, pois o sinal negativo indica que há uma diminuição na entropia, ou seja, na desordem, do sistema. A reação ocorre graças à liberação de calor para as vizinhanças, $\Delta S_{\text{viz}} > 0$, e $\Delta S_{\text{univ}} = \Delta S_{\text{sist.}} + \Delta S_{\text{viz}} > 0$, e a reação pode ocorrer espontaneamente de acordo com a Segunda Lei da termodinâmica.

QUESTÃO 13 A

Resolução apresentada por **Elma Marques da Silva, IFAL**, Palmeira dos Índios–AL.

Os sistemas II e IV. Substâncias anfóteras são aquelas que reagem tanto na presença de ácidos, quanto na presença de base. Onde, na presença de ácido elas se comportam como base e na presença de base se comportam como ácido. Isso é perceptível no sistema II, pois o $\text{Al}(\text{OH})_3$ tanto doa pares de elétrons como recebe pares de elétrons. No sistema IV, o ZnO reagente tanto com ácido forte (HCl) quanto com base forte (NaOH), demonstrando seu caráter anfótero.

Sistema II:

H_2O – água

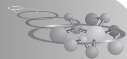
H_3O^+ – hidrônio

$\text{Al}(\text{OH})_3$ – hidróxido de alumínio

Al^{3+} – alumínio

OH^- –hidroxila

$[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ – (aq) – tetrahidroxialuminato



Sistema IV:

ZnO- óxido de zinco

HCl- ácido clorídrico

ZnCl₂- cloreto de zinco

NaOH- hidróxido de sódio

O melhor fermento é o NH₄HCO₃, pois como ele possui uma menor massa molecular que o NaHCO₃, em uma mesma quantidade de massa haverá mais HCO₃⁻ que a partir das reações de origem ao CO₂ que é o responsável por fazer a massa do bolo expandir. Assim, o NH₄HCO₃, dará origem a mais CO₂ que o NaHCO₃.

O Al(OH)₃ é mais eficaz, pois, como a acidez (azia) estomacal é causada pelo excesso de HCl, esta base neutraliza uma quantidade maior de HCl. Isso é perceptível pela equação:

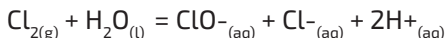


O pH não mudará, não tem como haver interação entre o ZnO (insolúvel) e os íons da água, no caso, H⁺ e OH⁻. O pH, assim, estará próximo a 7.

QUESTÃO 14 A / 15 B

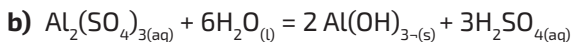
Resolução apresentada por **Lígia Oliveira Toscano de Melo**, Ari de Sá, Fortaleza-CE.

- a) Um composto de cloro comumente usado na desinfecção é a água sanitária, nele, o cloro se hidrolisa de acordo com a reação:

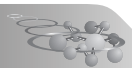


O íon hipoclorito (ClO⁻) corresponde ao cloro ativo na solução, pois ele pode atuar como um agente oxidante, matando os microrganismos, o teor comum é uma solução de 5% de NaOCl na água sanitária comercial.

Podem, ainda, ser utilizados outros compostos que contenham cloro ativo, ou seja, em estado de oxidação diferente de 1-, como por exemplo o Cl_{2(g)} e ClO_{2(g)}, que são agente oxidantes



O Al(OH)₃ (hidróxido de alumínio), é um precipitado branco e gelatinoso, que forma flocos com as impurezas na água e favorece a sedimentação mais acelerada.



- c) Podem ser removidos contaminantes pequenos e polares, que não foram retirados nas outras etapas.

A adsorção baseia-se no princípio de fornecer uma superfície pela qual a partícula adsorvida tenha afinidade, dessa forma mantendo-a ligada a essa superfície e sendo possível retirar o resto da água.

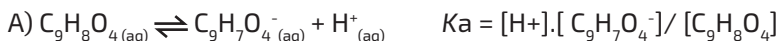
- d) Para aumentar a concentração de lodo, pode-se utilizar a filtração, em que há separação de uma mistura heterogênea de um sólido e de um líquido, o que fica retido no filtro é muito mais concentrado, e o filtrado é a fase aquosa homogênea.

Pode-se também utilizar a evaporação, a água, mais volátil evapora com o tempo, enquanto a matéria orgânica menos volátil, torna-se mais concentrada.

- e) A oxidação é utilizada no tratamento da água para matar os microrganismos presentes na água, o que denomina-se processo oxidativo avançado. Agentes oxidantes comumente utilizados são o Cl_2 (cloro), NaOCl (hipoclorito de sódio), O_3 (Ozônio) e ClO_2 (dióxido de cloro).

QUESTÃO 14 B / 16 A

Resolução apresentada por **Artur Santiago de Oliveira Meneses**, Podium, DF.



B) Vamos calcular a molaridade da solução:

Sabemos que a massa molar do $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$ é 180g/mol. Logo, com 1g dissolvido, teremos 1/180mol. O volume usado é de 0,45L, então $M=1/180 \div 0,45 \text{ mol/L}$

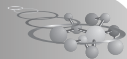
$M=1/81 \text{ mol/L}$. Sabemos que a $[\text{H}^+]$ no meio será de $M\alpha$, onde α é o grau de ionização do ácido. Logo $[\text{H}^+] = 10^{-2,73} = 1/81$. α e desse modo $\alpha=0,1508$. Pelas equações do equilíbrio,

$$K_a = m\alpha \cdot m\alpha / m(1-\alpha) \quad , \quad \text{então} \quad K_a = m\alpha^2 / (m-\alpha) = (1/81) \cdot (0,1508)^2 / (1-0,1508) = 3,306 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$

C) Com a adição da solução de acetilsalicílico de sódio, teremos a formação de um tampão. Assim, podemos desprezar ionizações entre o ácido e o sal. Ao final da adição, teremos um volume total de 500ml.

$$\text{Logo } [\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4] = 1/90 \text{ mol/L e } [\text{C}_9\text{H}_7\text{O}_4^- \text{Na}] = 0,1 \cdot 50 \cdot 10^{-3} / 500 \cdot 10^{-3} = 1/100 \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = \text{pK}_a + (\log [\text{C}_9\text{H}_7\text{O}_4^- \text{Na}] / [\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4])$$



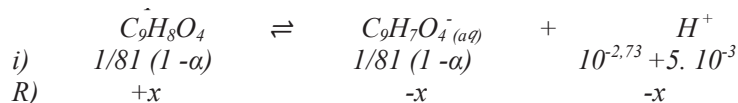
$$pH = (-\log 3,306 \cdot 10^{-4}) + \log (0,01/(1/90))$$

$$pH = 3,48069 + (-0,04575)$$

$$pH = 3,43493$$

D) HCl é um ácido forte que se dissocia completamente. Logo, com adição do volume de HCl, teremos um acréscimo de $0,1 \cdot 50 \cdot 10^{-3} \text{ mol de } H^+$.

Assim, no equilíbrio:



$$K_a = 3,306 \cdot 10^{-4} = \frac{[1/81 (1 - 0,1508) \cdot x] \cdot [6,862 \cdot 10^{-3} - x]}{1/81 (1 - 0,1508) + x}$$

$$3,465 \cdot 10^{-6} + 3,306 \cdot 10^{-4} x = -0,0104x - 6,862 \cdot 10^{-3} x + x^2 + 7,194 \cdot 10^{-5}$$

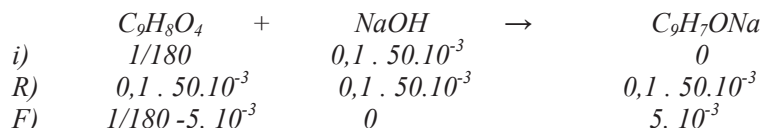
$$x^2 - 0,01693x + 6,8975 \cdot 10^{-5}$$

$$x = 0,01693 - 3,567 \cdot 10^{-3} / 2 = 0,01689$$

$$[H^+] = 0,01689 / 500 \cdot 10^{-3}$$

$$pH = 1,97$$

E) Com a adição de NaOH teremos a seguinte reação:



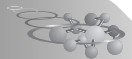
O volume final será de 500ml e teremos um tampão

$$pH = pK_a + (\log [C_9H_7O_4^- Na] / [C_9H_8O_4])$$

$$pH = (-\log 3,306 \cdot 10^{-4}) + \log \left[\frac{5 \cdot 10^{-3} / 500}{(1/180 - 5 \cdot 10^{-3} / 500)} \right]$$

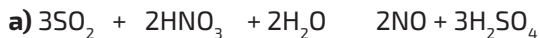
$$pH = 3,48069 + 0,95424$$

$$pH = 4,43493$$



QUESTÃO 15 A

Resolução apresentada por **Ivna de Lima Ferreira Gomes**, Farias Brito, Fortaleza-CE.



b) Adicionamos:

i) $9,60 \text{ g} / 64,064 \text{ g} = 0,15 \text{ mols de SO}_2$

ii) $6,80 \text{ g} / 34,082 \text{ g} = 0,199 \text{ mols de H}_2\text{S}$

iii) $6,00 \text{ g} / 30,006 \text{ g} = 0,200 \text{ mols de NO}$

iv) $6,60 \text{ g} / 44,009 \text{ g} = 0,150 \text{ mols de CO}_2$

Logo : (numero total de mols de gás total) = 0,699 mols.

Temos $\frac{P=nRT}{V} \dots P = \frac{0,699 \cdot 0,0828 (127+273)}{100}$

$P = 0,229 \text{ atm}$ (A pressão total, no equilíbrio)

c) $X_{\text{SO}_2} = \frac{0,15}{0,699} = 0,214 \quad X_{\text{NO}} = \frac{0,2}{0,699} = 0,286$

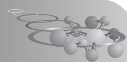
$X_{\text{H}_2\text{S}} = \frac{0,2}{0,699} = 0,286 \quad X_{\text{CO}_2} = \frac{0,15}{0,699} = 0,214$

d) A $X_{\text{NO}} \neq X_{\text{H}_2\text{S}}$ a diferença entre os dois é mínima, mas p_{NO} é um pouco maior, logo: $p_{\text{NO}} = 0,286 \cdot 0,229 = 0,065494$. A pressão parcial do gás com a maior fração molar é 0,065494 atm.

e) Pela lei de Graham

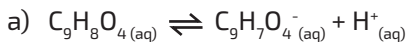
$\frac{v_{\text{CO}_2}}{v_{\text{H}_2\text{S}}} = \sqrt{\frac{M_{\text{H}_2\text{S}}}{M_{\text{CO}_2}}}$, já que $V_i \neq \frac{1}{\sqrt{M_i}}$ em que μ é a velocidade de fusão e M_i a massa molar do composto i .

Logo $\frac{v_{\text{CO}_2}}{v_{\text{H}_2\text{S}}} = \frac{\sqrt{34,082 \text{ g mol}}}{\sqrt{44,009 \text{ g mol}}} = 0,88$



QUESTÃO 16 A / 14 B

Resolução apresentada por **Bruno Gabriel Motta Rodrigues**, Colégio Militar, Rio de Janeiro-RJ.



$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{C}_9\text{H}_7\text{O}_4^-]}{[\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4]}$$

$$b) [\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4] = 1/180 \cdot 0,45n = 1/81 = 0,0123 \text{ mol/L}$$

$$\text{MMC}_{\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4} = 180 \text{ g/mol}$$

$$[\text{H}^+] = [\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4] = 1,862 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$K_a = (1,862 \cdot 10^{-3})^2 = 3,32 \cdot 10^{-4}$$

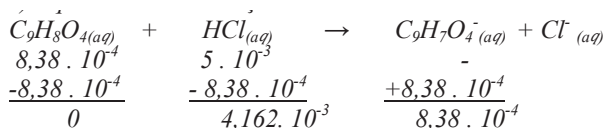
$$(0,01044)$$

c) Com a adição de uma base conjugada, forma-se tampão. Assim

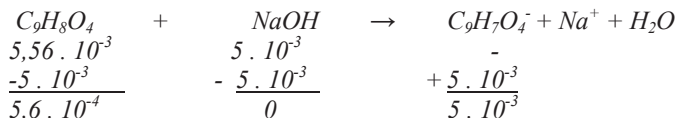
$$pH = pK_a + \log = \frac{[\text{C}_9\text{H}_7\text{O}_4^-]}{[\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4]} \quad [\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4] = \frac{5 \cdot 10^{-3} + 8,38 \cdot 10^{-4}}{0,5} = \frac{5,56 \cdot 10^{-3}}{0,5}$$

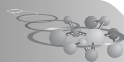
$$pH = 3,48 + \log = \frac{5,838 \cdot 10^{-3}}{5,56 \cdot 10^{-3}} = 3,46$$

d) Equacionando a reação:



e) Equacionando a reação:

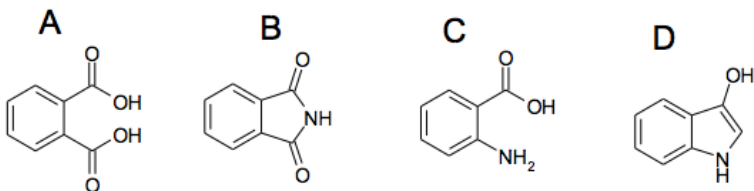




QUESTÃO 16 B

Resolução apresentada por **Mateus Felipe Pereira Fonseca**, CEFET, Belo Horizonte-
-MG

a)



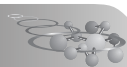
b) Ácido 2-cloroetanóico

c) Trans, já que ao formar o dímero, as moléculas de O se juntam invertidas.

a) Assim os grupos de maior massa molar não estão do mesmo lado.

d) Amina, cetona, alceno, hidrocarboneto.

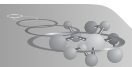
e) $C_{16}H_{10}O_2N_2$



Olimpíada Brasileira de Química – Modalidade A

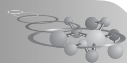
RESULTADO

Nome	Cidade	UF	Escola
O U R O			
Vinícius Figueira Armelin	Valinhos	SP	ETAPA
Ivna de Lima Ferreira Gomes	Fortaleza	CE	Farias Brito
João Vítor Moreira Pimentel	Fortaleza	CE	Farias Brito
Orisvaldo Salviano Neto	Fortaleza	CE	Ari de Sá
Samara Cavalcante Lemos	Fortaleza	CE	Ari de Sá
Matheus Sousa Rêgo da Silva	Fortaleza	CE	Farias Brito
P R A T A			
Bruno Gabriel Motta Rodrigues	Rio de Janeiro	RJ	Colégio Militar
Vinícius de Galiza Vieira	Fortaleza	CE	Farias Brito
Brenno Silva Cardoso	São Paulo	SP	Colégio Etapa III
Estevão da Silva Neto	Fortaleza	CE	Farias Brito
Juliano Pinto Ribeiro Filho	Fortaleza	CE	Farias Brito
Joaquim Miguel Moreira Santiago	Fortaleza	CE	Ari de Sá
Ana Caroline Tavares Veras	Fortaleza	CE	Master
Ygor de Santana Moura	Fortaleza	CE	Ari de Sá
Anne Feng Cai	São Paulo	SP	Objetivo
João Vitor Chau Bernardino	Valinhos	SP	ETAPA
Levy Bruno do Nascimento Batista	Fortaleza	CE	Farias Brito
Ester de Sales Rabelo	Fortaleza	CE	Teleyos
B R O N Z E			
Lucas Carrit Delgado Pinheiro	Marília	SP	Colégio Cristo Rei
Daniel Renault Vaz	Belo Horizonte	MG	Colégio Bernoulli
Matheus Vinícius de M. Fontoura	Fortaleza	CE	Farias Brito
André Eduardo Meneses do Nascimento	Natal	RN	CEI- Centro Educ. Integrada
Bruno Caixeta Piazza	Campinas	SP	ETAPA
Érica Batalha Gomes	Fortaleza	CE	Farias Brito
Gabriel Tetsuo Haga	Tabão da Serra	SP	Colégio Etapa
Tiago da Silva Henrique	Florianópolis	SC	IFSC
Bernardo Quintão Oliveira	Ipatinga	MG	Escola Educação Criativa
Iahn Jorge Soares	Rio de Janeiro	RJ	Colégio PH
Yovan Pinto de Carvalho Junior	Salvador	BA	Colégio Militar
Julio Lamartine B. Ar. Hayne de Oliveira	Salvador	BA	Colégio Militar



Caíque da Silva Corrêa	São Paulo	SP	Colégio Objetivo
Gabriel Oliveira de Arimatéa	Aracaju	SE	Amadeus
Pedro Tenório Lemos	Recife	PE	Colégio Santa Maria
Gabriel Jannuzzi Marinho	Rio de Janeiro	RJ	Colégio Militar
Thiago Lopes de Araujo	Rio de Janeiro	RJ	Sistema Elite de Ensino
Washington Camatari Junior	Curitiba	PR	Senhora de Fatima
Pedro Antunes Pousa	Itaúna	MG	Colégio Sant'ana
Felipe Bado dos Reis	Caxias do Sul	RS	Colegio La Salle
Bruno Dias do Nascimento	Fazenda Rio Grande	PR	Curso e Colégio Acesso
Gabriel Pereira de Carvalho	Campinas	SP	ETAPA
Igor José dos Santos Camêlo	São José dos Campos	SP	Colégio Politédro
Pedro Araújo Branco	Recife	PE	Marista São Luis
Isabella Ally Vasconcelos Silva	Ipatinga	MG	Escola Educação Criativa
Mikaelly Melgaço Nunes	Fortaleza	CE	Master
Gabriel Stephano Santos	São Paulo	SP	Objetivo
Orion de Macedo Xavier Villanueva Filho	Rolândia	PR	Bom Jesus Santo Antônio
Vinicius Schaedler Damin	Toledo	PR	Col. Pres. Castelo Branco
Clarissa Domingues Braga	Belo Horizonte	MG	Colégio Bernoulli
Neo Ryuiti Fujuyama	São Paulo	SP	ETAPA
Jonathan Tomazoni Paumann	Dois Irmãos	RS	EEEM Affonso Wolf
Sheline Nunes Alves de Mesquita	Catalão	GO	Senai Catalão
João Pedro Andrade Augusto	Fortaleza	CE	Ari de Sá
Luis Victor Porto Santos	Aracaju	SE	Amadeus

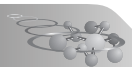
Lista de agraciados com **Menção Honrosa** e os demais classificados
pode ser vista em **www.obquimica.org**



Olimpíada Brasileira de Química – Modalidade B

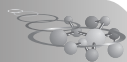
RESULTADO

Nome	Cidade	UF	Escola
O U R O			
Lígia Oliveira Toscano de Melo	Fortaleza	CE	Ari de Sá
Victor Quintella de Aragão Porto	Niterói	RJ	Colégio Pedro II
André Barreto Moreira	Fortaleza	CE	Ari de Sá
Lucas de Souza Albuquerque	Fortaleza	CE	Master Bezerra
Mateus Felipe Pereira Fonseca	Belo Horizonte	MG	CEFET - Campus I
Matheus Takayasu	São Paulo	SP	Colégio Etapa
P R A T A			
Lucca Paolo Hsu Helmich	Curitiba	PR	Positivo Ang. Sampaio
Douglas Massashi Kavaguti	São Paulo	SP	Colégio Etapa
Jonathan Pereira Maria	São Paulo	SP	Liceu Jardim
Leonardo Andrade Joao e Silva	Salvador	BA	Colégio Integral
Juliano Amadeu Lopes Moura	Ipatinga	MG	Colégio Educação Criativa
Artur Santiago de Oliveira Meneses	Brasília	DF	Colégio Pódion
Ulisses Ferreira de Sousa	Recife	PE	Colégio Militar do Recife
Lucas Barroso Rocha	Belo Horizonte	MG	Colégio Santo Antônio
Andre Pinheiro Zylberman	Aracaju	SE	Amadeus
Luca de Souza Pires	Fortaleza	CE	Ari de Sá
Mário Gutfilen Grünbaum	Rio de Janeiro	RJ	Colégio Liessin
Augusto Menezes Savaris	Chapeco	SC	Marista Sao Francisco
Celso Renan Barbosa Soares Lima	Fortaleza	CE	Master Bezerra
Ian Henrique Cardoso Santos	Salvador	BA	Colégio Integral
João Victor de Holanda Rocha	Fortaleza	CE	Master Bezerra
Maria Thereza Moreira de Menezes	Fortaleza	CE	Santa Cecília
Thiago Lobo Ferreira	Brasília	DF	Colégio Pódion
Lucas Hiroshi Hanke Harada	São Paulo	SP	Colégio Etapa
Silverio Shindi Hosomi	São Paulo	SP	ETESP
B R O N Z E			
Natália Soares de Oliveira	Brasília	DF	Centro Educacional Sigma
Mauricio Menezes Barbosa Junior	Manaus	AM	Lato Sensus
Bernardo Barbosa Gomes da Silva	Rio de Janeiro	RJ	Colégio Santo Agostinho
Mateus de Jesus Gomes da Silva	Rio de Janeiro	RJ	Colégio PH
Gustavo Damasceno Silva	Viçosa	MG	COLUNI - UFV

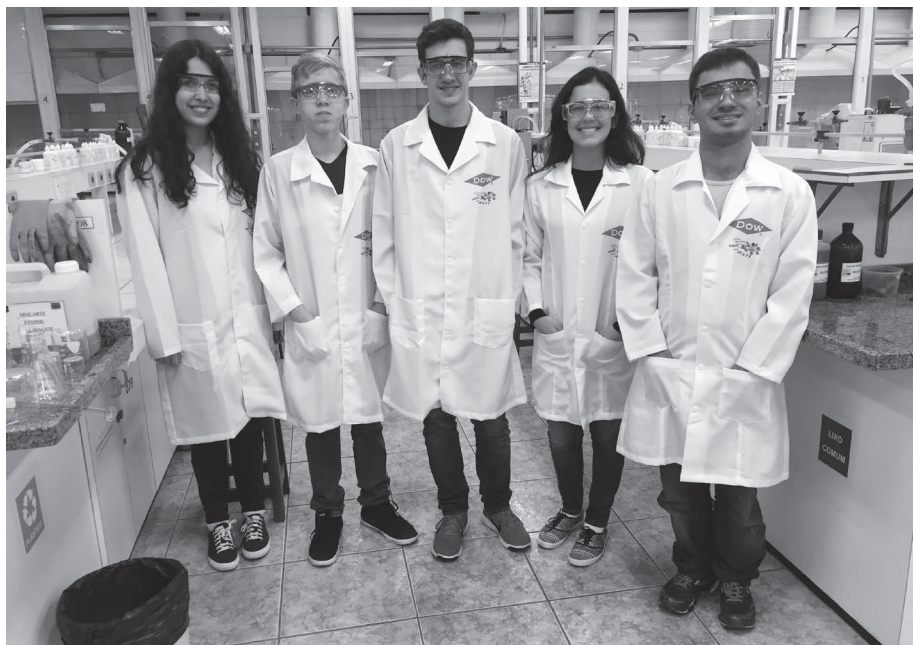


João Pedro Barros Lima	Fortaleza	CE	Farias Brito
João Vitor Cinício	Recife	PE	Colégio Santa Maria
Gabriel Silva de Oliveira	Recife	PE	Colegio Motivo
Vinicius de Pádua Dias Araújo	Belém	PA	Ideal Militar
Danilo Marinho Fernandes	Brasília	DF	Colégio Pódion
Jorge Marcio L. Costa	Teresina	PI	Santa Maria Goretti
Tiago Mambrim Flora	São Paulo	SP	Colégio Etapa
Gabriel Santos Maduro	Ipatinga	MG	Colégio Educação Criativa
Fernando Ribeiro de Senna	São Paulo	SP	Colégio Leonardo da Vinci
Davi Silva Nogueira Gomes	Fortaleza	CE	Teleyos
Elizeu Daniel da Silva Junior	Curitiba	PR	Centro Est.Educ.Profissional
Jailson Pinto Rocha da Silva	Manaus	AM	IFAM-CMC
Gustavo Bazin Vieira Mauchle	Salvador	BA	Sacramentinas
Igor Augusto Gomes de Oliveira	Brasília	DF	Colégio Olimpo
Heitor Castanha	São Paulo	SP	Instituto Americano de Lins
Matheus Lauriano Nunes Barbosa	Goiânia	GO	Colégio Visão
Mauricio de Moura Lima	Recife	PE	Colegio Motivo
Walfrido José B da Costa Neto	Recife	PE	3º Milênio Colégio e Curso
Lucas Estefano Cyrillo Leardini	Brasília	DF	Colégio Olimpo
Iago Nogueira Barreto	Belo Horizonte	MG	CEFET - Campus I
José Antônio Carneiro Ávila	Belo Horizonte	MG	CEFET - Campus I
Elton Shinji Okuma Hayachiguti	São Paulo	SP	Colégio Master Amabilis
Mariana do Carmo Nascimento	Salvador	BA	Sartre Coc
Isabele Cristine Aparecida Stresser	Curitiba	PR	Colégio Bom Jesus
João Victor Omena Cardoso	Maceió	AL	Colégio Contato
Nícolas Polly	Novo Hamburgo	RS	Escola Tec. Liberato Salzano
Pedro Igor Dourado Borges	Fortaleza	CE	Antares - Papicu
Arthur Pontes Nader	Belo Horizonte	MG	CEFET - Campus I
Paulo César Bautista Couto	Salvador	BA	Colégio Anchieta
Uedson da Silva das Neves	Salvador	BA	IFBA
Lucas da Paz Magalhães	Salvador	BA	Colégio Antonio Vieira

Lista de agraciados com **Menção Honrosa** e os demais classificados
pode ser vista em **www.obquimica.org**

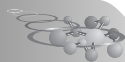


Processo seletivo para Olimpíadas Internacionais



O processo seletivo para a escolha dos estudantes que representam o Brasil em olimpíadas internacionais inicia-se com a aplicação de exame de cunho laboratorial (vídeo Fase IV), Curso de Aprofundamento em universidade parceira (Fase V) e aplicação de exame teórico sobre temas ministrados no curso (Fase VI). Os cinco estudantes mais bem classificados após encerrada a Fase VI da OBQ foram recebidos no Instituto de Química da UNICAMP para um período de treinamento em atividades de laboratório. Esses estudantes já haviam demonstrado competência na resolução de problemas teóricos, contudo, necessitavam de uma programação intensiva nas habilidades em laboratório química.

O curso ocorreu no período de 28 de junho a 4 de julho de 2017 nos laboratórios didáticos do Instituto de Química da UNICAMP. Participaram os estudantes: Lígia Oliveira Toscano de Melo, João Víctor Moreira Pimentel, Celso Renan Barbosa Soares Lima, Ivna de Lima Ferreira Gomes e Orisvaldo Salviano Neto.



**Programa
Nacional
Olimpíadas
de Química**

OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE QUÍMICA 2016 - FASE IV

PROVA EXPERIMENTAL EM VÍDEO

PROCESSO SELETIVO PARA AS
OLIMPIADAS INTERNACIONAIS DE QUÍMICA

Nome: _____

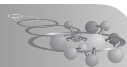
email: _____ **Código** _____

Caro estudante,

Este exame de cunho experimental tem por finalidade selecionar os 15 (quinze) estudantes que participarão do Curso de Aprofundamento e Excelência (Fase V), para a futura escolha dos representantes do Brasil nas olimpíadas internacionais de Química. Você dispõe de 3 (três) horas para ver o vídeo e responder às questões deste exame.

INSTRUÇÕES

1. A prova contém 9 (nove) questões, que abrangem os 9 (nove) experimentos contidos no vídeo.
2. Veja atentamente, na projeção, as imagens do filme que contêm os fundamentos deste exame.
3. Seu coordenador, inicialmente, exibirá a gravação completa do exame e, a seguir, apresentará cada experimento separadamente. Caso seja necessário, ele repassará as imagens, até esclarecer as suas dúvidas.
4. Leia as perguntas relativas a cada experimento, constantes nesta folha, e escreva as respostas nas folhas oficiais de respostas, nos espaços destinados a cada questão.
5. Os resultados desse exame serão encaminhados para o seu coordenador (e também diretamente para você, caso tenha e-mail). Veja o resultado, também, na internet em www.obquimica.org (clique em novidades).



Questão 1 (Experimento 1) - Sabendo que as amostras analisadas eram soluções aquosas de frutose, glicose e sacarose, explique os resultados obtidos.

Dado: O reagente de Tollens consiste numa solução amoniacal de nitrato de prata, obtida a partir de uma reação entre as soluções de nitrato de prata e hidróxido de sódio, com a formação do íon complexo diaminop prata $[Ag(NH_3)_2]^+$.

Questão 2 (Experimento 2) - Faça um esquema das reações químicas para cada tipo de cátion, escrevendo as suas respectivas equações, de acordo com a sequência mostrada no experimento.

Questão 3 (Experimento 3) - Explique a diferença entre os dois fenômenos luminescentes observados.

Questão 4 (Experimento 4) - Faça uma estimativa da massa do sólido que precipitou.

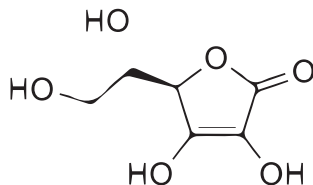
Questão 5 (Experimento 5) - Indique o produto formado no fundo do béquer.

Questão 6 (Experimento 6) - Explique a formação do sistema bifásico observado no béquer.

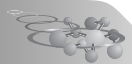
Questão 7 (Experimento 7) - Balanceando as equações das reações químicas ocorridas nesses processos, indique qual foi a substância orgânica produzida na capsula de porcelana.

Questão 8 (Experimento 8) - Escreva a equação geral do processo, indicando o agente redutor e o agente oxidante.

Dado: Representação estrutural da vitamina C



Questão 9 (Experimento 9) - Entre as substâncias indicadas no começo do experimento, qual foi utilizada como padrão primário?



**Programa
Nacional
Olimpíadas
de Química**

OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE QUÍMICA 2016 - FASE IV

Resultado da prova experimental – 2017

Após a finalização desta etapa tivemos como classificados para a fase seguinte, Curso de Aprofundamento e Excelência em Química, os seguintes estudantes:

Nome	Cidade	UF	Escola	Escore Fase III	Escore Fase IV	Média Final
Ligia Oliveira Toscano de Melo	São Paulo	SP	Col. Santa Cruz	100	96,39	98,55
João Vítor Moreira Pimentel	Fortaleza	CE	Sta. Isabel	99,89	96,39	98,49
Ivna de Lima Ferreira Gomes	Fortaleza	CE	Farias Brito	97,36	96,39	96,97
Orisvaldo Salviano Neto	Fortaleza	CE	Ari de Sá	97,82	92,22	95,58
Victor Quintella de Aragão Porto	Niterói	RJ	Pedro II	94,37	88,57	92,05
Celso Renan Barbosa Soares Lima	Fortaleza	CE	Master	92,06	83,88	88,79
Samara Cavalcante Lemos	Fortaleza	CE	Ari de Sá	94,48	76,07	87,11
Daniel Lucas Pinho Feitosa Couto	Fortaleza	CE	Farias Brito	77,33	100,0	86,41
Mário Gutfilen Grünbaum	Rio de Janeiro	RJ	A. Liessin	87,12	84,40	86,03
Matheus Rocha do Nascimento	Fortaleza	CE	Farias Brito	78,48	92,22	83,97
Matheus Takayasu	São Paulo	SP	Col. Etapa	88,73	68,25	80,54
Maria Thereza M. de Menezes	Fortaleza	CE	Sta. Cecília	85,85	68,77	79,02
Lucas de Souza Albuquerque	Fortaleza	CE	Master	87,46	64,60	78,32
João Vitor Chau Bernardino	Valinhos	SP	Etapa	83,66	68,25	77,50
Matheus Vinicius de M. Fontoura	Salvador	BA	Anchieta	83,89	66,17	74,51
Ester de Sales Rabelo	Fortaleza	CE	Teleyos	78,02	66,17	73,28

Lista completa desse resultado pode ser vista em www.obquimica.org/resultados/download/159

Os estudantes acima relacionados foram convocados para participar do Curso de Aprofundamento e Excelência em Química ministrado na Universidade Federal do Rio Grande do Norte no período de 20 a 31.03.2017.



Programa
Nacional
Olimpíadas
de Química

Olimpíada Brasileira de Química 2016 Fase V Curso de Aprofundamento e Excelência em Química

O Curso de Aprofundamento e Excelência em Química destinou-se aos estudantes que alcançaram pontuações mais elevadas resultante da média ponderada (6:4) entre as notas das Fases III e IV da Olimpíada Brasileira de Química - 2015. Dezoito estudantes foram classificados para a etapa seguinte que constituiu em um curso fundamentado nos assuntos elencados no programa da Olimpíada Internacional de Química e nos modelos de exercícios sugeridos pelos organizadores da olimpíada realizada em Tbilisi-Geórgia, sede da 48th IChO.

Foram selecionados para o curso os estudantes: Do Ceará: Celso Renan Barbosa Soares Lima, Daniel Lucas Pinho Feitosa Couto, Ester de Sales Rabelo, Ivna de Lima Ferreira Gomes, João Vítor Moreira Pimentel, Lucas de Souza Albuquerque, Maria Thereza Moreira de Menezes, Matheus Rocha do Nascimento, Matheus Vinicius de Mendonça Fontoura, Orisvaldo Salviano Neto, Samara Cavalcante Lemos. De São Paulo: João Vitor Chau Bernardino, Ligia Oliveira Toscano de Melo, Matheus Takayasu. Do Rio de Janeiro: Mário Gutfilen Grünbaum, Victor Quintella de Aragão Porto.

O curso foi ministrado por docentes do Programa de Pós-graduação em Química da UFRN.



Alunos participantes do curso no Instituto de Química da UFRN.



