

Programa Nacional
OLIMPIÁDAS de
QUÍMICA
2020

25
Anos



Olimpíada Brasileira de Química
XIII Olimpíada Brasileira de Química Júnior
XXVI Olimpíada Norte/Nordeste de Química
52nd International Chemistry Olympiad



EDIÇÕES
INESP

Sérgio Maia Melo
ORGANIZADOR

Programa Nacional
OLIMPIADAS de
QUÍMICA
2020

25
Anos



Olimpíada Brasileira de Química
XIII Olimpíada Brasileira de Química Júnior
XXVI Olimpíada Norte/Nordeste de Química
52nd International Chemistry Olympiad



INESP

Fortaleza - Ceará
2021

Copyright © 2021 by Inesp

**Instituto de Estudos e Pesquisas sobre o
Desenvolvimento do Estado do Ceará – Inesp**

João Milton Cunha de Miranda
Coordenador Editorial

Rachel Garcia Bastos de Araújo
Valquiria Moreira Carlos
Assistentes Editoriais

Luzia Leda Batista Rolim
Assessora de Comunicação

Maherle
Capa, Diagramação e Projeto Gráfico

José Gotardo de Paula Freire Filho
Adaptação do Projeto Gráfico

Sérgio Maia Melo
Revisão Ortográfica

Gráfica do Inesp
Impressão e Acabamento

Luiz Ernandes dos Santos do Carmo
Coordenação de Impressão

Edição Institucional da Assembleia Legislativa do Estado do Ceará
VENDA E PROMOÇÃO PESSOAL PROIBIDAS

Catalogado por Daniele Sousa do Nascimento CRB-3/1023

P964 Programa Nacional de Olimpíadas de Química 2020 [livro eletrônico].
- Fortaleza: INESP, 2021.
97.444 Kb ; PDF

Conteúdo: Olimpíada Brasileira de Química – XIII Olimpíada
Brasileira de Química Júnior – XXVI Olimpíada Norte/Nordeste de
Química – 52nd International Chemistry Olympiad.

ISBN: 978-65-88252-38-3

1. Química. I. Ceará. Assembleia Legislativa. Instituto de Estudos e
Pesquisas sobre o Desenvolvimento do Estado. II. Título.

CDD 540

Permitida a divulgação dos textos contidos neste livro, desde que citados autores e fontes.

Inesp

Av. Desembargador Moreira, 2807 | Ed. Senador César Cals, 1º andar, Dionísio Torres,
CEP: 60.170900, Fortaleza - CE - Brasil | Telefone: (85)3277-3701
Site: <http://al.ce.gov.br/index.php/institucional/instituto-de-estudos-e-pesquisas-sobre-o-desenvolvimento-do-ceara> | E-mail: presidenciainesp@al.ce.gov.br

Equipe elaboradora da obra:

Prof. José Cândido Lustosa Bittencourt de Albuquerque

Reitor da Universidade Federal do Ceará

Prof. José Arimatéia Dantas Lopes

Reitor da Universidade Federal do Piauí

Profa. Elizabeth de Francesco Daher

Pró-Reitora de Extensão da UFC

Profa. Cleânia de Sales Silva

Pró-Reitora de Extensão e Cultura da UFPI

Silvana Carvalho de Souza Calado

Presidenta da Associação Brasileira de Química

Prof. Sérgio Maia Melo

Coordenador do Programa Nacional Olimpíadas de Química
e organizador dos originais

Prof. José Arimatéia Dantas Lopes

Vice-coordenador do Programa Nacional Olimpíadas de Química e
Coordenador da equipe de medidas educacionais

Prof. Lucas Carvalho Veloso Rodrigues

Coordenador da equipe de elaboração dos exames experimentais (vídeos)

Prof. Paulo Chagas

Coordenador da equipe de elaboração dos exames teóricos

Prof. Luís Carlos de Abreu Gomes

Coordenador da Comissão de Regulamento

2020 © Programa Nacional Olimpíadas de Química

Primeira publicação: abril/2021

APRESENTAÇÃO

Como ciência que estuda a natureza da matéria, a Química está presente em tudo o que nos cerca e em nós mesmos. Colabora, sobremaneira, para o desenvolvimento econômico e tecnológico; no entanto, apesar do progresso proporcionado pela Química, sua inadequada utilização ainda é responsabilizada por desastres ecológicos, causando efeitos nocivos ao meio ambiente.

O conhecimento é, então, o nosso principal veículo de proteção e conscientização, pois proporciona a criação de meios que mitiguem os impactos negativos. Esta obra apresenta a narrativa sobre um projeto de educação motivacional e enriquecedora para o estudo da Química no Brasil, sendo um exemplo propulsor para os jovens.

A Assembleia Legislativa do Estado do Ceará, por meio do Instituto de Estudos e Pesquisas sobre o Desenvolvimento do Estado do Ceará, orgulhosamente, disponibiliza a publicação que comemora os 25 anos do Programa Nacional Olimpíadas de Química, pois, a carreira científica é basilar para o desenvolvimento das sociedades e para o enfrentamento das mazelas que nos assolam, que bem podem ser exemplificadas com a atual pandemia de Covid-19.

Deputado Estadual Evandro Leitão

Presidente da Assembleia Legislativa do Estado do Ceará

PREFÁCIO

O Instituto de Estudos e Pesquisas sobre o Desenvolvimento do Estado do Ceará — Inesp, criado em 1988, é um órgão técnico e científico de pesquisa, educação e memória. Ao idealizar e gerenciar projetos atuais, que se alinhem às demandas legislativas e culturais do Estado, objetiva ser referência no cenário nacional.

Durante seus mais de 30 anos de atuação, o Inesp prestou efetiva contribuição ao desenvolvimento do Estado, assessorando, por meio de ações inovadoras, a Assembleia Legislativa do Estado do Ceará. Dentre seus mais recentes projetos, destacam-se o Edições Inesp e o Edições Inesp Digital, que têm como objetivos: editar livros, coletâneas de legislação e periódicos especializados. O Edições Inesp Digital, obedece a um formato que facilita e amplia o acesso às publicações, de forma sustentável e inclusiva. Além da produção, revisão e editoração de textos, ambos os projetos, contam com um núcleo de Design Gráfico.

As Edições Inesp Digital já se consolidaram. A crescente demanda por suas publicações segue uma média de quarenta mil downloads por mês, alcançando um milhão de acessos. As estatísticas demonstram um crescente interesse nas publicações, com destaque, para as de Literatura, Ensino, Legislação e História, estando a Constituição Estadual e o Regimento Interno, entre os primeiros colocados.

O livro Programa Nacional Olimpíadas de Química, 2020, é mais uma obra que compõe o diversificado catálogo de publicações das Edições Inesp Digital e que, direta ou indiretamente, colaboram para apresentar respostas às questões que afetam a vida do cidadão.

Prof. Dr. João Milton Cunha de Miranda

Diretor Executivo do Instituto de Estudos e Pesquisas
sobre o Desenvolvimento do Estado do Ceará

Parte 1 OBQ 2020

1.1	Calendário	4
1.2	Mensagem do Coordenador Geral do PNOQ	5
1.3	Opinião	7

Capítulo 2 **XXVI Olimpíada Norte/Nordeste**

2.1	Exames	9
2.2	Resultados	38

Capítulo 3 **XIII Olimpíada Brasileira de Química Júnior**

3.1	Exames Fase I	42
3.2	Exames Fase II	54
3.3	Resultados	71

Capítulo 4 **OBQ 2020**

4.1	Fase III Modalidade A – Questões de múltipla escolha	74
4.2	Fase III Modalidade B – Questões de múltipla escolha	97
4.3	Resultados Modalidade A	121
4.4	Resultados Modalidade B	124

Parte 2 **Processo seletivo para as Olimpíadas Internacionais**127

Capítulo 5 **OBQ 2019 Fase IV**127

5.1	Resultados Fase IV	137
-----	---------------------------------	-----

Capítulo 6 **OBQ 2019 Fase V**138

Capítulo 7 **OBQ 2019 Fase VI**139

Resultado da Fase VI	169
-----------------------------------	-----

Capítulo 8 **52nd International Chemistry Olympiad**

Exame Teórico remoto	170
----------------------------	-----

Destaques Olímpicos	205
---------------------------	-----

Mulheres na Química	206
---------------------------	-----

Destaques Escolas Públicas	208
----------------------------------	-----

Depoimentos	210
-------------------	-----

Considerações Finais	218
----------------------------	-----

Endereços dos Coordenadores	220
-----------------------------------	-----

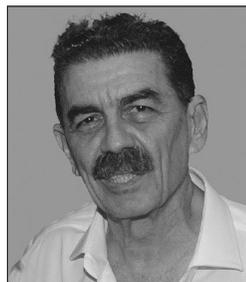


1.1 Calendário 2020

07/02/2020	14:00h	Fase IV da OBO-2019 (Exame sobre técnicas laboratoriais com o objetivo de selecionar a equipe que representará o Brasil na 52 nd IChO).
04 a 09/05/2020	Tempo integral.	Curso de Aprofundamento e Excelência (Fase V) para os 15 estudantes selecionados no exame de conhecimentos de laboratório. Ministrado remotamente por docentes da UFMG, UFPI e USP.
13/06/2020	9:00h	Exames da Olimpíada Brasileira de Química - 2019 Fase VI - Questões de baseadas na lista sugerida pelos organizadores da 52 nd IChO).
07/07/2020		Divulgação dos nomes dos quatro estudantes que representarão o Brasil nas olimpíadas internacionais
06/06 a 06/09/2020		Inscrições para a XIII OBOJr. Escolas inscrevem seus alunos de 8 ^o e 9 ^o anos do ensino fundamental. On line.
25/07/2020	07:00h às 12:00h	52 ^a Olimpíada Internacional de Química, Turquia - Virtual.
11 e 12/09/2020	8:00h às 22:00h	Exames da XIII Olimpíada Brasileira de Química Júnior - XIII OBOJr, para estudantes de 8 ^o e 9 ^o anos. (Fase I).
06 a 12/09/2020		25 ^a Olimpíada Ibero-americana de Química, Não ocorreu.
01 a 10/12/2020		Inscrições para a OBO - 2020. Cinquenta e seis estudantes por estado divididos em modalidade A, modalidade B. Inscrições restritas aos coordenadores-estaduais.
13/12/2020	10:00h às 12:00h	Exames da Olimpíada Brasileira de Química - 2020. Fase III - Modalidades A e B. Questões analítico-expositivas.
10/02 a 08/03/2021		Inscrições para a XXVI Olimpíada Norte/Nordeste de Química. Cinquenta estudantes por estado.
14/03/2021		Exames da XXVI Olimpíada Norte/Nordeste de Química.
15/03/2021		Divulgação de resultados da XXVI Olimpíada Norte/Nordeste de Química.
21/2/2021		Exames da XIII OBOJr. (Fase II).
25/10/2021		Divulgação dos resultados da OBO-2020.
28/03/2021	Entre 9h e 16h59min	Exames da Olimpíada Brasileira de Química - 2021 Fase II Unificada. 2h de exame.
30/03/2021		Divulgação de resultados da XIII OBOJr.
26 e 27/11/2020	9h30min	Reunião do Conselho de coordenadores, não ocorreu presencialmente.
27/11/2020	19:00h	Solenidade de encerramento e premiação, não ocorreu.

1.2 Mensagem do Coordenador Geral

As primeiras iniciativas relativas às olimpíadas de química no Brasil remontam a 1986, na USP, mas, de forma mais estruturada, o ponto de partida foi a I Olimpíada Norte/Nordeste de Química, em cuja edição participaram todos os estados dessas regiões. O ano é 1995, o estado é o Ceará, ali nascia essa audaciosa proposta para motivar alunos ao estudo da química, enriquecer e complementar conhecimentos nesta ciência. Impulsionados pela paixão, no ano



seguinte tinha início um projeto educacional com dimensão nacional, focado em estudantes do ensino médio possuidores de talento para a área da química, a Olimpíada Brasileira de Química nascia dividida em duas modalidades, mod. A, 1º. e 2º. anos, e mod. B, os terceiranistas.

A partir de então, pontuamos relevantes marcos, o próprio ano 1996, quando cria-se a OBO para ensino médio e os primeiros selecionados participam na Olimpíada Ibero-americana de Química, no México; em 1999, jovens brasileiros participam na International Chemistry Olympiad - IChO, na Tailândia; em 2002, CNPq lança Edital para apoio financeiro; em 2008, inicia a I Olimpíada Brasileira de Química Júnior; 2011 - Ano Internacional da Química, CAPES financia projeto de formação docente e apoio ao ensino de química em escolas públicas; em 2018, instala-se a OBESQ - Olimpíada Brasileira do Ensino Superior de Química e, na 50th IChO, em Praga, dois estudantes são agraciados com medalhas de ouro, uma delas para primeira mulher brasileira a conquistar essa premiação. Juntos, esses cinco certames nacionais constituem o Programa Nacional Olimpíadas de Química (PNOQ). O PNOQ visa encorajar o estudo da química e reconhecer a excelência em estudantes do ensino fundamental, médio e superior por intermédio de certames anuais dessa ciência.

Os primeiros anos foram um caminho de percalços em decorrência do inexistente apoio financeiro, vindo posteriormente, de forma continuada, desde 2003, por intermédio do CNPq. Esse foi marco importante, a partir do qual foi possível conduzir o projeto de forma planejada e obter os primeiros resultados relevantes, tais como, incrementar o número de participantes e obter resultados mais significativos nas olimpíadas

internacionais, certames indicadores de nosso desempenho perante outros países. Nesse aspecto, embora os resultados na Olimpíada Internacional de Química ainda nos posicione fora do grupo de elite — os dez primeiros listados — o Brasil se coloca dentre os dez seguintes. Resultado excelente, considerado nosso menor tempo de vivência na IChO e por não oferecermos o treinamento intensivo e duradouro aplicado pelos mais destacados países desse certame internacional, composto por 80 nações. Por outro lado, na Olimpíada Ibero-americana de Química, evento que reúne 18 países, nossos estudantes pontificam nas primeiras colocações, esse desempenho nos dá certeza de estar trilhando caminhos corretos. Cabe destacar, a importância da Olimpíada Brasileira de Química Júnior (OBOjr) na projeção alcançada pelo Brasil, nos dez últimos anos tivemos 40 estudantes integrando a delegação brasileira na IChO, destes, somente cinco não se iniciaram na OBOjr e, ultimamente, todos eles sempre retornam do exterior agraciados com medalhas.

Outro aspecto a destacar é a participação feminina. Observando o universo dos estudantes que representam as nações integrantes na IChO, percebe-se quantidade bem maior de rapazes. Na OBO, durante muitos anos, a representação feminina ficava em torno de 30 a 35%, esse quadro mudou após instituímos premiação especial para as mais destacadas meninas nas seis modalidades de premiação reunidas no PNOQ. Neste ano, na OBO Júnior, com 65.120 estudantes do ensino fundamental, tivemos 51% de meninas, enquanto no ensino médio, com 139 mil inscritos, as meninas responderam por 55,1%. Com essa taxa de participação feminina, concretiza-se nosso objetivo e novo vetor de motivação fica criado para todos os participantes.

Ainda não foi neste ano que tocamos na meta que se persegue com relação ao desempenho dos estudantes de escolas públicas, contudo, largos passos foram dados nessa direção. Em 2020, alguns estudantes beneficiários de programas sociais tiveram destaque nos resultados.

A olimpíada não deve ser encarada como mera outorgadora de medalhas, mas agente propulsor de inspiração para nossos jovens seguirem carreira científica, imbuídos de espírito crítico e criativo.

Sérgio Maia Melo

Coordenador do Programa Nacional Olimpíadas de Química

1.3 Opinião

A Sociedade 5.0

Vitor Kurahayashi *

Este ano iniciamos a terceira década do Século XXI e, em pouco mais de 7.300 dias, já tivemos mais oportunidades de aprendizado do que toda a história da humanidade. Você pode não ter percebido, mas vivemos as duas décadas mais revolucionárias da história da humanidade até agora!

Por que “até agora”? Simplesmente porque a Sociedade 5.0 vai transformar o mundo em menos tempo do que qualquer outra revolução na história da humanidade! Estamos iniciando uma era mais humana, mas isso não significa que viveremos tempos harmoniosos ou zen. Essa nova era vai demandar mudanças na forma que interagimos enquanto sociedade e habitantes do planeta Terra.

A Sociedade 5.0 surge como consequência evolucionária da Indústria 4.0 e busca posicionar o ser humano como foco da inovação e da transformação tecnológica, enquanto a Indústria 4.0 é centrada na fabricação e no produto. A utilização de tecnologias inovadoras, interdisciplinares e multidisciplinares, tem o propósito de promover um futuro seguro aos cidadãos, concentrando-se em vários setores importantes.