**Programa
Nacional
Olimpíadas
de Química**

OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE QUÍMICA 2016 - FASE VI

PROCESSO SELETIVO PARA AS
OLIMPIADAS INTERNACIONAIS DE QUÍMICA

Constantes físicas, Unidades, Fórmulas e Equações

Constante universal dos gases	$R = 8,3145 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,08205 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
Pressão padrão.	$p^0 = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$
Pressão atmosférica	$1 \text{ atm} = 1,01325 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$
Zero na escala Celsius	$273,15 \text{ K}$
Pi.	$\pi = 3,14$
Picômetro	$1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$
Massa do elétron	$m_e = 9,1094 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Número de Avogadro	$N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Unidade de massa atômica	$1 \text{ uma} = 1,661 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Energia de Gibbs	$G = H - TS$
Energia de Gibbs	$\Delta G^0 = -RT \cdot \ln K_p$
Energia de Gibbs	$\Delta G^0 = -n \cdot F \cdot E^0_{\text{cel}}$
Constante de Faraday.	$F = 96485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$
Elétron-volt	$1 \text{ eV} = 1,6022 \times 10^{-19} \text{ J} = 96485 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$

Equação de Nernst

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{c_{ox}}{c_{red}} = E^0 + \frac{0,059 \text{ V}}{n} \log \frac{c_{ox}}{c_{red}}$$

Equação de Nernst

$$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln Q = E^0 - \frac{0,059 \text{ V}}{n} \log Q$$

Relação entre número de mols (N) e carga (Q) . . . $N = Q / n \cdot F$, em que $n = n^0$ de e^- transferidos

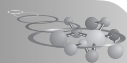
Lei de Lambert-Beer $A = l_0 \cdot g \cdot I_0 / I = \varepsilon \cdot c \cdot l$

Produto iônico da água $K_w = 10^{-14}$

Energia do fóton $E = h \cdot c \cdot \lambda^{-1}$

Constante de Planck $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

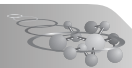
Velocidade da luz $c = 2,998 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

**Deslocamentos químicos característicos de RMN ^1H**

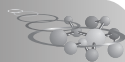
Tipo de hidrogênio (R=Alquil, Ar=Aril)	Deslocamento químico (ppm)	Tipo de hidrogênio (R=Alquil, Ar=Aril)	Deslocamento químico (ppm)
$(\text{CH}_3)_4\text{Si}$	0		
RCH_3	0.9	$\text{RCH}=\text{O}$	9.5-10.1
RCH_2R	1.2-1.4	RCOOH^*	10-13
R_3CH	1.4-1.7	RCOCH_3	2.1-2.3
RCH_2I	3.2-3.3	RCOCH_2R	2.2-2.6
RCH_2Br	3.4-3.5	RCOOCH_3	3.7-3.9
RCH_2Cl	3.6-3.8	RCOOCH_2R	4.1-4.7
RCH_2F	4.4-4.5	$\text{R}_2\text{C}=\text{CRCHR}_2$	1.6-2.6
RCH_2NH_2	2.3-2.9	$\text{R}_2\text{C}=\text{CH}_2$	4.6-5.0
RCH_2OH	3.4-4.0	$\text{R}_2\text{C}=\text{CHR}$	5.0-5.7
RCH_2OR	3.3-4.0	$\text{RC}=\text{CH}$	2.0-3.0
$\text{RCH}_2\text{CH}_2\text{OR}$	1.5-1.6	ArCH_3	2.2-2.5
R_2NH	0.5-5.0	ArCH_2R	2.3-2.8
ROH	0.5-6.0	ArH	6.5-8.5

Deslocamentos químicos característicos de RMN ^{13}C

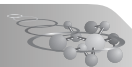
Tipo de carbono (R=Alquil, Ar=Aril)	Deslocamento químico (ppm)	Tipo de carbono (R=Alquil, Ar=Aril)	Deslocamento químico (ppm)
RCH_3	10-25	$\text{RC}=\text{CR}$	65-85
RCH_2R	20-35	$\text{RCH}=\text{CHR}$	120-140
R_3CH	25-35	AriC	120-140
RCH_2COR	35-50	RCOOR	160-180
RCH_2Br	25-35	RCONR_2 (amida)	165-180
RCH_2Cl	40-45	RCOOH	175-185
RCH_2NH_2	30-65	RCHO	190-205
RCH_2OH	60-70	RCOR	200-215
RCH_2OR	65-70		

**Frequências de absorções características na região do IV para grupos funcionais orgânicos.**

Grupo funcional	Tipo de vibração	Absorção característica (cm ⁻¹)	Intensidade
Álcool			
O-H	(estiramento)	3200-3600	forte, larga
O-H	(estiramento, livre)	3500-3700	forte, fino
C-O	(estiramento)	1050-1150	forte
Alcano			
C-H	estiramento	2850-3000	forte
-C-H	deformação angular	1350-1480	variável
Alceno			
=C-H	estiramento	3010-3100	média
=C-H	deformação angular	675-1000	forte
C=C	estiramento	1620-1680	variável
Haleto de alquila			
C-F	estiramento	1000-1400	forte
C-Cl	estiramento	600-800	forte
C-Br	estiramento	500-600	forte
C-I	estiramento	500	forte
Alcino			
C-H	estiramento	3300	forte, fino
$\text{—C}\equiv\text{C—}$	estiramento	2100-2260	variável, ausente em alcino assimétrico
Amina			
N-H	estiramento	3300-3500	média (aminas primárias apresentam duas bandas; secundária uma, frequentemente fraca)
C-N	estiramento	1080-1360	média-fraca
N-H	deformação angular	1600	média
Aromático			
C-H	estiramento	3000-3100	média
C=C	estiramento	1400-1600	média-fraca, bandas múltiplas
Análise de C-H fora do plano de deformação angular muitas vezes pode distinguir padrões de substituição			
Éter			
C-O	estiramento	1000-1300 (1070-1150)	forte
Nitrila			
CN	estiramento	2210-2260	média
Nitro			
N-O	estiramento	1515-1560 & 1345-1385	forte, duas bandas

**Frequências de absorções características na região do IV para grupos funcionais contendo carbonila**

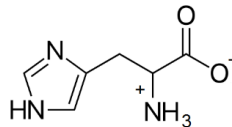
Grupo funcional	Tipo de vibração	Absorção característica (cm ⁻¹)	Intensidade
Carbonila			
C=O	estiramento	1670-1820	forte
(A conjugação desloca as absorções para números de onda mais baixos)			
Ácido carboxílico			
C=O	estiramento	1700-1725	forte
O-H	estiramento	2500-3300	forte, muito larga
C-O	estiramento	1210-1320	forte
Aldeído			
C=O	estiramento	1740-1720	forte
=C-H	estiramento	2820-2850 & 2720-2750	média, dois picos
Amida			
C=O	estiramento	1640-1690	forte
N-H	estiramento	3100-3500	amidas primárias apresentam duas bandas; secundária uma, frequentemente fraca)
N-H	deformação angular	1550-1640	
Anidrido			
C=O	estiramento	1800-1830 & 1740-1775	duas bandas
Éster			
C=O	estiramento	1735-1750	forte
C-O	estiramento	1000-1300	duas bandas ou mais
Cetona			
acíclica	estiramento	1705-1725	forte
cíclica	estiramento	3-membros - 1850 4-membros - 1780 5-membros - 1745 6-membros - 1715 7-membros - 1705	forte
insaturada	estiramento	1665-1685	forte
aril cetona	estiramento	1680-1700	forte



Problema 1

13% do total

A histidina (HHis), cuja estrutura é apresentada ao lado, é um aminoácido essencial com fórmula molecular $C_6H_9N_3O_2$ e massa molar $155,14 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$. Os valores de seus pK_a 's são: $pK_1 = 1,60$; $pK_2 = 5,97$ e $pK_3 = 9,28$.



1.1.1. Considerando a fórmula estrutural da histidina (HHis), desenhe as estruturas para as espécies em equilíbrio em meio aquoso relativas a cada pK_a .

1.1.2. Calcule a fração de todas as espécies presentes em uma solução a pH 7,50.

1.1.3. Calcule o pH de uma solução formada pela dissolução de 0,0155 g de histidina (HHis) em 100,0 mL de água. Considere que a variação de volume é desprezível.

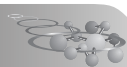
1.1.4. Calcule o pH de uma solução formada pela mistura de 100 mL de KOH $0,005 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ e 100 mL de uma solução $0,0150 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ de $H_3\text{His}^{2+}$.

Um indicador forma espécies coloridas em diferentes pH's de acordo com o esquema mostrado a seguir:

$H_2In \xrightleftharpoons{pK_1 = 1,0} HIn^- \xrightleftharpoons{pK_2 = 7,95} In^{2-}$		
$\lambda_{m\acute{a}x} = 520 \text{ nm}$	$\lambda_{m\acute{a}x} = 435 \text{ nm}$	$\lambda_{m\acute{a}x} = 572 \text{ nm}$
$\varepsilon_{520} = 5,00 \times 10^4$	$\varepsilon_{435} = 5,00 \times 10^4$	$\varepsilon_{572} = 4,97 \times 10^4$
Vermelho	Amarelo	Vermelho
$\varepsilon_{435} = 1,67 \times 10^4$	$\varepsilon_{520} = 2,13 \times 10^3$	$\varepsilon_{520} = 2,50 \times 10^4$
$\varepsilon_{572} = 2,03 \times 10^4$	$\varepsilon_{572} = 2,00 \times 10^2$	$\varepsilon_{435} = 1,15 \times 10^4$

Considere que absortividades molares (\square) referidas na tabela apresentam unidades de $\text{mol}^{-1} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{cm}^{-1}$ e que todas as medidas referidas nas questões a seguir foram obtidas em célula de caminho óptico de 1,00 cm.

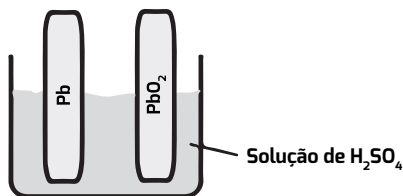
Para resolver as questões a seguir considere que 1,0 mL de uma solução $5,0 \times 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ de um determinado indicador ácido-base foi adicionado a 99,0 mL de uma solução tampão com pH 7,0 (formado por $H_2\text{His}^+$ e HHis), considerando que a concentração inicial de HHis era igual a $0,1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$.



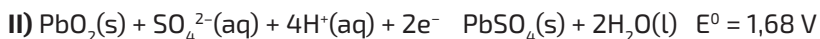
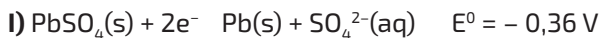
- 1.2.1.** Calcule a absorbância da solução a 435 nm, considerando que o tampão não absorve nesta região.
- 1.2.2.** Calcule as absorbâncias da solução no pK_1 e no pK_2 . Considerando que o tampão não absorve nas regiões consideradas.

Problema 2**12% do total**

A bateria de chumbo-ácido foi inventada pelo francês Gaston Planté em 1859 e, até hoje, tem alta aplicabilidade, principalmente, na indústria automobilística. Essa bateria é constituída a partir de um arranjo de pilhas (ou células) formadas por um eletrodo de Pb e outro de PbO_2 , imersos numa solução de H_2SO_4 , como mostra o esquema da figura ao lado. Durante o funcionamento da pilha, tanto o Pb quanto o PbO_2 são convertidos em $PbSO_4(s)$, que é incorporado aos eletrodos, permitindo a reversibilidade do processo.



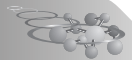
As reações eletródicas associadas ao funcionamento da célula de chumbo-ácido são:



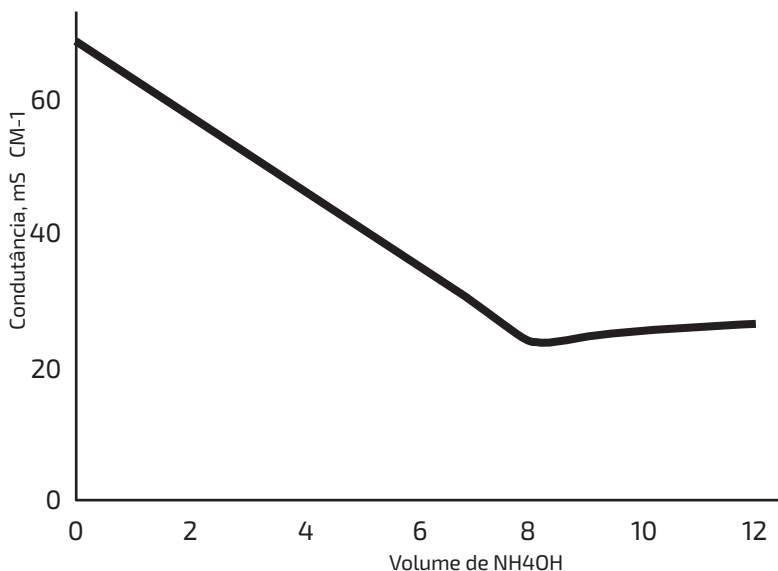
- 2.1.1.** Identifique as reações, catódica e anódica, e escreva a reação global balanceada para o processo de recarga da bateria de chumbo-ácido.
- 2.1.2.** Calcule a constante de equilíbrio da célula galvânica.
- 2.1.3.** Calcule o potencial da célula galvânica para uma concentração de ácido sulfúrico igual a $1,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Considere que o ácido se encontra totalmente dissociado nessas condições.

Uma determinada corrente fluiu na bateria, provocando uma variação na concentração de ácido sulfúrico de $1,00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ para $3,00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

- 2.2.1.** Indique se a bateria sofreu carga ou descarga.
- 2.2.2.** Considerando que os eletrodos estavam imersos em 200 mL da solução, calcule a carga (em Coulomb) envolvida no processo.



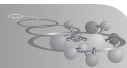
Uma alíquota de 25 mL da solução da bateria foi transferida para um balão de 1000 mL e o volume completado com água deionizada. Um volume de 100 mL desta solução foi titulado com uma solução de NH_4OH $1,00 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, usando a condutometria para identificação do ponto de equivalência. A curva da titulação condutométrica está representada na figura abaixo:



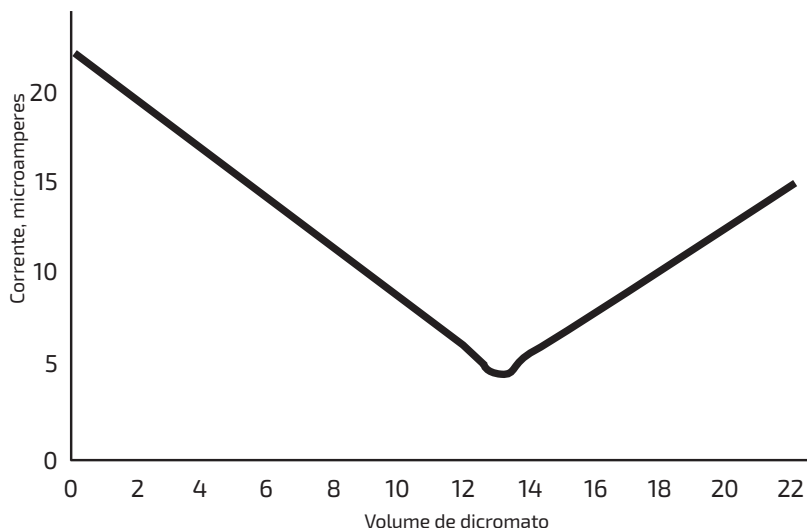
2.3.1. Calcule a concentração de H_2SO_4 na solução da bateria.

2.3.2. Na curva da titulação observa-se que, após a mudança de inclinação, a condutância permanece praticamente inalterada até o término da adição do titulante. Esse comportamento se deve ao fato de que: (marque a opção correta)

- ☐ A base titulante é fraca
- ☐ A mobilidade iônica do íon NH_4^+ é menor que a do íon H^+
- ☐ Todo íon H^+ foi consumido
- ☐ A concentração do titulante é muito menor que a do titulado
- ☐ O H_2SO_4 é um ácido forte



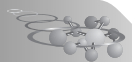
A quantidade de chumbo presente no eletrodo responsável pela reação $\text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ foi determinada por titulação amperométrica. Uma massa de 0,100 g do material, previamente seco, foi dissolvida de forma adequada e transferida para um balão de 100 mL que teve o volume complementado com água deionizada. Uma alíquota de 20,0 mL desta solução foi titulada com uma solução $0,006 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ de $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$. Os resultados obtidos estão apresentados a figura abaixo:



2.4.1. Determine a massa, em gramas, de Pb e Pb^{2+} na amostra do eletrodo analisado.

2.4.2. Na curva da titulação amperométrica, a corrente diminui até um valor mínimo e, em seguida, começa a aumentar provocando uma inversão na inclinação. O crescimento da corrente após a mudança de inclinação se deve ao fato de que: (marque a opção correta)

- ☐ O íon $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ é eletroativo
- ☐ O Pb depositado no eletrodo é reconvertido a Pb^{2+}
- ☐ O íon $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ precipita o íon Pb^{2+}
- ☐ Todo íon Pb^{2+} foi consumido
- ☐ O íon $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ está em excesso



Problema 3

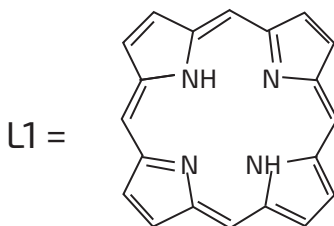
10% do total

O sal $[\text{Co}^{(\text{III})}(\text{bpy})_3][\text{Fe}^{(\text{III})}(\text{CN})_6]$, onde bpy corresponde ao ligante 2,2-bipiridina, possui um isômero com fórmula $[\text{Co}^{(\text{III})}(\text{CN})_4(\text{bpy})][\text{Fe}^{(\text{III})}(\text{CN})_2(\text{bpy})_2]$.

3.1.1. Qual o tipo de isomeria existente entre estes dois sais?

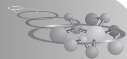
3.1.2. Desenhe as estruturas de todos os isômeros possíveis para cada um dos íons complexos envolvidos nos dois sais acima, especificando qual isômero cada estrutura representa.

Complexos com ligantes macrocíclicos desempenham funções relevantes tanto em sistemas biológicos quanto na indústria. Um importante ligante macrocíclico na química de coordenação possui estrutura conforme mostrado abaixo (identificado como L1).



3.2.1. O cobalto é um metal da primeira série de transição, presente por exemplo, na estrutura da vitamina B12. Quando cloreto de cobalto(III) reage com L1 pode originar compostos do tipo $[\text{Co}(\text{L1})\text{Cl}]^{2+}$. Mostre o diagrama de desdobramento dos orbitais d do metal neste complexo.

3.2.2. Sais de níquel(II) reagem com L1 originando o íon complexo $[\text{Ni}(\text{L1})]^{2+}$. Mostre o diagrama de desdobramento dos orbitais d do metal neste complexo.



Problema 4

10% do total

O estrôncio é encontrado em todas as rochas ígneas (0,0034%) na forma de sulfatos (celestita) e carbonatos (estroncianita), além de traços de brometo de estrôncio, que se forma na estrutura ortorrômbica, quando desidratado (anidro) e na estrutura trigonal, quando hexahidratado. Na composição de todo estrôncio, tem-se um isótopo do estrôncio, $^{88}_{38}\text{Sr}$, com cerca de 1% e com uma meia-vida de cerca de 30 anos que decai para o elemento $^{90}_{39}\text{Y}$.

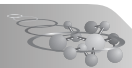
4.1.1. Calcule a idade de uma amostra de SrBr_2 com cerca de 0,0625% de $^{90}_{39}\text{Y}$ (formado).

4.1.2. Qual o tipo de emissão radioativa o estrôncio emite para a formação do Ítrio? Mostre a equação para o decaimento.

O alongamento de um sistema cúbico em duas direções resulta num sistema ortorrômbico, ou seja, origina-se um prisma regular com uma base retangular. As dimensões da base são a e b e a altura do prisma é c . No caso particular do brometo de estrôncio anidro, os parâmetros de rede são $a = 920 \text{ pm}$, $b = 1142 \text{ pm}$ e $c = 430 \text{ pm}$. Além disso, sabe-se que existem 4 unidades de fórmulas de SrBr_2 dentro de cada cela unitária.

4.2.1. Calcule a densidade, em $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$, do SrBr_2 . Expresse o resultado com duas casas decimais.

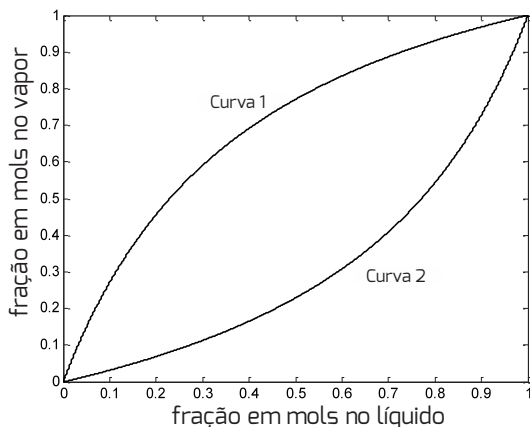
4.2.2. O estrôncio, que cristaliza segundo um sistema cúbico de face centrada, possui densidade aproximada de $2,64 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, à temperatura ambiente. Calcule, nesta temperatura, o raio cristalográfico do estrôncio (raio da esfera que representa o átomo na cela unitária). Expresse o raio em pm (picômetros).



Problema 5

13% do total

Considere a solução ideal líquida composta por benzeno (C_6H_6) e tolueno ($C_6H_5CH_3$) a $20^\circ C$ em equilíbrio com o seu vapor. Nesta temperatura, os dois solventes puros apresentam pressão máxima de vapor de 74,7 torr (benzeno) e 22,3 torr (tolueno). O gráfico abaixo mostra como varia a fração em mols dos componentes na fase de vapor com a fração em mols na fase líquida.

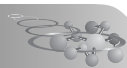


- 5.1.1.** Associe as curvas corretamente às substâncias, escrevendo (B) para benzeno e (T) para tolueno.
- 5.1.2.** Mostre, utilizando as leis de Raoult e de Dalton (para as pressões parciais) que as curvas apresentadas no gráfico acima seguem, para misturas binárias, o modelo:

$$y_i^V = \frac{x_i^L (P_i^0 / P_j^0)}{1 + x_i^L (P_i^0 / P_j^0 - 1)}$$

Onde y_i é a fração em mols do componente i na fase de vapor, x_i é a fração em mols do componente i na fase líquida, P_i^0 é a pressão de vapor do componente i puro e P_j^0 é a pressão de vapor do outro componente puro. Os sobrescritos V e L apenas enfatizam as fases vapor e líquida, respectivamente.

- 5.1.3.** Calcule a composição do vapor quando a pressão de vapor da mistura é igual a 50 torr à temperatura de $20^\circ C$. (Dica: utilize duas casas decimais para expressar as frações em mols)



5.1.4. Calcule $\square_{\text{mix}} G$, $\square_{\text{mix}} V$, $\square_{\text{mix}} S$ e $\square_{\text{mix}} H$ para a mistura de 100,0 g de benzeno com 100,0 g de tolueno a 20 °C e 1 atm.

Devido às ligações de hidrogênio, alguns ácidos orgânicos tendem a formar associações, como dímeros, em solventes orgânicos. Um caso bem conhecido é a dimerização do ácido benzoico em benzeno.

5.2.1. Num determinado experimento, 4 g de ácido benzoico ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$) foi dissolvido em 50 g de benzeno (constante crioscópica de 4,90 $\text{K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$). A depressão no ponto de fusão da solução (em relação ao solvente puro) foi medida como 1,80 K. Nas condições do experimento, qual a porcentagem de dimerização do ácido benzoico?

5.2.2. No preparo de uma solução de ácido benzoico em benzeno, à temperatura de 25 °C e 1 atm, medidas calorimétricas indicaram uma variação de entalpia de $-80,0 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$. Através de medidas da pressão de vapor em equilíbrio com a solução e utilizando um modelo de gás apropriado, a variação da energia de Gibbs foi determinada como $-120,0 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$. Para este processo de mistura calcule: a variação de entropia do sistema e a variação de entropia total.

Problema 6

12% do total

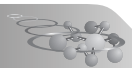
A oxidação do HSO_3^- pelo O_2 em solução aquosa, é uma reação importante no processo de formação da chuva ácida e de dessulfurização de gás de chaminé. A reação $2\text{HSO}_3^- + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$, obedece a seguinte lei cinética: $v = k_r[\text{HSO}_3^-]^2[\text{H}^+]^2$. Sejam um pH = 4,5 e uma concentração molar de oxigênio de $2,4 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$, ambos constantes, uma concentração molar inicial de HSO_3^- igual a $5,0 \times 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$, e uma constante de velocidade de reação de $3,6 \times 10^6 \text{ dm}^9\cdot\text{mol}^{-3}\cdot\text{s}^{-1}$.

6.1.1. Calcule a velocidade inicial da reação.

6.1.2. Após quanto tempo a concentração do HSO_3^- atingirá a metade do seu valor inicial?

Em um intervalo de cerca de mais ou menos 3 °C da temperatura corporal normal, a velocidade metabólica (M_T) é dada por $M_T = M_{37}(1,1)^{\Delta T}$, em que M_{37} é a velocidade normal e ΔT é a variação da temperatura em Kelvin. Na velocidade normal, a temperatura é de 37 °C.

6.2. Calcule a energia de ativação (E_a) com base na lei de velocidade me-



tabólica. Obs: Para a correta análise adimensional da E_a , é necessário incorporar um fator implícito de 1 K^{-1} com base no fato de que a função exponencial e o ΔT serão interpretados como números adimensionais.

Os níveis de energia permitidos para a movimentação vibracional de uma molécula diatômica são:

$$E_v = \left(v + \frac{1}{2} \right) h \nu \quad v = 0, 1, 2, 3, \dots$$

onde v é o número quântico vibracional, h é a constante de Planck e ν é a frequência da vibração, dada por:

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{k}{\mu} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad k \text{ é a constante de força e } \mu \text{ a massa reduzida da molécula.}$$

Considere que a constante de força da molécula

$^{79}\text{Br}-^{79}\text{Br}$ é 240 N.m^{-1} e utilize $m_{\text{Br}} = 78.92 \text{ uma}$.

6.3.1. Calcule o número de onda (em cm^{-1}) observado, $\tilde{\nu}_{\text{obs}}$, no espectro de infravermelho desta molécula.

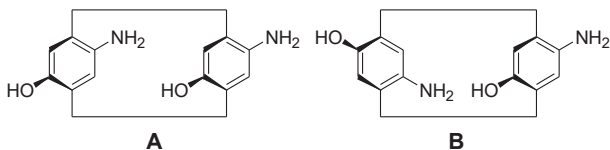
6.3.2. Calcule a energia vibracional fundamental (em Joule) para essa molécula, assumindo $\tilde{\nu}_{\text{obs}} = 321 \text{ cm}^{-1}$

Problema 7

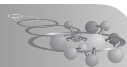
13% do total

Os **ciclofanos** compreendem uma classe de substâncias estruturalmente caracterizadas por dois anéis benzênicos unidos por uma ponte alquílica envolvendo carbonos não adjacentes.

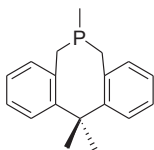
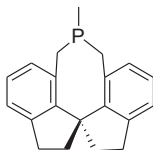
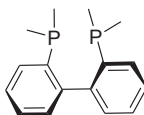
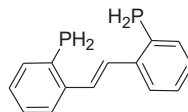
7.1. Abaixo são apresentados dois exemplos de [2.2]paraciclofanos. Classifique os compostos A e B em quirais ou aquirais.



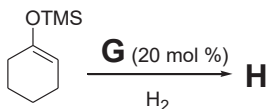
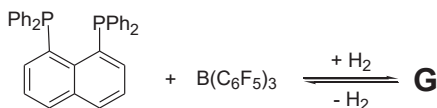
As **fosfinas orgânicas** estão entre os catalisadores mais empregados em síntese assimétrica.



7.2.1. Das fosfinas **C-F**, apresentadas abaixo, indique quais são quirais e quais são aquirais.

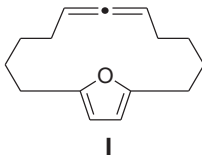
**C****D****E****F**

7.2.2. As fosfinas também podem ser utilizadas para formar pares de Lewis frustrados que podem ser utilizadas em diversos tipos de reação. Mostre as estruturas do par iônico **G** e do produto **H** da reação com o enolsilano.

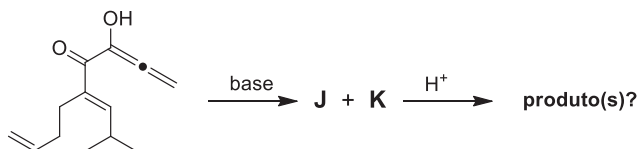
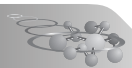


Os **alenos** são hidrocarbonetos insaturados contendo um átomo de carbono conectado a dois outros átomos de carbono por ligações duplas, e tal característica destes sistemas os fazem bastante interessantes, especialmente por conta da hibridização do átomo central.

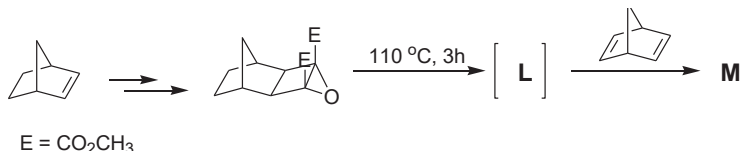
7.3.1. O aleno **I** abaixo é quiral?



7.3.2. O aleno mostrado na reação abaixo, quando tratado com base gera dois enolatos enantioméricos, **J** e **K**, que são decompostos pela adição de um próton, gerando mais de um produto. Dê as estruturas de **J** e **K**. Ainda, forneça as estruturas de todos os produtos formados ao final desta reação, indicando as relações estereoisoméricas entre eles.



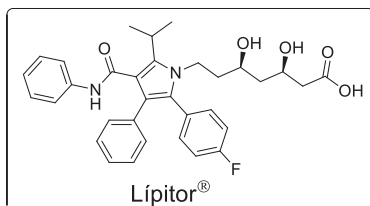
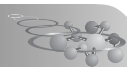
O desenvolvimento de metodologias sintética visando a obtenção de **estruturas rígidas policíclicas** é de grande interesse para diversos ramos da química. Dentro deste contexto, Werrener e colaboradores relataram a síntese convergente e estereoespecífica de uma série de substâncias estruturalmente elaboradas. Um dos exemplos está ilustrado no esquema abaixo, onde um epóxido ativado sofre abertura térmica para gerar uma espécie zwitteriônica **L**, que é então capturada pelo biciclo[2.2.1]hepta-2,5-dieno para formar o produto **M** via uma reação de cicladição 1,3-dipolar.



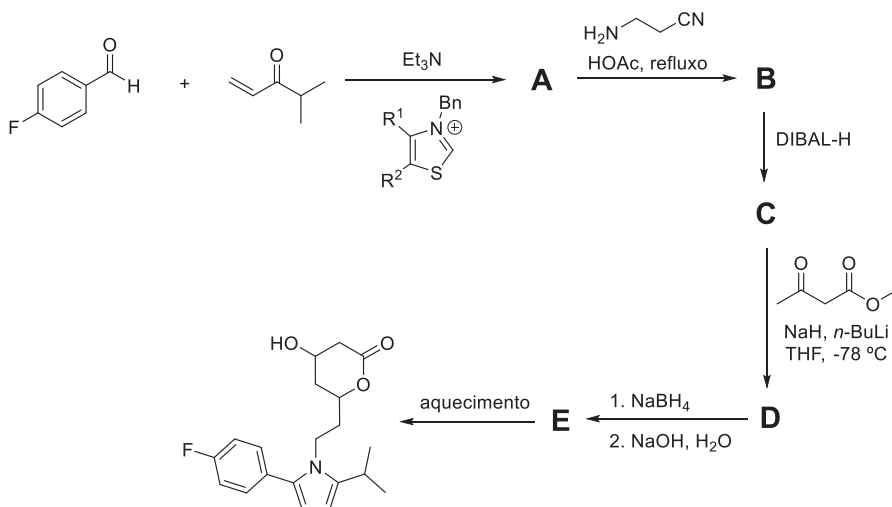
7.4. Dê as estruturas dos compostos **L** e **M**. Observação: todas as fusões de ciclos no composto **M** são do tipo *exo*.

Problema 8**17% do total**

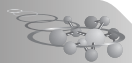
Altos níveis de colesterol no sangue podem aumentar significativamente as chances de um indivíduo desenvolver doenças cardiovasculares que são uma das maiores causas de morte nos dias atuais. O tratamento para este problema envolve mudanças de hábitos alimentares, prática de atividades físicas e, em alguns casos, uso de medicamentos específicos. Com este propósito, em 1997 a Pfizer lançou no mercado o medicamento Lípitor® (estrutura abaixo), para redução dos níveis de colesterol no sangue, que rapidamente se tornou um dos maiores recordistas de vendas da história da indústria farmacêutica sendo consumido por mais de 45 milhões de pessoas no mundo inteiro.



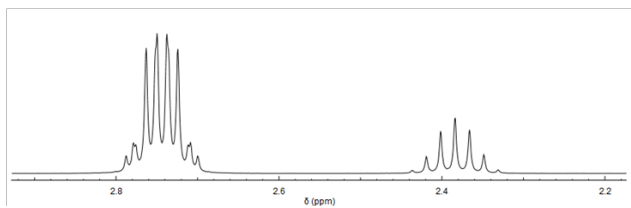
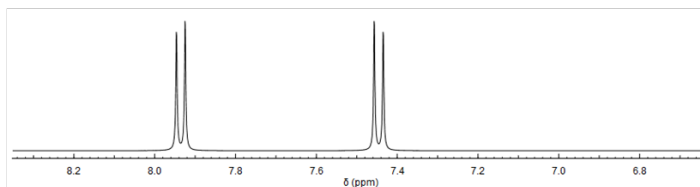
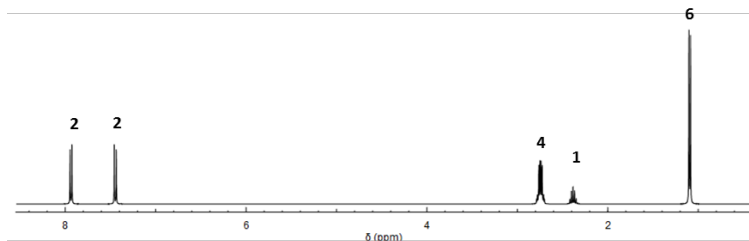
O desenvolvimento deste medicamento teve início com a síntese e teste de atividade biológica de vários derivados do pirrol conforme demonstrado no esquema abaixo:



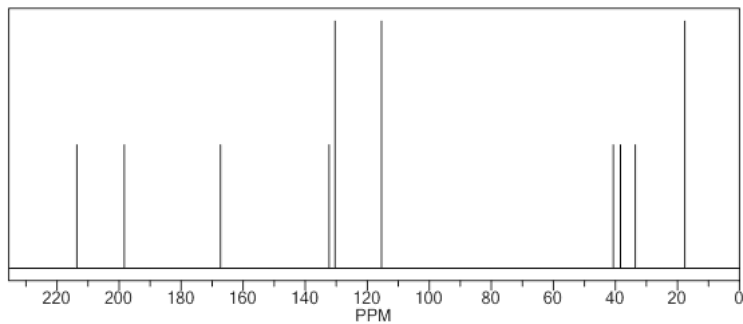
- O composto **A** é uma dicarbonila, formada a partir de uma reação de adição 1,4 conjugada tendo como nucleófilo o aldeído ativado com o tiazol, cujos espectros de RMN ^1H e ^{13}C estão representados a seguir.

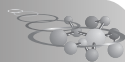


Espectro de RMN ^1H de **A**, com expansões.



Espectro de RMN ^{13}C de **A**.