Com o mundo mais digitalizado e tecnológico, as empresas e os profissionais precisarão se adaptar aos novos tempos, pois surge a necessidade de aprender e desenvolver diversas competências importantes deste novo cenário. Neste momento, entram em cena os Lifelong Learners (eternos aprendizes – nunca é cedo ou tarde demais para aprender).

As competências para essa nova sociedade vão desde as mais específicas até as mais transversais - como autonomia, responsabilidade, interação social, desenvolvimento pessoal e profissional, liderança, comunicação, competências de resolução de problemas, trabalho em equipe e criatividade.

O conceito da Sociedade 5.0 surgiu no Japão, em 2015, de uma iniciativa estratégica da política nacional daquele país, colocando o

avanço da tecnologia para melhorar a qualidade de vida, responsabilidade social e sustentabilidade.

Ao longo da história, a humanidade evoluiu como sociedade da seguinte forma:

A Sociedade da Caça (1.0) — coexistência entre os humanos e a natureza, tendo os seres humanos um papel de caçadores-coletores - eram o que chamamos de nômades;

A Sociedade da Agricultura (2.0) — os seres humanos promoveram a primeira revolução saindo de uma vida nômade para uma sedentária quando iniciaram o domínio da agricultura;

A Sociedade Industrial (3.0) — advento da Revolução Industrial, surgimento do motor a vapor e aumento da produção de bens de consumo;

A Sociedade da Informação (4.0) — a Era da Informação com a comunicação em tempo real, mundo digital e processamento de grande quantidade de dados.

A Sociedade Superinteligente (5.0) — a sociedade tem, nos computadores e na hiperconexão das tecnologias, um modo de vida mais inteligente, eficiente e sustentável na busca de soluções para os dilemas sociais, melhora da qualidade de vida e do bem-estar do ser humano.

A preocupação com o envelhecimento da população japonesa foi o estopim que desencadeou o surgimento da Sociedade 5.0 e a aplicação da tecnologia para lidar com este novo paradigma.

Mas... e a sociedade manauara e amazonense? Quais serão os estopins necessários para nos adaptarmos a essa transformação?

Este é o grande desafio que temos neste momento: como utilizar a tecnologia, a ciência, a inovação e a biodiversidade para alcançar os melhores resultados, que nos auxiliem na superação de nossos desafios atuais, ao mesmo tempo que nos direcionam à Sociedade 5.0?

Tempo é vida!

* **Vitor Kurahayashi** é mentor e consultor, diretor no grupo TravelCorp.

Transcrito de:

<https://portalamazonia.com/colunistas/mundo-corporativo/sociedade-5-0/a-sociedade-5-0>

Publicado em: 26 mar. 2021. Disponível (Acessado em 28/3/2021)

CAPÍTULO 2



XXVI Olimpíada Norte/Nordeste de Química

OBSERVAÇÕES:

O exame terá duração de duas (2) horas e trinta (trinta) minutos. Será sequencial, você não poderá retornar à questão anterior;

O exame está dividido em quatro (4) níveis de dificuldade:

Seis questões classificadas como fácil, com pontuação 1,67; doze questões classificadas como média, com pontuação 2,0; seis questões classificadas como difícil, com pontuação 4,0; seis questões classificadas como desafiadora, com pontuação 7,0 .

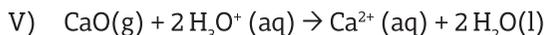
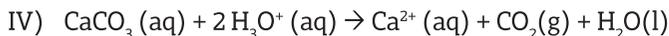
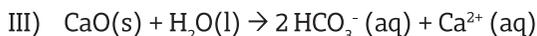
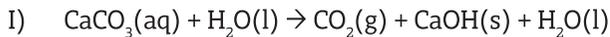
Totaliza **100 pontos**

QUESTÃO 1 | PONTUAÇÃO: 1,67

Um novo estudo de cientistas da Universidade de Cambridge mostrou como a chuva ácida está levando à explosão populacional de um tipo de plâncton gelatinoso que ameaça entupir os sistemas de água do país. Basicamente, a chuva ácida destruiu os depósitos de cálcio em torno de vários lagos canadenses e, com a queda dos níveis de cálcio, vários tipos de plâncton que precisam desse elemento para sobreviver, como as pulgas d'água *Daphnia*, estão definhando. Assim, plânctons que são gelatinosos e dependem menos do cálcio, como o gênero *Holopedium*, acabaram ganhando terreno, o que desequilibrou o ambiente dos lagos. O resultado é que vários dos lagos do Canadá estão se parecendo com imensas tigelas de geleia.

Fonte: Adam Clark Estes, O plâncton está transformando lagos do Canadá em geleia por causa da chuva ácida, 2014. <<https://gizmodo.uol.com.br/o-plancton-esta-transformando-alguns-lagos-do-canada-em-geleia-por-causa-da-chuva-acida/>> Acesso em: 29 jan. 2021.

O cálcio citado no texto acima é consumido através de uma reação de neutralização que ocorre entre o carbonato e óxido de cálcio presentes nos lagos e na chuva ácida. A chuva ácida é formada devido à presença de diferentes óxidos na atmosfera, provenientes da atividade humana.



Das reações acima, quais delas representam a neutralização da chuva ácida ?

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

QUESTÃO 2 | PONTUAÇÃO: 1,67

Inúmeros são os sais que fazem parte do nosso cotidiano. Para exemplificar, o carbonato de cálcio é encontrado nos recifes de corais e nas pérolas; o monohidrogenocarbonato de sódio, é usado como antiácido para tratar a acidez estomacal, por ter ele o poder de neutralizar ácidos. Ao nosso redor existe uma infinidade de sais, substâncias que podem ser encontradas na natureza, e fazem parte dos mais variados materiais. Pensando, portanto, em substâncias com estas funções e marque, dentre as alternativas abaixo, aquela que melhor relaciona a substância citada às suas propriedades.

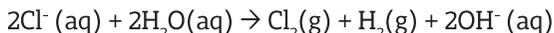
- a) O sal encontrado em nossa cozinha é o cloreto de sódio (NaClO), sal neutro, também conhecido como *sal marinho* ou *sal-gema* e que, em solução aquosa, apresenta pH maior que 7.
- b) O carbonato de sódio é um pó branco ou levemente acinzentado, popularmente conhecido como *soda* ou *barrilha*, também usado na fabricação de sabões e detergentes. Esse sal, em meio aquoso, produz um pH menor que 7.
- c) O bicarbonato (mono-hidrogenocarbonato) de sódio (Na_2CO_3) é um sal ácido que reage com água liberando CO_2 . Nos efervescentes que combatem a acidez estomacal, o bicarbonato de sódio é o princípio

ativo. É, também, usado também como fermento em pães e nos extintores de incêndio (pó seco ou úmido).

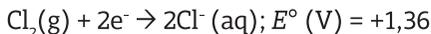
- d) O fluoreto de potássio (KF) é empregado em algumas pastas de dente e em enxaguatórios bucais. Esse 1ale m meio aquoso produz pH menor que 7.
- e) O *salitre*-nitrato de potássio (KNO₃) e o *salitre-do-chile*-nitrato de sódio (NaNO₃), são sais neutros obtidos a partir da reação dos seus respectivos ácidos e bases na proporção de 1:1 .

QUESTÃO 3 | PONTUAÇÃO: 1,67

Um processo eletroquímico industrial importante é a produção do gás cloro, cuja reação química global está representada abaixo:



O potencial de reação global pode ser obtido utilizando as seguintes semirreações de redução:



Dadas as informações acima, assinie a alternativa correta:

- a) O potencial padrão da reação global de produção do cloro é $E^\circ (\text{V}) = +0,53$
- b) Durante a produção do gás cloro, gás hidrogênio é produzido no ânodo;
- c) Se gás flúor é produzido em vez de cloro, o potencial global da reação de produção diminui ($\text{F}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{F}^- (\text{aq}); E^\circ (\text{V}) = +2,87$).
- d) O processo ocorre através da formação de uma pilha;
- e) Á água atua como uma espécie redutora.

QUESTÃO 4 | PONTUAÇÃO: 1,67

A tabela periódica é, sem sombra de dúvidas, um dos maiores aliados na Química e áreas afins. Ela lista todos os elementos naturais e artificiais existentes, classificando-os em várias famílias e períodos e é ordenada

de acordo com número atômico de cada elemento. A figura abaixo apresenta 6 espécies químicas que representam um átomo neutro ou íon e suas características como número atômico, número de massa e o número de partículas subatômicas, com algumas informações omitidas.

Átomo/íon	Número atômico	Prótons	Nêutrons	Elétrons	Número de massa
G	---	19	---	19	39
H	19	19	21	19	---
L	20	20	---	20	40
M	27	27	32	27	59
Q	28	28	---	28	59
R	28	28	31	29	---

Assinale **V** (verdadeiro) ou **F** (falso) nas assertivas abaixo.

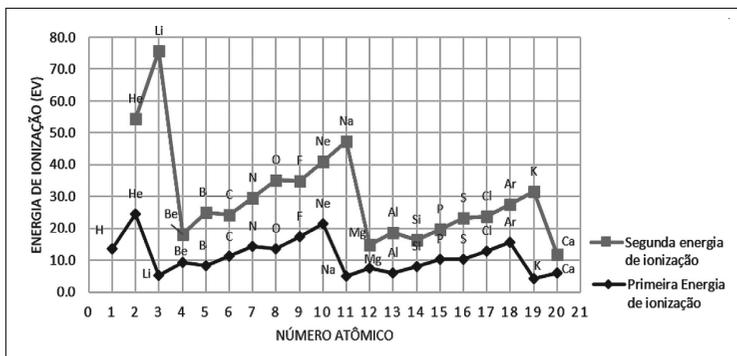
- () As espécies G e H são isotópicas, uma vez que possuem o mesmo número de prótons.
- () As espécies H e L são isotônicas, uma vez que possuem o mesmo número de massa.
- () As espécies Q e R são isotópicas, pois possuem o mesmo número de prótons e mesmo número de massa.
- () As espécies M e Q são isobáricas uma vez que a soma de seus prótons e nêutrons é igual.
- () As espécies Q e R consistem respectivamente de um átomo neutro e seu ânion monovalente correspondente.

A sequência correta de preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é:

- a) V – F – F – V – V.
- b) V – V – F – V – V.
- c) F – F – F – V – V.
- d) V – F – V – V – F.
- e) V – F – F – F – V.

QUESTÃO 5 | PONTUAÇÃO: 1,67

O gráfico abaixo apresenta, em cinza, a primeira energia de ionização dos 20 primeiros elementos da tabela periódica e, em vermelho, a segunda energia de ionização. Com base nas informações presentes no gráfico, analise as afirmativas a seguir.



Fonte: KramidaA, A.; Ralchenko, Yu.; Reader, J. NIST Atomic Spectra Database. National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, 2020.

- I. A primeira energia de ionização do neônio apresenta o mesmo valor da segunda energia de ionização do potássio (aproximadamente 20,0 eV).
- II. A diferença entre a primeira e segunda energia de ionização é maior no sódio do que no magnésio, pois o sódio com carga +1 tem configuração semelhante a um gás nobre, enquanto o magnésio +1 tem configuração semelhante a um halogênio.
- III. Quando o elemento apresenta configuração s^2p^2 , sua primeira energia de ionização será maior do que aquela de um elemento com configuração s^2p^3 , independentemente do número de prótons nos elementos.
- IV. Tanto a primeira como a segunda energia de ionização da família do boro serão mais baixas do que na família do carbono, pois esta é uma propriedade periódica que diminui da esquerda para a direita, em um mesmo período.

As assertivas corretas são:

- a) I, apenas b) II, apenas c) III, apenas
d) IV, apenas e) Todas estão erradas

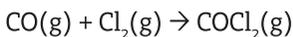
QUESTÃO 6 | PONTUAÇÃO: 1,67

Uma estudante de química, entediada durante a quarentena, encontrou na sua geladeira duas latas de refrigerante. Uma lata de refrigerante regular, de 220 mL, com massa de 230 g e uma lata de refrigerante diet, de 330 mL e 325 g. A estudante, então se perguntou: “O que acontecerá se eu colocar as duas latas em um recipiente de 20 litros contendo 20 kg de água”?

- a) Ambas as latas afundarão e ficarão na mesma altura.
b) Ambas as latas flutuarão e ficarão na mesma altura.
c) A lata de refrigerante diet afundará mais do que a de refrigerante regular.
d) A lata de refrigerante regular afundará mais do que a de refrigerante diet.
e) É impossível prever o resultado apenas com os dados apresentados.

QUESTÃO 7 | PONTUAÇÃO: 2,0

O cloreto de carbonila (COCl_2) é produzido pela reação entre o monóxido de carbono (CO) e o gás cloro (Cl_2):



Dados de concentração e velocidade para esta reação foram coletados experimentalmente, a uma determinada temperatura, de acordo com a tabela a seguir:

Concentração inicial (mol/L)	Velocidade inicial (mol/L)	COCl_2
0,10	0,20	0,120
0,20	0,20	0,240
0,20	0,40	0,720

De acordo com estes dados e sabendo que $\log 10^2 \approx 0,3$ e $\log 10^3 \approx 0,5$, analise as assertivas a seguir:

- I) A reação é de ordem 1 em relação ao CO.
- II) A reação é de ordem 1,6 em relação ao Cl_2
- III) A unidade da constante de velocidade é $\text{L}^{1,6}/(\text{mol}^{1,6} \cdot \text{s})$

Desta forma, assinale a alternativa correta:

- a) Somente as assertivas I e II estão corretas
- b) Somente as assertivas I e III estão corretas
- c) Somente as assertivas II e III estão corretas
- d) Todas as assertivas estão corretas
- e) Nenhuma das assertivas está correta.

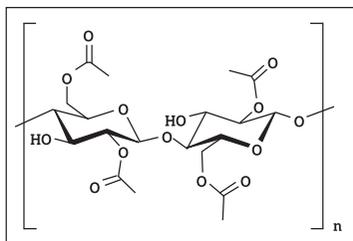
QUESTÃO 8 | PONTUAÇÃO: 2,0

De acordo com seus conhecimentos químicos. Dadas as assertivas abaixo, assinale a alternativa correta.

- I) Ao se aquecer uma mistura de nitrato de amônio e hidróxido de sódio se obtém um gás que torna o papel tornassol azul.
 - II) Ao borbulhar dióxido de carbono em uma solução de hidróxido de bário, um sólido branco precipita.
 - III) A reação entre zinco e ácido sulfúrico diluído produz um precipitado branco.
 - IV) O óxido de cálcio pode ser obtido através da decomposição térmica do carbonato de cálcio.
 - V) Ao se adicionar sódio metálico na água ocorre uma reação que desprende oxigênio e pode chegar à explosão
- a) Somente as assertivas I, II e IV estão corretas
 - b) Somente as assertivas II, III e IV estão corretas
 - c) Somente as assertivas II, III e V estão corretas
 - d) Somente as assertivas I, II, IV e V estão corretas
 - e) Todas as assertivas estão corretas

QUESTÃO 9 | PONTUAÇÃO: 2,0

Por muitos anos, o nitrato de celulose foi usado na indústria cinematográfica como filme. Devido ao seu caráter altamente inflamável, o nitrato de celulose foi substituído pelo acetato de celulose. Apesar de ser muito mais seguro, o acetato de celulose pode se decompor com o tempo em um processo conhecido como a síndrome do vinagre.



Em relação ao acetato de celulose, analise as seguintes sentenças:

- I) O processo de decomposição do acetato de celulose produz ácido metanoico.
- II) A decomposição do acetato de celulose forma 2 mols de ácido etanoico por monômero.
- III) A decomposição do acetato de celulose forma 4 mols de ácido acético por monômero.
- IV) A reação de decomposição do acetato de celulose é uma hidrólise.

Assinale a alternativa adequada:

- a) Apenas a sentença II está correta.
- b) Apenas as sentenças II e IV estão corretas.
- c) Apenas as sentenças I e III estão corretas.
- d) Apenas a sentença III está correta.
- e) Todas estão corretas.

QUESTÃO 10 | PONTUAÇÃO: 2,0

A grande variedade de substâncias orgânicas existentes se deve à capacidade do átomo de carbono em se ligar, de diferentes formas, a diversos átomos. Um fenômeno comum no qual duas ou mais substâncias orgânicas possuem a mesma fórmula molecular, mas diferem em sua fórmula estrutural, é a isomeria. Substâncias que apresentam isomeria podem apresentar diferenças químicas, físicas e biológicas. Abaixo há duas moléculas denominadas A e B que possuem algum tipo de isomerismo.

Com base nas estruturas, analise as seguintes afirmativas:

- I) a molécula A apresenta isomeria configuracional com carbono assimétrico (isomerismo óptico);
- II) ambas as moléculas apresentam isomeria configuracional cis-trans (isomerismo geométrico);
- III) uma mistura racêmica da molécula B é composta de 50% do isômero cis e 50% do isômero trans;
- IV) a molécula B apresenta isomeria configuracional cis-trans (isomerismo geométrico) em virtude das duplas ligações do anel fenólico;
- V) a molécula A apresenta apenas um carbono assimétrico em sua estrutura.

Estão corretas apenas as afirmações:

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

QUESTÃO 11 | PONTUAÇÃO: 2,0

A escola Quimilândia realizava anualmente um torneio de química, para avaliar o conhecimento de seus alunos. Após várias etapas, chegaram na final apenas 2 alunos (que denominaremos por A e B). Cada aluno recebeu uma amostra para analisar. As amostras eram idênticas, mantidas na temperatura de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, sendo constituídas por material sólido cristalino de cor marrom.

Inicialmente os alunos dividiram as amostras em 2 alíquotas. Em uma delas, eles determinaram as temperaturas de fusão e ebulição, e construíram os seus respectivos gráficos (Figura 1) com esses dados obtidos.

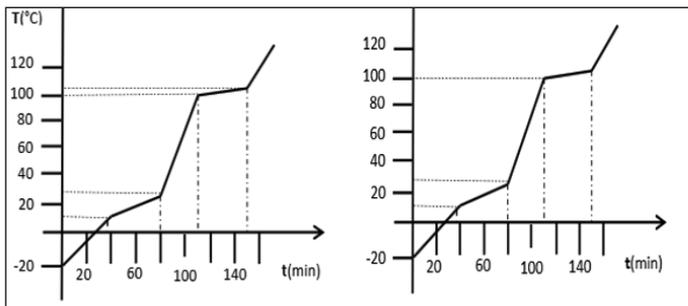


Figura 1 – Gráficos das mudanças de fases determinadas pelos alunos

Em seguida, ambos tomaram a segunda alíquota e observaram suas características na temperatura de 25 °C (Figura 2).

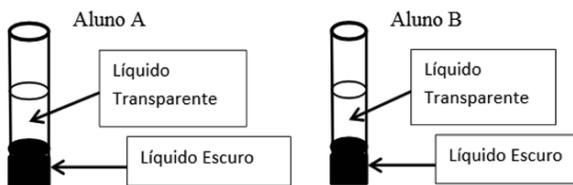


Figura 2 – Alíquotas a temperatura de 25 °C

Em seguida, os alunos separaram os constituintes dessas alíquotas (Figura 3).

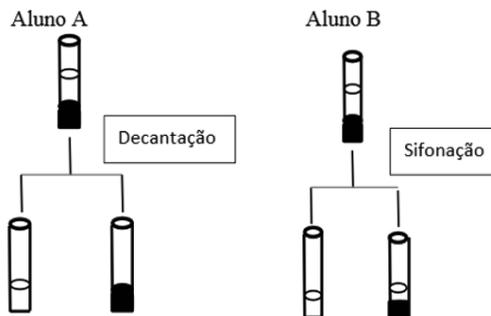


Figura 3 – Separação das alíquotas na temperatura de 25 °C

Quando o tempo da prova foi finalizado, os alunos apresentaram as seguintes conclusões:

ALUNO A: A amostra é uma mistura que se apresenta no estado sólido cristalino a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ela é constituída por 2 líquidos imiscíveis na temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ que foram separados por processo de decantação (com funil de bromo). Durante o manuseio de ambas as fases não se observou nenhum odor. Não se pôde determinar se ambas as fases são substâncias puras, pois não foram medidas suas respectivas temperaturas de ebulição e solidificação, como também não foram feitas análises cromatográficas e testes de solubilidade em ambas as fases, o que poderia elucidar suas constituições.

ALUNO B: A amostra é uma mistura azeotrópica, com temperatura de ebulição de $102\text{ }^{\circ}\text{C}$. A $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ se apresenta na forma sólida com cristais escuros (marrom). Na temperatura ambiente, $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, a amostra passou para o estado líquido e verificou-se ser a mesma constituída por 2 líquidos, com diferentes densidades, que foram separados por processo de sifonação. Presumo que a substância incolor de menor densidade seja uma substância pura. A segunda fase, de maior densidade, apresenta cor escura e provavelmente deve ser uma mistura. Para confirmar que a fase escura é uma mistura necessita-se de outras análises mais precisas.

Após esses relatos, quem deve ser o vencedor do torneio?

- I Os alunos **A** e **B** desempenharam corretamente as técnicas laboratoriais em relação à determinação das temperaturas de fusão e ebulição da amostra que lhes foi entregue; daí construiram gráficos idênticos, ambos chegaram à conclusão de que a amostra era uma mistura. Porém o aluno **B** foi mais específico em relação ao tipo de mistura, classificando-a como azeotrópica. Além disso, o aluno **B** foi mais criterioso em relatar as diferentes densidades dos dois constituintes da amostra e os aspectos apresentados por ambas as fases. O aluno **A** nada relatou em relação à fase incolor, por ser a mesma uma substância pura e usou erroneamente o funil de bromo ao invés do funil de decantação na separação das fases. Portanto, o vencedor do torneio deve ser o aluno **B**.

- II Os alunos **A** e **B** desempenharam corretamente as técnicas laboratoriais em relação à determinação das temperaturas de fusão e ebulição da amostra que lhes foi entregue; daí construírem gráficos idênticos e concluírem que a amostra era uma mistura. Porém o aluno **A** foi mais criterioso observando que a amostra na temperatura de 25 °C era uma mistura de 2 líquidos imiscíveis e inodoros. Também a sua técnica para separação dos líquidos foi correta, ao escolher a vidraria adequada. O aluno **B** fez uma separação inadequada das fases e não propôs alternativas que pudessem dar continuidade às análises a fim de identificar cada líquido separado. Portanto, o vencedor do torneio deve ser o aluno **A**.
- III Os alunos **A** e **B** desempenharam corretamente as técnicas laboratoriais em relação à determinação das temperaturas de fusão e ebulição da amostra que lhes foi entregue; daí construírem gráficos idênticos, pois ambos chegaram à conclusão que a amostra era uma mistura. Porém, o aluno **A** foi mais criterioso observando que a amostra na temperatura de 25 °C era uma mistura de 2 líquidos imiscíveis e inodoros. Apesar de que sua técnica para separação dos líquidos não ser adequada, pois escolheu o funil de bromo ao invés de usar o funil de porcelana porosa que separaria mais rápido as fases. O aluno **B** fez uma separação inadequada das fases, mas propôs que deveriam ser realizadas outras análises para confirmar se o líquido escuro era uma substância pura. Portanto, O torneio teve como resultado o empate entre os concorrentes, sendo **A** e **B** vencedores.

Após ter lido as assertivas I, II e III, e, de acordo com seus conhecimentos, escolha a opção correta.

- a) Somente a assertiva I está correta
- b) Somente a assertiva II está correta
- c) Somente a assertiva III está correta
- d) Todas as assertivas estão corretas
- e) nenhuma das assertivas está correta

QUESTÃO 12 | PONTUAÇÃO: 2,0

A emissão de gases poluentes na atmosfera tem sido uma preocupação global. O desenvolvimento de pesquisas acerca de novas fontes de energia com menos impactos ao meio ambiente tem crescido nos últimos anos, sendo estudadas alternativas como a energia solar, eólica, geotérmica e a nuclear. A matriz energética brasileira ainda consiste, em maior parte, de usinas hidrelétricas, porém, de acordo com Laércio Antônio Vinhas (Embaixador Brasileiro na IAEA) em entrevista à BBC em 2016, os acordos globais para reduzir as emissões de carbono e frear as mudanças climáticas devem impulsionar a construção de usinas nucleares mundo afora e inclusive no Brasil. Atualmente, o Brasil possui duas usinas nucleares em funcionamento na cidade de Angra dos Reis – RJ, mas já existem projetos para construção de mais usinas no País.

Sobre o funcionamento das usinas nucleares e suas vantagens com relação a outras fontes de energia, analise as afirmativas que se seguem.

- III) Numa usina nuclear utiliza-se com maior frequência o processo de fissão nuclear de radioisótopos combustíveis, tais como o urânio (^{235}U), o tório (^{232}Th) e o plutônio (^{238}Pu), ao invés do uso de óleo combustível ou de carvão mineral, por exemplo.
- II) A grande vantagem do uso das usinas nucleares para a geração de energia elétrica é a enorme quantidade de energia que pode ser gerada a partir de uma pequena quantidade do radionuclídeo usado como combustível, ao contrário das usinas hidrelétricas, que necessitam de grandes volumes de água para seu funcionamento.
- III) O tratamento de rejeitos radioativos provenientes das usinas nucleares tem sido uma preocupação mundial. Para a definição das técnicas mais adequadas, utiliza-se o conceito de meia-vida, que corresponde ao número de núcleos de uma substância radioativa que se desintegram por unidade de tempo. Sua unidade do SI é o Becquerel (Bq).

Assinale a alternativa correta:

- a) Somente as afirmativas I e II estão corretas
- b) Somente as afirmativas I e III estão corretas
- c) Somente as afirmativas II e III estão corretas

- d) Todas as afirmativas estão corretas.
- e) Nenhuma das afirmativas está correta.

QUESTÃO 13 | PONTUAÇÃO: 2,0

O sódio puro foi descoberto e isolado em 1807 por Sir Humphry Davy, através da eletrólise da soda cáustica. Esse elemento é o sexto elemento em abundância na natureza e seus compostos possuem diversas aplicações, tais como: o carbonato de sódio, na produção de vidros e substâncias de limpeza; o tetraborato de sódio, para produção de detergentes e o cloreto de sódio, utilizado como conservante e como condimento. Em setembro de 2019, a Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) propôs que alimentos com alto teor de açúcar, gordura e sódio deveriam apresentar um alerta específico em seus rótulos. A Anvisa adotou os seguintes limites para cada composto:

Para cada 100 mL ou 100 g de produto

Composto	Sólidos	Líquidos
Açúcar	10 g	5 g
Gordura saturada	4 g	2 g
Sódio	400 mg	200 g

Fonte: <https://g1.globo.com/bemestar/noticia/2019/09/12/rotulo-de-alimentos-podem-ganhar-lupa-com-alerta-avalia-anvisa-em-audiencia.ghtml>

Considerando o elemento químico sódio, suas características e propriedades, analise as afirmações a seguir.

- I) A ingestão de alimentos com alto teor de sódio pode causar doenças cardiovasculares e renais, aumento da pressão arterial, obesidade, acidente vascular cerebral e hipertrofia ventricular esquerda entre outras doenças, por isto a relevância em se destacar este teor nas embalagens.
- II) O sal cloreto de sódio contribui com atributos funcionais aos alimentos, tais como textura, sabor e segurança microbiológica, os quais podem ser facilmente encontrados em outros ingredientes.

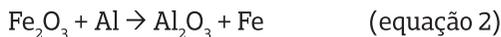
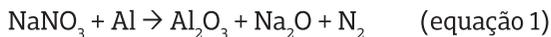
III) O cloreto de sódio pode ser substituído parcialmente em produtos cárneos por outras substâncias como sais de cloreto, fosfatos, lactatos, hidrocoloides dentre outros.

Assinale a alternativa correta:

- a) Somente as afirmativas I e II estão corretas
- b) Somente as afirmativas I e III estão corretas
- c) Somente as afirmativas II e III estão corretas
- d) Todas as afirmativas estão corretas
- e) Nenhuma das afirmativas está correta

QUESTÃO 14 | PONTUAÇÃO: 2,0

O nióbio ($Z = 41$) é um metal de transição bastante importante para a economia brasileira, sendo um dos elementos mais exportados pelo Brasil. As suas aplicações variam desde o uso em ligas metálicas, quanto em vidros, em baterias e está presente nos campos da indústria de construção, médica, automobilística, dentre outras. As reservas brasileiras representam aproximadamente 98,5% do nióbio minerável mundial, apresentando-se principalmente na forma de jazidas de pirocloro, um mineral que é formado por 71% de óxido de nióbio (V) (Nb_2O_5). Uma das principais formas utilizáveis do nióbio é na forma do ferronióbio, uma liga metálica que pode ser obtida através das seguintes reações químicas não-balanceadas:



Os metais formados nas reações químicas exibidas, que ocorrem em altas temperaturas, se combinam para formar a liga de ferronióbio. Esse processo é conhecido como processo aluminotérmico, pois ocorre a altas temperaturas.

Dado o texto acima, tem-se as seguintes assertivas:

- I) A soma dos coeficientes estequiométricos da equação 1 balanceada é 28.
- II) A soma dos coeficientes estequiométricos da equação 3 balanceada é 24.
- III) A soma dos coeficientes estequiométricos da espécie Al nas três equações balanceadas é 22.

Estão corretas:

- a) Somente as assertivas I e II estão corretas
- b) Somente as assertivas I e III estão corretas
- c) Somente as assertivas II e III estão corretas
- d) Todas as assertivas estão corretas
- e) Nenhuma das assertivas está correta

QUESTÃO 15 | PONTUAÇÃO: 2,0

A água sanitária é um produto de limpeza utilizado na desinfecção de alimentos, objetos e superfícies. Sua composição química é uma solução aquosa de hipoclorito de sódio, numa concentração de cloro ativo de 2,5 %, ou seja, 1 L de água sanitária é equivalente a 25 g de gás cloro. Mesmo sendo um produto doméstico, seu uso deve ser feito com cuidado, assim como outros produtos de limpeza. O uso incorreto ou indiscriminado pode acarretar perigos a saúde ou danos ambientais. Um uso incorreto comum é a utilização da água sanitária pura em superfícies, o que reduz seu poder desinfetante. Sua ação ocorre pela formação do ácido hipocloroso, capaz de atravessar a membrana celular e oxidar biomoléculas e este se torna presente em maior quantidade no meio, quando a água sanitária é diluída. Utilizar a água sanitária sem diluí-la pode promover uma maior exposição aos compostos químicos liberados, como o gás cloro, que é tóxico. Outro erro comum é misturar a água sanitária com outros produtos químicos, o que pode ser perigoso, pois pode haver a formação compostos tóxicos que variam desde organoclorados a cloroaminas.

De acordo com as informações presentes no texto acima, analise as seguintes assertivas:

- I) O ácido responsável pela ação bactericida da água sanitária é um ácido forte.
 - II) Tornar o pH do meio alcalino aumenta o poder bactericida da água sanitária.
 - III) O composto presente inicialmente na água sanitária é um óxido de caráter básico.
- a) Somente as assertivas I e II estão corretas
 - b) Somente as assertivas I e III estão corretas
 - c) Somente as assertivas II e III estão corretas
 - d) Todas as assertivas estão corretas
 - e) Nenhuma das assertivas está correta

QUESTÃO 16 | PONTUAÇÃO: 2,0

Desde o início da civilização até hoje, a humanidade pôde observar que a natureza é formada por materiais muito diferentes entre si (a terra, as pedras, a água e os seres vivos), constituindo o que chamamos de matéria. Com o passar dos séculos, os seres humanos foram aperfeiçoando as técnicas de extração e separação, visando isolar esses materiais. Através de seus conhecimentos básicos sobre matéria, analise as afirmativas abaixo.

V. A massa de um átomo de carbono é 12 g

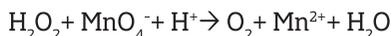
- II. Latão, ouro 18 quilates, granito e bronze, são exemplos de soluções sólidas
- III. Uma solução aquosa de açúcar pode ser completamente separada, utilizando um sistema de filtração a vácuo.
- IV. Toda mistura gasosa é homogênea, dentro das mesmas condições de temperatura e pressão.
- V. O diamante é o alótropo mais duro do carbono, podendo ser facilmente riscado, mas não riscando nenhum outro material existente.

Sobre elas, podemos afirmar:

- a) somente I, IV e V são corretas
- b) somente I e II são corretas
- c) somente III e IV são corretas
- d) somente IV é correta
- e) somente I e IV são corretas

QUESTÃO 17 | PONTUAÇÃO: 2,0

A água oxigenada pode atuar como agente redutor e como agente oxidante. Há reações particulares, envolvendo água oxigenada como reagente, que devem ser criteriosamente analisadas, a começar pelo balanceamento das reações. Com base na reação,



Podemos afirmar que:

- a) A água oxigenada é uma solução aquosa de superóxido de hidrogênio
- b) O permanganato é o agente redutor, numa reação em que a água oxigenada sofreu redução
- c) No permanganato, o manganês está com seu Nox mínimo, que é igual a +7;
- d) A água oxigenada é um óxido neutro e atua na reação direta como agente redutor
- e) Para cada 10 mol de permanganato, teremos 480 g de gás oxigênio liberado, supondo 60% de rendimento reacional.