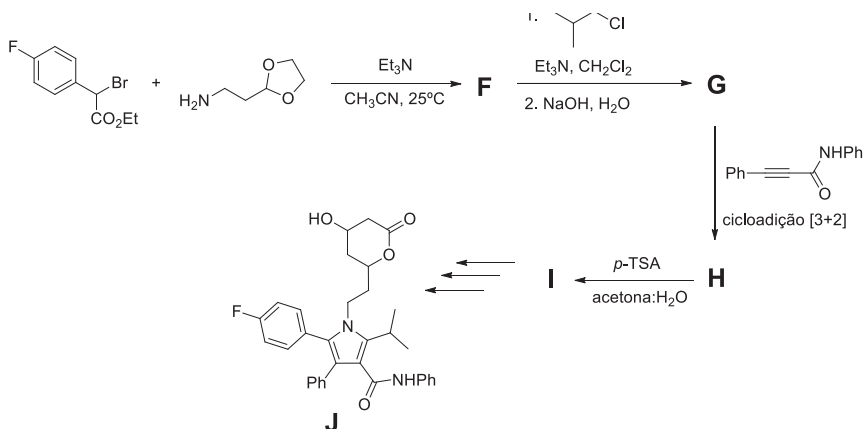




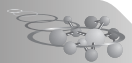
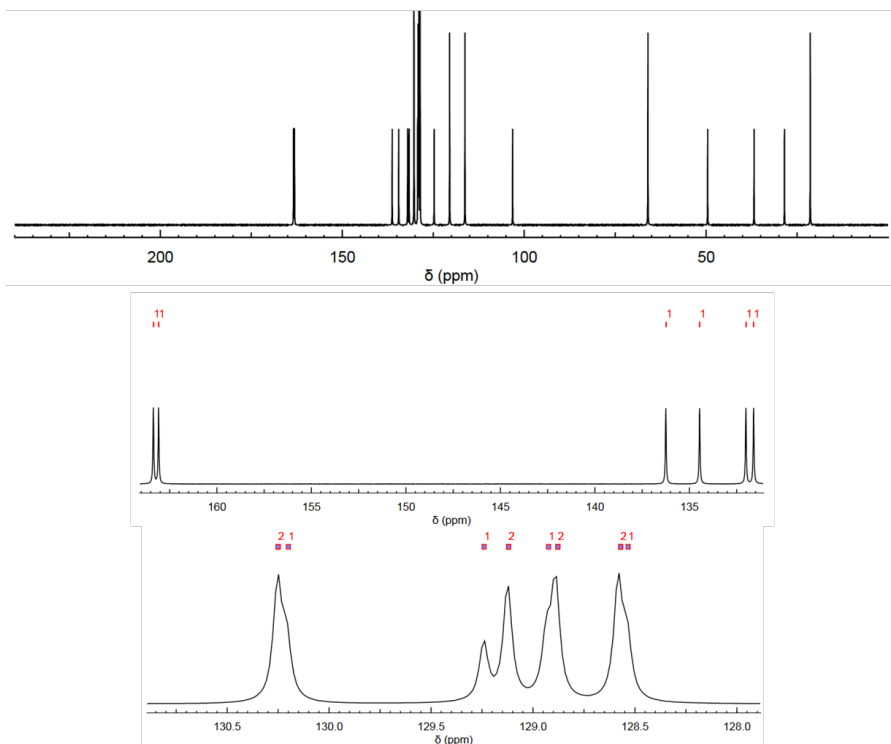
- O composto **B** apresenta bandas no espectro, na região do Infravermelho, em 2250 e entre 1600 e 1450 cm^{-1} .
- O composto **C** apresenta um sinal característico de carbonila, no espectro RMN ^{13}C em 200 ppm. O espectro na região do Infravermelho de **C** apresenta bandas, de média a fortes, entre 1600 e 1450 cm^{-1} , uma banda forte em 1725 cm^{-1} , além de um par de bandas fracas entre 2850 e 2700 cm^{-1} .
- A síntese de **D** ocorre em condições que favorecem a formação do nucleófilo cinético.
- Nenhuma das reações é estereosseletiva e, portanto, você não precisa indicar a estereoquímica na sua resposta.

8.1. Forneça a estrutura dos compostos **A-E**.

Infelizmente, os derivados com essa estrutura central não apresentaram a atividade desejada e foi necessária uma nova rota sintética para a síntese de pirróis penta substituídos tendo como etapa chave uma cicloadição [3+2] para formação do composto **H**, conforme o esquema abaixo:



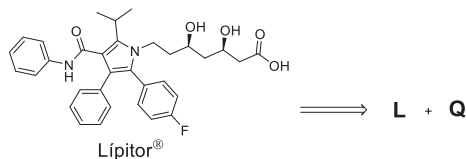
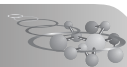
- O espectro de RMN ^{13}C do composto **H** representado a seguir, apresenta alguns sinais sobrepostos.

Espectro de RMN ^{13}C de **H**, com expansões.**8.2.** Forneça a estrutura dos compostos **F**⁻¹.

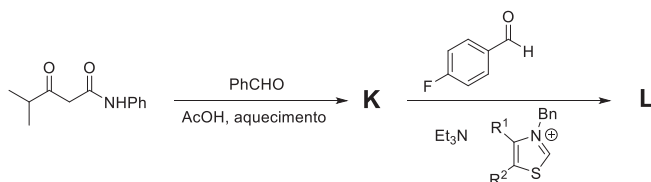
O composto **J** (estrutura ciclizada do Lípitor) foi obtido em sua forma racêmica, após resolução em coluna cromatográfica quiral, ambos enantiômeros foram testados e o produto *R,R* apresentou atividade na diminuição do colesterol no sangue cem vezes superior ao seu enantiômero.

8.3. Desenhe o produto **J** com a estereoquímica correta (*R,R*).

Finalmente, após aprovação em todos os testes clínicos e toxicológicos, o Lípitor chegou em fase de produção em grande escala. Para isto algumas modificações sintéticas foram necessárias para que o composto pudesse ser produzido com bom rendimento e baixo custo. De maneira simples o Lípitor foi projetado para ser formado a partir de dois fragmentos **L** e **Q**.

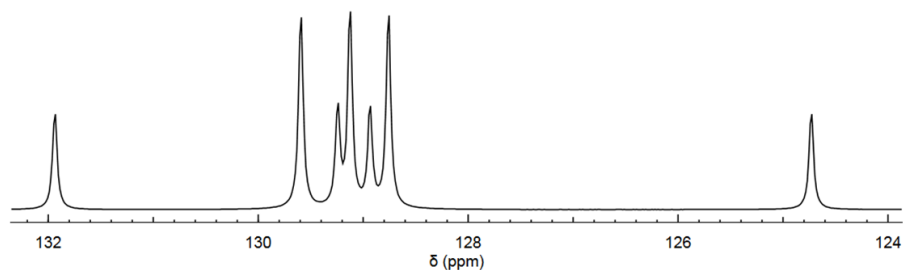
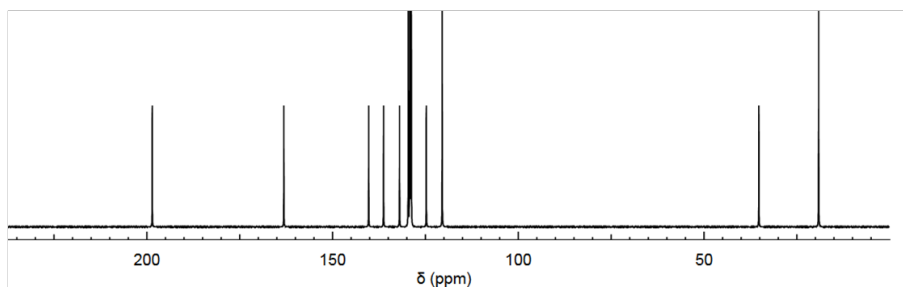


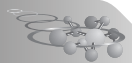
A síntese do fragmento **L** é apresentada no esquema abaixo:



- O composto **K** apresenta bandas fortes no espectro, na região do Infra-vermelho, em 1690 e 1640 cm^{-1} . E 14 linhas espectrais no espectro de RMN ^{13}C , representado a seguir.

Espectro de RMN ^{13}C de **K**, com expansões.

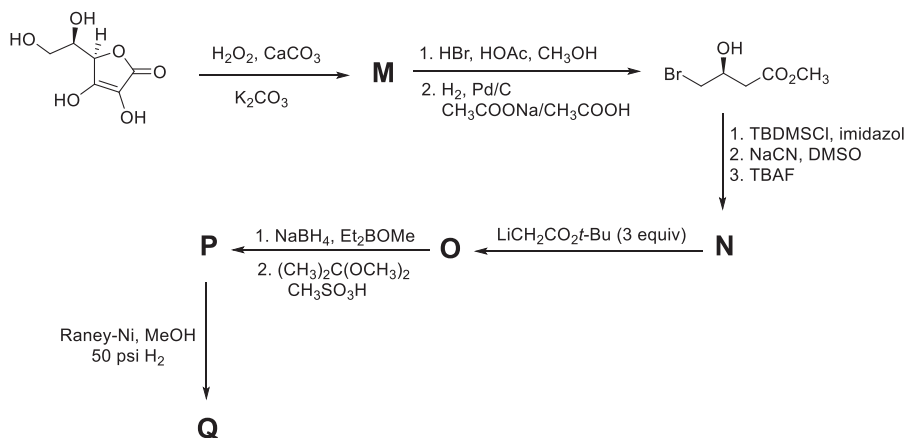




• O composto **L** possui 3 carbonilas e é formado de maneira similar ao composto **A**, tendo como nucleófilo o aldeído ativado.

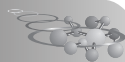
8.4. Forneça a estrutura dos compostos **K** e **L**.

Para a síntese do fragmento **Q** com estereoquímica definida, foi utilizado o ácido ascórbico como material de partida, conforme esquema a seguir:

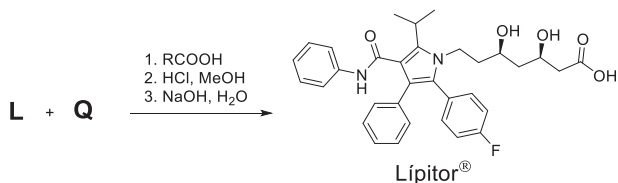


- O composto **M** é obtido na forma de carboxilato e possui fórmula molecular $\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_5\text{K}$.
- O composto **O** apresenta no espectro de RMN ^{13}C -BB quatro sinais em 208, 166, 117 e 81 ppm, que não são visualizados no espectro obtido pela técnica DEPT 135. E no espectro DEPT 135 observa-se 3 sinais com amplitude negativa em 25, 49 e 50 ppm. O espectro na região do IV de **O**, apresenta dentre outras absorções, duas bandas intensas em 2250 e 1735 cm^{-1} .
- O composto **Q** apresenta 3 sinais no espectro de RMN ^{13}C -BB em 170, 103 e 81 ppm, que não são visualizados no espectro obtido pela técnica DEPT 135. E no espectro DEPT 135 observa-se 4 sinais com amplitude negativa em 31, 38, 39 e 40 ppm. O espectro na região do IV de **Q**, apresenta dentre outras absorções uma banda intensa em 1735 e duas bandas fracas em 3180 e 3350 cm^{-1} .

8.5. Forneça a estrutura dos compostos **M-Q**, com a estereoquímica adequada.



Por fim, a etapa final de produção do Lípitor ocorre em 3 etapas a partir de **L** e **Q**, conforme esquema abaixo. Onde a primeira etapa leva a formação do anel pirrólico pentassubstituído. Uma sequência de desproteção e hidrólise forma o fármaco mais vendido dos últimos anos de maneira eficaz e com estereoquímica definida.



Não há limite para nada, podemos chegar onde quisermos se tivermos dedicação. Queria fazer engenharia no IME ou no ITA, mas depois comecei a olhar para as melhores universidades do mundo. Com trabalho e esforço é possível.

João Henrique Vogel,
18 anos, aceito em Harvard.



**Programa
Nacional
Olimpíadas
de Química**

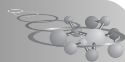
OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE QUÍMICA 2016 - FASE VI

Resultado da prova Final - 2017

(Relação dos estudantes convocados para a Olimpíada Internacional de Química – Tailândia)

NOME	CIDADE	UF	Resulta- do Fase IV	Nota Fase VI	Escore FaseVI	Resul. Final
Ligia Oliveira Toscano de Melo	São Paulo	SP	98,55	859,974	100,0	99,52
Joao Victor Moreira Pimentel	Fortaleza	CE	98,49	723	84,17	8
Celso Renan B. Soares Lima	Fortaleza	CE	88,79	765,282	88,99	88,93
Ivna de Lima Ferreira Gomes	Fortaleza	CE	96,97	612,986	71,28	79,8
Orisvaldo Salviano Neto	Fortaleza	CE	95,58	601,458	69,94	78,49
Victor Quintella de A. Porto	R. de Janeiro	RJ	92,05	56	65,	74,
Mario Gutfilen Grünbaum	R. de Janeiro	RJ	86,03	577,027	67,10	73,41
Matheus Takayasu	São Paulo	SP	80,54	554,314	64,46	69,82
Lucas de Souza Albuquerque	Fortaleza	CE	78,32	506,223	58,87	65,35
Samara Cavalcante Lemos	Fortaleza	CE	87,11	385,56	44,84	58,93
Maria Thereza M. de Menezes	Fortaleza	CE	79,02	418,746	48,70	58,80
Matheus Vinicius de Mendon	Fortaleza	CE	74,51	375,507	43,67	53,95
Daniel Lucas Pinho Feitosa Couto	Fortaleza	CE	86,41	280,022	32,56	50,51
Joao Vitor Chau Bernardino	Valinhos	SP	77,5	315,159	36,65	50,27
Matheus Rocha do Nascimento	Fortaleza	CE	83,97	244,32	28,41	46,93
Ester de Sales Rabelo	Fortaleza	CE	73,28	151,459	17,61	36,17

1. Os QUATRO primeiros classificados serão convocados para representar o Brasil na olimpíada internacional que acontecerá na Tailândia.
2. Conforme o art. 3º do Regulamento da OBO, o quinto colocado poderá ser convocado para integrar a equipe brasileira na olimpíada Iberoamericana que acontecerá em Lima - Peru.
3. Os estudantes assinalados em AZUL participarão de treinamento laboratorial, no início de julho, na UNICAMP.

**49th INTERNATIONAL
CHEMISTRY OLYMPIAD**

Nakhon Pathom, THAILAND

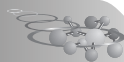
Constantes e FórmulasConstante de Avogadro, $N_A = 6,0221 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ Constante de Boltzmann, $k_B = 1,3807 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$ Constante universal dos gases, $R = 8,3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 0,08205 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ Velocidade da luz, $c = 2,9979 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ Constante de Planck, $h = 6,6261 \times 10^{-34} \text{ J s}$ Constante de Faraday, $F = 9,64853399 \times 10^4 \text{ C}$ Massa do elétron, $m_e = 9,10938215 \times 10^{-31} \text{ kg}$ Pressão padrão, $P = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ Pressão atmosférica, $P_{\text{atm}} = 1,01325 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ torr}$ Zero na escala Celsius, $273,15 \text{ K}$ $1 \text{ picômetro (pm)} = 10^{-12} \text{ m}; \quad 1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}; \quad \text{nanômetro (nm)} = 10^{-9} \text{ m}$ $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$ $1 \text{ u (uma)} = 1,66053904 \times 10^{-27} \text{ kg}$ Equação do gás ideal: $PV = nRT$ Entalpia: $H = U + PV$ Energia livre de Gibbs: $G = H - TS$ $\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K = -nFE_{\text{cell}}^\circ$$

Variação de entropia: $\Delta S = \frac{q_{\text{rev}}}{T}$, onde q_{rev} é o calor para o processo reversível

$$\Delta S = nR \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (\text{para expansão isotérmica de um gás ideal})$$

Equação de Nernst: $E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln Q$



Energia de um fóton: $E = \frac{hc}{\lambda}$

Lei de Lambert-Beer:

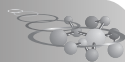
$$A = \log \frac{I_0}{I} = \epsilon b C$$

Equações integradas de velocidade

Ordem zero $[A] = [A]_0 - kt$ Primeira ordem $\ln [A] = \ln [A]_0 - kt$

Segunda ordem $\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + kt$

Equação de Arrhenius $k = Ae^{-E_a / RT}$, A = fator pré-exponencial de Arrhenius

**Deslocamentos químicos característicos de RMN ¹H**

Tipo de hidrogênio (R=Alquila, Ar=Arla)	Deslocamento químico (ppm)	Tipo de hidrogênio (R=Alquila, Ar=Arla)	Deslocamento químico (ppm)
(CH ₃) ₄ Si	0 (por definição)		
RCH ₃	0,9	RCH=O	9,5-10,1
RCH ₂ R	1,2-1,4	RCOOH'	10-13
R ₃ CH	1,4-1,7	RCOCH ₃	2,1-2,3
RCH ₂ I	3,2-3,3	RCOCH ₂ R	2,2-2,6
RCH ₂ Br	3,4-3,5	RCOOCH ₃	3,7-3,9
RCH ₂ Cl	3,6-3,8	RCOOCH ₂ R	4,1-4,7
RCH ₂ F	4,4-4,5	R ₂ C=CRCHR ₂	1,6-2,6
RCH ₂ NH ₂	2,3-2,9	R ₂ C=CH ₂	4,6-5,0
RCH ₂ OH	3,4-4,0	R ₂ C=CHR	5,0-5,7
RCH ₂ OR	3,3-4,0	RC≡CH	2,0-3,0
RCH ₂ CH ₂ OR	1,5-1,6	ArCH ₃	2,2-2,5
R ₂ NH	0,5-5,0	ArCH ₂ R	2,3-2,8
ROH	0,5-6,0	ArH	6,5-8,5

Deslocamentos químicos característicos de RMN ¹³C

Tipo de carbono (R=Alquila, Ar=Arla)	Deslocamento químico (ppm)	Tipo de carbono (R=Alquila, Ar=Arla)	Deslocamento químico (ppm)
RCH ₃	10-25	RC≡CR	65-85
RCH ₂ R	20-35	RCH=CHR	120-140
R ₃ CH	25-35	ArylC	120-140
RCH ₂ COR	35-50	RCOOR	160-180
RCH ₂ Br	25-35	RCONR ₂ (amida)	165-180
RCH ₂ Cl	40-45	RCOOH	175-185
RCH ₂ NH ₂	30-65	RCHO	190-205
RCH ₂ OH	60-70	RCOR	200-215
RCH ₂ OR	65-70		

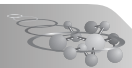
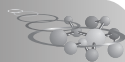


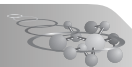
Tabela de frequências de absorção no infravermelho (IR)

Frequências de Absorção Características no infravermelho (IR) de Grupos Funcionais Orgânicos			
Grupo Funcional	Tipo de Vibração	Absorção Característica (cm ⁻¹)	Intensidade
Álcool			
O-H	(estiramento, H-bond)	3200-3600	forte, largo
O-H	(estiramento, livre)	3500-3700	forte, fino
C-O	(estiramento)	1050-1150	forte
Alcano			
C-H	estiramento	2850-3000	forte
-C-H	deformação angular	1350-1480	variável
Alceno			
=C-H	estiramento	3010-3100	médio
=C-H	deformação angular	675-1000	forte
C=C	estiramento	1620-1680	variável
Haleto de alquila			
C-F	estiramento	1000-1400	forte
C-Cl	estiramento	600-800	forte
C-Br	estiramento	500-600	forte
C-I	estiramento	500	forte
Alcino			
C-H	estiramento	3300	forte, fino
$\text{—C}\equiv\text{C—}$	estiramento	2100-2260	variável, ausente em alcinos assimétricos
Amina			
N-H	estiramento	3300-3500	média (aminas primárias apresentam duas bandas; secundárias uma, frequentemente bastante fraca)
C-N	estiramento	1080-1360	média-fraca
N-H	deformação angular	1600	média
Aromático			
C-H	estiramento	3000-3100	média
C=C	estiramento	1400-1600	média-fraca, bandas múltiplas
Análise da deformação angular de C-H fora do plano muitas vezes pode distinguir padrões de substituição			
Carbonila			
C=O	estiramento	1670-1820	forte
(conjugação desloca a absorção para número de onda mais baixo)			



Éter			
C-O	estiramento	1000-1300 (1070-1150)	forte
Nitrila			
CN	estiramento	2210-2260	médio
Nitro			
N-O	estiramento	1515-1560 & 1345-1385	forte, duas bandas
Frequências de Absorção Características no infravermelho (IR) de Grupos Contendo a Carbonila (C=O)			
Grupo Funcional	Tipo de Vibração	Absorção Característica (cm ⁻¹)	Intensidade
Carbonila			
C=O	estiramento	1670-1820	forte
(A conjugação desloca as absorções para números de onda mais baixos)			
Ácido			
C=O	estiramento	1700-1725	forte
O-H	estiramento	2500-3300	forte, muito larga
C-O	estiramento	1210-1320	forte
Aldeído			
C=O	estiramento	1740-1720	forte
=C-H	estiramento	2820-2850 & 2720-2750	média, dois picos
Amida			
C=O	estiramento	1640-1690	forte
N-H	estiramento	3100-3500	não substituídas apresentam duas bandas
N-H	deformação angular	1550-1640	
Anidrido			
C=O	estiramento	1800-1830 & 1740-1775	duas bandas
Éster			
C=O	estiramento	1735-1750	forte
C-O	estiramento	1000-1300	duas bandas ou mais
Cetona			
acíclico	estiramento	1705-1725	forte
cíclico	estiramento	3-membros - 1850 4-membros - 1780 5-membros - 1745 6-membros - 1715 7-membros - 1705	forte
α, β-insaturado	estiramento	1665-1685	forte
Aril cetona	estiramento	1680-1700	forte

Fonte: <http://www2.ups.edu/faculty/hanson/Spectroscopy/IR/IRfrequencies.html>



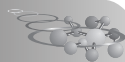
Bonding the World with Chemistry"

49th INTERNATIONAL CHEMISTRY OLYMPIAD

Nakhon Pathom, THAILAND

Tabela de Questões

Problema N°	Título	Pág.	% da Nota Final
1	Produção de propeno usando catálise heterogênea	5	6%
2	Efeito cinético isotópico (KIE) e Energia vibracional do ponto-zero (ZPE)	9	6%
3	Termodinâmica de reações químicas	15	6%
4	Eletroquímica	19	5%
5	Fosfatos e silicatos no solo	25	5%
6	Ferro	30	6%
7	Puzzles de estruturas químicas	35	6%
8	Superfície da sílica	41	5%
9	Rumo ao desconhecido	45	6%
10	Síntese total de alcaloides	48	7%
11	Torção (twist) & quiralidade	53	2%

**Problema 1****6% da nota final**

Problema 1 6%	A			B	C	Total
	A1	A2	A3			
Pontuação máxima	4	1	2	7	6	20
Pontuação obtida						

Problema 1: Produção de propeno usando catálise heterogênea

Propeno ou propileno é um dos mais valiosos reagentes para a indústria petroquímica na Tailândia e ao redor do mundo. Um bom exemplo de uso comercial do propeno é para a produção do polipropileno (PP).

Parte A

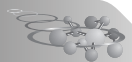
O propeno pode ser sintetizado via desidrogenação direta do propano na presença de um catalisador heterogêneo. Contudo, tal reação não é economicamente viável devido à natureza da própria reação. Forneça uma explicação concisa para cada uma das questões abaixo.

Informações adicionais: $H_{\text{ligação}}(\text{C}=\text{C}) = 1,77H_{\text{ligação}}(\text{C}-\text{C})$, $H_{\text{ligação}}(\text{H}-\text{H}) = 1,05H_{\text{ligação}}(\text{C}-\text{H})$, e $H_{\text{ligação}}(\text{C}-\text{H}) = 1,19H_{\text{ligação}}(\text{C}-\text{C})$, onde $H_{\text{ligação}}$ significa a entalpia média de ligação da ligação química indicada.

1-A1) Qual é a variação de entalpia da desidrogenação direta do propano? Mostre seus cálculos e expresse sua resposta em termos de $H_{\text{ligação}}(\text{C}-\text{C})$.

1-A2) É difícil aumentar a quantidade de propeno pelo aumento da pressão mantendo a temperatura constante. Qual lei ou princípio melhor explica este fenômeno? Selecione sua resposta marcando "✓" em um dos círculos.

- ☐ Lei de Boyle
- ☐ Lei de Charles
- ☐ Lei de Dalton



- ☐ Lei de Raoult
- ☐ Princípio de Le Chatelier

1-A3) Inicialmente, o sistema está em equilíbrio. Consistente com a questão 1-A1, qual(ais) conjunto(s) de sinais para as seguintes variáveis termodinâmicas do sistema para a desidrogenação direta do propano está(ão) correto(s)? Selecione sua(s) resposta(s) marcando "✓" no(s) círculo(s).

	$\square H$	$\square S$	$\square G$	T^*
<input type="radio"/>	-	+	+	mais baixa
<input type="radio"/>	-	+	-	mais alta
<input type="radio"/>	-	-	+	mais baixa
<input type="radio"/>	-	-	-	mais alta
<input type="radio"/>	+	+	+	mais baixa
<input type="radio"/>	+	+	-	mais alta
<input type="radio"/>	+	-	+	mais baixa
<input type="radio"/>	+	-	-	mais alta
<input type="radio"/>	Nenhuma das acima está correta			

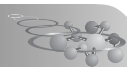
* Relativo à temperatura inicial na mesma pressão parcial.

Parte B

Uma melhor reação para produzir grandes quantidades de propeno é a *desidrogenação oxidativa (ODH)* usando um catalisador sólido, como óxidos de vanádio, sob gás oxigênio molecular. Embora este tipo de reação ainda estar em intenso desenvolvimento de pesquisa, provavelmente no futuro ela irá ser mais importante em escala industrial do que a desidrogenação direta.

1-B) A velocidade global do consumo do propano na reação é

$$r_{C_3H_8} = \frac{I}{\left(\frac{p^o}{k_{red} p_{C_3H_8}} + \frac{p^o}{k_{ox} p_{O_2}} \right)},$$

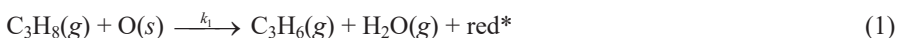


onde k_{red} e k_{ox} são as constantes de velocidade para a redução do catalisador de óxido metálico pelo propano e para a oxidação do catalisador pelo oxigênio molecular, respectivamente, e p^o é a pressão padrão de 1 bar. Alguns experimentos mostraram que a velocidade de oxidação do catalisador é 100.000 vezes mais rápida do que a velocidade de oxidação do propano. A

lei de velocidade experimental é $r_{C_3H_8} = k_{obs} \frac{p_{C_3H_8}}{p^o}$ a 600K, na qual k_{obs} é a constante de velocidade observada ($0,062 \text{ mol s}^{-1}$). Se o reator contendo o catalisador for continuamente abastecido com propano e oxigênio a uma pressão total de 1 bar, determine o valor de k_{red} e k_{ox} quando a pressão parcial do propano for 0,10 bar. Considere que a pressão parcial do propeno é desprezível.

Parte C

O catalisador de óxido metálico contém átomos de oxigênio na sua superfície que servem como sítios ativos para a ODH. Chamando de red^* os sítios reduzidos e de $O(s)$ os átomos de oxigênio na superfície do catalisador, um dos mecanismos propostos para a ODH na presença do catalisador pode ser escrito como:



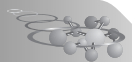
Dado que $\beta = \frac{\text{número de sítios reduzidos}}{\text{número total de sítios ativos}}$, as leis de velocidade para as 3 etapas acima são:

$$r_1 = k_1 p_{C_3H_8} (1 - \beta),$$

$$r_2 = k_2 p_{C_3H_6} (1 - \beta),$$

$$\text{e } r_3 = k_3 p_{O_2} \beta.$$

1-C) Considerando que a quantidade de átomos de oxigênio na superfície permanece constante em todo o decorrer da reação, calcule β em função de k_1 , k_2 , k_3 , $p_{C_3H_8}$, $p_{C_3H_6}$, e p_{O_2} .



Problema 2

6% da nota final

Problema 2 6%	A								Total
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	
Pontuação máxima	2	2	7	3	3	1	5	1	24
Pontuação obtida									

Problema 2: Efeito cinético isotópico (KIE) e Energia vibracional do ponto zero (ZPE)**Cálculos do ZPE e KIE**

O efeito cinético isotópico (KIE) é um fenômeno associado a uma mudança na constante de velocidade da reação quando um dos átomos é substituído pelo seu isótopo. KIE pode ser usado para confirmar se uma determinada ligação com hidrogênio é quebrada na reação. O modelo do oscilador harmônico é usado para estimar a diferença na velocidade entre as ativações envolvendo ligações C–H e C–D ($D = {}^2_1H$).

A frequência vibracional (ν) representada pelo modelo do oscilador harmônico é:

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{\mu}},$$

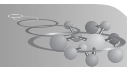
onde k é a constante de força e μ é a massa reduzida.

As energias vibracionais da molécula são dadas por:

$$E_n = \left(n + \frac{1}{2} \right) h \nu,$$

onde n é o número quântico vibracional com os valores permitidos de 0, 1, 2, ... O menor nível energético vibracional (E_n com $n = 0$) é chamado de **energia vibracional do ponto zero (ZPE)**.

2-A1) Calcule a massa reduzida do C–H (μ_{CH}) e C–D (μ_{CD}) em unidades de massa atômica. Considere que a massa do deutério é o dobro da massa do hidrogênio.



Se você não conseguiu calcular os valores para μ_{CH} e μ_{CD} em 2-A1, use $\mu_{CH} = 1,008$ e $\mu_{CD} = 2,016$ para as partes subsequentes desta questão. Note que os valores dados não são necessariamente próximos dos valores corretos.]

2-A2) Dado que a constante de força (k) para o estiramento C–H é o mesmo daquela para o estiramento C–D e a frequência do estiramento C–H é 2900 cm^{-1} , encontre a frequência de estiramento C–D (em cm^{-1}).

2-A3) De acordo com as frequências de estiramento do C–H e do C–D na questão **2-A2**), calcule a energia vibracional do ponto zero (ZPE) do estiramento do C–H e do C–D em kJ mol^{-1} .

[Se você não conseguiu calcular os valores para ZPE em **2-A3**), use $\text{ZPE}_{CH} = 7,23\text{ kJ/mol}$ e $\text{ZPE}_{CD} = 2,15\text{ kJ/mol}$ para as partes subsequentes desta questão. Note que os valores dados não são necessariamente próximos dos valores corretos.]

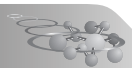
Efeito cinético isotópico (KIE)

Devido às diferenças nas energias vibracionais do ponto zero, espera-se que um composto protonado e seu correspondente composto deuterado reajam a diferentes velocidades.

Para as reações de dissociação das ligações C–H e C–D, as energias de ambos os estados de transição e de ambos os produtos são idênticas. Assim, o efeito isotópico é controlado pela diferença das ZPE's das ligações C–H e C–D.

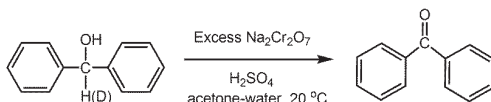
2-A4) Calcule a diferença nas energias de dissociação de ligação (BDE) entre a ligação C–D e a ligação C–H ($\text{BDE}_{CD} - \text{BDE}_{CH}$) em kJ mol^{-1} .

2-A5) Considere que a energia de ativação (E_a) para a clivagem das ligações C–H/C–D é aproximadamente igual à energia de dissociação da ligação e que o fator pré-exponencial de Arrhenius é o mesmo para a clivagem das ligações C–H/C–D. Encontre a relação entre as constantes de velocidade para as clivagens das ligações C–H/C–D (k_{CH}/k_{CD}) a 25°C .



Usando KIE para estudar mecanismo de reação

A oxidação do difenilmetanol não-deuterado e do difenilmetanol deuterado usando um excesso de ácido crômico foi estudada.



2-A6) Considere C_0 a concentração inicial do difenilmetanol não-deuterado ou difenilmetanol deuterado e C_t sua concentração no tempo t . O experimento produziu dois gráficos (Figura 2a e Figura 2b), a partir dos quais as constantes de velocidade de 1ª ordem podem ser determinadas.

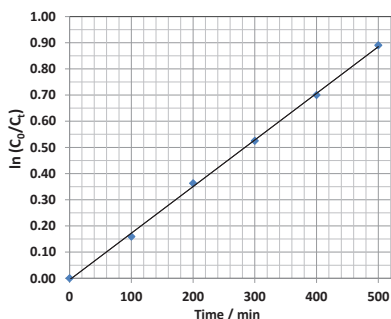


Figura 2a

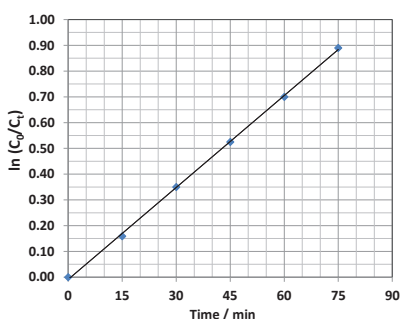


Figura 2b

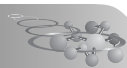
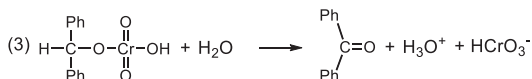
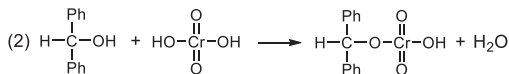
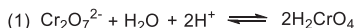
Qual gráfico corresponde à oxidação do difenilmetanol não-deuterado e qual corresponde à oxidação do difenilmetanol deuterado?

Para cada opção, selecione sua resposta marcando "✓" em **um** dos círculos.

- | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------------|
| A oxidação do difenilmetanol não-deuterado: | <input type="radio"/> Figura 2a | <input type="radio"/> Figura 2b |
| A oxidação do difenilmetanol deuterado: | <input type="radio"/> Figura 2a | <input type="radio"/> Figura 2b |

2-A7) Determine k_{CH} e k_{CD} (em min^{-1}) e a razão k_{CH}/k_{CD} para esta reação a partir dos gráficos dados na questão **2-A6**).

2-A8) O mecanismo foi proposto como se segue:

 μ_{CD} 

A partir das informações em **2-A6)** e **2-A7)**, qual é a etapa determinante da lei de velocidade?

Selecione sua resposta marcando "✓" em **um** dos círculos.

☐ Etapa (1)

☐ Etapa (2)

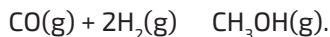
☐ Etapa (3)

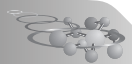
Problema 3**6% da nota final**

Problema 3 6%	A			B	Total
	A1	A2	A3		
Pontuação máxima	7	3	8	6	24
Pontuação obtida					

Problema 3: Termodinâmica de reações químicas**Parte A**

Metanol é produzido comercialmente usando uma mistura de monóxido de carbono e hidrogênio sobre um catalisador de óxido de zinco / óxido de cobre.





A entalpia padrão de formação (ΔH_f°) e a entropia absoluta (S°) para cada um dos três gases na temperatura ambiente (298K) e na pressão padrão de 1 bar são dadas abaixo:

Gás	ΔH_f° (kJ mol ⁻¹)	S° (J K ⁻¹ mol ⁻¹)
CO(g)	-111	198
H ₂ (g)	0	131
CH ₃ OH(g)	-201	240

3-A1) Calcule ΔH° , ΔS° , ΔG° , e K_p para a reação a 298 K.