QUESTÃO 18 | PONTUAÇÃO: 4,0

No início de 2020, diversas pessoas foram hospitalizadas após consumirem a Cerveja Belorizontina, produzida pela Cervejaria Backer. As investigações estão em andamento e 42 pessoas foram possivelmente

intoxicadas pela substância dietilenoglicol, o que pode ter levado 9 delas à morte. A intoxicação grave pode ter levado à síndrome nefroneural, caracterizada por sintomas como insuficiência renal e alterações neurológicas como paralisia da face e problemas na visão. Análises indicaram que a água utilizada para fabricar a cerveja estava contaminada, por dietilenoglicol e monoetilenoglicol (etano-1,2-diol) e as hipóteses iniciais eram sabotagem, vazamento ou uso inadequado das moléculas de monoetilenoglicol no processo de refrigeração do sistema de fabricação. As investigações seguem em andamento e as vítimas ainda buscam indenização na justiça.

Adaptado de: <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2020/04/28/24nstaureca-da-agricultura-libera-maior-parte-de-fabrica-da-backer-um-tanque-continua-lacrado-e-em-investigacao.ghtml>; <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-51128766>.

Abaixo encontra-se a fórmula estrutural para o dietilenoglicol:

Sobre as substâncias mencionadas no enunciado, assinale a alternativa correta

- a) Ao menos um deles apresenta um carbono quiral
- a) Ambas as substâncias apresentam isômeros constitucionais que contêm a função éter
- a) É possível propor para ao menos uma das substâncias, um isômero que contenha um grupo fenílico
- a) É possível propor para ao menos um deles um isômero com cadeia cíclica e homogênea
- a) A substância butano-1,2,3-triol possui as mesmas propriedades físicas e químicas que o dietilenoglicol por constituírem um par de isômeros constitucionais.

QUESTÃO 19 | PONTUAÇÃO: 4,0

Quando adicionamos um alimento ao óleo quente, ele normalmente começa a borbulhar, sendo esse processo mais intenso se o alimento tiver água ou cristais de gelo na sua superfície.

Assinale a alternativa CORRETA quanto ao fenômeno descrito.

- a) A alta temperatura do óleo provoca quebra das fibras do alimento, liberando o ar contido nos mesmos

- b) O fenômeno observado é a sublimação, que ocorre quando a tensão superficial dos cristais de gelo é rompida em altas temperaturas
- c) O óleo sofre pequenas explosões quando entra em contato com a água do alimento, pois este contato faz com que ele atinja a sua temperatura de ignição
- d) A temperatura do óleo é mais alta que o ponto de ebulição da água do alimento, que vaporiza rapidamente e empurra o óleo, dando a impressão de aborbulhamento
- e) O aquecimento do óleo produz uma mistura homogênea com a água do alimento, diminuindo assim a temperatura de ebulição da mistura, levando à formação de bolhas.

QUESTÃO 20 | PONTUAÇÃO: 4,0

No nosso dia a dia, consumimos diversos produtos que passaram por transformação química. Essas transformações podem ser pequenas, desde uma mistura de um aroma a um alimento até reações que alteram as substâncias a nível molecular, como a hidrogenação de óleos para obtenção de gordura. Sobre reações químicas em substâncias orgânicas, como o óleo do exemplo anterior, avalie as afirmações a seguir.

- I) Nas reações de adição em hidrocarbonetos, a adição de hidrogênio em um alceno resulta em um alcano. Essa reação é conhecida como Reação de Sabatier-Senderens e não necessita de catalisador, dada a reatividade dos hidrocarbonetos.
- II) Na hidro-halogenação, uma substância do tipo HX, sendo X um elemento da família dos halogênios, é adicionado a um alceno por meio da quebra da dupla ligação. A regra de Markovnikov esclarece que, em caso do alceno possuir diferentes números de hidrogênio em cada lado da insaturação, o hidrogênio da molécula HX se ligará ao carbono com menor número de átomos de hidrogênio. Essa regra também se estende à adição de água.
- III) Nas reações de sulfonação, o reagente inorgânico que reage com o hidrocarboneto é o ácido sulfúrico. No caso específico da sulfonação do benzeno, a reação necessita de trióxido de enxofre como catalisador, e os produtos dessa reação são água e ácido benzenossulfônico.

Com base nas afirmações dispostas, pode-se afirmar que:

- a) Somente a I é verdadeira
- b) Somente a II é verdadeira
- c) Somente a III é verdadeira
- d) Apenas I e II são verdadeiras
- e) Apenas II e III são verdadeiras

QUESTÃO 21 | PONTUAÇÃO: 4,0

Um estudante, enquanto estava estudando para a Olimpíada Norte/Nordeste de Química, resolveu fazer cartões com resumo sobre as funções orgânicas que ele já havia visto, bem como alguma de suas características. Seu professor, com intuito de ajudar, conferiu os cartões para garantir que todos tinham informações corretas. O professor considerou corretas, entre os cartões resumo, apenas as informações abaixo:

- I) Alcanos são substâncias orgânicas apolares de cadeia aberta e saturada. Possuem fórmula geral $C_nH_{(2n+2)}$. As temperaturas de ebulição dos alcanos de cadeias não ramificadas, são diretamente proporcionais às suas massas molares. Um exemplo de alcano é o metano. Quando a temperatura ambiente, o metano é um gás, característico, por ser o principal constituinte do gás natural. Pode, no entanto, ser obtido através da decomposição da matéria orgânica em ausência de oxigênio.
- II) Trimetilamina, isopropilamina, etilmetilamina e propilamina são isômeros de mesma função orgânica, porém, com características físicas diferentes como, por exemplo, o ponto de ebulição. Dentre as quatro substâncias, a de menor ponto de ebulição é a trimetilamina, e o de maior ponto de ebulição é a propilamina, visto que a trimetilamina não forma ligações de hidrogênio, enquanto a propilamina além de formar duas ligações de hidrogênio, apresenta interações de dipolo induzido mais fortes que na isopropilamina.

III) Os tioalcoóis são substâncias orgânicas sulfuradas. A característica principal dessas substâncias é a presença do grupo SH ligado diretamente a um carbono saturado. Tioalcoóis também apresentam caráter ácido, são predominantemente encontrados no estado gasoso e, assim como álcoois de cadeia carbônica pequena, são altamente polares e muito solúveis em água. Um dos usos importantes dos tioalcoóis é a identificação de vazamento de combustíveis gasosos, como gás de cozinha.

Analisando as assertivas acima, ainda encontramos alguns erros. Sendo assim, assinale a alternativa que possui somente assertivas corretas.

- a) Somente as assertivas I e II estão corretas
- b) Somente as assertivas I e III estão corretas
- c) Somente as assertivas II e III estão corretas
- d) Todas as assertivas estão corretas
- e) Nenhuma das assertivas está correta

QUESTÃO 22 | PONTUAÇÃO: 4,0

Os flavonoides constituem um enorme grupo de substâncias e são uma das classes de metabólitos secundários mais abundantes do reino vegetal. Diversos estudos têm mostrado a importância dessas substâncias, aos quais são atribuídas atividades antioxidante, anti-inflamatória, antialérgica, anti-helmíntica, anticâncer e até mesmo ação hormonal. Um pesquisador de produtos naturais estudou certo extrato vegetal e conseguiu isolar dois diferentes flavonoides. Utilizando a técnica de análise elementar ele chegou aos seguintes percentuais em massa dos elementos em cada um dos flavonoides:

Sabe-se ainda que a massa molar do flavonoide A é 270 g mol^{-1} e que o flavonoide B possui um (1) oxigênio a menos em sua estrutura, quando comparado ao flavonoide A. Após os cálculos, o químico fez as seguintes suposições:

- I. A fórmula mínima do flavonoide A é $\text{C}_5\text{H}_2\text{O}_5$.
- II. A fórmula mínima do flavonoide B é $\text{C}_{15}\text{H}_{10}\text{O}_4$.

- III. As fórmulas moleculares dos flavonoides A e B são respectivamente $C_3H_2O_2$ e $C_{15}H_{10}O_4$.
- IV. A fórmula molecular do flavonoide A é $C_{15}H_{10}O_5$.
- V. A fórmula molecular do flavonoide B é igual à sua fórmula mínima.

Analisando as informações dadas pode-se concluir que:

- a) Apenas as suposições I e II são verdadeiras
- b) Apenas as suposições III e IV são verdadeiras
- c) Apenas as suposições II e V são verdadeiras
- d) Apenas as suposições IV e V são verdadeiras
- e) Nenhuma das suposições é verdadeira.

QUESTÃO 23 | PONTUAÇÃO: 2,0

Ao retornar de uma viagem espacial, uma sonda espacial trouxe três amostras do asteroide, nomeado de Caiaqui, que foram entregues a Dra. Argônia para serem analisadas. As amostras foram mantidas na temperatura de 25 °C, sendo duas no estado gasoso, denominadas de G1 e G2, e uma no estado líquido, denominada L1. Ao término das análises, a Dra. Argônia emitiu o seguinte relato: *“As amostras foram analisadas na temperatura de 25 °C e pressão de 1 atm. A amostra G1 é constituída por uma substância triatômica com massa molar 54 g/mol; e, na G2 foram identificadas duas substâncias diatômicas denominadas G2-1, para a de massa molar 32 g/mol e a outra, G2-2, com massa molar 33 g/mol. Em ambas as amostras (G1 e G2) o elemento químico identificado é o oxigênio”*.

Em L1 foram identificados os elementos químicos Hidrogênio e Oxigênio. L1 é constituída por uma substância com massa molar 19 g/mol.

Em função do relato da Dra. Argônia, as seguintes conclusões foram propostas, em relação às amostras G1, G2 e L1:

- I- G1 é a substância ozônio, pura e simples, formada pelo isótopo 18 do oxigênio e G2 é uma mistura de substâncias compostas denominadas gás oxigênio. Por isto, as diferenças de massas molares se devem ao fato de uma das substâncias conter o isótopo 17 e, a outra, o isótopo 18 do oxigênio. L1 é a substância água, pura e simples, cuja massa molar 19 g/mol deve-se ao deutério, isótopo do hidrogênio.

- II- G1 é a substância ozônio, pura e simples, formada pelo isótopo 18 do oxigênio. G2 também é a substância simples, gás oxigênio. A diferença de massas molares é devido ao fato de existirem moléculas constituídas pelo isótopo 16 e pelo isótopo 18 do oxigênio. L1 é a substância água, pura e simples, cuja massa molar 19 g/mol se deve ao isótopo 18 do oxigênio.
- III- G1 é a substância ozônio, pura e simples, formada pelo isótopo 18 do oxigênio. G2 também é uma mistura de substâncias simples. A diferença entre as massas molares é devido ao fato de haver duas substâncias que são semelhantes ao gás oxigênio, sendo uma delas constituída pelo isótopo 16 e a outra pelo isótopo 18 do oxigênio., L1 é a substância água, pura e composta, cuja massa molar 19 g/mol deve-se ao isótopo 17 do oxigênio.

Após ter lido as conclusões I, II e III, e, de acordo com seus conhecimentos, escolha a opção correta.

- a) Somente a conclusão I está correta
- b) Somente a conclusão II está correta
- c) Somente a conclusão III está correta
- d) Todas as conclusões estão corretas
- e) Nenhuma das conclusões está correta

QUESTÃO 24 | PONTUAÇÃO: 7,0

A diferença de potencial para uma pilha, cuja semirreação envolve a troca de 2 mols de elétrons, foi medida em duas temperaturas distintas. A 15 °C, a ddp registrada foi de 1,61 V, enquanto, a 50 °C, o valor medido foi de 1,64 V. Considerando que, na faixa de temperatura estudada, os valores da variação de entalpia e de entropia são constantes, assinale a alternativa que apresenta o ΔS° para a transformação química observada. Dados: $F = 96500 \text{ C/mol}$ de elétrons.

- a) $8,6 \times 10^{-4} \text{ J.K}^{-1}$ b) $1,7 \times 10^{-3} \text{ J.K}^{-1}$ c) $1,6 \times 10^2 \text{ J.K}^{-1}$
- d) $3,2 \times 10^2 \text{ J.K}^{-1}$ e) $6,5 \times 10^2 \text{ J.K}^{-1}$

QUESTÃO 25 | PONTUAÇÃO: 7,0

Considere que 500,0 mg de amostra foram dissolvidos para produzir 100,0 mL de solução. O volume de 40,0 mL dessa solução foi utilizado para determinar o teor de chumbo e cobre na amostra inicial, titulando-a com 19,8 mL de sulfeto de hidrogênio H_2S , nas CNTP. Ao final da titulação, obteve-se 98,29 mg de um precipitado formado por sulfeto de chumbo (PbS) e sulfeto de cobre II (CuS).

Assinale a alternativa que apresenta o percentual em massa de chumbo na amostra analisada.

Dados: Volume molar (CNTP) = 22,4 L/mol. Massa molar do S = 32 g/mol, Pb = 207 g/mol e Cu = 63,5 g/mol)

- a) 5,0% b) 10,0% c) 15,0% d) 20,0% e) 25,0%

QUESTÃO 26 | PONTUAÇÃO: 7,0

Um estudante dissolveu a massa de 169 mg de óxido de cálcio no volume de 50 mL de ácido clorídrico $0,2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$. O excesso de ácido foi neutralizado com hidróxido de sódio $0,1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$, utilizando solução de fenolftaleína como indicador. Qual o volume aproximado de hidróxido de sódio utilizado? Dados: Massa Molar $g \cdot mol^{-1}$ (Ca = 40, O = 16, H = 1, Cl = 35,5, Na = 23)

- a) 20 mL b) 40 mL c) 60 mL d) 80 mL e) 100 mL

QUESTÃO 27 | PONTUAÇÃO: 7,0

Os metais de transição do bloco *d* formam uma grande variedade de substâncias conhecidas. Suas propriedades estão de acordo com a disponibilidade dos orbitais *d*, valência variável e sua capacidade de agir como ácido de Lewis. Considere os cátions metálicos abaixo, formados a partir de diferentes elementos, representados pelas letras X, Y e Z. Considerando tanto os íons metálicos quanto os elementos neutros que lhes deram origem, são feitas as seguintes assertivas.



- I. O elemento neutro Y possui configuração eletrônica [Ar]3d⁹.
- II. O subnível de maior energia que está completamente preenchido no íon Z²⁺ é o 3p⁶.
- III. Os íons X²⁺ e Y³⁺ possuem a mesma distribuição eletrônica sendo, portanto, classificados como isótopos.
- IV. Segundo a Regra de Hund, a configuração de menor energia para o subnível mais energético no íon X³⁺ é dada por:

De acordo com o exposto acima pode-se afirmar que:

- a) Apenas as assertivas I e II estão corretas
- b) Apenas as assertivas II e III estão corretas
- c) Apenas a assertiva II está correta
- d) Apenas a assertiva III está correta
- e) Apenas as assertivas I, II e IV estão corretas

QUESTÃO 28 | PONTUAÇÃO: 7,0

A pirita, minério composto principalmente por FeS₂(s), pode reagir com água e oxigênio para produzir Fe₂O₃(s) e H₂SO₄(aq). Um químico utilizou 5 kg de pirita com 70% de FeS₂ para produzir 5 kg de ácido sulfúrico com impurezas. Considerando que o rendimento da reação foi 85%, qual a pureza aproximada do ácido sulfúrico obtido?

(Dado: Fe=55,84g/mol; O=15,99 g/mol; S=32,06 g/mol; H=1 g/mol)

- a) 50% b) 85% c) 90% d) 97% e) 100%

CAPUT

Leia atentamente o texto I e responda as questões 29 e 30.

TEXTO I

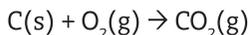
Os fogos de artifícios têm origem na China no século XVII, descobertos pelo cientista Kung So Kadoi, no qual tinha como objetivo encontrar uma forma de acordar as pessoas assustadoramente, ainda hoje continuam fascinando as pessoas através de seus estrondos e variedades de cores. Eram formados pela pólvora, enxofre e carvão, e mais tarde passaram a ser adicionados metais, os quais provocam um brilho intenso e efeitos luminosos variados.