Cálculos:

$$\Delta H^\circ = \dots\dots\dots \text{ kJ}$$

$$\Delta S^\circ = \dots\dots\dots \text{ J K}^{-1}$$

$$\Delta G^\circ = \dots\dots\dots \text{ kJ}$$

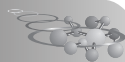
$$K_p = \dots\dots\dots$$

Se você não conseguiu calcular o K_p a 298 K na questão **3-A1)**, use $K_p = 9 \times 10^5$ para os próximos cálculos.

3-A2) Um reator comercial é operado na temperatura de 600 K. Calcule o valor de K_p nesta temperatura, assumindo que ΔH° e ΔS° são independentes da temperatura.

Se você não conseguiu calcular o K_p a 600 K na questão **3-A2)**, use $K_p = 1,0 \times 10^{-2}$ para os próximos cálculos.

3-A3) A produção industrial do metanol é baseada no fluxo de gás constituído de 2,00 moles de H₂ para cada mol de CO dentro do reator. A fração



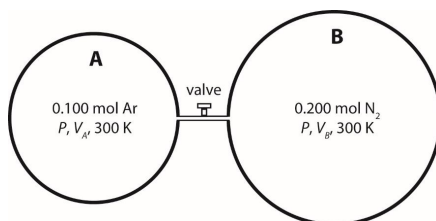
molar do metanol no gás de exaustão a partir do reator foi encontrada como sendo 0,18. Considerando que o equilíbrio foi atingido, qual é a pressão total no reator a uma temperatura de 600 K?

Cálculos:

Pressão total = bar.

Parte B

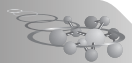
3-B) Considere o seguinte sistema fechado mantido a 300 K. O sistema é formado por 2 compartimentos, separados por uma válvula fechada, a qual possui volume desprezível. Na mesma pressão P , o compartimento A e o compartimento B contém 0,100 mol de gás argônio e 0,200 mol de gás nitrogênio, respectivamente. Os volumes dos dois compartimentos, V_A e V_B , são selecionados de tal forma que os gases se comportem como gases ideais.



Após a válvula ter sido aberta lentamente, o sistema alcançou o equilíbrio. Considere que os dois gases formam uma mistura gasosa ideal. Calcule a variação da energia livre de Gibbs, ΔG , a 300 K.

Cálculos:

ΔG = J

**Problema 4****6% da nota final**

Problema 4 5% da nota final	A				Total
	A1	A2	A3	A4	
Pontuação máxima	4	1	5	6	16
Pontuação obtida					

Problema 4: Eletroquímica**Parte A. Célula Galvânica**

Este experimento foi feito a 30,00°C. A célula eletroquímica é composta de uma semicélula de hidrogênio $[\text{Pt}(s)|\text{H}_2(g)|\text{H}^+(aq)]$ contendo um eletrodo de platina metálica imerso em uma solução tampão sob uma certa pressão de gás hidrogênio. Esta semicélula de hidrogênio foi conectada a uma semicélula de uma barra do metal (**M**) mergulhada em uma solução de $\text{M}^{2+}(aq)$ de concentração desconhecida. As duas semicélulas foram conectadas via uma ponte salina como mostrado na Figura 1.

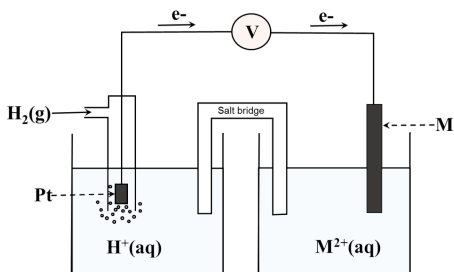
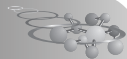
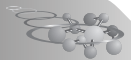


Figura 1 A célula galvânica

Nota: Os potenciais padrão de redução são dados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Potenciais padrão de redução (intervalo de 298-308 K)

Semirreação	E° (V)
$\text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	-2,912
$\text{Sr}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	-2,899
$\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	-2,868
$\text{Er}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	-2,000
$\text{Ti}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	-1,630
$\text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	-1,185
$\text{V}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	-1,175
$\text{Cr}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	-0,913
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	-0,447
$\text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	-0,403
$\text{Co}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	-0,280
$\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	-0,257
$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	-0,138
$\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	-0,126
$2\text{H}^{+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	0,000
$\text{Sn}^{4+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	+0,151
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{e}^{-}$	+0,153
$\text{Ge}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	+0,240
$\text{VO}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{H}^{+}(\text{aq}) + \text{e}^{-}$	+0,337
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	+0,340
$\text{Tc}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	+0,400
$\text{Ru}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	+0,455
$\text{I}_2(\text{s}) + 2\text{e}^{-}$	+0,535
$\text{UO}_2^{2+}(\text{aq}) + 4\text{H}^{+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	+0,612
$\text{PtCl}_4^{2-}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	+0,755
$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^{-}$	+0,770
$\text{Hg}_2^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	+0,797
$\text{Hg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	+0,851
$2\text{Hg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	+0,920
$\text{Pt}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	+1,180
$\text{MnO}_2(\text{s}) + 4\text{H}^{+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	+1,224
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 14\text{H}^{+}(\text{aq}) + 6\text{e}^{-}$	+1,360
$\text{Co}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^{-}$	+1,920
$\text{S}_2\text{O}_8^{2-}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	+2,010



4-A1) Se o quociente reacional (Q) para toda a célula galvânica for igual a $2,18 \times 10^{-4}$ a $30,00^\circ\text{C}$, a força eletromotriz será $+0,450\text{ V}$. Calcule o valor do potencial padrão de redução (E°) e identifique o metal "**M**".

Nota: $DG = DG^\circ + RT \ln Q$

Cálculos:

O potencial padrão do **M** éV
(Responda com 3 dígitos após a vírgula)

Portanto, o metal "**M**" é

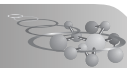
4-A2) Escreva a equação balanceada para a reação redox espontânea da célula galvânica.

4-A3) A concentração desconhecida da solução de $\text{M}^{2+}(\text{aq})$ na célula (Figura 1) pode ser analisada por titulação iodométrica. Uma alíquota de $25,00\text{ cm}^3$ da solução de $\text{M}^{2+}(\text{aq})$ foi adicionada a um Erlenmeyer e um excesso de KI foi adicionado. Um volume de $25,05\text{ cm}^3$ de uma solução de tiosulfato de sódio $0,800\text{ mol dm}^{-3}$ foi necessário para alcançar o ponto de equivalência. Escreva todas as reações associadas a essa titulação e calcule a concentração da solução de $\text{M}^{2+}(\text{aq})$.

Cálculos:

A concentração da solução de $\text{M}^{2+}(\text{aq})$ é mol dm^{-3}
(responda com 3 dígitos após a vírgula)

Se você não conseguiu encontrar a resposta, você pode usar $0,950\text{ mol dm}^{-3}$ como a concentração do M^{2+} para os próximos cálculos.



4-A4) Na Figura 1, se a semicélula de hidrogênio estiver sob uma pressão de gás hidrogênio de 0,360 bar e o eletrodo de platina estiver imerso em 500 cm³ de uma solução tampão contendo 0,050 mol de ácido láctico (HC₃H₅O₃) e 0,025 mol de lactato de sódio (C₃H₅O₃Na), a força eletromotriz da célula galvânica medida será +0,534 V. Calcule o pH da solução tampão e a constante de dissociação (K_a) do ácido láctico a 30,00°C.

O pH da solução tampão é

(responda com 2 dígitos após a vírgula)

Se você não conseguiu achar a resposta, você pode usar 3,46 como o pH do tampão para os próximos cálculos.

Cálculos da constante de dissociação (K_a) do ácido láctico

A constante de dissociação do ácido láctico é

Problema 5

5% da nota final

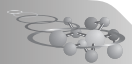
Problema 5 5%	A		B	C		D	Total
	A1	A2		C1	C2		
Pontuação máxima	1	1	3	1	2	2	10
Pontuação obtida							

Problema 5: Fosfatos e silicatos no solo

A distribuição e a mobilidade de fósforo no solo são normalmente estudadas por extração sequencial. Extração sequencial é conduzida com o uso de reagentes ácidos ou básicos para fracionar fosfato inorgânico no solo. Uma amostra de solo foi então extraída e analisada como a seguir:

Parte A. Determinação do fosfato (PO_4^{3-}) e silicato (SiO_4^{4-}) totais

Uma amostra de 5,00 g de solo é digerida (solubilizada) para fornecer um



volume final de 50,0 cm³, solubilizando todo o fósforo e o silício. O extrato é analisado em relação às concentrações de fósforo e silício. As concentrações de fósforo e silício encontradas foram 5,16 mg dm⁻³ e 5,35 mg dm⁻³, respectivamente.

5-A1) Determine a massa de PO₄³⁻ em mg por 1,00 g de solo.

Cálculos:

∴ 1 g de solo contém PO₄³⁻ = _____ mg (resposta com 3 dígitos após a vírgula)

5-A2) Determine a massa de SiO₄⁴⁻ em mg por 1,00 g de solo.

Cálculos:

∴ 1 g de solo contém SiO₄⁴⁻ = _____ mg (resposta com 3 dígitos após a vírgula)

Parte B. Determinação de PO₄³⁻ disponível em extrato ácido

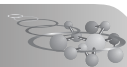
Fosfato pode ser analisado usando o método do azul de molibdênio. Um mol de fosfato é convertido em 1 mol do composto azul de molibdênio. Esse método é usado para a determinação de fosfato em extrato ácido. A absorvância (A) e a transmitância (T) são medidas em 800 nm. A absorvidade molar do composto azul de molibdênio é 6720 dm³ mol⁻¹ cm⁻¹ e todas as medidas foram realizadas em uma cubeta de 1,00 cm de caminho óptico.

A transmitância e a absorvância são fornecidas pelas equações seguintes:

$$T = I / I_0$$

$$A = \log (I_0 / I)$$

onde I é a intensidade da luz transmitida e I₀ é a intensidade da luz incidente.



5-B1) Quando uma amostra contendo altas concentrações de fosfato é analisada, uma solução de referência do composto azul de molibdênio a $7,5 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$ é usada para ajustar o zero de absorvância. A transmitância da solução-amostra analisada foi encontrada como sendo 0,55. Calcule a concentração de fosfato (em mol dm^{-3}) na amostra.

Parte C. Determinação de PO_4^{3-} e SiO_4^{4-} em extrato alcalino

Ambos os íons fosfato e silicato podem reagir com molibdato em solução alcalina, produzindo o fosfomolibdato amarelo e o silicamolibdato amarelo. Reduções posteriores com ácido ascórbico produzem os compostos de azul de molibdênio de cor intensa. Ambos os complexos exibem absorção máxima em 800 nm. A adição de ácido tartárico ajuda a prevenir a interferência do silicato na determinação de fosfato.

Duas séries de fosfato padrão são tratadas com e sem ácido tartárico enquanto uma série de silicato padrão não é tratada com ácido tartárico. As equações lineares obtidas dessas curvas de calibração são as seguintes:

Condições	Equações lineares
Fosfato com e sem ácido tartárico	$y = 6720x_1$
Silicato sem ácido tartárico	$y = 868x_2$

y é a absorvância a 800 nm,

x_1 é a concentração do fosfato em mol dm^{-3} ,

x_2 é a concentração do silicato em mol dm^{-3}

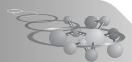
As absorvâncias a 800 nm das frações alcalinas do extrato de solo depois do tratamento com e sem ácido tartárico são 0,267 e 0,510, respectivamente.

5-C1) Calcule a concentração de fosfato no extrato alcalino de solo em mol dm^{-3} e calcule a correspondente concentração de fósforo em mg dm^{-3} .

5-C2) Calcule a concentração de silicato da amostra de solo na fração alcalina em mol dm^{-3} e calcule a concentração corresponde de silício em mg dm^{-3} .

Cálculos

(resposta com dois dígitos depois da vírgula)

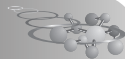
**Parte D. Pré-concentração de fosfomolibdato de amônio**

100 cm³ de uma amostra aquosa do composto fosfomolibdato de amônio ((NH₄)₃PMo₁₂O₄₀) é extraído com 5,0 cm³ de um solvente orgânico. O coeficiente de partição fase orgânica-água (K_{ow}) é definido como a razão entre as concentrações do composto na fase orgânica (c_o) e do composto na fase aquosa (c_w). K_{ow} para o fosfomolibdato de amônio é 5,0. A absorptividade molar do fosfomolibdato de amônio na fase orgânica é 5000 dm³ mol⁻¹ cm⁻¹.

5-D) Se a absorbância na fase orgânica é 0,200, calcule a massa total de fósforo (em mg) na solução da amostra original. O caminho óptico da cubeta é 1,00 cm.

Cálculos:

∴ massa total de P na solução aquosa original = _____ mg



Problema 6

6% da nota final

Problema 6 6%	A		B			C		Total
	A1	A2	B1	B2	B3	C1	C2	
Pontuação máxima	3	8	4	3.5	5	2	4	29.5
Pontuação obtida								

Problema 6: Ferro

O ferro (Fe) é o quarto elemento mais abundante na crosta terrestre e tem sido usado por mais de 5000 anos.

Parte A

O ferro puro é facilmente oxidado, o que limita a sua utilização. O elemento **X** é um dos elementos que forma liga metálica com o ferro, sendo adicionado para melhorar sua resistência à oxidação.

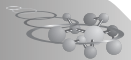
6-A1) Abaixo, estão algumas informações sobre o elemento **X**:

- (1) Na primeira ionização, um elétron com números quânticos $n_1 = 4 - l_1$ é removido.
- (2) Na segunda ionização, um elétron com números quânticos $n_2 = 5 - l_2$ é removido.
- (3) A massa atômica de **X** é menor que a do Fe.

Qual é o elemento **X**?

(Responda escrevendo o símbolo adequado de acordo com a tabela periódica.)

6-B3) O Composto **D** é um agente oxidante instável que pode ser usado para remover $F_e(\text{HCO}_3)_2$ da água natural. Ele é formado pelos elementos **G**, **Z** e hidrogênio e o número de oxidação de **Z** é +1. Nesse composto, o hidrogênio está ligado ao elemento com maior eletronegatividade entre eles. Abaixo estão algumas informações sobre os elementos **G** e **Z**:



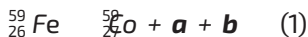
- (1) **G** existe em seu estado natural como uma molécula diatômica, **G₂**.
- (2) **Z** tem um próton a menos que o elemento **E**. **E** ocorre como um gás sob condições padrão. **Z₂** é um sólido volátil.
- (3) O composto **EG₃** tem uma geometria piramidal.

Identifique os elementos **G** e **Z** e desenhe uma estrutura molecular do composto **D**.

(Responda escrevendo o símbolo adequado de acordo com a tabela periódica.)

Parte C

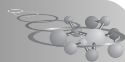
⁵⁹Fe é um isótopo radiofarmacêutico que é usado no estudo do metabolismo do ferro no baço. Este isótopo decai em ⁵⁹Co da seguinte maneira:



6-C1) O que representam **a** e **b** na equação (1)?
(Marque ✓ nas caixas apropriadas.)

próton	nêutron	beta	pósitron	alfa	gama

6-C2) Considerando a equação (1), se o isótopo ⁵⁹Fe for deixado por 178 dias, que é *n* vezes a sua meia-vida (*t*_{1/2}), a razão molar entre ⁵⁹Co e ⁵⁹Fe torna-se 15 : 1. Se *n* é um número inteiro, qual é a meia-vida do ⁵⁹Fe em dias? Mostre seus cálculos.



Problema 7

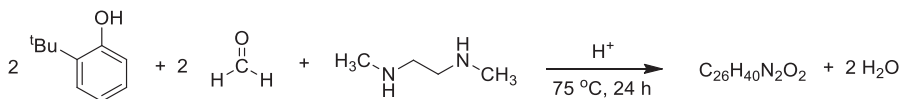
6% da nota final

Problema 7 6% da nota final	A							Total
	A1	A2	A3	A4	A5	C1	C2	
Pontuação máxima	4.5	1.5	6	6	2	20	4	29.5
Pontuação obtida								

Problema 7: Puzzles de estruturas químicas

Complexos de titânio têm sido investigados quanto à atividade antitumoral. Muitos fatores, incluindo isomerismo e tamanho demonstram afetar a potência desses complexos. Esta questão trata da síntese e caracterização de complexos de titânio.

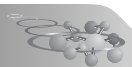
7-A1) Uma reação entre 2 equivalentes de 2-*tert*-butilfenol, 2 equivalentes de formaldeído, e *N,N'*-dimetiletileno-1,2-diamina sob condições ácidas a 75 °C, fornece três produtos majoritários com a mesma fórmula química, $C_{26}H_{40}N_2O_2$, como mostrado na equação abaixo. Desenhe a estrutura de cada produto.



Produto 1:

Produto 2:

Produto 3:



7-A2) Se, em lugar de 2-*terc*-butilfenol, usa-se 2,4-di-*terc*-butilfenol como substrato, com a mesma estequiometria que em **7-A1**), somente um produto **X** é obtido. Desenhe a estrutura de **X**.

A reação entre **X**, obtido em **7-A2**), e $\text{Ti}(\text{O}^i\text{Pr})_4$ [^iPr = isopropil] em dietil éter, sob atmosfera inerte, resulta em um complexo de Ti hexacoordenado, **Y**, como um sólido amarelo cristalino à temperatura ambiente, além de isopropanol,



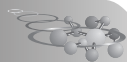
Os espectros de UV-Vis de **X**, $\text{Ti}(\text{O}^i\text{Pr})_4$, e **Y** revelam que somente o produto **Y** absorve em $\lambda = 370 \text{ nm}$. Variando os volumes de **X** e $\text{Ti}(\text{O}^i\text{Pr})_4$, cada um com a concentração de $0,50 \text{ mol dm}^{-3}$, e usando benzeno como solvente, os dados de absorbância em $\lambda = 370 \text{ nm}$ são apresentados abaixo:

Volume de X (cm^3)	Volume de $\text{Ti}(\text{O}^i\text{Pr})_4$ (cm^3)	Volume de benzeno (cm^3)	Absorbância
0	1,20	1,80	0,05
0,20	1,00	1,80	0,25
0,30	0,90	1,80	0,38
0,50	0,70	1,80	0,59
0,78	0,42	1,80	0,48
0,90	0,30	1,80	0,38
1,10	0,10	1,80	0,17
1,20	0	1,80	0,02

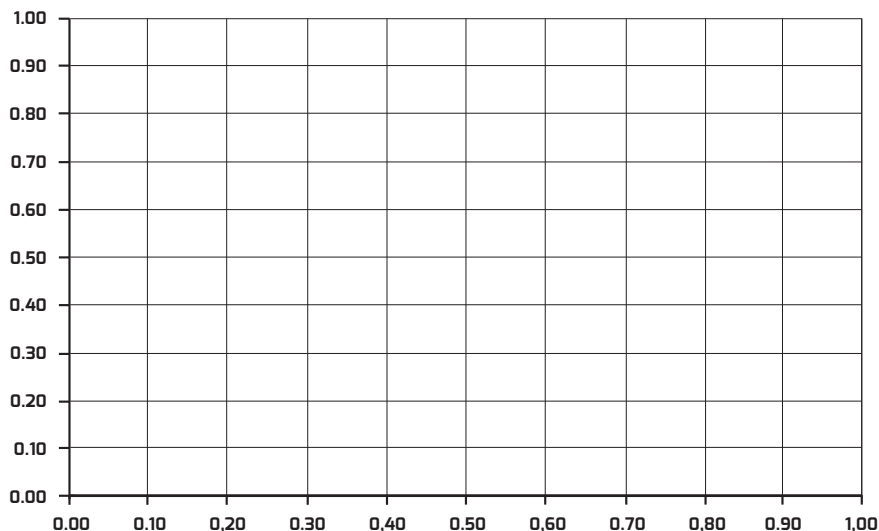
7-A3) Preencha os valores apropriados na tabela abaixo.

$\frac{\text{mol d X} + \text{mol d Ti}(\text{O}^i\text{Pr})_4}{\text{mol d X}}$	Absorbância
	0,05
	0,25
	0,38
	0,59
	0,48
	0,38
	0,17
	0,02

(2 dígitos após a vírgula)



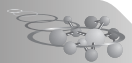
Faça um gráfico mostrando a relação entre $\frac{\text{mol d X}}{\text{mol d X} + \text{mol d Ti (O}^i\text{Pr)}_4}$ e absorvância, no espaço quadriculado abaixo.



$$\frac{\text{mol d X}}{\text{mol d X} + \text{mol d Ti (O}^i\text{Pr)}_4}$$

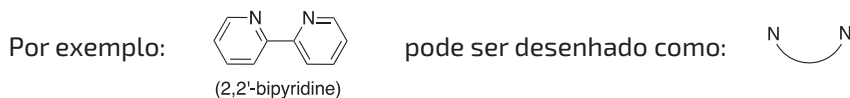
O valor de $\frac{\text{mol d X}}{\text{mol d X} + \text{mol d Ti (O}^i\text{Pr)}_4}$ que maximiza a quantidade de produto **Y** obtido, representa a estequiometria de **X** na fórmula química de **Y**. Baseado no gráfico acima, qual é a razão molar entre Ti:X no complexo **Y**?

A razão molar entre Ti:X no complexo **Y** é



7-A4) O complexo de Ti, **Y**, é hexacoordenado. O espectro de IR de **Y** não mostra uma absorção larga na faixa de 3200–3600 cm⁻¹. **Y** existe como três diastereoisômeros. Ignorando a estereoquímica nos átomos de N, desenhe claramente as estruturas de todos os três diastereoisômeros.

Note que você não precisa desenhar a estrutura completa do ligante. Identifique somente os átomos doadores envolvidos na coordenação com o titânio e a cadeia entre os átomos doadores pode ser desenhada como mostrado abaixo:



****Se você não obteve a estrutura de **X** em 7-A2), use o símbolo abaixo para representar o ligante **X** (**A** e **Z** são átomos doadores):**

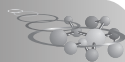


Diastereoisômero 1:

Diastereoisômero 2:

7-A5) Sob certas condições a reação mostrada na **equação 1** fornece somente um diastereoisômero de **Y**. Uma vez que as estruturas de **Y** são “fixadas” (sem movimento intramolecular), o espectro de RMN ¹H de **Y** em CDCl³ mostra quatro singletos em δ 1,25, 1,30, 1,66, e 1,70 correspondentes aos grupos *terc*-butilas. Desenhe a estrutura do único diastereoisômero possível de **Y**.

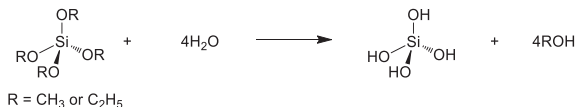
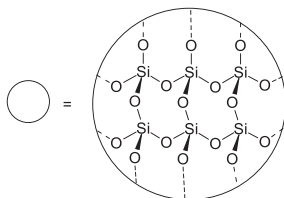
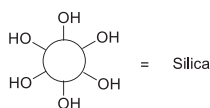
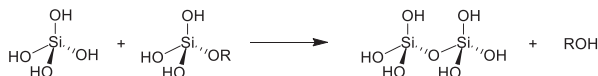
(Você não precisa desenhar a estrutura completa do ligante. Identifique somente os átomos doadores envolvidos na coordenação e a cadeia entre esses átomos pode ser desenhada como mostrado em **7-A4)**)

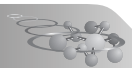
**Problema 8****5% da nota final**

Problema 8 5% da nota final	A					Total
	A1	A2	A3	A4	A5	
Pontuação máxima	6	5.5	3	4	1.5	20
Pontuação obtida						

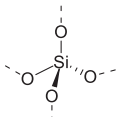
Problema 8: Superfície da sílica

A sílica existe em várias formas, como amorfa e cristalina. A sílica pode ser sintetizada através do processo sol-gel utilizando-se alcóxidos de silício como tetrametoxissilano (TMOS) e tetraetoxissilano (TEOS) como detalhado abaixo:

a. Hidrólise**b. Condensação com eliminação de água****c. Condensação com eliminação de álcool**



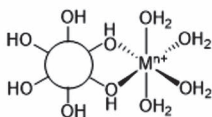
No interior da sílica, todos os átomos de silício estão tetraedricamente ligados a quatro átomos de oxigênio que formam uma rede sólida tridimensional. A "vizinhança química" do silício encontrado no interior da sílica é apresentada abaixo:



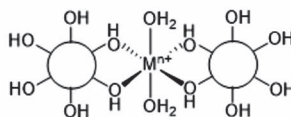
8-A1) Três tipos de "vizinhanças químicas" para os átomos de silício (semelhante ao exemplo acima) são comumente observadas na **superfície** da sílica. As estruturas desses três tipos de "vizinhanças químicas" para o silício devem ser **desenhadas** nas caixas fornecidas.



A sílica pode ser usada como um adsorvente eficaz de íons metálicos em água. A estrutura proposta para o complexo metal-sílica é a seguinte:



I

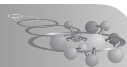


II

8-A2) Depois que o Cu^{2+} é adsorvido, a cor da sílica muda de branco para azul pálida. O espectro visível mostra uma banda larga de absorção (com um ombro) em $\lambda_{\text{max}} = 550 \text{ nm}$. Sabendo que o Cu^{2+} pode se ligar à sílica e adotar uma estrutura semelhante a **II**, desenhe o diagrama do desdobramento dos orbitais d do íon Cu^{2+} , identificando todos os orbitais d no complexo, e **especifique** a(s) transição(ões) eletrônica(s) correspondente(s) para a absorção que ocorre no visível.

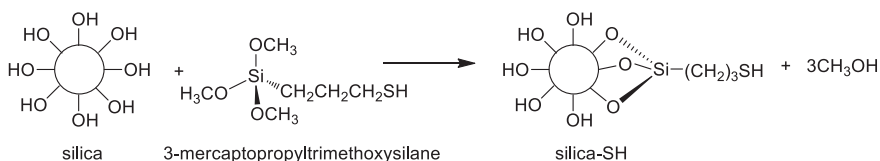
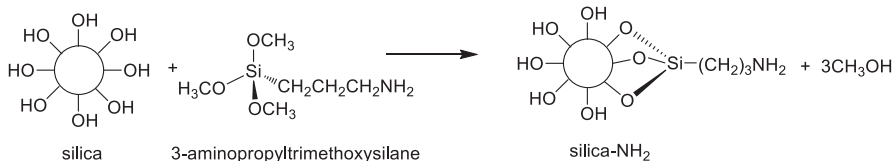
Diagrama de desdobramento:

A(s) correspondente(s) transição(ões) eletrônica(s) (indique o orbital d de menor energia e o orbital d de maior energia):



8-A3) Se os íons da primeira série dos metais de transição formam complexos com a sílica análogos ao de Cu^{2+} , qual(is) desse(s) íon(s) metálico(s) apresenta(m) transição(ões) eletrônica(s) análoga(s) ao do Cu^{2+} ? O(s) íon(s) metálico(s) deve(m) estar no estado de oxidação +2 ou +3. Por favor, considere que os grupos silanol (Si-OH) e a água são ligantes de campo fraco.

Contudo, a sílica se liga aleatoriamente a vários tipos de íons metálicos. Para aumentar a seletividade, modificações na superfície da sílica são realizadas através de enxertos com várias moléculas orgânicas como o 3-aminopropiltrimetoxissilano (3-aminopropyltrimethoxysilane) e 3-mercaptopropiltrimetoxissilano (3-mercaptopropyltrimethoxysilane).



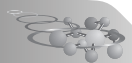
8-A4) Se Hg^{2+} está ligado apenas ao enxofre nos sítios da sílica-SH, formando um complexo **simétrico** de $[\text{Hg}(\text{sílica-SH})_2]^{2+}$, desenhe a estrutura do $[\text{Hg}(\text{sílica-SH})_2]^{2+}$, especificando a direção das ligações nos eixos, e desenhe o correspondente desdobramento dos orbitais d . (Você pode usar R-SH em vez de desenhar toda a estrutura da sílica-SH.)

A estrutura:



Diagrama de desdobramento dos orbitais d :





8-A5) Marque verdadeiro ou falso para as seguintes afirmações:

a) A transição *d-d* é encontrada em $[(\text{Hg}(\text{silica-SH})_x)]^{2+}$.

☐

Verdadeiro

☐

Falso

b) Espera-se que o $[(\text{Cu}(\text{silica-NH}_2)_x)]^{2+}$, com geometria semelhante, tenha uma cor similar a de outros aminocomplexos de cobre(II).

☐

Verdadeiro

☐

Falso

c) No espectro de absorção no visível, o \square_{max} de $[(\text{Cu}(\text{silica-NH}_2)_x)]^{2+}$ é maior que o de $[(\text{Cu}(\text{silica-OH})_x)]^{2+}$.

☐

Verdadeiro

☐

Falso

Problema 9

6% da nota final

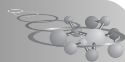
Problema 9 6% da nota final	A			Total
	A1	A2	A3	
Pontuação máxima	6	6	11	23
Pontuação obtida				

Problema 9: Rumo ao desconhecido

9-A1) O composto orgânico **A** é **quiral** e contém somente três elementos, apresentando peso molecular (arredondado) igual a 149.

O espectro de RMN ^1H para o composto **A** exhibe, dentre vários outros picos, três tipos de hidrogênios aromáticos, e seu espectro de RMN ^{13}C exhibe 8 (oito) sinais, dos quais, 4 (quatro) se encontram na faixa entre 120-140 ppm.

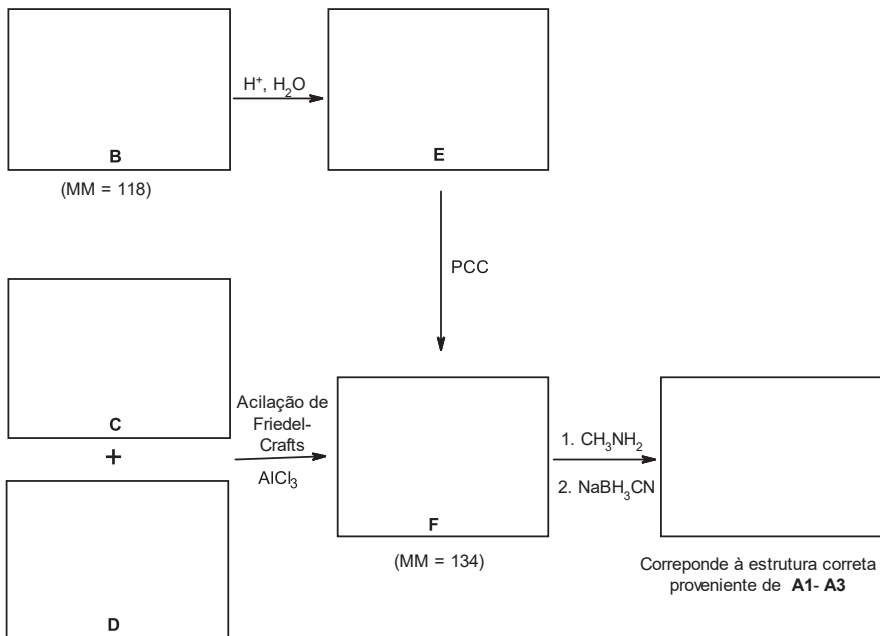
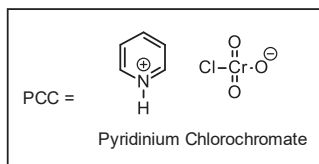
O composto **A** pode ser preparado reagindo um composto carbonilado com metilamina, seguido de NaBH_3CN . Escreva todas as possíveis fórmulas es-

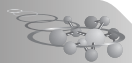


truturais para o composto **A**. Não é necessário evidenciar sua estereoquímica e estereoisômeros **não devem** ser incluídos em sua resposta.

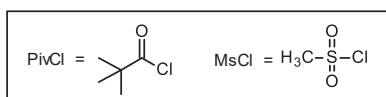
A1	A2	A3
-----------	-----------	-----------

9-A2) Um dos isômeros de posição do composto ^A (estrutura **A1**, **A2** ou **A3**) pode ser sintetizado a partir do composto **B** ou a partir de **C** e **D**, como mostrado no esquema abaixo. Escreva a fórmula estrutural para os compostos **B-F** e para o isômero de posição do composto **A**.

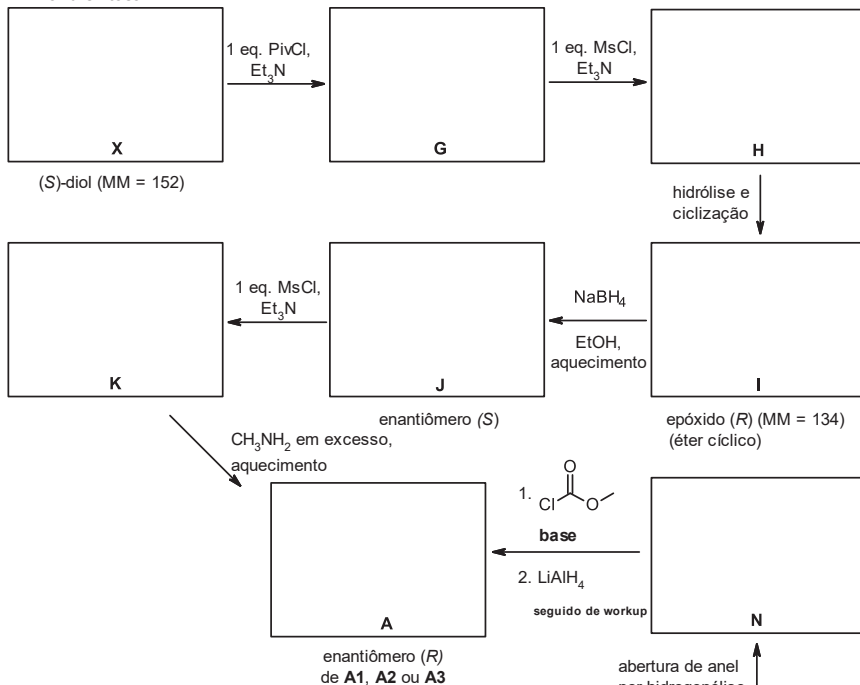




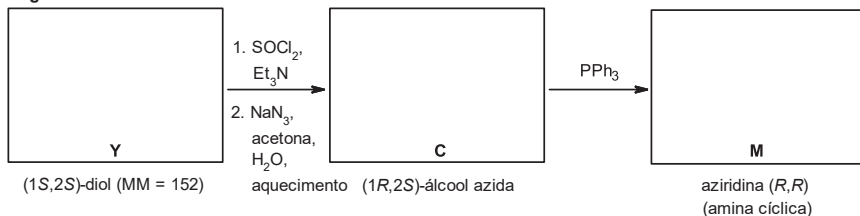
9-A3) O composto **A** é o isômero **R** de uma das estruturas **A1-A3**. Ele pode ser preparado a partir dos dióis vicinais **X** e **Y** como mostrado no esquema abaixo. Ambos os dióis são isômeros estruturais e cada estrutura contém um carbono a menos que o composto **A**. Escreva a fórmula estrutural dos compostos **G-N**, **X**, **Y** e para o isômero **R** do composto **A**. Você deve evidenciar a estereoquímica de todos os compostos.

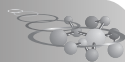


Primeira síntese:



Segunda síntese:



**Problema 10****7% da nota final**

Problema 10 7% da nota final	A			Total
	A1	B1	B2	
Pontuação máxima	20.5	4	5.5	30
Pontuação obtida				

Problema 10: Síntese total de alcaloides

Alcaloides são uma classe de produtos naturais contendo átomos de nitrogênio. Sua complexidade estrutural e potente atividade biológica têm despertado bastante atenção. Dois exemplos representativos de *alcaloides* — *sauristolactam* e *pancratistatin* — são ilustrados nas questões abaixo.

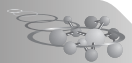
Parte A

Sauristolactam apresenta excelente atividade citotóxica frente a várias linhagens de células cancerígenas. Ela pode ser sintetizada a partir da rota sintética abaixo. (Os espectros de RMN ^1H foram obtidos em CDCl_3 , 300 MHz)

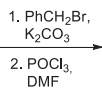
10-A1) Desenhe as estruturas A-G apresentadas na sequência abaixo. Informe suas respostas nos campos em branco a seguir.



Exame Teórico



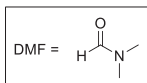
49th IChO



A



O produto possui dois anéis aromáticos:
um anel monossustituído e
um anel tetrassustituído com dois singletos
no RMN ^1H



B

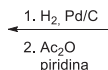
Forte absorção IR na região de
 $1725\text{--}1700\text{ cm}^{-1}$ e uma banda larga
de absorção IR
de $3300\text{ a }2500\text{ cm}^{-1}$



E



D

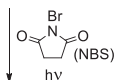


C

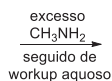
Sinais de RMN ^1H de toda a molécula:
7,59 (s, 1H), 3,88 (s, 3H),
3,87 (s, 3H), 2,68 (s, 3H),
2,35 (s, 3H)

Sinais de RMN ^1H na região de 0-6 ppm,
além daqueles da região dos aromáticos:
3,87 (s, 3H), 3,84 (s, 3H),
2,63 (s, 3H), 2,31 (s, 3H)

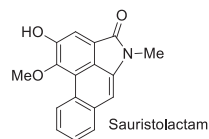
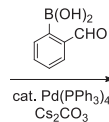
Forte absorção IR na região
de $1750\text{--}1735\text{ cm}^{-1}$



F

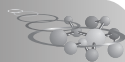


G



$\text{C}_{12}\text{H}_{12}\text{Br}_2\text{O}_5$
Sinais de RMN ^1H de toda a molécula:
7,74 (s, 1H), 5,19 (s, 2H),
3,93 (s, 3H), 3,91 (s, 3H),
2,36 (s, 3H)

$\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{BrNO}_3$
Sinais de RMN ^1H de toda a molécula:
7,40 (s, 1H), 4,22 (s, 2H),
3,98 (s, 3H), 3,19 (s, 3H)
e um próton deslocado por D_2O

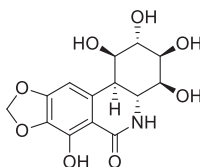


Estruturas **A-G**.

A	B
C	D
E	F
G	

Parte B

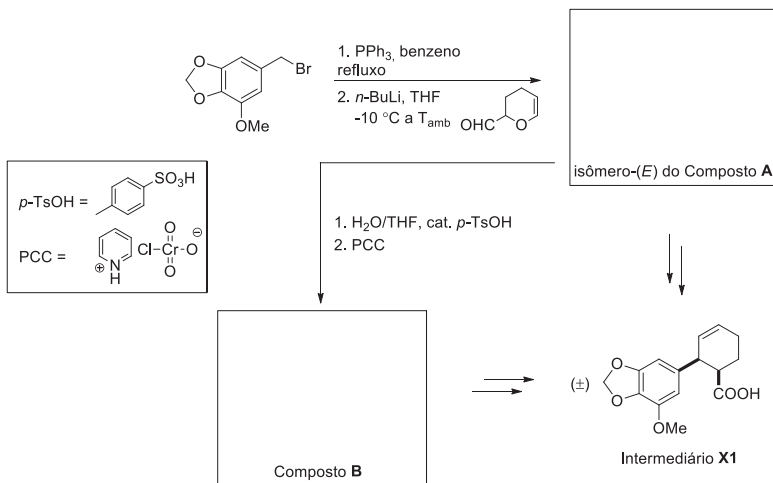
Pancratistatin, isolada de uma planta nativa do Havaí chamada "*spider lily*", exibe uma potente atividade inibitória sobre o crescimento de células cancerígenas, tanto *in vitro* como *in vivo*, além de uma excelente atividade antiviral.



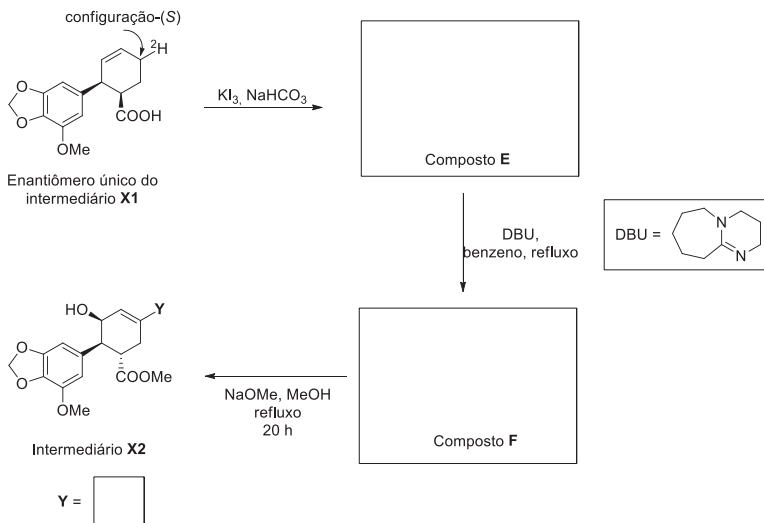
Pancratistatin

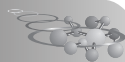
Pancratistatin pode ser sintetizada com sucesso via intermediários **X1** e **X2**. A síntese destes intermediários é mostrada nos esquemas a seguir.

10-B1) Desenhe as estruturas de **A** e **B**.



10-B2) O intermediário **X1** (um enantiômero único com estereoquímica evidenciada em sua estrutura) está marcado com deutério com configuração conforme indicado em sua estrutura. Proponha uma estrutura 3D com conformação cadeira para o composto **E**, e a estrutura do composto **F**, evidenciando sua estereoquímica. O átomo **Y** trata-se do hidrogênio (^1H) ou deutério (^2H)?





Problema 11

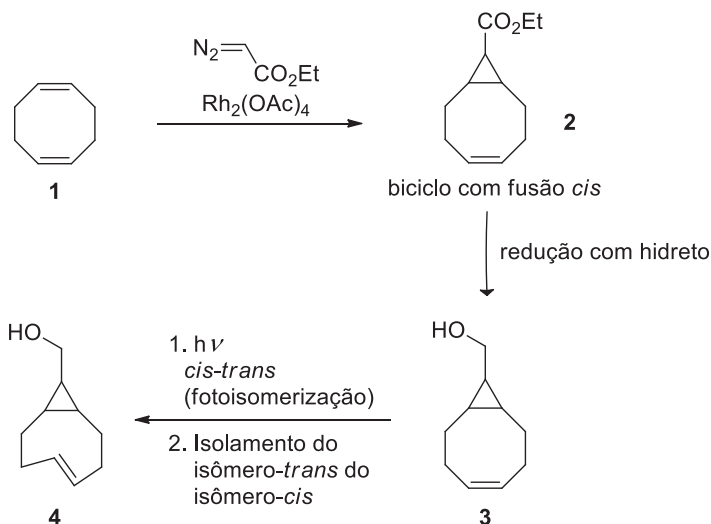
2% da nota final

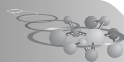
Problema 11 2% da nota final	A		Total
	A1	B1	
Pontuação máxima	10	2	12
Pontuação obtida			

Problema 11: Torção (Twist) & Quiralidade

trans-Cicloocteno apresenta um plano quiral e uma alta barreira energética para racemização. A ligação dupla do *trans*-cicloocteno encontra-se torcida (*twisted*), e como resultado, a molécula apresenta uma reatividade incomum em reações de cicloadição.

Em 2011, Fox e colaboradores desenvolveram uma síntese fotoquímica para vários derivados do *trans*-cicloocteno. O processo não apresenta controle estereoquímico e a rota sintética é apresentada abaixo.





11-A1) Desenhe todos os estereoisômeros possíveis para o composto **3** que poderiam ser obtidos a partir da redução do composto **2**. Não é necessário indicar a configuração *R/S*.

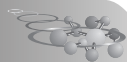
11-A2) Se um dos estereoisômeros do composto **3** for convertido no composto **4**, quantos estereoisômeros do composto **4** serão obtidos?

Número de estereoisômeros possíveis para o composto **4** =

Se existir mais de um estereoisômero, é possível separar os estereoisômeros obtidos do composto **4** a partir de cromatografia aquiral?

☐ Sim

☐ Não

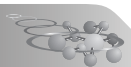


Bonding the World with Chemistry" 49th INTERNATIONAL CHEMISTRY OLYMPIAD

Nakhon Pathom, THAILAND

Instruções Gerais

- **Páginas:** Esse caderno contém 37 páginas para exame experimental (incluindo as folhas de resposta). Há um total de 3 práticas – Prática 1A, Prática 1B e Prática 2.
- **Leitura do Exame:** Os estudantes terão 15 minutos para a leitura desse caderno de exame antes dos experimentos serem iniciados. A versão oficial em inglês desse caderno de exame está disponível apenas para consulta a fim de dirimir eventuais dúvidas.
- **Tempo de Exame:** Os estudantes terão um tempo total de 5 horas para completar todas as práticas do exame. Quando planejar o seu trabalho, perceba que alguns passos necessitam de 20 a 30 minutos.
- **Início/fim:** Os estudantes devem começar assim que for dado o **comando "START"** e devem parar o seu trabalho imediatamente quando o **comando "STOP"** for anunciado.
 - O supervisor irá avisar quando faltarem 30 minutos para o **comando "STOP"**.
 - O atraso em parar a prática após o **comando "STOP"** já anunciado há **1 minuto** levará ao cancelamento de seu exame prático.
 - Após o **comando "STOP"** ser anunciado, coloque seus papéis do exame dentro do envelope do exame e aguarde em seu espaço no laboratório. O supervisor de laboratório deve vir pegar os seus papéis de exame e seus itens a serem avaliados, bem como verificar o seu espaço de laboratório.
- **Segurança:** Você deve seguir as regras de segurança fornecidas no regulamento da IChO. Enquanto estiver no laboratório, você deve usar os óculos de segurança. Seus óculos pessoais podem ser usados se o su-



pervisor autorizar. Você deve usar as luvas fornecidas quando manusear reagentes ou substâncias químicas.

- Se você infringir as regras de segurança dos regulamentos da IChO, você receberá somente **1 (UMA) ADVERTÊNCIA** do supervisor de laboratório. Qualquer infração posterior à primeira advertência resultará em expulsão do laboratório e nota zero em todo o exame experimental.
- Não é permitido comer e beber no laboratório.
- **Questão de segurança: Pipetar com a boca é estritamente proibido.**
- Não hesite em perguntar ao seu assistente ou supervisor de laboratório se você tiver qualquer dúvida em relação às questões de segurança. Informe ao seu supervisor quando necessitar sair do laboratório em uma pausa para o banheiro ou para o lanche.

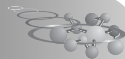
■ **Espaço de trabalho:** Somente lhe é permitido trabalhar no espaço designado para você. Espaços e equipamentos compartilhados devem ser limpos após o uso.

■ **Recarga e reposição de produtos químicos:** Reagentes e vidrarias, a menos que seja observado, não estão sujeitos à recarga e reposição. Reagentes e vidrarias serão recarregados ou repostos sem penalidade somente no primeiro incidente. Cada incidente posterior resultará na retirada de 1 ponto dos 40 pontos do exame experimental.

■ **Descarte:** Deixe todos os reagentes e vidrarias em seu espaço de trabalho. Sobras de reagentes devem ser descartados em recipiente designado para cada prática.

■ **Folhas de resposta:** Todos os resultados e respostas devem estar claramente escritos no espaço apropriado nas folhas de resposta para pontuação. Somente respostas escritas com caneta serão pontuadas.

- Escreva o seu código de estudante em cada página.
- Use somente as canetas providenciadas para você.
- Qualquer coisa escrita fora da área apropriada nas folhas de resposta não serão pontuadas. Você pode usar o verso das folhas como rascunho.
- Para qualquer cálculo, use somente a calculadora fornecida.



- **Mantenha-se hidratado durante o exame experimental:** Bebidas e lanches são fornecidos na parte de fora do laboratório.
- **O espectrofotômetro UV deve ser compartilhado entre você e um outro estudante.**

Durante as primeiras 2 horas, seu uso é livre. Você deve esperar até que o outro estudante termine. Você não pode usar o espectrofotômetro por mais de 1 hora. (Mais que isso você será solicitado a parar e deixar o outro estudante usá-lo).

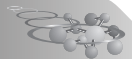
Você pode voltar ao espectrofotômetro se ele estiver livre. Organize o seu trabalho para não desperdiçar tempo esperando.

Tempo	09:00-10:00	10:00-11:00	11:00-12:00	12:00-13:00	13:00-14:00
Alocação	Livre	Livre	L	R	Livre

L = estudante do lado esquerdo do espectrofotômetro.

R = estudante do lado direito do espectrofotômetro.

Você tem o direito de trabalhar as práticas em qualquer ordem.



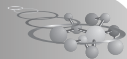
Prática 1A

Reagentes e equipamentos (Prática 1A).

I. Reagentes e materiais (o rótulo real de cada um é dado em negrito)

	Códigos de risco e segurança
Solução para calibração de instrumento (Instrument Check solution), 80 cm ³ em um recipiente plástico	
Solução de indicador de alaranjado de metila (Methyl orange indicator solution) $2,00 \times 10^{-4}$ mol dm ⁻³ , 30 cm ³ em um recipiente de vidro de boca larga.	H301
Solução de indicador azul de bromotimol (Bromothymol blue indicator solution) $1,00 \times 10^{-3}$ mol dm ⁻³ , 30 cm ³ em um recipiente de vidro de boca larga.	H226
Solução de indicador vermelho de metila (Methyl red indicator solution), 10 cm ³ em um recipiente de vidro de boca larga.	H225-H319-H371
HCl 1 mol dm ⁻³ , 30 cm ³ em um recipiente plástico	H290-H314-H335
NaOH 1 mol dm ⁻³ , 30 cm ³ em um recipiente plástico	H290-H314
Solução tampão (Buffer Solution A), 110 cm ³ em um recipiente plástico	
Solução desconhecida X (Unknown solution X), 50 cm ³ em um recipiente plástico	
Solução desconhecida Y (Unknown solution Y), 50 cm ³ em um recipiente plástico	
Solução desconhecida Z (Unknown solution Z), 50 cm ³ em um recipiente plástico	

^aVeja a página 35 para as definições de códigos de risco e segurança



II. Equipamentos e vidrarias

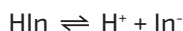
Equipamentos compartilhados	Quantidade
Espectrofotômetro UV-visível	1 para cada 2 estudantes
Vidrarias individuais	Quantidade
Béquer, 25 cm ³	2
Balão volumétrico, 25,00 cm ³	9
Pipeta graduada, 2,00 cm ³	2
Proveta, 10,0 cm ³	3
Pipeta de Pasteur	6
Bulbo de borracha para pipeta de Pasteur	6
Pipetador de borracha (ou pera)	1
Bandeja para pipetas	1
Tubos de ensaio (13 x 100 mm)	6
Estante para tubos de ensaio	1
Cubeta plástica, caminho óptico = 1,00 cm	1
Recipiente de descarte, 1 dm ³	1
Conjunto de etiquetas em saco com zíper	1

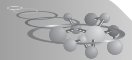
Prática 1A 13%	a		b			c		Total
	a1	a2	b1	b2	b3	c1	c2	
Pontuação máxima	12	2	6	1	1	2	2	26
Pontuação obtida								

13% da Nota Total da IChO

Prática 1A: Indicador ácido-base e sua aplicação para a medida de pH

Indicadores ácido-base são ácidos (ou bases) fracas que exibem diferentes colorações quando estão presentes em solução nas suas formas ácida (HIn, cor 1) ou básica (In⁻, cor 2). Eles sofrem a seguinte reação em solução aquosa diluída.





$$\begin{aligned}A^{\lambda_1}_{\text{total}} &= A^{\lambda_1}_{\text{HIn}} + A^{\lambda_1}_{\text{In}^-} \\&= \varepsilon^{\lambda_1}_{\text{HIn}} b[\text{HIn}] + \varepsilon^{\lambda_1}_{\text{In}^-} b[\text{In}^-] \\A^{\lambda_2}_{\text{total}} &= A^{\lambda_2}_{\text{HIn}} + A^{\lambda_2}_{\text{In}^-} \\&= \varepsilon^{\lambda_2}_{\text{HIn}} b[\text{HIn}] + \varepsilon^{\lambda_2}_{\text{In}^-} b[\text{In}^-]\end{aligned}$$

À medida que o pH de uma solução contendo o i

ndicador muda, o equilíbrio mostrado acima será deslocado para os reagentes (HIn) ou produtos (In⁻), causando a mudança de coloração da solução de acordo com as concentrações de cada uma das formas presentes. Em solução fortemente ácida, a maior parte do indicador estará presente na forma HIn (cor 1), e em solução fortemente básica, a maior parte do indicador estará presente na forma In⁻ (cor 2). Em valores de pH intermediários, a solução será uma mistura da cor 1 (absorção no comprimento de onda 1) e da cor 2 (absorção no comprimento de onda 2), dependendo das quantidades relativas de HIn e In⁻ presentes.

Pelo monitoramento dos valores de absorbância em 2 comprimentos de onda, as concentrações de HIn e In⁻ podem ser calculadas pelas expressões seguintes:

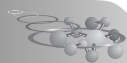
$$\begin{aligned}A^{\lambda_1}_{\text{total}} &= A^{\lambda_1}_{\text{HIn}} + A^{\lambda_1}_{\text{In}^-} \\&= \varepsilon^{\lambda_1}_{\text{HIn}} b[\text{HIn}] + \varepsilon^{\lambda_1}_{\text{In}^-} b[\text{In}^-] \\A^{\lambda_2}_{\text{total}} &= A^{\lambda_2}_{\text{HIn}} + A^{\lambda_2}_{\text{In}^-} \\&= \varepsilon^{\lambda_2}_{\text{HIn}} b[\text{HIn}] + \varepsilon^{\lambda_2}_{\text{In}^-} b[\text{In}^-]\end{aligned}$$

onde b é caminho óptico da solução e ε a absorvividade molar.

Em certo valor de pH, as quantidades relativas de HIn e In⁻ na solução estão relacionadas à constante de dissociação ácida (K_a) do indicador, como mostrado na equação a seguir:

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{In}^-]}{[\text{HIn}]}$$

Assim sendo, para um valor fornecido de pH, a constante de dissociação ácida (K_a) do indicador pode ser calculada quando as quantidades relativas de HIn e de In⁻ na solução são conhecidas.

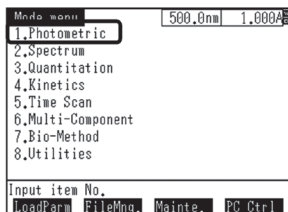


Procedimento Experimental

Instruções para uso do espectrofotômetro

1. Ajuste o espectrofotômetro para medir a absorbância em um comprimento de onda desejado seguindo o procedimento mostrado no diagrama.
2. Limpe a parte externa da cubeta contendo água destilada e insira a cubeta no compartimento de amostra (*sample compartment*).
3. Ajuste o zero de absorbância usando água.
4. Remova a cubeta, e substitua a água da cubeta pela amostra em solução a ser analisada. Tome o cuidado para eliminar as bolhas e limpe o exterior da cubeta antes de colocá-la no compartimento de amostra (*sample compartment*).
5. Leia o valor para a absorbância da amostra.

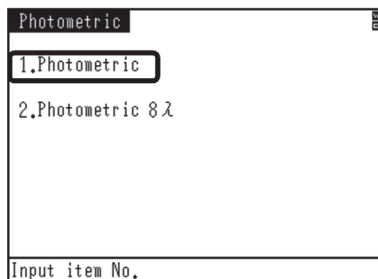
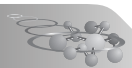
Nota: Quando mudar o comprimento de onda, tome o cuidado de ajustar o zero de absorbância usando “água”.



Passo 1: Pressione 1

Pressione o número 1 no teclado (Keypad) para selecionar o modo “Photometric”

Nota: Se o menu principal não for mostrado na tela (Screen) como na figura à esquerda, aperte [return] no teclado (Keypad)



Passo 2: Pressione 1

Pressione o número 1 "Photometric" no teclado (Keypad) para selecionar o modo de comprimento de onda único.



Passo 3: Defina o comprimento de onda

Pressione o botão **[GO TO WL]** no teclado (Keypad) para selecionar o comprimento de onda

Pressione os números no teclado (Keypad)

Nota: Por exemplo, se o comprimento de onda desejado for 432, pressione 4 3 2 no teclado (Keypad).

Pressione **[ENTER]** no teclado (Keypad)

[GO TO WL] → 4 3 2 → [ENTER]

Nota: Se a Abs não for mostrada na tela (Screen), pressione [F1] no teclado (Keypad) para mudar entre %T e Abs



Enxague com água deionizada (DI water) →

Preencha a cubeta com a solução até cerca de $\frac{3}{4}$ de sua altura e seque-a com papel

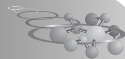


Passo 4: Obtenha o valor da absorbância

Coloque a cubeta contendo água no compartimento da amostra (*Sample compartment*) e pressione **[AUTO ZERO]** no teclado.

Coloque a cubeta contendo a solução-amostra no compartimento da amostra (*Sample compartment*) para medir a absorbância.

Repita os passos 3-4 para medir a absorbância em outros comprimentos de onda



Informações Gerais

Em HCl 0,1 mol dm⁻³, os indicadores estão todos na forma ácida (HIn).

Em NaOH 0,1 mol dm⁻³, os indicadores estão todos na forma básica (In⁻).

Não haverá pontuação para a resposta nos quadros de linha pontilhada.

NOTA:

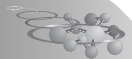
É sugerido aos estudantes checar o espectrofotômetro antes de usá-lo, pela medida dos valores de absorbância da solução de verificação do instrumento (*Instrument Check solution*) em dois comprimentos de onda diferentes, 430 nm e 620 nm.

Espectrofotômetro No. _____ foi usado durante o experimento.

Anote os valores de absorbância da solução de verificação do instrumento (Instrument Check solution).

	A (430 nm)	A (620 nm)
Valor Medido	-----	-----
Valor-Guia	0,220 – 0,260	0,450 – 0,510

Caso os valores medidos estejam dentro dos valores-guia, você poderá proceder com o restante do experimento. Caso contrário, solicite assistência.



Parte a

Medidas de absorvância do indicador ácido-base alaranjado de metila (methyl orange) em ácido forte e em base forte

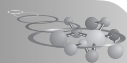
1. Pipete 1,50 cm³ da solução do **indicador alaranjado de metila (methyl orange indicator)** 2,00 x 10⁻⁴ mol dm⁻³ em um balão volumétrico de 25,00 cm³, adicione 2,5 cm³ de HCl 1 mol dm⁻³ dentro do balão e complete o volume com água destilada. Anote as absorvâncias a 470 nm e 520 nm.
2. Pipete 2,00 cm³ da solução do **indicador alaranjado de metila (methyl orange indicator)** 2,00 x 10⁻⁴ mol dm⁻³ em um balão volumétrico de 25,00 cm³, adicione 2,5 cm³ de NaOH 1 mol dm⁻³ dentro do balão e complete o volume com água destilada. Anote as absorvâncias a 470 nm e 520 nm.
3. Calcule as absorvidades molares a 470 nm e 520 nm das formas ácidas e básicas do **alaranjado de metila (methyl orange)**.

a1) Anote os valores de absorvância do alaranjado de metila (*methyl orange*) em soluções ácida e básica.

(Você não precisa preencher a tabela toda.)

Alaranjado de metila na forma ácida	A (470 nm)	A (520 nm)
Medida 1		
Medida 2		
Medida 3		
Valor aceito (3 dígitos após a vírgula)	_____	_____

Alaranjado de metila na forma básica	A (470 nm)	A (520 nm)
Medida 1		
Medida 2		
Medida 3		
Valor aceito (3 dígitos após a vírgula)	_____	_____



a2) Calcule as absorptividades molares das formas ácida e básica do alaranjado de metila (*methyl orange*) (unidades, $\text{dm}^3 \text{mol}^{-1} \text{cm}^{-1}$)

As absorptividades molares das formas ácida e básica de alaranjado de metila são as seguintes: (unidades, $\text{dm}^3 \text{mol}^{-1} \text{cm}^{-1}$)

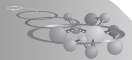
Aloarajado de metila	forma ácida (HIn)		forma básica (In ⁻)	
	$\epsilon^{470}\text{HIn}$	$\epsilon^{520}\text{HIn}$	$\epsilon^{470}\text{In}^-$	$\epsilon^{520}\text{In}^-$

Parte b

Medidas de absorbância do indicador ácido-base azul de bromotimol (bromothymol blue) em solução tampão

O indicador azul de bromotimol é um indicador ácido-base que apresenta cor amarela quando ele está presente na sua forma ácida (HIn) e apresenta a cor azul quando ele está presente na sua forma básica (In⁻). A absorção máxima do azul de bromotimol na sua forma ácida é a 430 nm e a da sua forma básica é a 620 nm. As absorptividades molares do azul de bromotimol na sua forma ácida são $16600 \text{ dm}^3 \text{mol}^{-1} \text{cm}^{-1}$ a 430 nm e $0 \text{ dm}^3 \text{mol}^{-1} \text{cm}^{-1}$ a 620 nm. As absorptividades molares do azul de bromotimol na sua forma básica são $3460 \text{ dm}^3 \text{mol}^{-1} \text{cm}^{-1}$ a 430 nm e $38000 \text{ dm}^3 \text{mol}^{-1} \text{cm}^{-1}$ a 620 nm.

1. Pipete $1,00 \text{ cm}^3$ da solução do **indicador azul de bromotimol (bromothymol blue indicator)** $1,00 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ em um balão volumétrico de $25,00 \text{ cm}^3$, e complete o volume usando a solução A. (Nota: a solução A é uma solução tampão de $\text{pH} = 7,00$)
2. Anote as absorbâncias a 430 nm e 620 nm.
3. Calcule as concentrações da forma ácida e da forma básica da solução de **azul de bromotimol (bromothymol blue indicator)** no balão volumétrico.
4. Calcule a constante de dissociação ácida do **azul de bromotimol (bromothymol blue)**.



b1) Anote os valores de absorbância do azul de bromotimol na solução tampão

Azul de bromotimol na solução tampão	A (430 nm)	A (620 nm)
Medida 1		
Medida 2		
Medida 3		
Valor aceito (3 dígitos após a vírgula)	_____	_____

b2) Calcule as concentrações da forma ácida e da forma básica do indicador azul de bromotimol na solução resultante.

As concentrações da forma ácida e da forma básica do azul de bromotimol na solução resultante são as seguintes:

$[\text{HIn}], \text{mol dm}^{-3}$	$[\text{In}^{-}], \text{mol dm}^{-3}$
_____ (3 algarismos significativos)	_____ (3 algarismos significativos)

b3) Calcule a constante de dissociação ácida do azul de bromotimol a partir deste experimento.

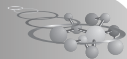
A constante de dissociação ácida do azul de bromotimol a partir deste experimento é:

Constante de dissociação ácida = _____ (3 algarismos significativos)

Parte c

Determinação do pH da solução usando o indicador ácido-base vermelho de metila (methyl red)

O vermelho de metila é um indicador que apresenta cor rosa-avermelhado quando ele está presente na sua forma ácida (HIn) e apresenta cor amarela



quando ele está presente na sua forma básica (In^-). As absorptividades molares do vermelho de metila na sua forma ácida são $9810 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ a 470 nm e $21500 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ a 520 nm. As absorptividades molares do vermelho de metila na sua forma básica são $12500 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ a 470 nm e $1330 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ a 520 nm. O pK_a do vermelho de metila é 4,95.

Nota: Não é necessário medir o volume usado nesta parte com exatidão, uma vez que isto não afeta a exatidão dos resultados obtidos.

1. Encha um tubo de ensaio até um quarto com a solução X de pH desconhecido. Adicione três gotas do **vermelho de metila (methyl red)** dentro da solução e misture completamente. Anote a cor.
2. Encha um tubo de ensaio até um quarto com a solução Y de pH desconhecido. Adicione três gotas do **vermelho de metila (methyl red)** dentro da solução e misture completamente. Anote a cor.
3. Encha um tubo de ensaio até um quarto com a solução Z de pH desconhecido. Adicione três gotas do **vermelho de metila (methyl red)** dentro da solução e misture completamente. Anote a cor.

Anote a cor do indicador nas soluções-amostras (sem pontuação)

indicador	Cor observada		
	na amostra X	na amostra Y	na amostra Z
Vermelho de metila			

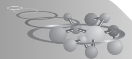
c1) Dentre as três soluções-amostra, selecione aquela que pode ter o pH determinado espectrofotometricamente usando o vermelho de metila como indicador.

☐ Amostra X

☐ Amostra Y

☐ Amostra Z

4. Use uma proveta para transferir 10 cm³ da solução desconhecida selecionada para um béquer. Adicione três gotas do indicador **vermelho de metila (methyl red)** dentro da solução e misture completamente. Anote a absorbância a 470 nm e a 520 nm.



5. Calcule a razão entre as concentrações da forma básica e da forma ácida do **vermelho de metila (methyl red)** na solução.
6. Calcule o pH da solução desconhecida selecionada.

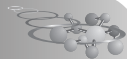
Anote os valores de absorbância da solução resultante

solução desconhecida selecionada	A (470 nm)	A (520 nm)

- c2)** Calcule a razão entre as concentrações da forma básica e da forma ácida do **vermelho de metila (methyl red)** na solução desconhecida e o valor de pH da solução desconhecida.

A razão entre as concentrações da forma básica e da forma ácida do vermelho de metila (methyl red) na solução desconhecida e o valor de pH da solução desconhecida são:

Amostra	$[\text{In}^-] / [\text{HIn}]$	pH
	<div>----- (3 algarismos significativos)</div>	<div>----- (3 algarismos significativos)</div>



Prática 1B

Reagentes e equipamentos (Prática 1B)

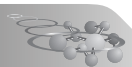
I. Reagentes e materiais (em negrito está escrito o que contém no rótulo)

	Códigos de risco e segurança ^a
Solução A - Solution A (KIO_3 10.7042 g in 5.00 dm ³), 60 cm ³ em um recipiente de plástico.	H272-H315-H319-H335
Solução B (Solution B) (solução saturada de $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$), 50 cm ³ em um recipiente de plástico.	H272-H315-H319-H335
Solução C (Solution C) ($\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$ saturado em solução diluída de KIO_3 de concentração desconhecida), 50 cm ³ em um recipiente de plástico.	H272-H315-H319-H335
Solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 200 cm ³ , em um recipiente de plástico	
Solução de KI 10% (m/v), KI 10% (w/v), 100 cm ³ , em um recipiente de plástico.	H300-H330-H312-H315-H319-H335
HCl 1 mol dm ⁻³ , 100 cm ³ , em um recipiente de plástico.	H290-H314-H335
Solução de amido 0,1% (m/v), Starch solution 0,1% (w/v), 30 cm ³ , em um recipiente conta-gotas de vidro.	
Água destilada (Distilled water), 500 cm ³ em uma Pisseta.	
Água destilada (Distilled water), 1000 cm ³ em um galão de plástico.	

^aVeja a página 35 para a definição de Códigos de risco e segurança

II. Equipamentos e Vidrarias

Vidrarias Individuais	Quantidade
Béquer, 100 cm ³	2
Béquer, 250 cm ³	1
Erlenmeyer, 125 cm ³	9
Pipeta volumétrica, 5,00 cm ³	2
Pipeta volumétrica, 10,00 cm ³	1
Proveta, 10,0 cm ³	1
Proveta, 25,0 cm ³	2
Pipeta de Pasteur	1



Bulbo de borracha para pipeta de Pasteur	1
Funil de vidro, 7,5 cm de diâmetro	2
Funil de plástico, 5,5 cm de diâmetro	1
Papel de filtro em uma bolsa com zíper	3
Bureta, 50,0 cm ³	1
Suporte e Garra para bureta	1
Argola ou anel de suporte	2

Prática 1B	a			b			c			Total
	a1	a2	a3	b1	b2	b3	c1	c2	c3	
Pontuação máxima	1	5	1	6	1	2	6	1	3	26
Pontuação obtida										

13% da Nota Total da IChO

Problema 1B: Iodato de cálcio

O iodato de cálcio é um sal inorgânico composto por íons de cálcio e iodato. $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$ é moderadamente solúvel em água. O equilíbrio é estabelecido entre o sal não dissolvido e a solução saturada do sal.

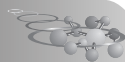


Os dados de titulação serão usados para determinar a concentração de íons iodato em uma solução saturada de $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$ e, em seguida, para determinar o valor de Kps para $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$.

A concentração de íon iodato será determinada, na presença de iodeto de potássio (KI), por titulação com uma solução padrão de tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$). O amido será usado como indicador.

A "Parte a" está associada à padronização do $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. A "Parte b" é a determinação do Kps do $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$.

Na "Parte c", o $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$ sólido é dissolvido numa solução diluída de KIO_3 de concentração desconhecida. Após repouso por 3 dias, o equilíbrio também é estabelecido entre o sal não dissolvido e a solução saturada do sal. A concentração de íon iodato será determinada usando o mesmo método titulométrico e, em seguida, usada para calcular a concentração da solução diluída de KIO_3 .