As cores dos fogos de artifício resultam de excitações eletrônicas que ocorrem em sais de cátions metálicos adicionados à mistura combustível e cada cor observada é resultado da manifestação das ondas eletromagnéticas de frequências diferentes daquelas que os olhos humanos podem ver. A tabela a seguir traz informações sobre as frequências relativas a cada cor do espectro visível.

Tabela das frequências associadas às cores

COR	FREQUÊNCIA (HERTZ)
Violeta	$6,9 \times 10^{14}$ a $7,5 \times 10^{14}$
Azul	$5,7 \times 10^{14}$ a $6,9 \times 10^{14}$
Verde	$5,3 \times 10^{14}$ a $5,7 \times 10^{14}$
Amarelo	$5,1 \times 10^{14}$ a $5,3 \times 10^{14}$
Laranja	$4,8 \times 10^{14}$ a $5,1 \times 10^{14}$
Vermelho	$4,3 \times 10^{14}$ a $4,8 \times 10^{14}$

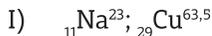
Além de diversos sais metálicos, a mistura pirotécnica utilizada em fogos de artifício é, geralmente, composta de clorato de potássio e carbono, que reage com o oxigênio liberado na reação de decomposição do clorato de potássio, de acordo com as seguintes reações:



Devido à energia liberada na primeira reação, os elétrons dos sais metálicos que são adicionados à mistura são excitados para que ocorra a emissão de cores.

Em determinado experimento envolvendo um foguete pirotécnico, na combustão do material pirotécnico considerada completa, foram liberados 34 L de CO_2 (g), medidos com boa precisão, a 300°C e 2,3 atm.

Para efeitos de entendimento e cálculos, vamos admitir comportamento ideal dos gases e reações com 100% de rendimento e todo o O_2 que reage com C(s) vem da reação de decomposição do clorato de potássio.



II) $c = \lambda \cdot f$

$$\Delta_f H (\text{KClO}_{3(s)}) = -391,2 \text{ kJ mol}^{-1}; \Delta_f H (\text{KCl}_{(s)}) = -435,9 \text{ kJ mol}^{-1}$$

III) $R = 0,082 \text{ atm.L.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$

QUESTÃO 29 | PONTUAÇÃO: 4,0

Tomando como base o texto que fala sobre a queima de fogos de artifício, avalie as afirmações:

- I — A explicação das cores dos fogos de artifício tem apoio nos modelos de Niels Bohr e de J.J.Thomson, já que ambos sugerem a existência dos elétrons e das camadas eletrônicas.
- II — Os elétrons dos cátions metálicos passam pelo processo de excitação eletrônica, absorvendo energia, na forma de calor e liberando a mesma quantidade, na forma de ondas eletromagnéticas.
- III — O comprimento de onda resultante da excitação eletrônica do cobre metálico é maior do que aquele produzido pelo sódio metálico.
- IV — Um elétron da camada $n=2$ do cátion Na^+ , ao ser excitado para a camada $n=4$, precisa da mesma quantidade de energia que aquela necessária para saltar da camada $n=4$ para a camada $n=6$.

Qual a alternativa que traz apenas as afirmativas corretas?

a) I, II, III e IV

b) II, III e IV

c) IV

d) III

e) II

QUESTÃO 30 | PONTUAÇÃO: 7,0

Ainda em referência ao texto sobre a queima de fogos de artifício, avalie as afirmações em verdadeiras ou falsas. Em seguida, marque a alternativa que contém, exclusivamente, afirmações corretas.

I – Durante a queima de fogos de artifício, materiais secundários são também queimados, como papéis, papelões, palito de fósforos e produção de bastante fumaça. Assim, as medidas para coibir a prática de utilização dos fogos foram também importantes para não agravar problemas de saúde relacionados às vias respiratórias.

II – O estudo dos gases considera a existência de gases ideais, sabendo-se que os gases reais se aproximam melhor de condições ideais, em situações de elevada temperatura e baixa pressão.

III – Se o experimento com o foguete pirotécnico descrito no texto fosse conduzido à temperatura de 600 °C, a pressão do CO₂(g) seria de 4,6 atm.

IV – De acordo com os dados do experimento e os demais fornecidos na questão, podemos concluir que, durante a decomposição do KClO₃ foram liberados 49,5 kJ de energia.

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

“Na vida, não existe nada a temer, mas a entender.”

Marie Curie

CAPÍTULO 2

Programa Nacional Olimpíadas de Química XXVI Olimpíada Norte/Nordeste de Química - 2020

RESULTADOS

O U R O				
Nome	Escola	Cidade	Est.	Nota
Cassia Caroline Aguiar da Ponte	Master Bezerra	Fortaleza	CE	100,0
Marina Malta Nogueira	Colégio Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE	100,0
Gabriel Brasileiro de Sousa	Farias Brito Pré-Vestibular	Fortaleza	CE	96,6
Luiz Felipe Sousa Dias	Colégio Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE	95,8
Filipo Nathan Galvão Macedo	Motiva	C. Grande	PB	93,5
P R A T A				
Mikael Parente Reis	Farias Brito Pré-Vestibular	Fortaleza	CE	92,4
Thaís Bezerra de Menezes B. de Sousa	Farias Brito Pré-Vestibular	Fortaleza	CE	89,8
Carlos Henrique Craveiro Aquino Veras	Colégio Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE	89,0
Victória Amábile Cruz e Silva	3º Milênio- Limoeiro	Limoeiro	PE	88,2
Rana Barbosa Rabêlo	Farias Brito Col. de Aplicação	Fortaleza	CE	87,5
Vinicius da Silveira Lanza Avelar	Colégio Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE	86,4
Sofia Severo Galvão	IFRN – Parnamirim	Parnamirim	RN	85,2
Gabriel Nobuaki Nojima	Colégio Militar do Recife	Recife	PE	83,3
Sílvia Alves Praxedes	IFRN – Apodi	Apodi	RN	83,0
Antonio Vilk Sales de Moraes S. Crisanto	Instituto Dom Barreto	Teresina	PI	79,5
Ângelo Chaves Souza Bezerra	Colégio Christus	Fortaleza	CE	79,2
B R O N Z E				
Hana Gabriela Albuquerque Sousa	Col. Militar de Manaus - CMM	Manaus	AM	78,0
Victor Carlos Luz de Oliveira	Instituto Dom Barreto	Teresina	PI	77,3
Lucas Kauã de Oliveira Abreu	Amadeus	Aracaju	SE	77,3
Karlos Daniell Araújo dos Santos	Colégio de Aplicação - UFRR	Boa Vista	RR	75,0
Raphael Fernandes de Oliveira	Master Bezerra	Fortaleza	CE	75,0
Victor Mendonça Aguiar	Colégio Santa Maria	Recife	PE	75,0

Matheus Santos Gama de Lima	Colégio Núcleo	Recife	PE	74,6
Cauan Oliveira da Silva	IDB - Esc. Pop. Madre M ^o Villac	Teresina	PI	74,2
Maria Eduarda Gonçalves Freitas	Colégio Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE	73,9
Marcela Lima Fernandes	Farias Brito Pré-Vestibular	Fortaleza	CE	72,7
Kairan Alves de Freitas Barros	Master Bezerra	Fortaleza	CE	72,3
Pedro Arthur Sales Reboucas	Master Bezerra	Fortaleza	CE	72,0
Luis Felipe C. Silva	Sagrado Coração de Jesus	Teresina	PI	70,8
Ada Maris Pereira Mario	Dom Bosco	Imperatriz	MA	70,5
Samuell da Luz Caminha	Cev Colégio	Terresina	PI	70,5
Ian Rocha de Farias	Master	Natal	RN	70,4
Gabriel Arcanjo de Souza	Colégio Militar do Recife	Recife	PE	70,1
David Costa Pereira	Colégio Objetivo	Terresina	PI	69,7
Miguel de Carvalho Oliveira	Farias Brito Pré-Vestibular	Fortaleza	CE	69,3
ME N Ç Ã O H O N R O S A				
Artur Luiz Vieira de Melo Boa Viagem	Colegio Gge	Recife	PE	68,2
Pedro Nascimento Coêlho	Colégio de Aplicação da UFPE	Recife	PE	67,4
Yan Benevenuto Saboia	Colégio Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE	67,4
Aécio Pinheiro Fernandes Filho	CEI Mirassol	Natal	RN	67,4
Arthur Henriques Fernandes	Colégio Gge Boa Viagem	Recife	PE	67,4
Phillip Anderson Silva Avelino	Over Colégio e Curso	Natal	RN	67,0
Gustavo Fonseca de Moura	Colégio Lerote	Terresina	PI	66,7
Carlos Vinícius de Souza Felipe	IFRN – Currais Novos	Currais Novos	RN	66,3
Lucas Moraes Régis de Lucena	Virgem de Lourdes	C. Grande	PB	65,9
Rivando Bezerra Cavalcanti Neto	Motiva	João Pessoa	PB	65,1
Vinícius Viana Lima	Colégio 7 de Setembro Egs	Fortaleza	CE	65,1
Felipe Sanchez Otero Santos	Colégio Máster	Aracaju	SE	64,0
Geovana de Souza Caldas	E. E. Prof. Waldocke Fricke de Lyra - (Cmpm)	Manaus	AM	63,3
Guilherme Moura Lima Portela Santos	CEV Colégio	Terresina	PI	62,9
Otávio Alves Batista	Colégio Núcleo - Boa Viagem	Recife	PE	61,7
Gabriela Bezerra Mendonça	Colégio Presbiteriano Quinze de Novembro.	Garanhuns	PE	61,7
Thomaz C. C. Romano	Educan. Santa Maria Goretti	Terresina	PI	61,4
Pedro Henrique Almeida Vidal	Farias Brito Pré-Vestibular	Fortaleza	CE	61,0
Giulia Pimenta dos Santos	SartreSeb	Salvador	BA	60,6
Paulo Maia Cortellazi	Instituto Dom Barreto	Terresina	PI	60,2

Maísa Fagundes Marinho dos Reis	IFBA	Salvador	BA	59,8
Lucas da Silveira Absalão	Colégio de Aplicação da UFPE	Recife	PE	59,5
Pedro Fernandes de Gusmão Holanda	Grupo Genese de Ensino	Recife	PE	59,5
William Martins Moraes	Farias Brito Sobralense	Sobral	CE	59,5
Caio Escórcio Lima Dourado	Instituto Dom Barreto	Teresina	PI	59,1
João Bruno Pereira Leite	Colégio Máster	Aracaju	SE	58,7
Daniel Galvão Ferreira de Souza Moraes	CEI	Natal	RN	58,3
Miguel Mendes Luna	Colégio Militar do Recife	Recife	PE	57,6
Marina Pedrosa de Sá Formiga	Colégio Núcleo - Boa Viagem	Recife	PE	57,2
João Vítor Reis Dias	Olimpo - Palmas	Palmas	TO	57,2
Alice Vilar de Araújo Moura e Silva	Colégio Objetivo	Teresina	PI	56,8
Caroline Cristine Almeida Balieiro	Col. Militar de Manaus - CMM	Manaus	AM	56,4
Lucas Guilherme Noieto de Paula	Dom Bosco	Imperatriz	MA	56,4
João Otávio Paiva Farias	Farias Brito Sobralense	Sobral	CE	56,4
Maria Clara Santana Do Espírito Santo	SartreSeb	Salvador	BA	56,4
Leticia Fonseca Silva	IFRN – São Gonçalo do Amarante	S. Gonçalo do marante	RN	56,1
Matheus Henrique Neves Dias de Souza	Colégio Objetivo	Teresina	PI	55,7
César Augusto Noronha e Sousa Junior	IFRN – Natal-Central	Natal	RN	55,7
João Victor Souza de Barros	Grupo Educacional Ideal-Batista Campos	Belém	PA	54,2
Matheus Inácio Oliveira	IFPA- Parauapebas	Parauapebas	PA	54,2
Rhayna Christiani V. M. Casado	Colégio Contato Maceió	Maceió	AL	53,8
Guilherme Antônio Lopes Ferreira	Colégio Motivo Casa Forte	Recife	PE	53,8
Vitor Manoel de Melo Silva	Colegio Motivo Boa Viagem	Recife	PE	53,4
Lucas Porpino de Araújo Silva	Colégio Militar do Recife	Recife	PE	53,4
Matheus Lopes Ponciano Lima	Farias Brito Pré-Vestibular	Fortaleza	CE	53,0
Mateus Lopes Rangel de Andrade	Farias Brito Pré-Vestibular	Fortaleza	CE	53,0
Luigi Salgado Santa Brigida	Grupo Educacional Ideal-Batista Campos	Belém	PA	53,0
Alan Nascimento Moreira da Silva	Farias Brito	Fortaleza	CE	52,7
Clarice Lie Sakaguchi Barros	Colégio Militar do Recife	Recife	PE	52,7
Gustavo Líníc de Souza Pamplona	IFRN – Apodi	Apodi	RN	52,7
Augusto Soares Gonçalves	Amadeus	Aracaju	SE	52,7
Jose Nunes Brandao Junior	Master Bezerra	Fortaleza	CE	52,3
Ana Sarah de Sousa	Grupo Educacional Ideal-Batista Campos	Belém	PA	52,3

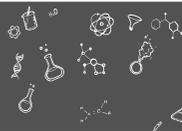
João Pedro Lopes de Sousa Gomes	Instituto Dom Barreto	Teresina	PI	52,3
Paulo Eduardo Gomes da Silva	3º Milênio- Limoeiro	Limoeiro	PE	51,9
Gabriel Alves Godinho	Col. Interação – Vozes Ativas	Palmas	TO	51,9
Sofia Barbosa Henrique	Interação – Vozes Ativas	Palmas	TO	51,9
Rhuan Pimentel Nogueira	Instituto Dom Barreto	Teresina	PI	51,9
Felipe Dircêu Dantas Leite Pessoa	Colégio Militar do Recife	Recife	PE	51,5
Leandra das Chagas Matos	Col. Militar de Manaus - CMM	Manaus	AM	51,1
Maria Rita Gonçalves Moraes	Centro Educ. Lato Sensu	Manaus	AM	51,1

DEMAIS CLASSIFICADOS

Veja lista dos agraciados com Menção Honrosa e Demais Classificados em www.obquimica.org

“O que sabemos é uma gota; o que ignoramos é um oceano.”

Isaac Newton



XIII Olimpíada Brasileira de Química Júnior

8ª e 9ª Séries do Ensino Fundamental

3.1 EXAMES FASE I

INSTRUÇÕES

1. **A prova consta de 20 (vinte) questões objetivas**, cada uma delas contém quatro alternativas, das quais você deve assinalar apenas uma.
2. **O exame é ininterrupto**, ou seja, não permite interrupções. Após iniciada a prova, o sistema computará duas (2) horas de prazo quando, então, se encerrará automaticamente e concluirá a participação, independentemente do número de questões até então resolvidas.
3. **Caso você termine o exame antes deste período**, acione a opção “CONCLUIR O EXAME” e seu exame será automaticamente enviado à central de dados do Programa Nacional Olimpíadas de Química (PNOQ).
4. **Em caso de descarregamento do dispositivo eletrônico**, falta de energia, falha de internet ou qualquer outro incidente ocorrido na hora do exame, fato este sem nenhuma possibilidade de interferência da coordenação do PNOQ, não será possível continuar o exame e o sistema dará como encerrada a prova naquele instante.

Boa prova!

*“Aquele que ousa perder uma hora de seu tempo
não sabe o valor da vida.”*

Charles Darwin

03 Analise a seguinte charge:

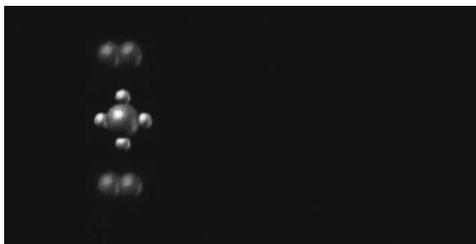


Adaptado de: <http://www.thecomicstrip.com> (Acessado em 2/8/2020).

Supondo que o Batmóvel utilizava um sistema de refrigeração que emitia para atmosfera determinadas substâncias voláteis poluentes, indique um provável contaminante desse veículo, considerando os aspectos científicos, ambientais e tecnológicos inseridos no contexto da charge.

- a) Celulose
- b) Sacarose
- c) PVC (policloreto de vinila)
- d) CFC (clorofluorcarbonetos)

04 Analise a ilustração abaixo.



Fonte: <https://makeagif.com/gif/combustion-reaction-dROVgI> (Acessado em: 2/8/2020). (GIF ANIMADO)

Esta imagem representa um fenômeno químico que acontece na(o)

- a) decomposição térmica do metano na destilação do petróleo.
- b) congelamento do metano em recipiente que contém oxigênio líquido.
- c) absorção do gás metano no processo respiratório dos humanos.
- d) aproveitamento energético do gás metano gerado em aterros sanitários.

05 Em determinado ponto do filme Superman III (1983), o super-herói transforma um pedaço de carvão em um cristal de diamante, conforme mostrado na animação a seguir.



Fonte: <https://thumbs.gfycat.com/ColorfulSpectacularBirdofparadise-mobile.mp4>
(Acessado em: 2/8/2020). (GIF ANIMADO)

Esse processo exemplifica a formação de:

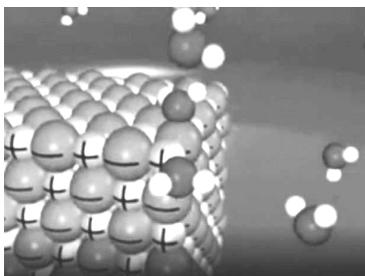
- a) diferentes radioisótopos.
- b) liga metálica transparente.
- c) ligações iônicas.
- d) outro alótropo do carbono.

06 Um objeto de grande estima popular foi roubado há quase quarenta anos. Ele pesava 3,8 quilos, tinha 35 centímetros de altura e era a imagem da deusa da vitória. Os ladrões renderam os seguranças do prédio onde a relíquia estava exposta e a levaram. O objeto nunca mais foi encontrado. A suspeita mais forte é que os seus dois principais componentes foram derretidos e utilizados para a confecção de novas peças. Cada um deles era constituído apenas por um tipo de elemento químico.

O objeto em questão é o(a)

- a) taça Jules Rimet, feita de ouro e prata, exposta no prédio da sede da CBF no Rio de Janeiro.
- b) escultura de uma deusa romana, feita de resina e de gesso, mantida em um tribunal italiano.
- c) busto de uma deusa grega, feita de bronze e de aço, exposta em um famoso museu francês.
- d) estátua *Le Penseur*, do escultor Auguste Rodin, feita de bronze e concreto, exposta na França.

07 Analise a ilustração abaixo.



Fonte: <https://thumbs.gfycat.com/GrossYellowHog-mobile.mp4>
(Acessado em 2/8/2020) (Gif animado)

Ela retrata um modelo proposto para explicar um tipo de fenômeno que pode ser observado, por exemplo, em um copo ao se:

- a) dissolver o vinagre em óleo vegetal.
- b) dissolver o de sal de cozinha em água.
- c) diluir o etanol em água mineral.
- d) diluir óleo vegetal em água

08 O desenvolvimento histórico sobre a periodicidade dos elementos químicos foi bastante importante para a consolidação da Química e levou ao um quadro de distribuição, conforme apresentado a seguir.

Periodic table of the elements

Alkali metals Halogens
 Alkaline-earth metals Noble gases
 Transition metals Rare-earth elements (21, 39, 57–71) and lanthanoid elements (57–71 only)
 Other metals Actinoid elements
 Other nonmetals

group 1*																	18	
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og

lanthanoid series 6	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
actinoid series 7	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

*Numbering system adopted by the International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). © Encyclopædia Britannica, Inc.

Fonte: <https://www.britannica.com/science/periodic-table> (Acessado em 2/8/2020)

Qual critério baseia essa distribuição periódica?

- a) Número atômico b) Ocorrência natural
 c) Reatividade d) Sequência de descoberta

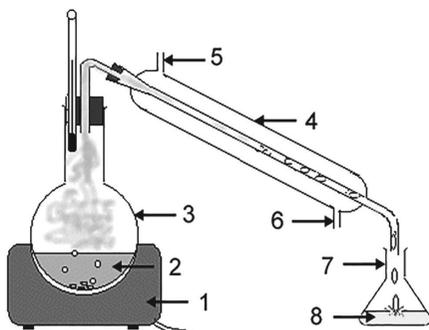
09 No Brasil, a fabricação, importação e a venda de determinado tipo de termômetro, o qual contém um líquido constituído por um elemento químico metálico, foi proibida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Havia risco grande de o termômetro cair e quebrar, e de a substância se espalhar. Caso ela fosse inalada, poderia provocar problemas sérios de saúde.

Adaptado de: <http://g1.globo.com/bom-dia-brasil/noticia/2017/03/>
 (Acessado em 2/8/2020).

Qual o elemento químico utilizado nesse tipo de termômetro?

- a) Hg b) Ag c) Mg d) Sb

10 Analise o sistema apresentado a seguir.



Fonte: <https://blog.en.byraki.gr/what-is-distillation/>
(Acessado em: 2/8/2020) (Gif animado)

Ele é adequado para separar constituintes de uma mistura composta por

- a) gasolina e etanol. b) água e cloreto de sódio.
c) cal e cloreto de sódio. d) vinho e vinagre.

11 A imagem abaixo ilustra parte de um experimento realizado em um Festival de Ciências. Adicionou-se gelo seco a um frasco, que foi aquecido com água quente. Depois, logo após ser fixado à abertura (“boca”) do recipiente, o balão inflou muito rápido.



Fonte: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=eZjGZRnDZg>
(Acessado em: 2/8/2020)

O balão encheu em decorrência do aumento na liberação de CO_2 , por causa da

- a) fusão. b) destilação. c) condensação. d) sublimação.

12 Banana, castanha do Pará, cenoura, batata inglesa, carne e feijão são alguns alimentos que carregam, de forma natural, elementos radioativos. Por exemplo, na banana, há o potássio-40. Não há como fugir, mas também não precisa se preocupar. "Seria necessário que uma pessoa comesse toneladas de bananas por ano para atingir níveis inseguros", afirma o chefe de laboratório de Tecnologia Nuclear, que fica na UFMG.

Adaptado de: https://www.ipen.br/portal_por/portal/interna.php?secao_id=40&campo=6929 (Acessado em 2/8/2020) Dados: K ($Z = 19$; configuração eletrônica: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$).

O texto acima ilustra a ocorrência de qual tipo de espécie química?

- a) Alótropo radioativo do potássio b) Isótopo radioativo do potássio
c) Liga metálica radioativa de potássio d) Elétron radioativo de potássio

13 O gelo acumulado em São Paulo (SP) por causa da chuva de granizo, ocorrida em um dia de domingo, demorou em derreter. Meteorologistas explicaram que essa dificuldade decorreu do fato de esse gelo ter sido gerado em uma atmosfera muito fria, em nuvens muito altas e com temperaturas baixas, de até -55°C .

Adaptado de <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2014/05/19/>

Esse gelo demorou a

- a) fundir. b) condensar. c) solidificar. d) vaporizar.

14 A letra da canção "O ar (O vento)", composta por Toquinho, Vinícius de Moraes e Luis Enriquez Bacalov, é apresentada abaixo.

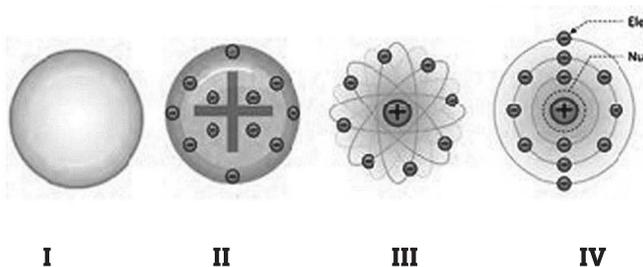
Estou vivo mas não tenho corpo. Por isso é que não tenho forma. Peso eu também não tenho.

Não tenho cor. Quando sou fraco Me chamo brisa. E se assobio,
Isso é comum. Quando sou forte, Me chamo vento. Quando sou cheiro,
Me chamo pum!

Qual dessas espécies químicas não se adequa ao contexto da canção?

- a) CO_2 b) Br_2 c) O_2 d) CH_2

- 15** Os sais presentes nos fogos de artifício possuem cátions de elementos químicos diferentes. Quando eles são aquecidos, os elétrons desses elementos saltam para níveis mais energéticos e, ao voltarem para o nível original, emitem a energia que foi absorvida, na forma visível. Cada cor corresponde a uma quantidade de energia característica. Um modelo atômico que explica porque os fogos de artifício emitem cores diferentes é baseado em conceitos associados a duas das seguintes representações:



Fonte: <https://www.shutterstock.com/pt/search/atom+model>
(Acessado em: 2/8/2020).

Quais são essas representações?

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

- 16** Solos salinos com grande quantidade de sais comprometem impossibilitam o desenvolvimento adequado da maioria das culturas agrícolas. As espécies químicas solúveis predominantes nesse tipo de solo são: cloretos, sulfatos e bicarbonatos de Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} . Uma alternativa para recuperação de solos degradados pela salinização é a fitorremediação. Experiências exitosas nessa direção têm sido realizadas no semiárido brasileiro com a utilização da *Atriplex nummularia* Lindl., conhecida como planta sal.

A utilização da *Atriplex nummularia* nesses solos está voltada à extração de:

- a) íons.
- b) substâncias simples com ligações covalentes.
- c) espécies alotrópicas.
- d) substâncias compostas, formadas por ligações covalentes.

17 Leia o poema apresentado abaixo.

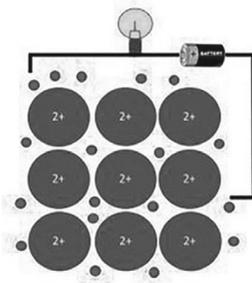
Afinidade
Como água e óleo
Nós não nos misturamos.
Minha polaridade
É o oposto da sua.
Por mais que eu tente
Meu par de elétrons
Não se encaixa na sua estrutura,
Mesmo você sendo tão eletronegativa.
E não adianta tentar.

Fonte: <http://www.quimica.ufc.br/?q=node/126> (Acessado em 2/8/2020).

Quais termos poderiam substituir os componentes citados no primeiro verso e continuar dando o mesmo sentido ao texto?

- a) Gasolina e etanol
- b) Gasolina e querosene
- c) Vinagre e querosene
- d) Vinagre e etanol

18 Analise o processo ilustrado abaixo.



Fonte: <https://thescienceteacher.co.uk/> (Acessado em: 2/8/2020)

Dados: Mg ($Z = 12$; configuração eletrônica: $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2$); Na ($Z = 11$; configuração eletrônica: $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^1$); Cl ($Z = 17$; configuração eletrônica: $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^3$).

Que tipo de processo está representado na figura acima?

- a) A condutividade elétrica no magnésio metálico.
- b) A geração de eletricidade pelo cloreto de sódio.
- c) A geração de eletricidade pelo sódio metálico.
- d) A condutividade elétrica no cloro gasoso, Cl_2 .

19 Os fãs de X-Men já estão acostumados a ver as garras de “adamantium”, um metal indestrutível, em ação pelas mãos do mal-humorado Wolverine. Mas o que eles não esperavam é que poderia existir um material tão impressionante como o da obra de ficção. O que parecia apenas invenção da imaginação do ser humano pode tornar-se realidade em breve.



Baseados em simulações de computadores, cientistas calcularam a composição ideal e inventaram uma nova liga de metal, uma combinação de háfnio ($Z=72$; configuração eletrônica: $[Xe] 4f^{14}5d^26s^2$), carbono ($Z = 6$; configuração eletrônica: $1s^22s^22p^2$) e nitrogênio ($Z = 7$; configuração eletrônica: $1s^22s^22p^3$), que tem um ponto de fusão mais alto do que qualquer material conhecido: impressionantes $4126\text{ }^\circ\text{C}$.

Foto: Universo Marvel Adaptado de <https://www.terra.com.br/noticias/educacao/>
(Acessado em 2/8/2020)

Uma característica verificada nessa nova liga é a presença de

- a) dois (2) elementos químicos localizados em um mesmo período da tabela periódica.
- b) dois (2) de um elemento metálico localizado no 6º (sexto) período da tabela periódica.
- c) três (3) elementos químicos metálicos que são bons condutores de eletricidade.
- d) três (3) elementos químicos localizados no 6º (sexto) período da tabela periódica.

- 20 O rótulo de um produto comercializado em um supermercado apresentava a seguinte informação:

**COMPOSIÇÃO (mg/L):
QUÍMICA**

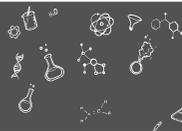
Bicarbonato	95,49
Silício	18,72
Cálcio	18,88
Sódio	6,77
Magnésio	4,71
Nitrato	1,54
Potássio	0,57
Sulfato	0,36
Fluoreto	0,09

Essas características são passíveis de serem encontradas em que tipo de produto?

- a) Água mineral
- b) Soro fisiológico
- c) Gás liquefeito de petróleo (GLP)
- d) Álcool em gel

GABARITO

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



XIII Olimpíada Brasileira de Química Júnior

8ª e 9ª Séries do Ensino Fundamental Fase II

INSTRUÇÕES

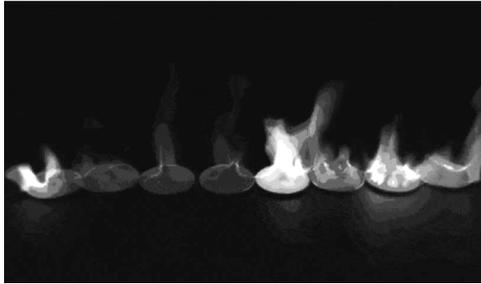
1. A prova consta de vinte e três (23) questões, vinte (20) questões do tipo múltipla escolha (máximo 40 pontos) e três (3) questões analítico-expositivas (máximo 60 pontos).
2. Para responder às questões de múltipla escolha, identifique **APENAS UMA ÚNICA** alternativa correta e marque a letra correspondente 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.
4. A prova tem duração de duas (2) horas.

Boa prova!

QUESTÕES DE MÚLTIPLA ESCOLHA

QUESTÃO 1

- 01** Soluções que contêm diferentes tipos de sais foram queimadas em recipientes, conforme mostrado abaixo. Em cada recipiente havia apenas um tipo de sal.



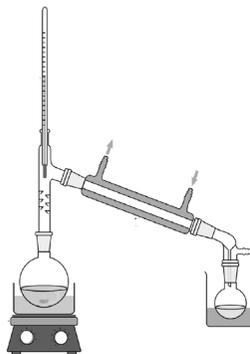
Fonte: <https://gfycat.com/discover/anorganic-salts-gifs>

A explicação da variedade de colorações observadas nas chamas se relaciona principalmente a

- A) efeitos de transições eletrônicas em átomos de elementos químicos diferentes.
- B) baixos níveis de oxigênio em torno dos átomos dos sais nos diferentes recipientes.
- C) variações nos tamanhos dos elétrons dos átomos presentes nas soluções.
- D) diferenças nas velocidades de combustão das soluções salinas dos recipientes.

QUESTÃO 2

02 Observe o sistema apresentado a seguir.



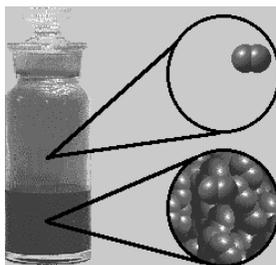
Fonte: <https://gfycat.com/discover/anorganic-salts-gifs>

Esse sistema é indicado para separação de

- A) líquidos de alto ponto de ebulição ou susceptíveis à decomposição térmica.
- B) misturas de substâncias iônicas que sublimam com muita facilidade.
- C) misturas de substâncias metálicas que sublimam com muita facilidade.
- D) líquidos de baixo ponto de fusão.

QUESTÃO 3

- 03** A imagem abaixo ilustra propriedades de determinada molécula diatômica.



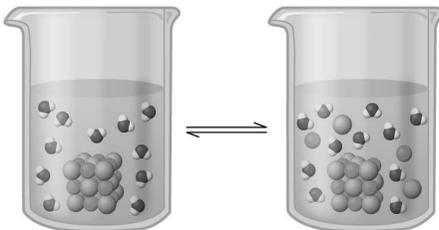
Fonte: <https://chemstory.wordpress.com/all-new-chemystery-2-0/balancing-chemical-equations/>

Em relação ao elemento químico em questão, é correto afirmar que se trata do

- A) bromo, que é encontrado no estado líquido, mas que volatiliza com facilidade.
- B) bromo, que é encontrado na natureza no estado químico elementar.
- C) nitrogênio, que é extraído comercialmente a partir da água do mar.
- D) nitrogênio, que está presente no ar atmosférico em alta concentração.

QUESTÃO 4

- 04** A imagem abaixo ilustra uma proposta da dinâmica microscópica que ocorre continuamente em recipiente que contém água e um sólido constituído por átomos de dois elementos químicos, um metálico e um halogênio.



Fonte: <https://cnx.org/contents/>

Que tipo de sistema é ilustrado nesta imagem?