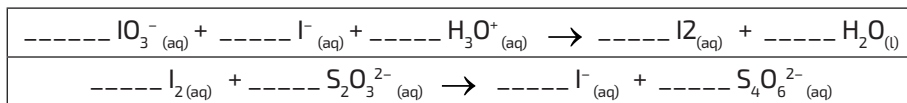


Parte a

Padronização do $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

1. Preencha a bureta com a solução $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.
2. Pipete $10,00 \text{ cm}^3$ da solução padrão de KIO_3 (fornecida como solução A: $10,7042 \text{ g}$ de KIO_3 em $5,00 \text{ dm}^3$) para um Erlenmeyer. Adicione 10 cm^3 de KI 10% (m/v) e 10 cm^3 de HCl 1 mol dm^{-3} ao Erlenmeyer. A solução deve se tornar marrom escura à medida que o I_2 é formado.
3. Titule com solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ até a mistura se tornar amarelo pálida. Adicione 2 cm^3 de solução de amido 0,1% (m/v). A solução deve ficar azul escura. Titule cuidadosamente até o ponto final incolor. Anote o volume da solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

a1) Balanceie as equações químicas relevantes.



a2) Anote o volume da solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

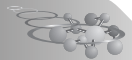
(Você não precisa preencher a tabela inteira)

	Número da Titulação		
	1	2	3
Leitura inicial da solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, cm^3 , na bureta			
Leitura final da solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, cm^3 , na bureta			
Volume consumido da solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, cm^3			

Volume aceito, cm^3 ; $V_1 =$

a3) Calcule a concentração da solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Concentração de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, mol dm^{-3} : _____ (responda com 4 dígitos após a vírgula)



(Se você não conseguir encontrar a concentração de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, use a concentração de $0,0700 \text{ mol dm}^{-3}$ para os cálculos adicionais.)

Parte B**Determinação do Kps de $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$**

1. Você recebeu o filtrado de uma solução saturada de $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$ filtrada (Solução B).
2. Pipete $5,00 \text{ cm}^3$ do filtrado (Solução B) para um Erlenmeyer. Adicione 10 cm^3 de KI 10% (m/v) e 10 cm^3 de HCl 1 mol dm^{-3} ao Erlenmeyer.
3. Titule com solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ até a mistura se tornar amarelo pálida. Adicione 2 cm^3 de solução de amido 0,1% (m/v). A solução deve ficar azul escura. Titule cuidadosamente até o ponto final incolor. Anote o volume da solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

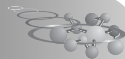
b1) Anote o volume da solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

(Você não precisa preencher a tabela inteira)

	Número da Titulação		
	1	2	3
Leitura inicial da solução $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, cm^3 , na bureta			
Leitura final da solução $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, cm^3 , na bureta			
Volume consumido da solução $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, cm^3			
Volume aceito, cm^3 ; $V_2 =$			

b2) Calcule a concentração da solução de IO_3^- na solução B.

Concentração de IO_3^- , mol dm^{-3} : _____ (responda com 4 dígitos após a vírgula)



b3) Calcule o valor do Kps para o $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$.

Kps para o $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$ = _____ (responda com 3 algarismos significativos)

(Se você não conseguir encontrar o Kps, use o valor 7×10^{-7} para os cálculos adicionais.)

Parte C

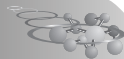
Determinação da concentração da solução desconhecida de KIO_3 diluída

1. Você possui o filtrado de uma solução saturada de $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$ dissolvida em solução diluída de KIO_3 de concentração desconhecida. A solução foi previamente filtrada. (fornecida como solução C).
2. Pipete $5,00 \text{ cm}^3$ do filtrado (solução C) para um Erlenmeyer. Adicione 10 cm^3 de KI 10% (m/v) e 10 cm^3 de HCl 1 mol dm^{-3} ao Erlenmeyer.
3. Titule com solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ até a mistura se tornar amarelo pálido. Adicione 2 cm^3 de solução de amido 0,1% (m/v). A solução deve ficar azul escura. Titule cuidadosamente até o ponto final incolor. Anote o volume da solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

c1) Anote o volume da solução $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

(Você não precisa preencher a tabela inteira)

	Número da Titulação		
	1	2	3
Leitura inicial da solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, cm^3 , na bureta			
Leitura final da solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, cm^3 , na bureta			
Volume consumido da solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, cm^3			



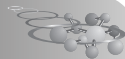
Volume aceito, cm³; $V_3 =$

c2) Calcule a concentração de IO_3^- na solução C.

Concentração de IO_3^- , mol dm⁻³: _____ (responda com 4 dígitos após a vírgula)

c3) Calcule a concentração da amostra diluída de KIO_3 de concentração desconhecida.

Concentração de KIO_3 , mol dm⁻³: _____ (responda com 4 dígitos após a vírgula)



Prática 2

Reagentes e Equipamentos (Prática 2).

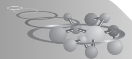
I. Materiais e reagentes

Reagentes	Identificado como (Rótulo)	Códigos de riscos e segurança
Pentan-3-ona (MM = 86,13 g/mol), ~0,86 g ^b em um recipiente	A	H225-H319-H335-H336
<i>p</i> -clorobenzaldeído (MM = 140,57 g/mol), ~3,5 g ^c em um recipiente	B	H302-H315-H319-H335
Etanol , 200 cm ³ em uma pisseta	Ethanol	H225-H319
Solução aquosa de NaOH 2 mol dm ⁻³ , 25 cm ³ em um frasco	2N NaOH	H290-H314

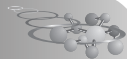
^a **Ver página 35 para definição sobre Códigos de riscos e segurança**

^b Você deverá pesar o tubo contendo a pentan-3-ona instantes antes de utilizá-la. O valor exato pode ser calculado baseado na informação fornecida no rótulo.

^c O valor exato encontra-se indicado no rótulo.

**II. Equipamentos e vidrarias**

Equipamentos compartilhados	Quantidade
Balança	12 por laboratório
Bomba de vácuo (aspirador de água)	2 por bancada
Caixa de isopor com gelo	1 por fileira (pode ser recarregado)
Equipamentos individuais	Quantidade
Agitador com aquecimento e sensor de temperatura (<i>temperature probe</i>)	1
Suporte universal	1
Garra	2
Balão de fundo redondo, 100 cm ³	1
Proveta, 25 cm ³	1
Proveta, 50 cm ³	1
Condensador de ar (<i>air condenser</i>)	1
Cuba de vidro, 250 cm ³ (<i>crystallizing dish</i>)	1
Erlenmeyer, 125 cm ³	2
Kitassato, 250 cm ³	1
Funil de Buchner, 25 cm ³	1
Vidro de relógio	1
Pipeta de Pasteur (conta gotas)	5
Bulbos de borracha para conta gotas	2
Borracha de sucção para funil	1
Suporte de borracha para o balão	1
Barra magnética	1
Papel de filtro	3 (acondicionado em um saco plástico)
Espátula	1
Bastão de vidro	1
Pinça	1
Clipe de plástico (<i>Plastic joint clips</i>)	1
Pisseta (com EtOH)	1 (pode ser recarregado)



Luvas	2 (se necessário, pode-se trocar o tamanho)
Toalhas	2
Clipe metálico (<i>paper clip</i>)	1
Recipiente denominado "Waste Task 2", 500 cm ³	1
Frasco rotulado "Student code" para acondicionamento do produto	1
Óculos de proteção	1

Prática 2	a			b	Total
	a1	a2	a3	b1	
Pontuação máxima	2	2	2	18	24
Pontuação obtida					

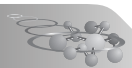
14% da Nota Total da IChO

Prática 2: Construindo um esqueleto carbônico

A estrutura de moléculas orgânicas é essencialmente baseada na cadeia carbônica. A formação de ligações carbono-carbono desempenha um papel crucial na construção de estruturas complexas a partir de reagentes de partida mais simples. Nesse sentido, transformações sintéticas que conduzem à formação de ligações carbono-carbono têm sido historicamente alvo de bastante interesse. Neste experimento, você irá produzir uma estrutura mais elaborada a partir dos reagentes comerciais *p*-clorobenzaldeído e pentan-3-ona.

Notas importantes:

- Etanol pode ser recarregado sem qualquer penalidade.
- Todos os procedimentos de pesagem requerem a verificação por parte do supervisor de laboratório. Ele precisará assinar a folha de resposta do estudante a fim de proceder à correção. Não serão pontuados valores que não tiverem sido verificados pelo supervisor.
- Um total de 18 pontos desta questão é referente à qualidade (pureza) e quantidade do material produzido. **Se o produto não for submetido ao**



avaliador, o estudante não receberá qualquer pontuação referente a esta parte do exame.

- Técnicas de RMN-¹H e de determinação de ponto de fusão serão utilizadas pelo avaliador para verificar a qualidade (pureza) do seu produto.

Parte a

1. Pegue o frasco contendo pentan-3-ona (**A**) (Código Axxx, por exemplo: A305) e retire o lacre (parafilme) de vedação. Pese o frasco com a tampa. Assinale o peso na folha de resposta da questão a1.
2. Prepare um banho de água (banho maria), preenchendo com água a cuba de vidro de 250 cm³, e aqueça o sistema até 55±2 °C. Coloque o clipe metálico no banho maria e deixe-o agitando de modo que o calor possa ser distribuído igualmente no sistema.
3. Certifique-se de que uma barra magnética tenha sido colocada no balão de fundo redondo de 100 cm³. Transfira para o balão a pentan-3-ona (rotulada como **A**) pesada previamente e o *p*-clorobenzaldeído (rotulado como **B**). Adicione 50 cm³ de etanol à mistura e agite até dissolução de todo o material.
4. Meça 15 cm³ da solução de NaOH (rotulada como **2N NaOH**) 2 mol dm⁻³ usando uma proveta e adicione à mistura reacional. Tome cuidado para não molhar a junção esmerilhada do balão com a solução de NaOH.
5. Monte o sistema reacional de acordo com a **Figura 1**. O balão deve ser colocado no banho maria, que deve estar na temperatura de 55±2°C. Encaixe o condensador ao balão utilizando um clipe de plástico (*plastic joint clip*). Mantenha a mistura reacional sob aquecimento e agitação durante 30 minutos, dentro do banho maria.

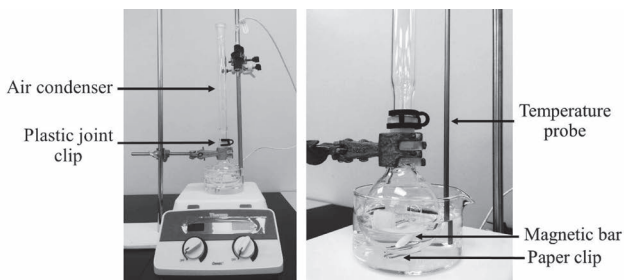
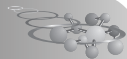


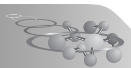
Figura 1: Montagem do sistema reacional em banho maria.



6. Remova o balão do banho maria e o coloque sob o suporte de borracha em formato de anel. (**Tome cuidado! O balão deve estar quente!**)
7. (**Importante**) Retire o sensor de temperatura do aquecedor/agitador a fim de evitar o aquecimento demasiado da chapa metálica durante as etapas de recristalização. Após desencaixar o sensor, informe o supervisor e o entregue a ele.
8. Prepare o banho de gelo, substituindo a água quente contida na cuba de vidro, de 250 cm³, por gelo e uma pequena quantidade de água. Coloque o balão no banho de gelo a fim de resfriar o sistema reacional. Nesse momento, deverá ser observada a formação de um precipitado. (**Sugestão:** se você não observar a formação de qualquer precipitado em 5 minutos, atrite as paredes do balão com um bastão de vidro. Isso deve induzir a precipitação.)
9. Mantenha a mistura reacional resfriando por aproximadamente 20 minutos a fim de permitir a precipitação completa do seu material.
10. Monte o sistema de filtração a vácuo de acordo com a **Figura 2**. Conecte o kitassato à bomba de vácuo (aspirador de água). Conecte o funil de Buchner, juntamente com a borracha de vedação, no kitassato. Coloque um papel de filtro no centro do funil. Filtre o precipitado através de sucção (vácuo) e lave-o com uma pequena quantidade de etanol gelado. Deixe ainda o sistema de vácuo ligado durante 2-3 minutos para a secagem do produto.



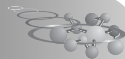
Figura 2: Montagem do sistema de filtração à vácuo.



11. Desconecte o vácuo (antes de desligar a bomba de vácuo). Leve o seu equipamento e material de volta para o seu local de trabalho e deixe a área comum limpa. Colete o precipitado (produto impuro) obtido do papel de filtro e transfira-o para um frasco Erlenmeyer. **Tome cuidado para não raspar demais o papel de filtro, pois você pode obter pequenos pedaços de papel como contaminante.** Você deve ainda lavar com etanol o funil de Buchner, pois ele será utilizado novamente mais tarde.
12. Coloque o etanol em um Erlenmeyer separado e aqueça-o suavemente utilizando o aquecedor, na marca de 100 a 120 °C. **Por gentileza, antes de aquecer, certifique-se que o sensor de temperatura foi retirado da chapa aquecedora (aquecedor).**
13. Recristalize o produto utilizando etanol. Se preferir, você pode seguir o procedimento abaixo:

Adicione uma pequena quantidade de etanol quente ao frasco contendo o produto impuro enquanto agita o sistema. Continue a adição de pequenas quantidades de etanol quente (agitando após cada adição) até que o sólido esteja completamente dissolvido. Durante o processo de dissolução, você deve deixar sempre o frasco quente, mantendo-o sob o aquecedor. **Tome cuidado, pois o frasco estará quente.** Você pode utilizar papel toalha ou uma toalha para segurar o frasco enquanto o agita. Quando a dissolução estiver completa, coloque o frasco contendo o material dissolvido na bancada e deixe-o em repouso até resfriar a temperatura ambiente. Um produto cristalino deverá ser observado. Caso contrário, você pode fazer atrito nas paredes do frasco, utilizando um bastão de vidro, para induzir a cristalização. Por fim, coloque o frasco no banho de gelo para completar a cristalização.

14. Filtre à vácuo o produto cristalizado (veja na etapa 10 o protocolo de filtração à vácuo) e lave o produto com pequena quantidade de etanol gelado. Deixe o precipitado sob vácuo por 2-3 minutos. Desconecte o vácuo. Deixe o produto purificado secar ao ar, na bancada, por pelo menos 15 minutos.
15. Pese o recipiente (sem tampa) rotulado com seu código de estudante. Anote o valor na folha de resposta da questão a1.
16. Transfira o produto recristalizado para o recipiente pré-pesado. Determine e anote a massa do produto purificado na folha de resposta da questão a1.
17. Complete a informação no rótulo do recipiente do produto. Coloque na

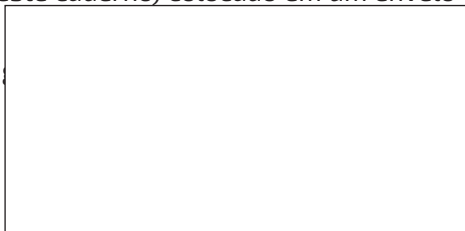


bancada o frasco contendo o produto. O supervisor pegará seu recipiente e assinará na folha de resposta da questão b, após o comando "STOP". O estudante também deverá assinar a folha de resposta da questão b para obter pontuação. Uma vez que ambos, estudante e supervisor, tenham assinado, coloque o recipiente no saco plástico com zíper e entregue para ser avaliado para pontuação.

Os seguintes itens devem ser deixados na bancada:

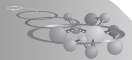
- O caderno exame/respostas (este caderno) colocado em um envelope de exame
- O frasco rotulado com o "código" e as respostas completas.

O Supervisor colocará um rótulo aqui, quando os compostos forem aleatoriamente distribuídos:



Axxx (Por exemplo: A567) =	Código do recipiente contendo pentan-3-ona
Tarado (com tampa):	Massa do (recipiente + rótulo + tampa) antes da adição da pentan-3-ona
Bxxx (Por exemplo: B567) =	Código do recipiente contendo <i>p</i> -clorobenzaldeído
Peso líquido:	Massa do <i>p</i> -clorobenzaldeído

a1) Use a informação fornecida no rótulo acima, junto com seus dados experimentais para fazer seus cálculos. Escreva todos os resultados na tabela abaixo.



Massa de pentan-3-ona mais o recipiente fornecido
(pese com a tampa) = _____

*A assinatura do supervisor é requerida para a pontuação

Massa de pentan-3-ona = _____

Massa de p-clorobenzaldeído (copiar do rótulo): _____

Massa do recipiente (vazio e sem tampa) para o produto: _____

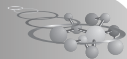
*A assinatura do supervisor é requerida para a pontuação

Massa do recipiente (sem tampa) com o produto recristalizado: _____

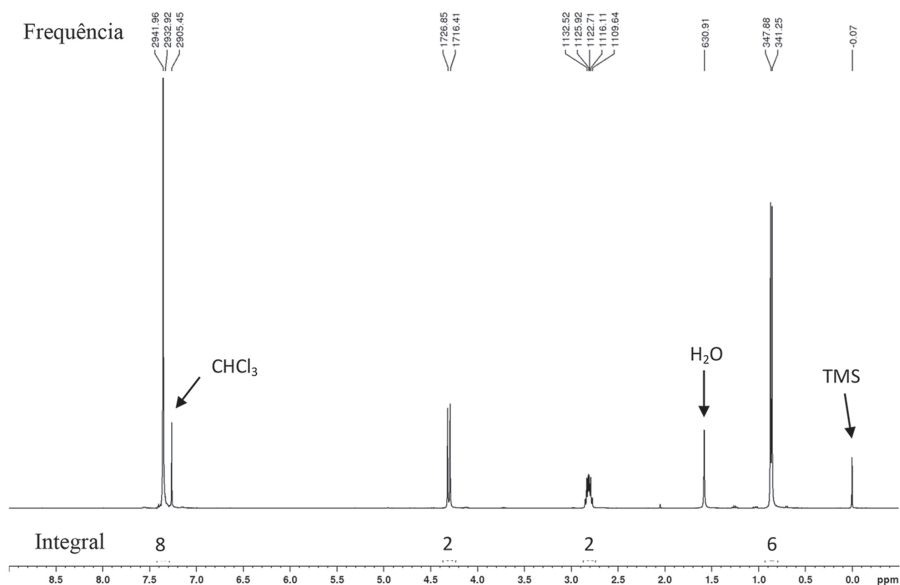
*A assinatura do supervisor é requerida para a pontuação

Massa do produto recristalizado: _____

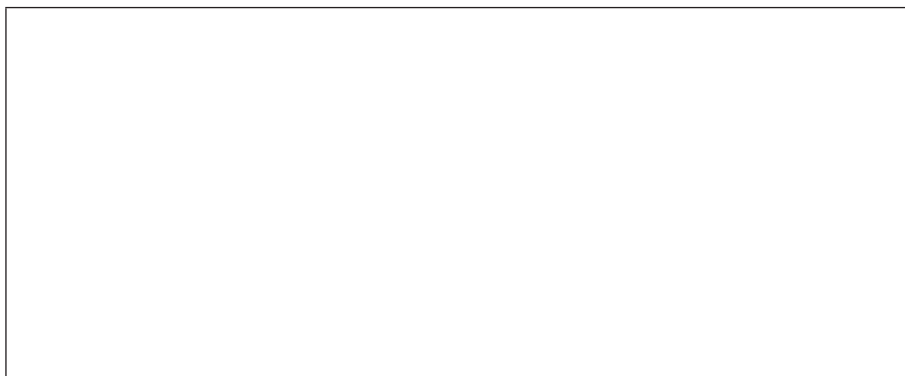
a2) Escreva as estruturas de 4 compostos aromáticos plausíveis, que podem ser obtidos nesta reação, excluindo estereoisômeros.

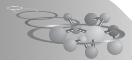


a3) Dado abaixo o espectro de RMN ^1H (em CDCl_3 , 400 MHz) do produto, escreva a estrutura do mesmo.



Integrais são para todos os hidrogênios presentes na molécula.





Parte b

b1) O produto que você entregar ao supervisor será caracterizado e pontuado de acordo com a porcentagem de rendimento e sua pureza. Forneça a informação do produto que você entregou.

Estado:

☐

Sólido

☐

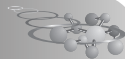
Líquido

Assinatura do Supervisor: _____ (Assinado na entrega do produto)

Assinatura do Estudante: _____ (Assinado na entrega do produto)

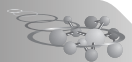
Códigos de riscos e segurança

H225	Líquido e vapor altamente inflamável
H272	Pode intensificar fogo; oxidante
H290	Pode ser corrosivo para metais
H300	Fatal se ingerido
H301	Tóxico se ingerido
H302	Prejudicial se ingerido
H314	Causa severa queimadura na pele e danos aos olhos
H315	Causa irritação da pele
H319	Causa séria irritação nos olhos
H330	Fatal se inalado
H335	Pode causar irritação respiratória
H336	Pode causar sonolência ou tontura
H371	Pode causar danos aos órgãos



RMN ¹H - Deslocamentos Químicos característicos

Tipo de Hidrogênio (R=Alquil, Ar=Aril)	Deslocamento Químico (ppm)	Tipo de Hidrogênio (R=Alquil, Ar=Aril)	Deslocamento Químico (ppm)
(CH ₃) ₄ Si	0 (por definição)		
RCH ₃	0,9	RCH=O	9,5-10,1
RCH ₂ R	1,2-1,4	RCOOH	10-13
R ₃ CH	1,4-1,7	RCOCH ₃	2,1-2,3
RCH ₂ I	3,2-3,3	RCOCH ₂ R	2,2-2,6
RCH ₂ Br	3,4-3,5	RCOOCH ₃	3,7-3,9
RCH ₂ Cl	3,6-3,8	RCOOCH ₂ R	4,1-4,7
RCH ₂ F	4,4-4,5	R ₂ C=CRCHR ₂	1,6-2,6
RCH ₂ NH ₂	2,3-2,9	R ₂ C=CH ₂	4,6-5,0
RCH ₂ OH	3,4-4,0	R ₂ C=CHR	5,0-5,7
RCH ₂ OR	3,3-4,0	RC≡CH	2,0-3,0
RCH ₂ CH ₂ OR	1,5-1,6	ArCH ₃	2,2-2,5
R ₂ NH	0,5-5,0	ArCH ₂ R	2,3-2,8
ROH	0,5-6,0	ArH	6,5-8,5



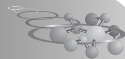
Prova teórica

Problema 1. As células solares e a Química Inorgânica (9 % do total)

Questão	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7.1	1.7.2	Total
Pontos (máximo)	3,5	4	2	1	4	2,5	3	2	22
Pontos (correção)									

Diariamente, a Terra recebe muito mais energia do Sol do que a que é consumida globalmente. Por isso, um dos principais objetivos das pesquisas atuais é direcionado para o uso dessa fonte de energia permanente, a partir de sua conversão eficiente em energia elétrica. O Peru é um dos países que recebe a radiação solar mais intensa do mundo, particularmente, na costa e nas montanhas do centro e do sul, o que o torna uma área ideal para a instalação de usinas solares. As células solares mais comuns têm como principal componente ativo o silício (Si).

- 1.1.** A redução de haletos de silício com Mg, Na ou Zn constitui um processo importante para a produção de silício metálico com pureza suficiente para uso em células solares. Desenhe a molécula de cloreto de silício com a geometria apropriada, indique o ângulo aproximado da ligação, determine se é polar ou apolar e escreva a equação balanceada que representa a sua redução com o magnésio. Inclua os estados de agregação.



Desenhe abaixo a estrutura espacial (tridimensional) da molécula:

Nome da geometria:

Escreva na caixa abaixo a equação da reação:

Marque com X a polaridade do cloreto de silício:

<input type="checkbox"/>	Polar
<input type="checkbox"/>	Apolar (no polar)

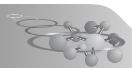
Ângulo(s) de ligação:

- 1.2.** Os halletos de silício, ao contrário dos halletos de carbono, são rapidamente hidrolisados em água. Mostre a reação equilibrada do cloreto de silício com água e marque com X a opção que explica o porque dessa diferença em relação ao carbono.

Escreva abaixo a reação:

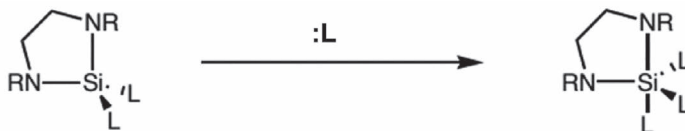
Marque com X a opção mais adequada:

<input type="checkbox"/>	O silício possui orbitais d disponíveis e o carbono não. Esses orbitais d podem ser ocupados pelo par de elétrons do oxigênio da água, o que facilita o ataque nucleofílico e a formação de espécies intermediárias de alto número de coordenação
<input type="checkbox"/>	Osilícioémaior do que o carbono e, portanto, oferece menos impedimento estérico para o ataque nucleofílico da água e para a formação de espécies intermediárias de alto número de coordenação



	Nos haletos, o silício é um ácido de Lewis mais fraco do que o carbono e, portanto, é atacado com mais facilidade pela molécula de água com a qual formará uma espécie intermediária de alto número de coordenação
	Aligação silício-cloro é menos estável do que a ligação silício-oxigênio, enquanto ocorre o oposto com o carbono

1.3. A capacidade do silício de formar compostos estáveis com números de coordenação 5 e 6 permite que ele participe de reações como mostrado abaixo:

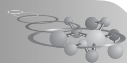


Marque com X a opção que melhor explica por que ocorre a reação e como muda a acidez de Lewis do silício após a reação.

	A reação ocorre pela disponibilidade de orbitais de baixa energia no silício. Após a reação, a acidez diminui.
	A reação ocorre pela disponibilidade de orbitais de baixa energia no silício. Após a reação, a acidez aumenta.
	A reação ocorre pela liberação do estresse estérico no ligante bidentado. Após a reação, a acidez diminui
	A reação ocorre pela liberação do estresse estérico no ligante bidentado. Após a reação, a acidez aumenta.

1.4. O silício forma fortes ligações sigma com O, no entanto, as ligações Si = O são pouco comuns. Marque com X a opção que explica esse comportamento

	Orbital 3p do silício é muito mais volumoso que o 2p do oxigênio, de modo que a sobreposição é menor.
	A interação entre o orbital 3p do silício e o 2p do oxigênio, no eixo internuclear, é deficiente devido à grande diferença de energia entre esses orbitais.
	Todos os elétrons da ligação pi estão localizados em orbitais antiligantes.



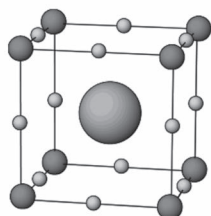
- 1.5. O radioisótopo de silício de maior tempo de meia-vida é ^{32}Si o qual decai para ^{32}P . Marque com um X o modo de desintegração de ^{32}Si e escreva a equação que o representa.

Marque com X o modo de desintegração do ^{32}Si :

<input type="checkbox"/>	Emissão de partícula beta negativa
<input type="checkbox"/>	Emissão de partícula beta positiva
<input type="checkbox"/>	Emissão de partícula alfa
<input type="checkbox"/>	Emissão de um nêutron

Escreva abaixo a equação da reação de desintegração:

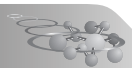
- 1.6. Ao estudar a desintegração de uma amostra de silício contendo traços de ^{32}Si , observou-se que, após 5 anos, por cada milhão de átomos iniciais de ^{32}Si , 22400 átomos foram desintegrados. Determine o tempo de meia-vida de decaimento (em dias) do ^{32}Si (considere 1 ano = 365,25 dias).
- 1.7. Embora o silício seja o componente ativo da maioria das células solares atuais, as preocupações com seu impacto ambiental e altos custos de fabricação levaram à busca de materiais alternativos. Devido à sua excepcional capacidade de absorção de luz, os compostos com estrutura semelhante a perovskita são compostos promissores para uso em células solares, quer como complemento do silício, quer como substitutos possíveis para ele. As perovskitas constituem um grande grupo de compostos, que possuem a estrutura do mineral perovskita, cuja célula unitária cúbica é mostrada abaixo:



O^{2-} (posição X)

Ti^{4+} (posição B)

Ca^{2+} (posição A)



Uma das perovskitas mais promissoras para uso em células solares é $(\text{CH}_3\text{NH}_3)\text{PbI}_3$, onde:

$\text{A} = \text{CH}_3\text{NH}_3^+$, $\text{B} = \text{Pb}^{2+}$ e $\text{X} = \text{I}^-$.

1.7.1. A partir da célula unitária apresentada, determine o número e a geometria de coordenação do Pb^{2+} em relação ao I^- .

Marque com X o número de coordenação:		Marque com X a geometria de coordenação:	
	3		Bipirâmide pentagonal
	4		Tetraédrica
	6		Prisma trigonal
	8		Bipirâmide trigonal
	12		Octaédrica

1.7.2. Determine a quantidade de nêutrons (expressa em moles) do isótopo mais abundante do chumbo ($^{208}\text{Pb} = 52,4\%$ de abundância) presente em 20 g de $(\text{CH}_3\text{NH}_3)\text{PbI}_3$.

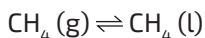
Problema 2 - Gás natural (14 % do total)

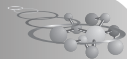
Questão	2.1.1	2.1.2	2.2	2.3	2.4.1	2.4.2	2.4.3	2.5	Total
Pontos (máximo)	6	4	5	15	5	5	5	5	50
Pontos (correção)									

O gás natural é um dos combustíveis que, nos últimos anos, assumiu grande importância na indústria peruana. A produção de gás natural é de tal ordem que uma parte fica destinada para a exportação. Por razões de transporte, o gás natural destinado à exportação requer passar primeiro por um processo de liquefação.

O gás natural, para efeito deste problema, considera-se como metano puro (CH_4) e tem comportamento de gás ideal. Além disso, assuma que ΔH e ΔS não variam com a temperatura.

2.1. O processo de liquefação do gás natural pode ser descrito pela seguinte reação:





2.1.1 Determine os valores das propriedades termodinâmicas, ΔH e ΔS , para a liquefação de um mol de substância, a 25°C e 1 atm.

2.1.2 Calcule a temperatura de ebulição normal do metano. Caso não consiga responder 2.1.1, você poderá usar os seguintes dados: $\Delta H = 16,38 \text{ kJ mol}^{-1}$ e $\Delta S = 146,8 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

2.2. O processo de liquefação do gás natural ocorre quando o metano líquido é obtido a -163°C . **Determine a pressão de vapor de saturação do metano nas condições de liquefação (P_2).** Se você não chegou a um resultado em 2.1.2, utilize 130 K como temperatura de ebulição normal.

2.3. O gás natural liquefeito é armazenado em um tanque cilíndrico cuja parte superior (calota) tem formato semiesférico (ver Fig. 1). Este traçado permite que todo o metano líquido permaneça no tanque cilíndrico e somente o metano gasoso ocupe o volume da calota.

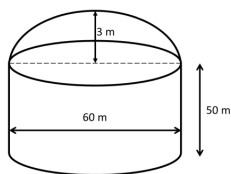
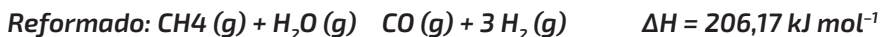


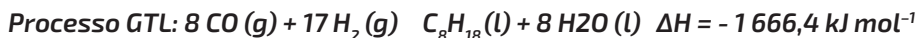
Figura 1. Esquema do tanque de armazenamento do gás natural liquefeito.

Determine a massa de gás natural necessária para encher o tanque (o recipiente cilíndrico e a calota). O tanque encontra-se a -163°C .

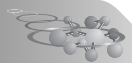
2.4. Uma das aplicações do gás natural é a conversão deste em hidrocarbonetos superiores. Considere o esquema da Figura 2 para a síntese de octano a partir de CH_4 (g) e vapor de água. A primeira etapa deste processo envolve a reação do **Reformado** do metano para produzir gás de síntese ($\text{CO} + \text{H}_2$). Esta reação é endotérmica, e uma parte do metano será usado para gerar a energia necessária para a etapa do reformado. Assuma que ambas as reações apresentam 100 % de rendimento.



Posteriormente, o gás de síntese converter-se-á em octano mediante um processo chamado GTL.



Esta reação é exotérmica, por essa razão, empregar-se-á um sistema externo de refrigeração que utiliza água, H_2O (l), inicialmente a 20°C . Em



função da arquitetura do sistema, necessita-se de **92kg H₂O (l) /kg octano formado**.

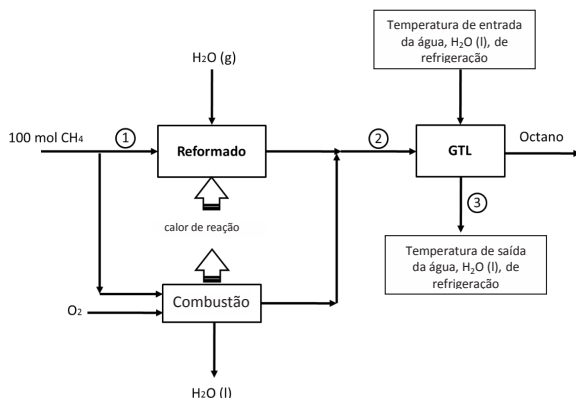


Figura 2. Diagrama de processo para a formação de octano a partir de metano e vapor de água.

Na **posição ①** chegam n moles de metano que necessitam uma certa quantidade de calor para o

Figura 2. Diagrama de processo para a formação de octano a partir de metano e vapor de água.

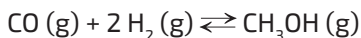
Na **posição ①** chegam n moles de metano que necessitam uma certa quantidade de calor para o processo de reformado. O calor necessário para o reformado provém da combustão de $(100 - n)$ mol de metano.

2.4.1 Determine a quantidade de metano na **posição ①**, em moles.

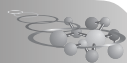
2.4.2 Determine a composição molar da corrente **②**. [Caso não tenha obtido um valor em 2.4.1, use: 50 mol de metano]

2.4.3 Calcule a temperatura da saída da água na **posição ③**. Caso não tenha feito os cálculos anteriores, considere 90 mol de CO e 250 mol de H₂.

2.5. Outro processo GTL no qual emprega-se gás de síntese é a formação de metanol segundo:



A continuação desta reação, foi realizada com um excesso de CO, registrando as seguintes frações molares no equilíbrio: $X_{\text{CO}} = 0,50$ atm, $X_{\text{H}_2} = 0,03$ atm e $X_{\text{CH}_3\text{OH}} = 0,47$ atm, a uma pressão total de equilíbrio de 100 atm. Determine o valor de K_p .

**Preproblema 3. Miscelânea de hidrogênio (8 % do total)**

Questão	3.1	3.2	3.3	3.4	Total
Pontos (máximo)	18	15	13	13	59
Pontos (correção)					

Os seguintes textos contêm informações relevantes para responder às questões colocadas neste problema. Algumas palavras e reações do texto foram omitidas e substituídas por letras. Você deve preencher na caixa correspondente na questão 3.1.

“São conhecidos três isótopos de hidrogênio: __**(a)**__, __**(b)**__ (deutério ou D) e __**(c)**__ (tritio ou T). Embora os efeitos isotópicos sejam maiores em hidrogênio, o que justifica o uso de nomes diferentes para os dois isótopos mais pesados, as propriedades __**(d)**__ de H, D e T são essencialmente idênticas, exceto em questões como velocidades e constantes de equilíbrio das reações. Além disso, são conhecidos diferentes métodos de separação de isótopos. A forma normal do elemento é a molécula ___**(e)**___; as diversas possibilidades são H₂, D₂, T₂, HD, HT e DT.

O hidrogênio presente na natureza contém 0,0156% de deutério, enquanto que o tritio ocorre na natureza apenas em quantidades mínimas, que se acredita serem da ordem de 1 em 10¹⁷.

O tritio é formado nas camadas mais altas da atmosfera, de forma contínua, devido a reações nucleares induzidas por raios cósmicos. Por exemplo, os nêutrons rápidos provenientes de reações de raios cósmicos podem produzir tritio pela reação:

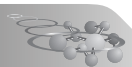


O tritio é radioativo (β⁻, tempo de meia-vida de 12,5 anos) e acredita-se que seja a principal fonte dos pequenos traços de ___**(g)**__ encontrados na atmosfera. Pode ser produzido artificialmente em reatores nucleares, por exemplo, pela reação térmica de nêutrons



e serve como um rastreador em estudos dos mecanismos de reações.”

Adaptado de F. A. Cotton y G. Wilkinson, “Química Inorgânica Avanzada”, Editorial Limusa, México, D.F. (1999).



"A fusão nuclear controlada é uma alternativa atrativa para a __ (i) __ nuclear porque pode produzir quantidades praticamente ilimitadas de energia a partir de recursos prontamente disponíveis e sem impactos ambientais adversos. Em particular, pesquisas estão sendo realizadas para explorar a energia liberada pela fusão entre o deutério e o trítio.



Existe uma grande fonte de __ (k) __ na água do mar, enquanto (l) pode ser obtido como subproduto de outras reações de fusão

A reação em questão produz 17,6 MeV de energia por partícula, correspondendo a __ (m) __ kJ/g de mistura isotópica. Para colocar isso em perspectiva, uma usina de energia convencional produz cerca de 1 GW de __ (n) __ e consome 2,5 milhões de toneladas de carvão por ano. A mesma quantidade de energia produzida pela fusão nuclear consumiria menos de 10 kg de isótopos de hidrogênio, de onde resulta o grande interesse pela pesquisa e desenvolvimento da fusão nuclear"

Adaptado de D.W. Oxtoby, H.P. Gillis y L.J. Butler. "Principles of modern chemistry". Oitava edição. Cengage Learning, 2015.

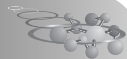
- 3.1. Complete as informações que faltam no texto anterior, escolhendo na lista abaixo, a resposta correta, correspondente a cada uma das letras usadas no texto e escreva nas respectivas caixas de resposta, abaixo de cada letra.

${}^{12}_6\text{C}$	${}^1_0\text{n}$	${}^4_2\text{He}$	${}^1_1\text{H}$	${}^{12}_6\text{C}$	γ	${}^2_1\text{H}$	${}^3_1\text{H}$ ou β^-
reação	química	trítio	sol	calor	entropia	termofusão	neutra
física	gás	trabalho	próton	fusão	deutério	elétrica	excitada
local	estatística	colisão	cinética	heteronuclear	fusão	homonuclear	interação
potência	massa	${}^3_2\text{He}$	${}^3_1\text{H}$	${}^1_1\text{H}$	${}^{23}_{10}\text{Ne}$	$5,9 \times 10^3$	$4,6 \times 10^3$
$7,1 \times 10^{23}$	$1,5 \times 10^{23}$	$8,2 \times 10^3$	$2,7 \times 10^3$	$3,4 \times 10^3$	$8,5 \times 10^3$	$7,9 \times 10^3$	$3,3 \times 10^3$

Escreva a resposta correspondente a cada letra no texto, nos respectivos espaços na tabela abaixo

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)

Mostre os cálculos para (m)



- 3.2.** Com base na informação fornecida pelos textos, indique a porcentagem de trítio que esperaria encontrar em uma amostra após 10, 25 e 50 anos. (O tempo de meia-vida é equivalente ao período de semidesintegração)

Complete a seguinte tabela:

Tempo (anos)	Porcentagem de trítio restante
0	100
10	
25	
50	

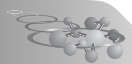
Mostre seus cálculos para, pelo menos, uma das respostas:

- 3.3.** A estrutura eletrônica e a energia de um átomo de H dependem de em qual orbital seu único elétron esteja localizado. Identifique os orbitais correspondentes a $n = 1, 2$ e 3 . Usando a notação (n, l, m) e ordene-os de acordo com sua energia, da mais baixa para a mais alta.
- 3.4.** Entre 1906 e 1914, o físico norte-americano Theodore Lyman (1874-1954) estudou o espectro de emissão de átomos de H excitados eletricamente. Em sua homenagem, o conjunto de transições eletrônicas resultantes da emissão do átomo de H, quando seu elétron transita de um estado eletrônico com $n_{\text{inicial}} \geq 2$ para $n_{\text{final}} = 1$ é chamado de série de Lyman. Cada transição é identificada com uma letra grega. Assim, da energia mais baixa para a mais alta, as primeiras três transições são chamadas Lyman- α , Lyman- β e Lyman- γ .

Use seu conhecimento sobre estrutura eletrônica de H para completar a tabela a seguir:

Transição	Comprimento de onda (nm)	n_{inicial}
Lyman- α		
Lyman- β		
Lyman- γ	97,3	

Mostre abaixo, seus cálculos para os comprimentos de onda:



Problema 4. Buscando “o dourado”... eletroquímico (8 % do total)

Questão	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	Total
Pontos (máximo)	1	4	4	5	6	3	23
Pontos (correção)							

Na galvanotecnia industrial realiza-se deposições metálicas por eletrodeposição. Esse procedimento permite obter objetos com um acabamento estético e brilhante, como é o caso do dourado. Entretanto, o ouro não se eletrodeposita diretamente sobre a base metálica (liga de chumbo-estanho), sem que se realizem algumas operações preliminares que assegurem a formação de uma superfície bem lisa e livre de poros. Por isso, é necessário eletrodepositar, previamente, camadas de cobre e níquel, nesta ordem, a partir de seus respectivos banhos galvânicos, em meio aquoso e em uma faixa de pH entre 2 e 4.

Dados: potenciais padrão de redução:

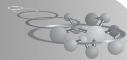
	E^0 / V
$Ni^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Ni^0(s)$	-0,25
$2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$	0,0
$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu^0(s)$	+0,34
$O_2(g) + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$	+1,23
$Au^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Au^0(s)$	+1,50

- 4.1.** Antes de eletrodepositar o ouro, mostre qual dos banhos galvânicos prévios (o de cobre ou o de níquel) necessitará a aplicação externa de um maior potencial elétrico. Você deve responder com as equações adequadas. Justifique sua resposta.
- 4.2.** Considere que o objeto que já tenha a camada de níquel depositada se submerge em uma solução ácida contendo oxigênio dissolvido. Será que ele tende a dissolver a camada deste metal? Escreva as equações corretamente equilibradas para justificar sua resposta.

Mostre as equações adequadas.

Marque a resposta correta com um X

A camada de níquel tenderá a se dissolver?	
	Sim
	Não



- 4.3. Uma vez conseguida a eletrodeposição do ouro, se expõe este recobrimento a uma nova solução ácida com oxigênio dissolvido. Será termodinamicamente favorável dissolver o recobrimento dourado? Escreva as equações corretamente balanceadas que justifiquem sua resposta.

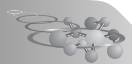
Mostre abaixo as equações adequadas

Marque a resposta correta com um X

O recobrimento dourado tenderá a ser dissolvido?	
	Sim
	Não

- 4.4. Tem-se uma solução aquosa que contém quantidades equimolares ($0,10 \text{ mol L}^{-1}$) de cada um dos seguintes cátions: Cu(II) , Ni(II) e Au(III) . Propõe-se separar tais metais por meio de uma eletrólise com corrente constante de 1 ampère, durante 50 minutos. Mostre a semirreação que indica o metal cuja eletrodeposição será termodinamicamente mais favorável e estime a massa do mesmo, em gramas, que será obtida.
- 4.5. No mesmo experimento da situação apresentada na questão 4.4, qual espécie gasosa será gerada no ânodo, e qual será o volume recolhido (expresso em pés^3) a pressão normal e a 25°C ?
- 4.6. A técnica de eletrodepositar níquel sobre cobre tem como objetivo estabilizar a superfície, que é conseguido quando os metais saturam sua superfície com seus próprios íons. Escreva a notação convencional abreviada da **cela eletroquímica** formada por ambos metais em equilíbrio com seus íons, e selecione qual das seguintes opções fundamenta melhor este recurso técnico de eletrodepositar níquel.

Notação convencional abreviada de cela eletroquímica:	
Marque a opção correta com um X:	
	O níquel é um metal branco e oferece melhor acabamento que o cobre
	O níquel se oxida facilmente, desta forma favorece que o cobre se encontre em sua forma reduzida e se estabilize
	Se o cobre entrar em contato direto com o ouro, o ouro ficaria oxidado e perderíamos parte do valioso metal

**Problema 5 - Quinina (14 % do total)**

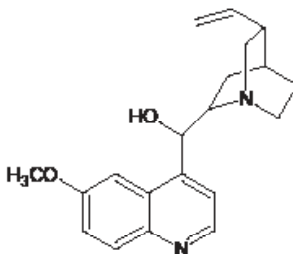
Questão	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	TOTAL
Pontuação máxima	2	11	4	8	6	4	2	37
Pontuação obtida								

A quinina, um alcaloide presente na casca da árvore de quina (que aparece no Escudo Nacional Peruano e que escolhemos como símbolo desta Olimpíada), é usada para prevenir e curar a malária e aparece na lista de Medicamentos Essenciais da Organização Mundial de Saúde. Era conhecida e usada em culturas pré-hispânicas como relaxante muscular e para tratar febre e calafrios. Hoje em dia também é usada como ingrediente da água tônica.

5.1 Abaixo está a estrutura relatada por Woodward e Doering em seu artigo de 1945. Circule os carbonos assimétricos (cada círculo deve conter um único estereocentro para obter uma pontuação) e indique o IDH (índice de deficiência de hidrogênio ou grau de insaturação) para a molécula:

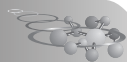
Para um composto de fórmula: $C_c H_h N_n O_o X_x$

Índice de deficiência de hidrogênio = $\frac{1}{2} (2c + 2 - h + n - x)$

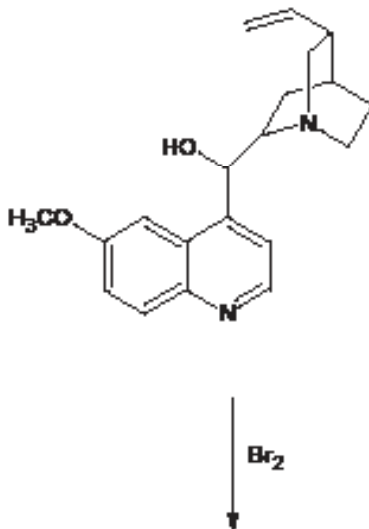


Índice de deficiência de hidrogênio (grau de insaturação) = _____

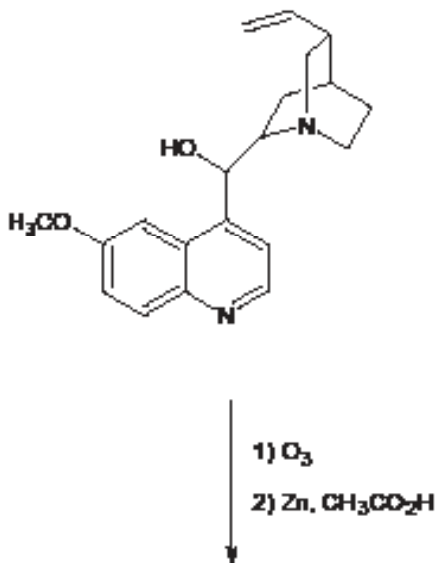
5.2 A estrutura da quinina foi determinada através de reações conhecidas que permitiram a identificação e posicionamento de seus grupos funcionais. Proponha os produtos que se obtém a partir da reação da quinina com os reagentes mostrados a seguir:

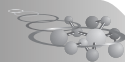


Com bromo:

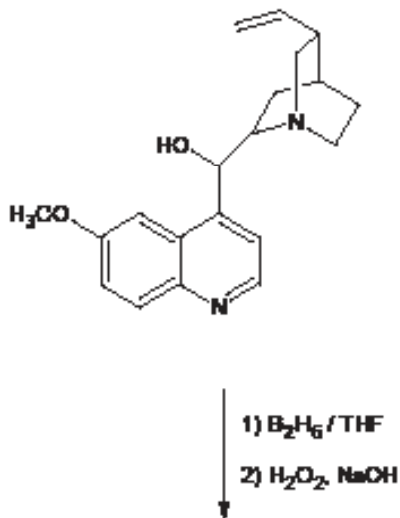


Com ozônio:

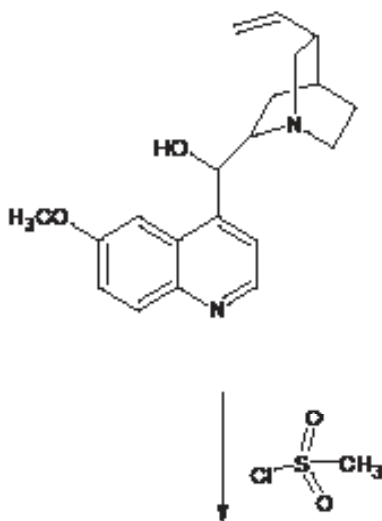


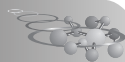


Com 1) B_2H_6 /THF 2) H_2O_2 , NaOH:

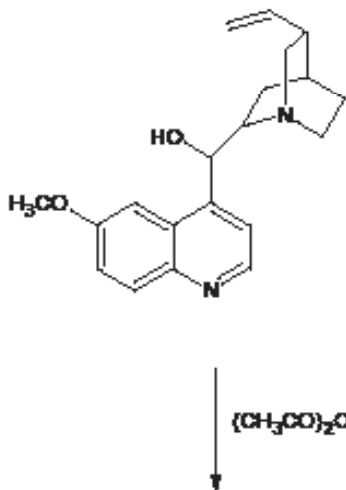


Com cloreto de metila:



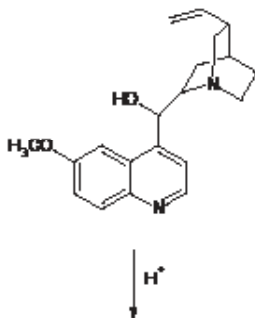


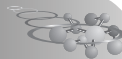
Com anidrido acético:



No **produto obtido** para este último item, **circule o hidrogênio mais ácido** (você pode copiar a molécula embaixo ou realizar sua marcação na estrutura correspondente à sua resposta acima).

- 5.3** Em meio ácido, a quinina reage para formar uma amina secundária através de um intermediário. Desenhe as estruturas para o intermediário e para o produto.





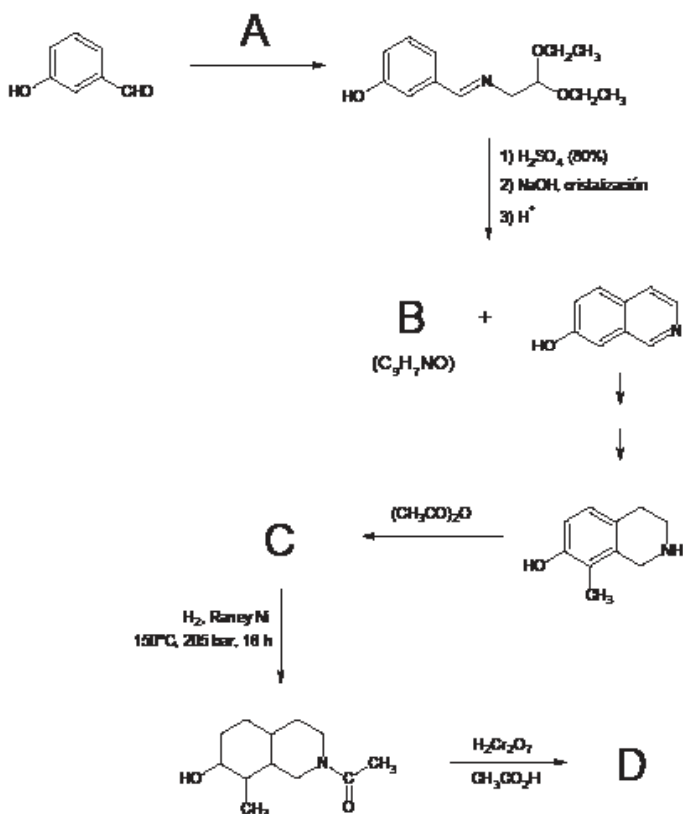
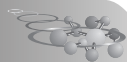
Tautomerização
ceto-enólica



Rumo à síntese da quinina:

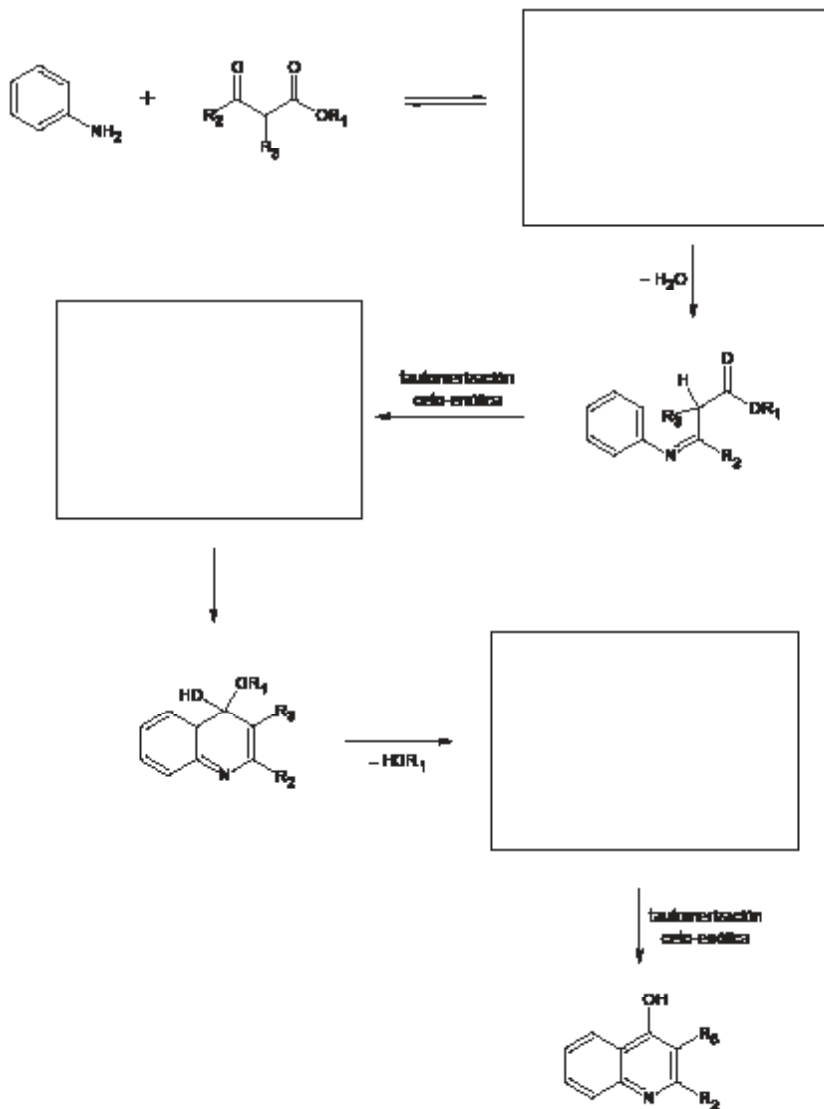
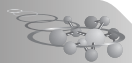
Em 1944 e 1945, Woodward e Doering publicaram alguns artigos reivindicando a síntese total da quinina, que envolveu inúmeras e complicadas reações orgânicas. Abaixo estão algumas partes das rotas propostas:

5.4. A rota abaixo mostra uma alternativa para a formação dos anéis aromáticos da quinina. Desenhe a estrutura do produto e reagentes faltantes (A, B, C e D):

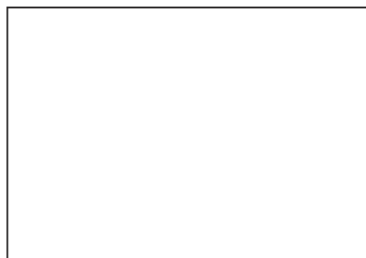
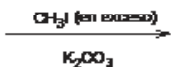
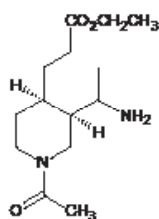
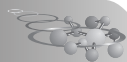


A:	B:
C:	D:

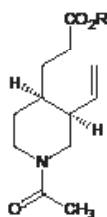
5.5 Outra alternativa para a formação da parte aromática da quinina baseia-se na reação de uma anilina (ou derivados) com um cetoéster. Complete as estruturas que faltam no mecanismo proposto para esta reação:



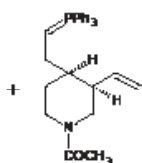
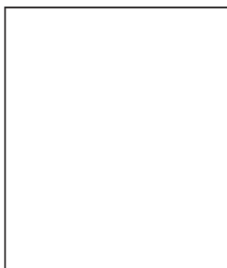
- 5.6 Uma parte da síntese da quinina, proposta por Woodward e Doering, que permite obter a parte da molécula contendo o anel biciclo com o alqueno, é mostrada abaixo. Desenhe a estrutura do produto faltante, bem como do reagente necessário para a segunda etapa.



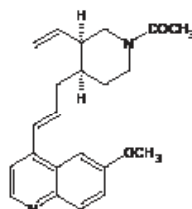
180°C

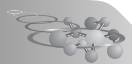


- 5.7 Uma das etapas finais da síntese da quinina envolve uma reação de Wittig para unir duas grandes partes da molécula, como mostrado abaixo. Proponha a estrutura do substrato faltante:



Reação de Wittig



**Problema 6 - Oxitocina (6 % do total)**

Questão	1	2	3	4	5	6	Total
Pontuação máxima	10	10	30	35	5	5	95 pontos
Pontuação obtida							

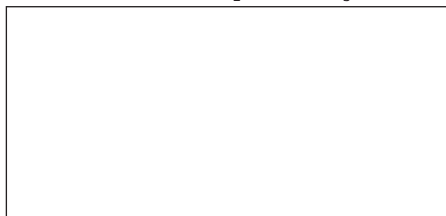
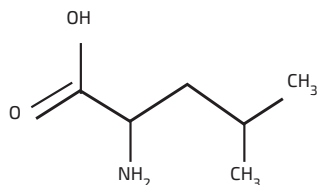
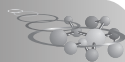
A oxitocina é um nonapeptídeo cíclico cuja sequência de aminoácidos é cisteína-tirosina-isoleucina-glutamina-asparagina-cisteína-prolina-leucina-glicina (CYIQNCPLG). É o hormônio associado ao comportamento social, sexual e padrões de comportamento dos pais.

Em 1953, Vincent du Vigneaud conseguiu sintetizar o primeiro polipeptídeo funcional, o hormônio oxitocina, que o levou a ganhar o Prêmio Nobel de Química em 1955. Este trabalho constitui a base da síntese de polipeptídeos atualmente. Se se deseja sintetizar este nonapeptídeo puro e não obter misturas racêmicas ou reações secundárias, realiza-se uma etapa preliminar no início da síntese de modo que o grupo amino da leucina esteja protegido, a fim de evitar a sua reação com outra molécula de leucina. Isto é alcançado pela reação do grupo amino com cloroformiato de benzila (Z-Cl) em que o grupo protetor (Z) é incorporado ao aminoácido.

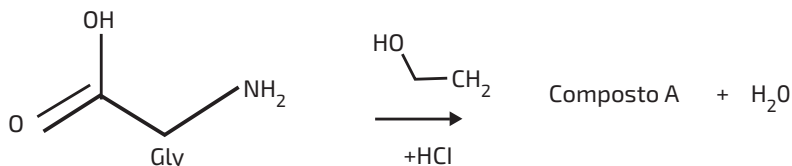
6.1. Sobre a proteção de leucina, indique se as frases abaixo são verdadeiras (VE) ou falsas (FA):

	Deve ser quimicamente estável (até certo ponto) nas condições em que a síntese peptídica é realizada.
	O grupo amino está protegido porque se destina a ser mais reativo.
	Não deve alterar a formação da ligação peptídica nas etapas intermediárias da síntese.
	Deve proteger o carbono α , suscetível à racemização.

6.2. Sabe-se que os aminoácidos possuem uma natureza dipolar (zwitterion), que depende do pH do meio em que é encontrado. Um dos aminoácidos que compõem oxitocina é a leucina (Leu), que tem um ponto isoelétrico igual a 5,98. Desenhe a estrutura predominante da Leucina a pH 1 e a pH 12.

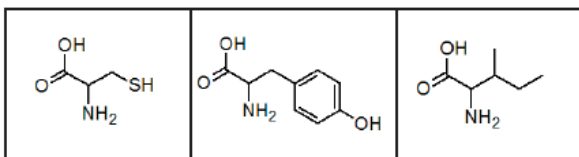


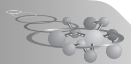
- 6.3. A estratégia utilizada para a síntese da oxitocina foi o alongamento (ou construção) gradual a partir do aminoácido glicina, ao qual foi incorporado um grupo protetor α -carboxílico em uma reação em que, além da formação do **Composto A**, também se forma a água. Desenhe a estrutura que completa a reação abaixo. Note que o ponto isoelétrico da glicina é igual a 6,0.



Composto A:

- 6.4. Os três primeiros aminoácidos da sequência da oxitocina (CYI) são mostrados abaixo. Escreva a estrutura do tripeptídeo obtido.





6.5. A eletroforese é uma técnica de separação de moléculas que se aproveita da mobilidade destas dentro de um campo elétrico: algumas moléculas migram para o ânodo e outras para o cátodo.

No caso das proteínas, a eletroforese é geralmente realizada em um gel de poliácridamida. À medida que as moléculas se movem nesta matriz devido à sua carga, ocorre uma separação de acordo com o tamanho das moléculas.

Tem se tentado fazer uma separação por eletroforese a pH 7 de uma mistura dos três polipeptídeos seguintes:

Poliipeptídeo A: 50 kg mol^{-1} , ponto isoelétrico: 7

Poliipeptídeo B: 100 kg mol^{-1} , ponto isoelétrico: 7

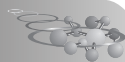
Poliipeptídeo C: 300 kg mol^{-1} , ponto isoelétrico: 7

Marque com um "X" a frase que melhor descreve o resultado obtido com esta eletroforese.

<input type="checkbox"/>	O polipeptídeo A migrou menos
<input type="checkbox"/>	O polipeptídeo B migrou menos
<input type="checkbox"/>	O polipeptídeo C migrou menos
<input type="checkbox"/>	Nenhum dos polipeptídeos se moveu

6.6. A desnaturação de uma proteína faz com que ela perca sua atividade bioquímica total ou parcialmente. Isso ocorre quando um ou alguns dos níveis de sua estrutura (primária, secundária, terciária ou quaternária) são afetados. Sobre a desnaturação, indique se a frase abaixo é verdadeira (VE) ou falsa (FA):

<input type="checkbox"/>	Se a proteína for submetida a uma mudança de temperatura moderada, o nível da estrutura primária será afetado.
--------------------------	--



Pontificia Universidad Católica del Perú
Lima, Peru - 8-15 de outubro de 2017

Problema Prático 1

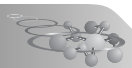
(20 % do total)

Quantificação do teor de Al e Mg em um comprimido antiácido

Questão	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	Total
Pontos (máximo)	2	55	10	2	65	35	5	20	5	5	204

A culinária é uma das ótimas atrações do Peru, pois, em todas as partes de nosso país são oferecidos pratos saborosos e variados. O único problema é que, se não nos controlarmos, depois de uma refeição exagerada, podemos sofrer de um mal-estar no estômago. Uma das maneiras de aliviar esse desconforto é tomar um antiácido. Este medicamento, como o próprio nome indica, é uma substância básica que neutraliza os ácidos produzidos em excesso pelo estômago, após a ingestão de alimentos. Estes comprimidos são compostos principalmente de hidróxidos e carbonatos de cálcio, sódio, alumínio e magnésio.

Nesta experiência, o conteúdo de Al^{3+} e Mg^{2+} presentes na forma de hidróxido na amostra devem ser determinados. Tudo isso será realizado por titulações complexométricas, tanto diretas como indiretas com EDTA. A amostra contém apenas dois íons que podem ser complexados por EDTA: Mg^{2+} e Al^{3+} , os quais formam complexos em uma proporção de 1:1. O magnésio será detectado por titulação direta da amostra com EDTA usando como indicador metalocrômico, o negro do eriocromo T (NET). O alumínio presente nesta mistura não interferirá porque será tratado com trietanolamina para sua complexação. Numa segunda etapa, o conteúdo total de ambos os cátions será determinado através de uma titulação indireta ou retro-titulação, novamente, usando negro de eriocromo T (NET) como indicador metalocrômico.



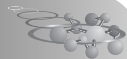
Procedimento

ETAPA I - Determinação da concentração de Mg^{2+}

1. Preencha a bureta com a solução de EDTA e escreva a concentração exata da solução de titulante na sua folha de respostas.
2. Usando a pipeta volumétrica, tome uma alíquota de 10,00 mL da solução problema (Al^{3+} e Mg^{2+}), e transfira para um Erlenmeyer de 100 ou 125 mL. Adicione 10 mL da solução tampão de pH 10, usando uma proveta.
3. Usando o tubo de centrífuga graduado, meça e adicione aproximadamente 4 a 5 mL de trietanolamina ao frasco com a solução problema. Agite manualmente por 2 minutos (a turbidez da amostra deve desaparecer).
4. Adicione 3 gotas de indicador negro de eriocromo T na mistura e homogeneíze. A mistura deve ser de cor fúcsia (um tipo de lilás, ver imagem 1, no anexo “imagens de ajuda”).
5. Em seguida, titule sua amostra com a solução EDTA padrão até chegar ao ponto final. O ponto final deve ser representado pela última gota que altera a coloração para o azul (não deve haver restos de fúcsia/lilás na solução). Compare com as fotografias fornecidas (ver imagens 2 e 3, no anexo “imagens de ajuda”). Registre na tabela de resultados o volume utilizado nesta titulação.
6. Se considerar necessário, repita a titulação até três vezes, no máximo.
7. Calcule a concentração molar de Mg^{2+} na solução problema e desenvolva todos os seus cálculos na folha de respostas.
8. Lave os frascos Erlenmeyer com água da torneira, enxague-os bem com água da pisseta e descarte as lavagens no recipiente de resíduos antes de prosseguir para a Etapa II.

ETAPA II – Determinação da concentração de Mg^{2+} e Al^{3+}

1. Usando a pipeta volumétrica, meça e coloque 10,00 mL da solução problema (Al^{3+} e Mg^{2+}) em cada um dos quatro frascos Erlenmeyer de 100 ou 125 mL. Adicione, com a proveta, 10 mL da solução tampão pH 10 em cada um deles.
2. Use a bureta para adicionar 40,00 mL (20,00 mL + 20,00 mL) da solução de EDTA padronizada a cada uma das quatro amostras acima.
3. Levante a mão para um assistente colocar a água quente em seu recipiente para banho.
4. Mergulhe um dos Erlenmeyer no banho, pressione para mantê-lo e coloque a tampa do frasco.



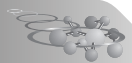
5. Esvazie o conteúdo da bureta, lave-a e enxague com água da pisseta. Em seguida, encha a bureta com a solução ZnSO_4 , aproximadamente $0,01 \text{ mol L}^{-1}$.
6. Após 5 minutos num banho de água quente, retire o Erlenmeyer do banho e descarte a água quente no lavatório (pia). Mais uma vez levante a mão para solicitar mais água quente.
7. Coloque outro Erlenmeyer no banho de água quente, semelhante ao passo 4.
8. Adicione 3 gotas do indicador negro de eriocromo T na mistura contida no frasco Erlenmeyer quente e homogeneize. A mistura deve ser de cor azul (veja a imagem 5, no anexo “imagens de ajuda”).
9. Em seguida, titule sua amostra com a solução padronizada de ZnSO_4 até atingir o ponto final. O ponto final deve ser representado pela última gota que altera a coloração para roxo (não deve haver restos de azul na solução). Compare com as fotografias fornecidas (veja as imagens 6 e 7 no anexo “imagens de ajuda”).
10. Se for necessário, repita a titulação até três vezes no máximo, com as amostras aquecidas no banho de água durante cinco minutos antes da titulação com ZnSO_4 .
11. Calcule a concentração molar total de íons Al^{3+} e Mg^{2+} presentes na solução problema e desenvolva todos os seus cálculos na folha de respostas.

FOLHA DE RESPOSTAS DO EXERCÍCIO PRÁTICO 1

ETAPA I:

- 1.1 Concentração molar real da solução titulada de EDTA (copie o valor do quadro negro).
- 1.2 Registre na tabela a seguir o volume gasto em cada uma das titulações com EDTA (Etapa I) (Se considerar necessário, repita a titulação até o máximo de 4 vezes):

PASSO I	Titulação 1	Titulação 2	Titulação 3	Titulação 4
Leitura inicial na bureta (mL)				
Leitura final na bureta (mL)				
Volume de EDTA (mL) gastos para alcançar o ponto final da Etapa I (mL)				



Volume de EDTA usado para os cálculos

- 1.3. Calcule a concentração dos íons Mg^{2+} em mol L^{-1} na solução problema. Mostre os seus cálculos.

ETAPA II:

- 1.4. Concentração real da solução titulada ZnSO_4 (copie o valor do quadro negro).

- 1.5. Registre na tabela a seguir o volume gasto em cada uma das titulações com ZnSO_4 (passo II) (Se for necessário, repita a titulação até o máximo de 3 vezes):

PASSO I	Titulação 1	Titulação 2	Titulação 3	Titulação 4
Leitura inicial na bureta (mL)				
Leitura final na bureta (mL)				
Volume de EDTA (mL) gasto para alcançar o ponto final do Etapa II (mL)				

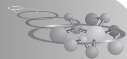
Volume de ZnSO_4 usado para os cálculos

- 1.6. Calcule a concentração total de íons (Mg^{2+} e Al^{3+}) em $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ na solução problema. Mostre os seus cálculos.

A concentração de íons Mg^{2+} em $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ na solução problema é:

- 1.7. A partir dos resultados obtidos nas questões 1.3 e 1.6, a concentração de íons Al^{3+} na solução problema é:

A concentração de íons Al^{3+} em $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ na solução problema é:



- 1.8. Sua amostra inicial veio da dissolução de um comprimido de antiácido de massa 2,0835 gramas dissolvidos em água num volume total de 500 mL. Se é sabido que todos os íons Mg^{2+} estão na forma de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ e todo o Al^{3+} na forma de $\text{Al}(\text{OH})_3$, calcule a percentagem em massa de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ e a percentagem em massa de $\text{Al}(\text{OH})_3$ no comprimido. Mostre os seus cálculos e complete a tabela dada a seguir:

Dados: $M_{\text{Al}(\text{OH})_3} = 78,0036 \text{ g/mol}$, $M_{\text{Mg}(\text{OH})_2} = 58,3197 \text{ g/mol}$.