- A) Solução saturada e muito pouco diluída
- B) Mistura homogênea de sal em água
- C) Solução de água e HCl
- D) Mistura concentrada de sal covalente

QUESTÃO 5

- 05** Observe o que aconteceu com essa colher metálica, constituída por átomos de um único elemento químico, quando ela foi utilizada para mexer água morna existente dentro de uma xícara.



Fonte: <https://tumblr.chrisnolan.ca>

<https://tumblr.chrisnolan.ca/post/66188621065/chemistry-gifs>

A colher se derreteu ao ser colocada na xícara por causa do(a)

- A) baixo ponto de fusão do metal.
- B) alta polaridade da molécula do metal.
- C) forte corrosão da liga pela ação da água.
- D) fraco processo de adesão da liga.

QUESTÃO 6

06 Analise o fenômeno ilustrado abaixo.



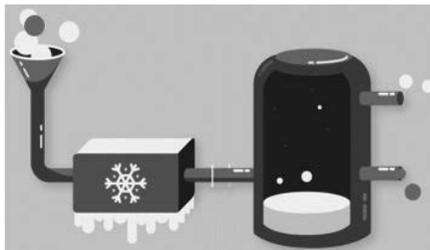
Fonte: <https://dribbble.com/shots/7158760-Chemistry-Flask-2D-Animation>

É adequado representar a reação química que ocorre dentro desse frasco utilizando a seguinte equação:

- A) $\text{NaHCO}_3 (\text{s}) + \text{H}_3\text{CCOOH} (\text{aq}) \rightarrow \text{H}_3\text{CCOONa} (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{CO}_2 (\text{g})$
- B) $2 \text{Na} (\text{s}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow 2 \text{NaOH} (\text{aq}) + \text{H}_2 (\text{g})$
- C) $\text{NaHCO}_3 (\text{s}) \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 (\text{s}) + \text{H}_2\text{O} (\text{v}) + \text{CO}_2 (\text{g})$
- D) $\text{Na}_2\text{SO}_4 (\text{aq}) + \text{CaCO}_3 (\text{aq}) + 2 \text{C} (\text{s}) \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 (\text{aq}) + \text{CaS} (\text{s}) + 2 \text{CO}_2 (\text{g})$

QUESTÃO 7

- 07 Uma versão simplificada de um equipamento industrial para separação de misturas é apresentada a seguir.



Adaptado de: <https://dribbble.com/>

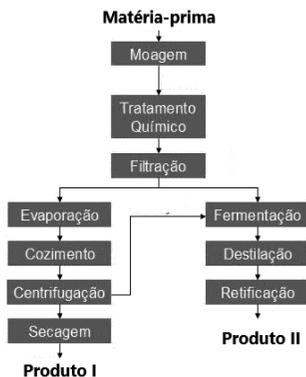
Quais tipos de processos ocorrem no equipamento?

- A) Liquefação do ar e destilação fracionada para obtenção de nitrogênio e oxigênio
- B) Destilação do ar e sublimação fracionada para obtenção de nitrogênio e oxigênio gasosos
- C) Liquefação do ar e sublimação fracionada para obtenção de nitrogênio e oxigênio
- D) Destilação do ar e centrifugação fracionada para obtenção de nitrogênio e oxigênio gasosos

QUESTÃO 8

- 08 A imagem abaixo representa o fluxograma de um processo industrial que utiliza uma matéria-prima de importância econômica.

Adaptado de: <https://faespensar.com.br/>

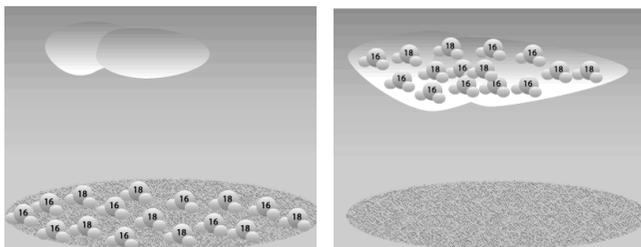


Considerando as informações apresentadas, o produto I e o produto II correspondem, respectivamente, a:

- A) açúcar e etanol hidratado.
- B) areia e vidro.
- C) cloreto de sódio e cloro.
- D) amido e cerveja.

QUESTÃO 9

09 A ilustração abaixo mostra dois fenômenos que servem de base para a realização de estudos para avaliar impactos ambientais, a partir de características dos átomos de oxigênio ($Z=8$).



<http://www.dynamicscience.com.au/>

Estas imagens exemplificam a possibilidade de estudos sobre variações climáticas utilizando:

- A) isótopos do oxigênio.
- B) alótropos do oxigênio.
- C) ressublimação de oxigênio.
- D) decomposição de oxigênio.

QUESTÃO 10

- 10 Gases SO_2 e do tipo NO_x têm sido relacionados como principais constituintes químicos provocadores de efeitos desagradáveis na atmosfera, causando determinados problemas conforme verificado mais diretamente na seguinte ilustração



e: <https://www.next.cc/journey/discovery/rain>

A



Fonte <https://www.brasilagro.com.br/conteudo/>

B



ite <https://www.imphaltimes.com/it-articles/>



Fonte <https://conhecimentocientifico/R7>

QUESTÃO 11

- 11 O aumento da produção de uma substância gasosa produzida ao ciclo mostrado na figura abaixo pode levar a consequências devastadoras ao planeta. Por isso, há a necessidade de tomadas de medidas urgentes para se reduzir suas emissões para a atmosfera.

Adaptado de: <https://thumbs.gfycat.com/>
<https://thumbs.gfycat.com/AbleFarlungChihuahua-mobile.mp4>
<https://thumbs.gfycat.com/AbleFarlungChihuahua-mobile.mp4>

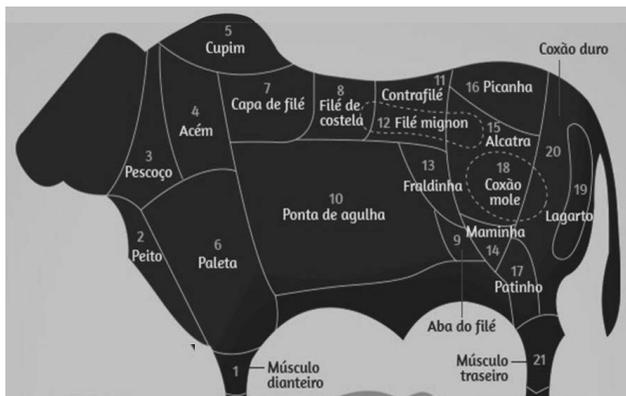


Uma maneira de diminuir os impactos causados por essa substância consiste em aumentar o(a)

- A) reflorestamento.
- B) quantidade de áreas destinadas à pecuária leiteira e de corte.
- C) uso de biomassa de fontes renováveis como combustível industrial.
- D) a qualidade dos combustíveis fósseis utilizados em automóveis.

QUESTÃO 12

- 12** As composições químicas das dietas alimentares dos animais fornecem nutrientes para os seus processos fisiológicos. Essas substâncias provêm outras moléculas que contribuem para as características morfológicas e para qualidade de produtos provenientes dos cortes de suas carnes, conforme indicado na figura abaixo.



Adaptado de: <https://blog.triptem.com.br/saiba-quais-sao-os-cortes-de-carne-bovina/>

Qual espécie iônica é muito importante para a formação da composição química das fontes vegetais presente nas dietas desse tipo de animal, para que ele chegue saudável a esse porte físico e ofereça cortes de qualidade?

- A) Nitrato
- B) Cloreto
- C) Clorato
- D) Fluoreto

QUESTÃO 13

- 13** “Assim que a solução foi derramada sobre aquele pedaço de carne, a pessoa fechou os olhos e fez uma careta. Pode? Doeu nada, não fez mal, pelo contrário! Ela perdeu foi a chance de ver as bolhinhas espumantes que foram produzidas em decorrência da decomposição de umas das substâncias presentes no líquido”.

O texto acima se refere à decomposição do

- A) peróxido de hidrogênio, da água oxigenada.
- B) hidróxido de sódio, da soda.
- C) ácido clorídrico, do ácido muriático.
- D) etanol, do etanol hidratado.

QUESTÃO 14

- 14** Utilizamos diferentes sentidos em nossas atividades diárias, conforme retratado na cena abaixo, extraída de um filme protagonizado pelo ator Eddie Murphy.



Fonte: <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ftenor.com%2Fsearch%2Fperfumegifs&psig=AOvVaw3ls7gjaAOM9S4gRlCkNLwe&ust=1613392620106000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCOi7-IWy6e4CFQAAAAAdAAAAABAD>

A percepção sensorial destacada nesta animação é causada por interações provocadas por substâncias que contêm ligações químicas predominantemente

- A) covalentes.
- B) iônicas, fortes.
- C) metálicas.
- D) iônicas, fracas.

QUESTÃO 15

- 15** Esta joia foi um presente oferecido pelo rei Luís XVIII à sua sobrinha, a duquesa de Angoulême, Maria Teresa Carlota de França (1778-1851). Ela é composta por 1.031 diamantes cravejados em prata. No centro do diadema, há uma grande esmeralda, $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$, quase quadrada, muito fina de 15,93 quilates, cercada por uma moldura de 18 diamantes, acompanhada por 40 outras esmeraldas cravejadas em ouro.



Adaptado de: <https://guiadolouvre.com/joias-da-coroa-da-franca/>

O objeto descrito no texto é composto por:

- A) substâncias simples metálicas, uma das formas alotrópicas do carbono e um tipo de mineral de berilo.
- B) substâncias compostas metálicas, uma das formas alotrópicas do carbono e um tipo de mistura de areia, alumínio e berilo.
- C) substâncias compostas metálicas, uma das formas isotópicas do carbono e um tipo de mistura de areia, alumínio e berilo.
- D) substâncias simples metálicas, uma das formas isotópicas do carbono e um tipo de mineral de berilo.

QUESTÃO 16

- 16 O esquema abaixo ilustra um processo para a produção de determinado refrigerante



Fonte: JERONIMO, Kamila Ribeiro. Avaliação da estabilidade e aceitabilidade do refrigerante

- Considerando as características desse processo, essa é uma bebida
A) ácida. B) básica. C) salina. D) alcoólica.

QUESTÃO 17

- 17 A radiografia é uma técnica por raios-x, não invasiva e extensamente utilizada para verificar a preservação de ossos e, como apresentado na figura abaixo, o posicionamento dos dentes. O imageamento, a imagem formada, é produzido quando a radiação não barrada incide sobre um filme revelador.



Fonte: Cortesia.

Por que o imageamento acima permite a visualização do contraste entre os tecidos?

- A) Os raios-x são barrados facilmente por átomos de massa atômica elevada, como Ca e P, pois a sessão de choque será maior, quando comparado com átomos que formam músculos como, C e O.
- B) Os raios-x são barrados pelos músculos, tornando branca a área associada aos ossos.
- C) Átomos com número atômico baixo, como C e O, barram mais eficientemente a radiação que Ca e P, permitindo o contraste.
- D) Os raios-x têm a trajetória modificada por conta dos elétrons na eletrosfera, permitindo revelar o filme específico.

QUESTÃO 18

18 Leia o poema abaixo, *Psicologia de um vencido*, de Augusto dos Anjos.

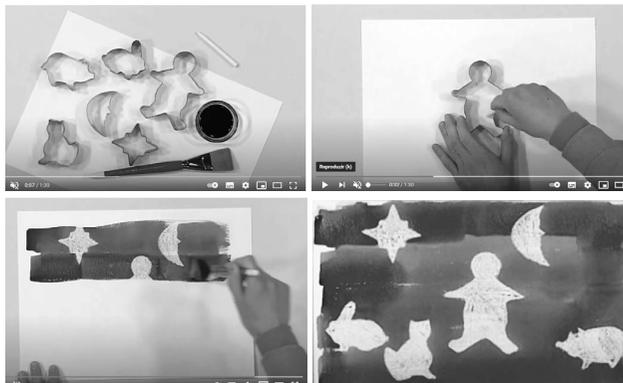
Eu, filho do carbono e do amoníaco,
Monstro de escuridão e rutilância,
Sofro, desde a epigênese da infância,
A influência má dos signos do zodíaco.
Profundissimamente hipocondríaco,
Este ambiente me causa repugnância...
Sobe-me à boca uma ânsia análoga à ânsia
Que se escapa da boca de um cardíaco.
Já o verme — este operário das ruínas —
Que o sangue podre das carnificinas
Come, e à vida em geral declara guerra,
Anda a espreitar meus olhos para roê-los,
E há de deixar-me apenas os cabelos,
Na frialdade inorgânica da terra!

O texto apresentado faz menção sobre

- A) alguns dos componentes da matéria-prima dos seres vivos.
- B) a composição do cabelo ser principalmente inorgânica.
- C) a interferência do rutênio na escuridão da noite.
- D) alguns dos constituintes químicos do sangue.

QUESTÃO 19

- 19 Em um dos episódios, o Mister Maker (CBeebies, 2007) realizou uma pintura “mágica” feita com giz de cera e tinta à base de água. Ele colocou moldes plásticos sobre uma folha de papel branco e riscou as suas respectivas áreas internas com giz branco. Em seguida, com um pincel, pintou toda a folha com uma tinta azul, conforme é ilustrado abaixo.



Adaptado de: <https://youtu.be/eHugcqFJFJE>

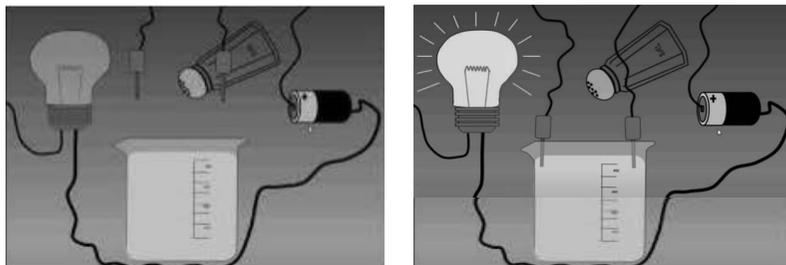
<https://youtu.be/eHugcqFJFJE>

Baseado em qual fenômeno químico foi possível criar essa pintura?

- A) Na não miscibilidade dos constituintes do giz de cera, hidrofóbico, e da tinta, hidrofílica.
- B) Na sobreposição dos componentes do giz de cera, hidrofílico, e da tinta, hidrofóbica.
- C) No contraste entre as cores branca e azul, do giz e da tinta, respectivamente.
- D) Na separação de fases de compostos de mesma polaridade, do sistema giz e tinta.

QUESTÃO 20

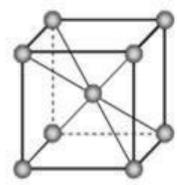
- 20 Analise a imagem abaixo, que traz uma proposta de experimento de condutividade elétrica para uma solução aquosa de cloreto de sódio.



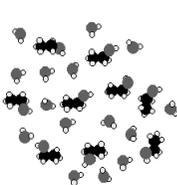
Adaptado de: <https://www.youtube.com/watch?v=a9pBfxoijVI>

Fonte das imagens das respostas: <http://webeduc.mec.gov.br/>

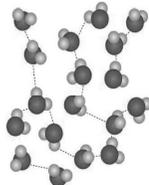
Os eletrodos deste sistema são confeccionados com um tipo de material cujo constituinte químico é melhor representado por



A)



B)



C)



D)

QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS

QUESTÃO 21

- 21** Observe o fenômeno que ocorre com a vela na animação apresentada a seguir.



Proponha uma explicação para o fenômeno observado.

QUESTÃO 22

- 22** Leia a letra da marchinha “Cachaça não é Água” e resolva as proposições abaixo. Em cada resolução, utilize em suas argumentações: i) conceitos científicos associados às características e propriedades da matéria (átomo, elemento químico, substâncias, misturas, densidade etc.); e ii) imagens, para ilustrar as suas discussões.

Cachaça Não É Água (Marchinhas de Carnaval)

Você pensa que cachaça é água?

Cachaça não é água não

Cachaça vem do alambique

E água vem do ribeirão

Você pensa que cachaça é água?