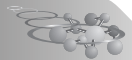
massa de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ no comprimido
Porcentagem de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ no comprimido original
massa de $\text{Al}(\text{OH})_3$ no comprimido
Porcentagem de $\text{Al}(\text{OH})_3$ no comprimido original

- 1.9. Marque com um X o(s) motivo(s) para fazer uma retro-titulação em vez de uma titulação direta, como foi feito na Etapa II:

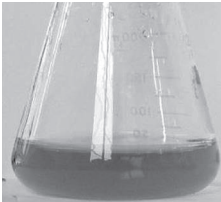
<input type="checkbox"/>	A presença de algum interferente no meio reacional
<input type="checkbox"/>	A formação do complexo M-EDTA é lenta
<input type="checkbox"/>	O metal analisado pode formar diferentes complexos como indicador
<input type="checkbox"/>	A quantidade de metal é muito pequena

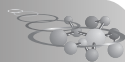
- 1.10. Marque com um X o(s) motivo(s) pelo(s) qual(is) este experimento é realizado com água ultrapura:

<input type="checkbox"/>	Porque é mais econômica do que a água da torneira
<input type="checkbox"/>	Para que todo o Mg e Al presentes provenham exclusivamente do comprimido antiácido
<input type="checkbox"/>	Para que o Ca presente na água não interfira nas titulações
<input type="checkbox"/>	Para que o indicador seja visível durante a titulação



Imagens de ajuda

Titulação Etapa I	
	
1 - Início	2 - Antes do ponto estequiométrico
	
3 - Ponto estequiométrico	4 - Depois do ponto estequiométrico
7 - Ponto estequiométrico	8 - Depois do ponto estequiométrico
Titulação Etapa II	
	
5 - Início	6 - Antes do ponto estequiométrico
	



Problema Prático 2

(20 % do total)

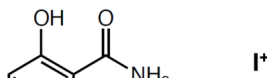
Substituição eletrofílica aromática da salicilamida

Questão	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	Total
Pontos (máximo)	3	6	5	5	39	42	100

A salicilamida é um composto que tem propriedades analgésicas e antipiréticas. Alguns anos atrás, era utilizada em comprimidos para a dor, muitas vezes em combinação com aspirina e cafeína. No entanto, pouco a pouco tem entrado em desuso.

Neste experimento, você utilizará a salicilamida como ponto de partida para uma substituição eletrofílica aromática. O eletrófilo que você usará será o ion I^+ :

lica aromática. O eletrófilo que você us



O I^+ será gerado *in situ* com o iodeto de sódio e hipoclorito de sódio (água sanitária comercial):

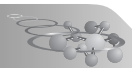


Após realizar a síntese, você analisará os resultados obtidos através da cromatografia em camada delgada (TLC).

Procedimento

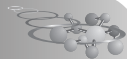
Síntese

1. Transfira quantitativamente (toda) a salicilamida para síntese para um Erlenmeyer de 100 ou 125 mL. Tome nota em sua folha de respostas a massa exata que aparece no frasco (*vial*).
2. Com uma proveta, adicione 10 mL de etanol absoluto e agite até que seja dissolvido todo o sólido (pode-se aquecer o erlenmeyer com a mão para acelerar a dissolução).
3. Uma vez que a salicilamida esteja dissolvida, adicione quantitativamente (todo) o iodeto de sódio e continue agitando até conseguir uma dissolu-



ção completa. Tome nota, em sua folha de resposta, a massa exata de iodeto de sódio que foi usado.

4. Coloque o Erlenmeyer num banho de gelo por 5 minutos (peça gelo ao encarregado do laboratório).
5. Retire o Erlenmeyer do banho de gelo e adicione rapidamente, com uma pipeta, 8 mL da solução de hipoclorito de sódio 4%. Agite vigorosamente o erlenmeyer para conseguir uma boa mistura de reagentes. Deixe descansar a mistura a temperatura ambiente por 10 minutos para assegurar que a reação se complete. Durante este tempo, você observará mudança de cor na mistura reacional. Registre tais mudanças em sua folha de respostas.
6. Com uma pipeta, adicione 8 mL de uma solução de tiosulfato de sódio 10% e misture bem.
7. Em seguida, adicione HCl 10% até conseguir a acidificação da mistura (um pH aproximado de 4). Monitore o pH da solução com papel indicador de pH e com ajuda do bastão de vidro. Necessitará de pelo menos 70 gotas de ácido. Quando a solução começar a se acidificar, você notará a precipitação de um sólido branco.
8. Deixe o erlenmeyer num banho de gelo por 10 minutos para favorecer a precipitação. Coloque também o etanol absoluto para esfriar no banho de gelo.
9. Tome nota da massa do papel em sua folha de respostas. Filtre o sólido por gravidade (deixe filtrar até que não caiam mais gotas do líquido) e lave o precipitado com etanol gelado previamente (deixe filtrar uma vez mais até que não caiam mais gotas).
10. Retire com cuidado o papel de filtro com seu produto e coloque-o sobre uma placa de Petri que deverá ser rotulada com seu nome e código.
11. Escreva em sua folha de respostas a equação química que representa a reação produzida e calcule a massa esperada (rendimento teórico) do produto da reação.
12. Você vai a realizar uma TLC para verificar a pureza do seu produto. Para isso, foi-lhe disponibilizada uma quantidade muito pequena de salicilamida num frasco (*vial*) para usar como referência. Tome uma quantidade similar do seu produto e o transfira para outro frasco (*vial*) para que possa ser usado para realizar a TLC (ver o procedimento abaixo).
13. Deixe sobre sua mesa a placa de Petri com o papel de filtro e seu produto. Os responsáveis pelo laboratório se encarregarão de pesar o seu produto quando estiver seco.



14. Não se preocupe com o que deve ser descartado nesta parte do exame prático. Os responsáveis pelo laboratório se responsabilizarão em realizar o descarte desses materiais.

Cromatografia de camada delgada (TLC)

1. Coloque todo o “solvente para TLC” no béquer de 100 mL, que funcionará como cuba cromatográfica, e tampe-o com papel alumínio.
2. Em uma placa de sílica para TLC, marque uma linha com lápis, aproximadamente a 1 cm da borda inferior da placa e outra, aproximadamente a 5 mm da borda superior. Marque dois pontos sobre a linha inferior e escreva suavemente embaixo deles as letras “R” (para o reagente) e “P” (para o produto), tal como é mostrado na **Figura 1**.

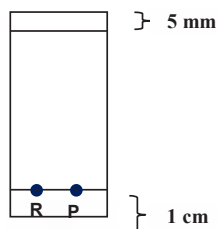


Figura 1

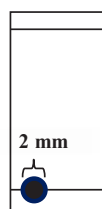
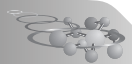


Figura 2

3. Usando uma pipeta de Pasteur, coloque cerca de 10 gotas de etanol:diclorometano, 1:1 no frasco (vial) que contém a “salicilamida para TLC” e outras 10 gotas no que contém seu produto para TLC. Dissolva cada um dos sólidos no solvente.
4. Aplique uma vez o produto de sua reação na placa de TLC disponibilizada. **Certifique-se de que a mancha da aplicação não tenha mais de 2 mm de diâmetro** (ver Figura 2).
5. Repita o passo 4 com a “salicilamida para TLC”.
6. Observe a placa sob uma fonte de luz UV para se assegurar de que aplicou uma quantidade suficiente da amostra (peça ajuda a pessoa encarregada do laboratório).
7. Usando uma pinça, coloque cuidadosamente a placa de TLC na cuba cromatográfica, tal como é mostrado na Figura 3. O solvente não deve en-



trar em contato direto com a área onde as amostras foram aplicadas. Tampe a cuba com papel alumínio. **Não mova a cuba enquanto ocorre a eluição da amostra.**

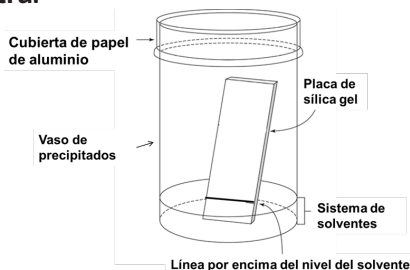
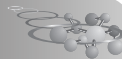


Figura 3

8. Novamente com ajuda da pinça, retire a placa de TLC da cuba quando o solvente alcançar a marca que você fez na parte superior da placa.
9. Deixe secar a placa, observe-a sob fonte de luz UV (peça ajuda à pessoa encarregada do laboratório) e marque suavemente com um lápis o contorno de cada mancha observada na placa.
10. Meça a distância percorrida por cada um dos compostos (considere o centro de cada mancha). Anote as distâncias em sua folha de respostas.
11. Determine o R_f , que corresponde à relação da distância percorrida pelo composto e a distância percorrida pelo solvente, para cada substância, e escreva os resultados em sua folha de respostas.
12. Guarde a placa no saco plástico rotulado que lhe foi disponibilizado e deixe-a sobre a sua bancada de trabalho

**FOLHA DE RESPOSTAS DO EXERCÍCIO PRÁTICO 2**

2.1. Registre as massas:

Massa de salicilamida	
Massa de iodeto de sódio	
Massa do papel de filtro	

2.2. Mudanças de cor observadas durante a reação:

Cor inicial	
Cor/cores intermediária(s)	
Cor final	

2.3. Reação de substituição aromática:

--

2.4. Determine o reagente limitante e calcule a massa (teórica) esperada para o produto:

2.5. Avaliação dos resultados da cromatografia de camada delgada (TLC):

	Distâncias percorridas (mm)	R _f
Solvente		
Salicilamida		
Produto		

2.6. Avaliação do produto obtido:

O responsável pelo laboratório se encarregará de avaliar seu produto obtido na reação (rendimento e pureza).



Destaques Olímpicos

A Fase IV da Olimpíada Brasileira de Química-2016 constitui o início do processo seletivo na escolha dos estudantes que representarão o Brasil em olimpíadas internacionais. Nesta fase, um vídeo com experimentos em laboratório é exibido para os candidatos medalhados na etapa anterior, o resultado da Fase IV conjugado com o da Fase III classificou dezesseis estudantes para a Fase V realizada presencialmente no Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Por fim, realizou-se a Fase VI da qual saíram os quatro estudantes que representaram o Brasil em duas olimpíadas internacionais: 49th International Chemistry Olympiad e XXII Olimpíada Iberoamericana de Química. Em ambas os quatro estudantes retornaram com medalhas.



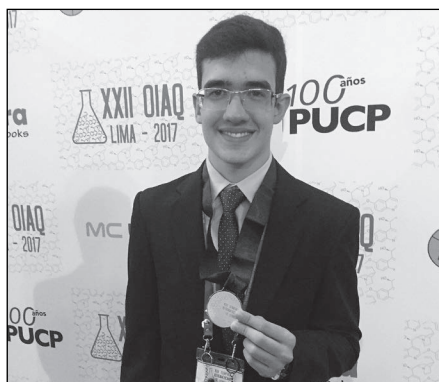
Lígia, medalha de Prata na IChO, medalha de Ouro da OIAQ.



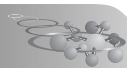
Ivna, medalha de Prata na IChO, medalha de Ouro da OIAQ.



João Vitor, medalha de Prata na IChO, medalha de Ouro da OIAQ.



Celso Renan, medalha de Bronze na IChO, medalha de Prata da OIAQ.



O impacto da olimpíada de química na minha vida

Impressionante como o tempo passa rápido. Somente agora, quando sentei para escrever esse depoimento é que estou dando conta de que faz vinte anos que recebi um telefonema que, naquele momento eu não tinha essa noção, mas posso dizer hoje que mudou minha vida.

Eu estava no meu primeiro dia de férias em julho de 1997, ano em que eu cursava o 3º ano do ensino médio. Estava finalmente descansando, depois de um semestre de muito estudo me preparando para os vestibulares que eu iria fazer no final daquele ano e no início do seguinte. O telefone tocou, atendi e era o professor Sérgio Melo, coordenador do Programa Nacional Olimpíadas de Química, me parabenizando por ter conquistado a medalha de ouro na Olimpíada Brasileira de Química e comunicando que eu estava classificado para representar o Brasil na olimpíada ibero-americana de química (naquela época o Brasil ainda não participava da olimpíada internacional de química).

Desliguei o telefone incrédulo, sem ter certeza se aquilo era mesmo verdade, tanto que pedi para o professor José Arimatéia, coordenador da olimpíada piauiense de química, me confirmar se aquilo era realmente verdade. Em poucos minutos ele me retornou informando, com muita alegria, que não só eu havia sido realmente medalha de ouro, como também havia conquistado o primeiro lugar na olimpíada.

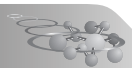
A partir desse momento, passei a ter aulas na Universidade Federal do Piauí para me preparar para a olimpíada ibero-americana de química que seria realizada no mesmo ano no Rio de Janeiro. Passei a conhecer então mais profundamente essa ciência apaixonante. Passei a ter aulas de laboratório, uma realidade que eu não tinha na minha escola no ensino médio, e passei a me apaixonar cada vez mais pela química.

No entanto, talvez pela imaturidade característica da idade, eu tinha apenas 17 anos, não segui os conselhos dos meus professores da época que vislumbravam um grande futuro para mim na química. Acabei optando por fazer vestibular para ciência da computação.

Mesmo cursando ciência da computação, participei novamente da olimpíada brasileira de química em 1998. Fui mais uma vez medalha de ouro e participei outra vez da olimpíada ibero-americana de química em Bogotá, Colômbia, onde conquistei medalha de bronze. Minha história na química tinha tudo para terminar nessa última olimpíada, mas, felizmente, o mundo dá muitas voltas.

Nunca cheguei a abandonar a química, pois continuei dando aulas de química enquanto cursava ciência da computação. Quando me formei, decidi fazer mestrado na Unicamp. Foi um período muito difícil da minha vida. Não consegui me encontrar nessa nova jornada e decidi abandonar o mestrado e voltar para o Piauí. Quando voltei, estava completamente desgostoso com a computação e meio sem saber o que faria da vida.

Foi então que decidi que voltaria com força total para a química. Resolvi voltar a dar aulas



de química e comecei a trabalhar nas melhores escolas de Teresina, graças ao respaldo que meu sucesso nas olimpíadas de química me deram. Procurei também o professor Arimatéia e disse para ele que estava disposto a cursar química e seguir minha carreira onde havia tido sucesso. Como ele sempre esteve envolvido até a alma nas olimpíadas de química, me disse que o conhecimento que adquiri com as minhas participações nas olimpíadas me tornavam mais do que apto a pular essa etapa da graduação e ingressar diretamente no mestrado.

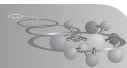
Felizmente ele estava mais do que certo. Consegui ser aprovado em primeiro lugar no exame de seleção para o mestrado na Universidade Federal do Piauí. Depois do mestrado, fiz seleção para o doutorado na Unicamp. Minha orientadora na época disse que seria difícil eu conseguir bolsa, pois eu teria que fazer uma prova de química, mas era formado em computação. No entanto, mais uma vez fui aprovado em primeiro lugar, resultado que devo à olimpíada de química.

Depois de concluído o doutorado, o próximo passo seria conseguir aprovação em um concurso para professor de química em uma universidade. A dificuldade começa já nos editais, pois muitos deles exigem, além do doutorado, graduação em química. Isso restringiu muito minhas oportunidades. Outra dificuldade que enfrentei foi a desconfiança, pois os avaliadores, que não conheciam minha história, talvez não acreditassem que eu pudesse ser um bom pesquisador e professor de química.

Felizmente, para minha sorte, consegui ser aprovado em uma das melhores universidades do Brasil, a Universidade Federal de Minas Gerais, e hoje sou professor de Físico-Química dessa renomada instituição. E uma das primeiras coisas que fiz ao entrar na UFMG foi procurar a equipe responsável pelas olimpíadas de química em Minas Gerais, para fazer parte da comissão organizadora da olimpíada mineira de química. Espero tentar retribuir, pelo menos um pouco, tudo de bom que a olimpíada de química trouxe para a minha vida e para isso pretendo me dedicar ao máximo. Acredito que a olimpíada, no meu caso, cumpriu o papel dela de trazer para a química jovens com talento e aptidão. Espero que eu consiga, agora do outro lado, encontrar alguém como eu que também se apaixone pela química participando de olimpíadas.

João Paulo Ataíde Martins

Professor Adjunto, Doutor – UNICAMP, Brasil, 2013. Físico-Química



De Aluno a Docente: a olimpíada de química em minha vida

Quando ingressei no ensino médio já era encantado pelas exatas, em especial matemática e química. Por ser bolsista, fui convidado a participar das aulas de olimpíada de matemática e me apaixonei pelas olimpíadas. Porém minha afinidade era mesmo com a química, mas não havia, naquele momento, incentivo na escola para as olimpíadas de química.

No ano de 2002, devido às minhas notas como treineiro no vestibular da FUVEST fui convidado a participar da Olimpíada de Química do Estado de São Paulo (OQSP). Essa regional tem a peculiaridade de ter a prova e o resultado no mesmo dia, realizando visita aos laboratórios de pesquisa do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQUSP) durante o tempo de correção da prova. Essas visitas me deram a certeza de que eu queria mesmo ser químico. Com a medalha de ouro nessa regional fui selecionado para a OBQ onde recebi uma menção honrosa.

Participar da olimpíada de química foi essencial em minha formação no que tange à superação dos desafios seguintes. Essa formação me auxiliou durante toda minha graduação em química no IQUSP, onde cada vez mais tive certeza de minha paixão pela pesquisa e docência. Terminei o bacharel e licenciatura e segui para o doutorado em química inorgânica, onde fui convidado a participar da preparação e execução dos experimentos que norteiam a prova da OQSP. No ano de 2014 ingressei como docente no IQUSP e já no ano seguinte tive a felicidade de estar do outro lado da olimpíada de química, auxiliando na organização da OQSP.

Acredito no programa das olimpíadas de química como ferramenta para difundir o gosto pela ciência, por estimular o estudo e a formação de cidadãos com maior cultura química. O mais lindo é observar o brilho nos olhos dos alunos que se dedicam às olimpíadas e isso é a maior motivação para seguir nessa tarefa.

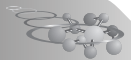
Lucas Carvalho Veloso Rodrigues

Graduado em Química pela Universidade de São Paulo

Doutor em Química Inorgânica – USP

Pesquisador Sênior no Department of Chemistry da University of Turku.

Professor do Instituto de Química da Universidade de São Paulo



Cultuando talentos

É motivo de muita alegria concluir mais uma jornada com a missão cumprida e excelentes resultados a oferecer, foi dessa forma que encerramos esse ano 2017.

De nossa parte, sem nenhum átomo de presunção, revelamos nosso orgulho próprio por vencer adversidades e alcançar patamares nunca antes imaginados. Rompemos a barreira dos 340 mil estudantes participantes, público bem diversificado espalhado em todos os estados brasileiros e, pela primeira vez, realizamos uma olimpíada voltada para o ensino superior de química, a I Olimpíada Cearense do Ensino Superior de Química que teve apoio da DOW Brasil. Um projeto piloto que reuniu universitários regularmente matriculados do primeiro ao último semestre dos Cursos de Química (Licenciatura e Bacharelado, incluindo Química Industrial), Farmácia e Engenharia Química das Universidades Federais, Estaduais e Particulares, bem como, Faculdades e Institutos de Educação, todos do Estado do Ceará.

Consumimos tempo e dispendemos muita energia para manter ativo esses projetos, sempre propondo situações desafiadoras para os estudantes participantes. Os últimos anos nos têm sido difíceis, também vencemos desafios.

Tudo isso ocorre quando as olimpíadas científicas nacionais vivem momento de séria crise por conta da redução nos investimentos públicos. O entusiasmo falou mais alto, alcançamos nossas metas, prevaleceu nosso comprometimento com a educação num esforço para tirar o Brasil dessa defasagem histórica.

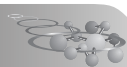
Na recente Olimpíada Internacional de Química, realizada na Tailândia, todos os estudantes da delegação foram agraciados com medalhas, tiveram desempenho acima de 70%, um deles alcançou 90% de aproveitamento no exame teórico, nível equivalente ao de um estudante asiático cujos países têm os melhores índices educacionais no mundo. Aqui cabe ressaltar a excelente performance do Brasil nesse certame, ao conquistar o 18o. lugar geral por equipe em um universo de 78 países participantes da olimpíada internacional. Posicionou-se em segundo lugar nas Américas, atrás dos Estados Unidos. Vale a pena comemorar, pois contrapõe ao ranking da UNESCO onde o Brasil se acomoda na 88a colocação envolto por países com baixo investimento em educação. E, de acordo com levantamento do Fórum Econômico Mundial, o Brasil encontra-se na 133ª posição em qualidade de ensino de ciências e em 131º lugar no ranking de educação geral, em um universo de 139 países. Conquistas que valorizam nosso ensino de química e a imagem do Brasil nessa comunidade.

As olimpíadas colaboram para a excelência científica entre os alunos e procuram encorajá-los a assumir carreiras em ciência, engenharia e tecnologia, oferecendo uma efetiva contribuição para desenvolvimento deste País.

Para manter essa paixão pela aprendizagem, os gestores públicos devem continuar apoiando as Olimpíadas do Conhecimento em cada município, estado ou nação, do ensino fundamental ao ensino superior, com foco no compromisso com a excelência. Para isso, é necessário implementar um vigoroso plano para o setor educacional que inclua, também, uma estratégia de retenção de talentos. A fuga de capital humano é uma realidade, entretanto, os talentos que emigraram são ativos recuperáveis que podem dar uma nova dimensão a esse país.

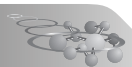
Nós temos a ambição, temos os instrumentos, temos os talentos. Juntos, faremos deste País o melhor lugar do mundo para se viver, fazer ciência, fazer o futuro.

Sérgio Melo

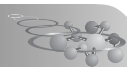


Relação de endereços

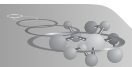
ESTADO	COORDENADOR	ENDEREÇO PROFISSIONAL
ACRE acre.obquimica.org	Prof. Ilmar Bernardo Graebner ibgraebner@gmail.com	UFAC - Universidade Federal do Acre Centro de Ciências Biológicas e da Natureza - CCBN Rodovia BR 364, Km 04, s/n - Distrito Industrial, Rio Branco - AC, 69920-900 - Cxa Postal 500 Fone: (68) 3228.0474
ALAGOAS alagoas.obquimica.org/	Prof. Demetrius Pereira Morilla demetriusmorilla@ifal.edu.br	Instituto Federal de Alagoas - IFAL / Campus Maceió Avenida do Ferrovário, 360, Centro 57.020-600 - Maceió - AL Fones: (82) 2126-7000 - 2126.7016
AMAPÁ amapa.obquimica.org/	Prof. Kelton Luis Belém dos Santos olimpiadaquimica.ap@gmail.com kelton.belem@unifap.br keltonbelem@hotmail.com	Coordenação do Programa de Inclusão, Acesso e Permanência - PIAP Universidade Federal do Amapá Rod. Juscelino Kubitschek, Km 02 68.902-280 Macapá - AP Fones: (96)3312-1752 / (96) 98115-5529
AMAZONAS oafum.wixsite.com/oamq pt-br.facebook.com/ oafumica	Prof. Paulo Rogério da Costa Couceiro oaf.um@gmail.com couceiro35@gmail.com	Universidade Federal do Amazonas Bloco 10 - Departamento de Química/ICE/UFAM Setor Norte do Campus Universitário Senador Arthur Virgílio Filho Av. Rodrigo Otávio, 6.200 - Coroado 69.077-000 Manaus, AM (92) 3305-2874
BAHIA www.obaq.ufba.br	Prof. Lafaiete Almeida Cardoso lafaiete@ufba.br	Universidade Federal da Bahia Instituto de Química - Depto. Qui. Orgânica Rua Barão de Jeremoabo, s/n (Ondina) 40.170-115 Salvador - BA (71) 3283.6813 3237.4117 (Fax)
CEARÁ www.necim.ufc.br	Profª. Leonilde Maria Câmara Jatáhy necim@bol.com.br leojatáhy@ig.com.br Profª. Cláudia Christina B. S. Carneiro	Universidade Federal do Ceará NECIM - Núcleo de Ensino de Ciências e Matemática Av. da Universidade, 2470 60020-180 Fortaleza - Ceará (85) 3366.7796
DISTRITO FEDERAL brasilia.obquimica.org/	Profa. Elaine Rose Maia petunbquimica@gmail.com petquimicaunb.herokuapp.com elaine.rose.maia@gmail.com	Química - Universidade de Brasília Campus Universitário Darcy Ribeiro - 70910-970 - Asa Norte - Brasília - DF (61) 3107-3895 ou 3999
ESPÍRITO SANTO www.ocq.ufes.br/	Prof. Carlos Vital Paixão de Melo cvpaixao@globo.com carlosmelo@ufes.br	Universidade Federal do Espírito Santo Departamento de Química - CCE Av. Fernando Ferrari, 514 - Campus Universitário Alaor de Queiroz - Goiabeiras 29.075-910 Vitória - ES (27) 4009-2473



GOIÁS goias.obquimica.org/	Renato Cândido da Silva obqgoias@yahoo.com.br	Universidade Federal de Goiás, Instituto de Química Campos II Samambaia Bloco I - 74001-970 - Goiania, GO - Telefone: 62 3521.1167
MARANHÃO maranhao.obquimica.org/	Prof. Roberto Batista de Lima rbclimas@gmail.com obqma@yahoo.com.br	Universidade Federal do Maranhão Departamento de Química Av. dos Portugueses, 1966 Campus da Bacanga 65.080-580 São Luís - MA Fone: (98) 3272.9241
MATO GROSSO	Prof. Luiz Both luiz.both@blv.ifmt.edu.br luiz_both@hotmail.com	IFMT - Campus Bela Vista Rua 28, Quadra 38, Casa 14, Jardim Universitário cep: 78.075-592 - Cuiabá-MT Fone: 65 3663.1374
MATO GROSSO DO SUL olimpiquimica.ms.obq@gmail.com	Prof. Onofre Salgado Siqueira olimpiada.quimica.ms@gmail.com onofre.s.siqueira@gmail.com	Universidade Federal do Mato Grosso do Sul Instituto de Química Rua Filinto Muller, 1555 (Cidade universitária) 79.070-900 Campo Grande - MS (67) 3345.3556 3345.3552 (FAX)
MINAS GERAIS www.qui.ufmg.br/omq/ zeus.qui.ufmg.br/~omq/	Prof. Gilson de Freitas Silva gilson.freitas@gmail.com omq.ufmg@gmail.com	Universidade Federal de Minas Gerais Departamento de Química Instituto de Ciências Exatas (ICEx) Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 Pampulha 31.270-901 - Belo Horizonte - MG (31) 3409.5772 - Sala 287
PARÁ para.obquimica.org/ Instituto Federal do Pará -	Prof. Márcio de Souza Farias toraqk@gmail.com - toraqk@yahoo.com.br Profa. Patrícia da Luz pdaluz@yahoo.com	IFPA Departamento de Química Avenida Almirante Barroso, 1155 Bairro do Marco - 66093-020 Belém - PA
PARAÍBA paraiba.obquimica.org/	Prof. Francisco Ferreira Dantas Filho dantasquimica@yahoo.com.br comissaoopbq@gmail.com	Universidade Estadual da Paraíba -UEPB - Centro de Ciências Tecnologia - Depto. Química Rua Juvêncio Arruda, s/n - Campus Universitário Bodocongó, 58109-790 - Campina Grande -PB Telefone: (83) 3315.3356 (83) 99919 -7772
PARANÁ http://blogs.ct.utfpr.edu. br/oprq/	Profa. Maurici Luzia Del Monego mauriciluzia@gmail.com	Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Curitiba - Sede Ecoville Rua Dep. Heitor Alencar Furtado, 5000 Bloco C 81280-340 - Curitiba - PR - Brasil Fone: (41) 3279.6875
PERNAMBUCO pernambuco.obquimica.org/	Prof. Cristiano Marcelino Almeida Cardoso Filho cristianomarcelinojr@uol.com.br	Universidade Federal Rural de Pernambuco Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos - Recife PE 52171-900 Fone: (81) 33206370/6371
PIAUÍ piaui.obquimica.org/	Prof. Samuel Anderson Alves de Sousa olimpiquimica@gmail.com	Universidade Federal do Piauí Depto de Química - SG2 CCN - Campus da Ininga 64049-550 - Teresina - PI - (86) 3215.5840



RIO DE JANEIRO www.oqrj.site.com.br oqrj@ifrj.edu.br	Prof. Paulo Chagas paulo.chagas@ifrj.edu.br Prof. Luis Carlos de Abreu Gomes luis.quimica@cp2.g12.br	IFRJ - Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro Campus Rio de Janeiro (Maracanã) Rua Senador Furtado, 121 - Praça da Bandeira 20.270-021 Rio de Janeiro - RJ e/ou Campus São Gonçalo (CIEP 436 Neusa Brizola) Rua Dr. José Augusto Pereira dos Santos, s/n - Neves - 24.425-004 São Gonçalo - RJ
RIO GRANDE DO NORTE http://rn.obquimica.org/	Prof. Fabiano do Espírito Santo Gomes feibi_natal@yahoo.com.br	Universidade Federal do Rio Grande do Norte Centro de Ciências Exatas e da Terra Instituto de Química Av. Senador Salgado Filho, 3000 - Lagoa Nova Campus Universitário - 59.072-970 Natal - RN Fone: (84) 3342.2323 (R.117)
RIO GRANDE DO SUL	Prof. Leandro Rosa Camacho (ABQ-RS) Profª. Tânia Denise Miskinis Salgado (UFRGS) oqdors@gmail.com	ABQ-RS Av. Itaquí, 45 - Bairro Petrópolis Porto Alegre- RS - 90460-140
RONDÔNIA www.programa-olimpiadaronionense-de-quimica.com/	Prof. Renato Cassaro rrenatocassaro26@hotmail.com	Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Santa Ana Rua Eça de Queiroz, nº 4681 78.930-000 Alvorada do Oeste - RO Fone (69) 3412-2842
RORAIMA roraima.obquimica.org/	Prof. Luiz Antonio Mendonça Alves da Costa luizufrr@gmail.com luiz.costa@ufrr.br Membros da coordenação estadual: Profª. Maria Lúcia Taveira Universidade Federal de Roraima (UFRR) lucia.taveira@ufrr.br Profª. Cleria Mendonça de Moraes cmdmoraes@yahoo.com.br	Universidade Federal de Roraima Centro de Ciências e Tecnologia Departamento de Química Campus do Paricarana Av. Cap. Enê Garcêz, 2413 - Bloco III - Sala 345 - Aeroporto - 69.310-000 Boa Vista - RR Fone: 95 3621-3140 Fax: 95 3621-3137
SANTA CATARINA www.ocquimica.com.br	Coordenação Colegiada: Prof. Nivaldo Cabral Kuhnén nivaldo@crqsc.gov.br Prof. Jonas Comin Nunes jonas@crqsc.gov.br Prof. Francielen Kuball Silva francielen.silva@unisol.br	Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL Av. José Acácio Moreira, 787 - Bairro Dehon 88704-900 - Tubarão - SC Telefone: (48) 3621-3063 Conselho Regional de Química - CRQ - 13ª Região Av. Osmar Cunha, 126 - 1º Andar - Centro 88015-100 - Florianópolis - SC Telefone: (48) 3229-7800



SÃO PAULO http://allchemistry.iq.usp.br	Prof. Dr. Ivano G. R. Gutz (coordenador) Dr. Fernando Silva Lopes (vice-coordenador) abqsp@iq.usp.br gutz@iq.usp.br fslopes@iq.usp.br	Instituto de Química da USP ABQ - Regional São Paulo Av. Prof. Lineu Prestes, 748 sala 0306 05.508-000 - São Paulo - SP (11) 3091.2159 (8 -12h)
SERGIPE http://sergipe.obquimica.org/	Prof. Dr. André Luís Bacelar Silva Barreiros osequim@gmail.com andrelbbarreiros@hotmail.com	Universidade Federal de Sergipe - Departamento de Química Campus Prof. José Aloísio de Campos Jardim Rosa Else Av. Marechal Rondon, s/n - 49.100.000 São Cristóvão - SE Fones: (79) 3194-6898 / 3194-6650
TOCANTINS tocantins.obquimica.org/	Prof. José Expedito Cavalcante da Silva jecs@mail.uft.edu.br	Universidade Federal do Tocantins Coordenação de Química Rua Paraguai, s/n (esquina com Urixamas) Setor Cimba - 77.838-824, Araguaína-TO Fone: 63 3215 5840

PROMOTORES

Universidade Federal do Ceará Pró-Reitoria de Extensão	Av. da Universidade, 2932 - Campus do Benfica 60.020 Fortaleza - CE - Fone: (85) 3366.7300
Universidade Federal do Piauí Pró-Reitoria de Extensão	Campus da Ininga - 64.049-550 Teresina - PI Fone: (86) 3215.5692 Fax: (86) 215.5570
SECITECE - Secretaria da Ciência, Tecnologia e Educação Superior do Estado do Ceará.	Av. Dr. José Martins Rodrigues, 150 - Edson Queiroz - CEP: 60811-520 - Fortaleza - Ceará - Ver localização no mapa Telephone: (85) 3101.6400 Fax: (85) 3101.3675

APOIO

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico	SHIS QI 1 Conjunto B - Bloco D, 2o andar Edifício Santos Dumont, Lago Sul 71605-190 Brasília - DF Fone: (61) 3211-9408
CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior	Setor Bancário Norte, Quadra 02, Bloco L, Lote 6, 4o. Andar 70.040-020 - Brasília/DF
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações e Comunicação - Secretaria de Ciência e Tecnologia para a Inclusão Social	Esplanada dos Ministérios, Bloco E, 2o andar. 70067-900 - Brasília - DF

REALIZADOR

Associação Brasileira de Química www.abq.org.br	Av. Presidente Vargas, 633 sala 2208 20071-004 Rio de Janeiro RJ - Telefone: 21 2224-4480 Fax: 21 2224-6881 abqrij@alternex.com.br
---	---



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUÍMICA

EVENTOS 2018



**16º SIMPÓSIO
BRASILEIRO DE
EDUCAÇÃO QUÍMICA**
RIO DE JANEIRO
6 A 8 DE AGOSTO DE 2018



**Encontro Nacional
de Tecnologia Química**

**1º ENCONTRO
NACIONAL DE
HIDROTECNOLOGIA**

RECIFE
17 A 19 DE SETEMBRO DE 2018



CBQ
**Congresso Brasileiro
de Química**

**58º CONGRESSO
BRASILEIRO
DE QUÍMICA**

SÃO LUÍS
DE 6 A 9 DE NOVEMBRO DE 2018