Cachaça não é água não

Cachaça vem do alambique

E água vem do ribeirão

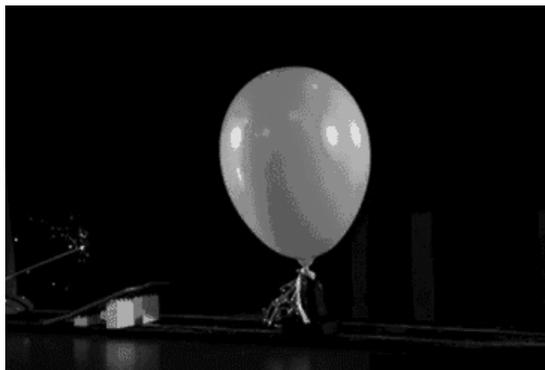
Pode me faltar tudo na vida

Arroz, feijão e pão
Pode me faltar manteiga
E tudo mais não faz falta não
Pode me faltar o amor
(Disto eu até acho graça)
Só não quero que me falte
A danada da cachaça

- A) Explique as principais diferenças entre os dois materiais que são destaques nesta letra.
- B) Para cada um desses materiais destacados na letra, proponha um procedimento para separar o principal constituinte químico.
- C) Discuta os impactos ambientais, econômicos e sociais relacionados a cada um desses materiais destacados no texto.

QUESTÃO 23

- 23** Uma montagem para simulação de efeitos especiais de cenas de filmes de ação é mostrada no vídeo abaixo.



Fonte: <https://tumblr.chrisnolan.ca>
<https://tumblr.chrisnolan.ca/post/66188621065/chemistry-gifs>

Utilizando equações de reações químicas em seus argumentos, proponha uma explicação para o fenômeno observado.



Programa Nacional Olimpíadas de Química

XVIII Olimpíada Brasileira de Química Júnior - 2020 Fase II

RESULTADOS

O U R O			
Nome Do Aluno	Série	Escola do Aluno	UF
Nailton Gama de Castro	1º Ano	Colégio Master	CE
João Victor Sales Vital	1º Ano	Colégio Eximius	PE
P R A T A			
Sophia Coelho Andrade de Melo	1º Ano	Colégio Ari de Sá Cavalcante	CE
Igor Bersanetti Gabilondo	9º ano	Colegio Objeto Unidade Luis Goes	SP
Hugo Fares Menhem	9º ano	Colégio Dante Alighieri	SP
Arthur Carlos Jacobina Pires Filho	1º Ano	Colégio Militar de Salvador	BA
Miguel Parron Pimenta E Souza	9º ano	Colégio Albert Sabin	SP
Carlos Henrique Antonio Paixao Do Carmo Moura	9º ano	Farias Brito Sobralense	CE
B R O N Z E			
Lucas Nogueira Giloti Loes	8º ano	Colégio Etapa Valinhos	SP
Mariana Namie Guima	9º ano	Colégio Poliedro	SP
João Pedro Macêdo Sousa	9º ano	Escola Municipal Machado de Assis	PI
Maria Cleicielen Lima de Sousa	1º Ano	Centro Educacional Construir	CE
Isaías Gouvêa Gonçalves	9º ano	Colégio Militar de Brasília	DF
Felipe Mandalozzo Tebcherani	1º Ano	Colégio Positivo Master	PR
Thais Sousa Barros Leal	1º Ano	Colégio Ari de Sá Cavalcante	CE
Hannah Montenegro Neves da Rocha	9º ano	Companhia Educacional Enlace	MG
Henrique Malavolta Quaglio	8º ano	Colégio Etapa	SP
Fernando Oliveira Parente	8º ano	Colégio Militar de Fortaleza	CE
Rafael de Oliveira Breseghello	9º ano	Colégio Cbv - Unidade Boa Viagem	PE
Ruan Pereira Sousa	9º ano	Colegio Objetivo Paulista	SP

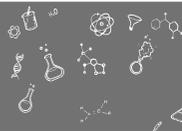
Gabriel Luiz César Martins	8° ano	Esi-Colégio Santa Teresa	MG
Pedro Henrique Taufic Monteiro Hasbun	8° ano	Colégio Christus	CE
Bernardo Leal Fraga	9° ano	Colégio Bernoulli	MG
Felipe Makoto Shimamura Silva	9° ano	Colégio Etapa	SP
André Heid Rocha da Costa	8° ano	Centro Educacional Charles Darwin	ES
Giulia Telpiz Vietri	9° ano	Objetivo Centro Interescolar Cantareira	SP
Gabriel Hemetrio de Menezes	9° ano	Colégio Bernoulli	MG
João Victor Lima de Oliveira	9° ano	Centro de Educação Sesc	AM
Luiz Felipe Velasco Viegas	9° ano	Colégio Etapa Valinhos	SP
Vanessa Nanami Furukawa Ohara	9° ano	Colégio Etapa	SP
Mirla de Araújo Melo	9° ano	Escola de Ensino Básico Antonio Loreno	CE
Matheus Nucci Mascarenhas	9° ano	Notre Dame de Campinas Colegio	SP
Ana Luiza da Silveira Amparo da Silva	9° ano	Colégio Albert Sabin	SP
Henrique Gamberini Carrero	9° ano	Colégio Albert Sabin	SP
Gabriela Torrao Marques Ferreira	9° ano	Colégio Ari de Sá Cavalcante	CE
Vitor Ribeiro Lima	8° ano	Colégio Albert Sabin	SP
André Moraes de Moura	1° Ano	Colégio Pódion	DF
Eric Souza Costa Ribeiro	9° ano	Colegio Objetivo Paulista	SP
Daniel Yugo Sesoko	9° ano	Colegio Objetivo Paulista	SP
Heuel Kaleb Gonçalves Padilha	1° Ano	Colégio Londrinense	PR
Gabriela Bandeira Delmiro Santana	8° ano	Colégio Núcleo	PE
Guilherme Garcia Reis	8° ano	Parque Ecologico Instituto Educacional	SP
Augusto Carneiro Burlacchini de Carvalho	9° ano	Colégio Albert Sabin	SP
Laura Maeda Shida	9° ano	Escola de Ensino Fundamental Seletivo	SP
Anthony Gabriel Gomes Rocha	9° ano	Contexto de Educ. e Desenv. da Aprendizagem	RN
Davi Lucas Barros dosSantos	9° ano	Colégio Amadeus	SE
Lara Mayer Kawano	9° ano	Objetivo Integrado Mogi Das Cruzes	SP
Teresa Machado Lage	9° ano	Colégio Bernoulli	MG
Lucas Nunes Chin dosSantos	9° ano	Colégio Dante Alighieri	SP
Felipe de Fazio Rocha	8° ano	Colégio Objetivo Marquês	SP

Gabriel Sa Leitao Bristot	1º Ano	Colégio Santa Maria	PE
Marta da Silva Leite de Carvalho	8º ano	Esc. Mun. Nsa. Sra. do Perpétuo Socorro	PI
Mauricio Lamos Rodrigues	1º Ano	Colégio Farias Brito Aldeota	CE
Vinicius Vieira Figueiredo	1º Ano	Colégio Bom Jesus Santo Antonio	SC
Gilberto Costa de Freitas	1º Ano	Farias Brito Pré Vestibular Central	CE
Rafael Tagliamento Santana	1º Ano	Colégio Londrinense	PR
Maria Eduarda Moreira Silva de Matos	8º ano	Colégio Christus	CE
Alice Lima Oliveira	9º ano	Colegio Sete de Setembro	MG
João Yerú D'Avila Albuquerque	8º ano	Colégio Santa Cecília	CE
Marcos de Oliveira Lauro	9º ano	Colégio Cognitivo - Unidade Boa Viagem	PE
João Antônio Souto Correia	8º ano	Ee Professora Dioguina Augusta Santana	MG
Catarina Madeiro Sampaio	1º Ano	Colégio Christus	CE
Jonatas Augusto de Paula	1º Ano	Colégio Master	CE
Miguel Mascarenhas Ferreira de Jesus	8º ano	Colégio São Rafael	BA
Lucas Cavalcante Silva	9º ano	Colégio Etapa Valinhos	SP
Alinne Citlali Gutierrez Rohs	9º ano	Colegio Militar do RJ	RJ
Joao Pedro Lima da Hora	1º Ano	Colégio Cbv - Unidade Boa Viagem	PE
Estela Baron Nakamura	8º ano	Colégio Pódion	DF
João Gabriel Pereira Diniz	9º ano	Cet - Centro Educacional de Tanabi	SP
Victoria Dias Alves	1º Ano	Colégio Ari de Sá Cavalcante	CE
Clarice Liz de Lima Nobre	1º Ano	Colégio Ari de Sá Cavalcante	CE
Daniel Assunção Aires Moreira	8º ano	Colégio Militar de Brasília	DF
Pedro Saraiva Carlos	1º Ano	Colegio Gge	PE
Rogério Sales Prior Gregio	8º ano	Oficina do Estudante Colegio - Unidade Brasil	SP
Beatriz Campos de Andrade Lima Silveira	1º Ano	Colégio Núcleo	PE

MENÇÃO HONROSA

**Veja lista dos agraciados com Menção Honrosa
e Demais Classificados em www.obquimica.org**

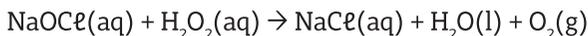
CAPÍTULO 4



Programa Nacional Olimpíadas de Química OBQ 2020 - Fase III - Modalidade A

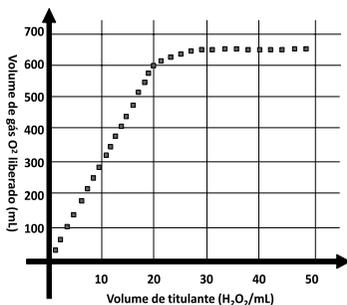
Exame aplicado em 13/12/2020 - com duas (2) horas de duração

Questão 1 – Soluções de hipoclorito de sódio (NaOCl) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2) são comumente comercializadas para fins de limpeza e desinfecção. Quando misturadas, no entanto, a reação representada abaixo se processa.



Essa reação pode ser utilizada também para fins de análises químicas. Então, se um procedimento de titulação for realizado e o gás oxigênio produzido for quantificado, as concentrações de ambas as soluções, titulante e titulado, podem ser determinadas por meio da lei dos gases ideais (usar CNTP e desprezar possíveis erros analíticos).

No gráfico abaixo, são apresentados dados de volume de O_2 liberado durante o processo de titulação de uma amostra de 80,0 mL de hipoclorito de sódio (titulante: H_2O_2).



Curva de titulação com medida do volume de gás gerado (adaptado de: *Química Nova na Escola*, N° 30, Novembro de 2008, p. 66-69)

Tomando como referência as informações apresentadas, indique a concentração (em quantidade de substância, mol L⁻¹) de H₂O₂ no titulante e NaOCl no titulado.

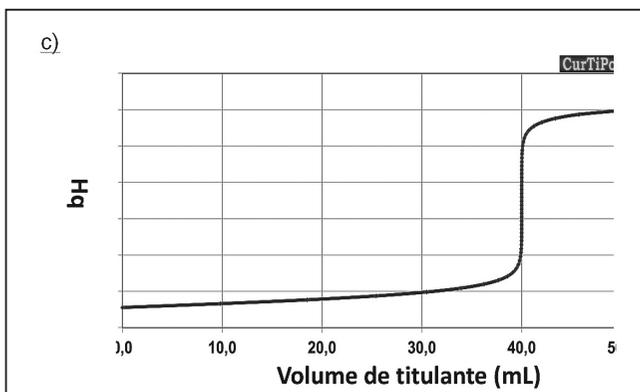
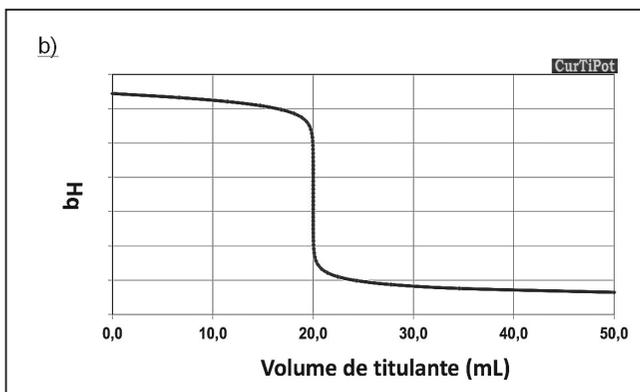
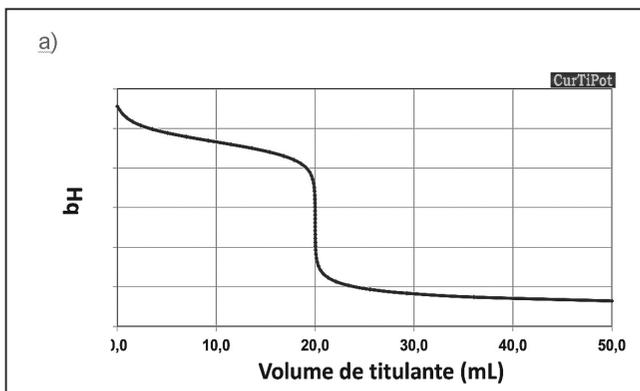
Dados: 1,00 atm; R = 0,08206 L atm K⁻¹ mol⁻¹; T = 273,15 K.

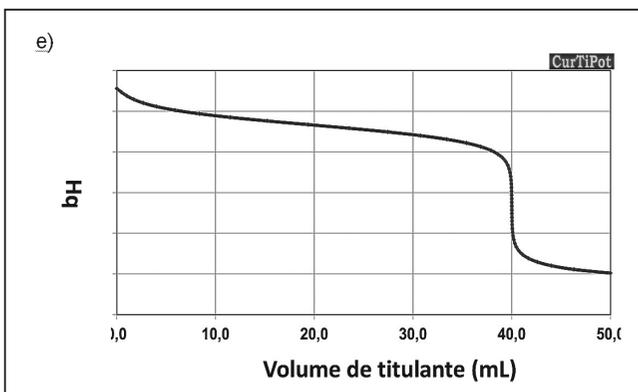
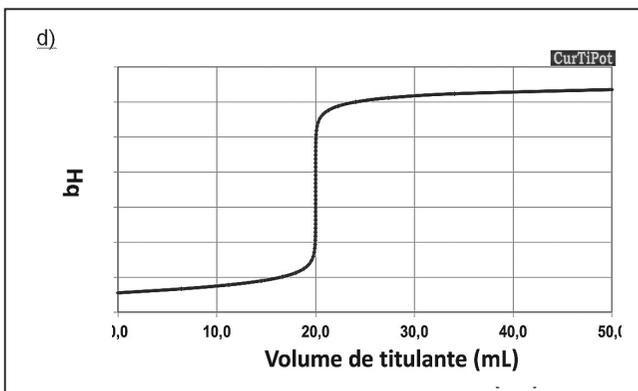
- a) Titulante = 1,3; Titulado = 0,36.
- b) Titulante = 1,3; Titulado = 1,1.
- c) Titulante = 3,1; Titulado = 1,1.
- d) Titulante = 3,1; Titulado = 2,6.
- e) Titulante = 0,50; Titulado = 0,36.

Questão 2 – O NH₄NO₃ (pK_b do NH₃ = 4,8), estocado irregularmente em Beirute e principal componente presente no acidente no início de 2020, é produzido em larga escala e utilizado como fertilizante em todo o mundo. Com relação ao NH₄NO₃, é correto afirmar que uma solução contendo 0,100 mol L⁻¹ dessa espécie apresenta pH próximo a:

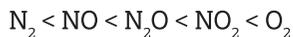
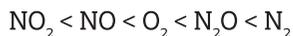
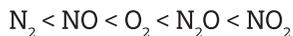
- a) 5.
- b) 9.
- c) 3.
- d) 10.
- e) 7.

Questão 3 – A amônia (NH₃, pK_b = 4,8), utilizada para produzir fertilizantes, pode ser titulada quando em solução aquosa com o uso de um ácido forte como titulante. A variação de pH durante esse tipo de titulação pode ser prevista por meio de cálculos de pH em função do volume de titulante. Sabendo disso, **indique** entre os gráficos abaixo aquele que melhor representa a variação de pH de 40,0 mL de uma solução de amônia 0,100 mol L⁻¹ quando titulada com ácido clorídrico 0,200 mol L⁻¹.

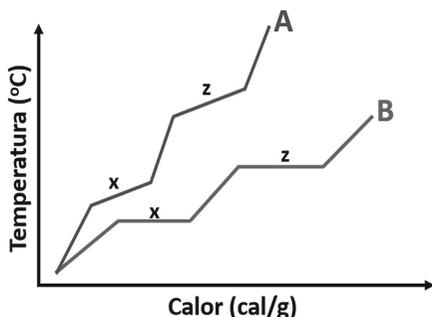




Questão 4 – Considere os seguintes gases: nitrogênio, oxigênio, monóxido de nitrogênio, dióxido de nitrogênio e óxido nítrico. Supondo que esses gases se comportem como ideais e estejam nas mesmas condições, **marque** a alternativa que apresenta os gases em **ordem crescente** de densidade.



Questão 5 — As curvas 'A' e 'B' representam a variação de temperatura de duas amostras, inicialmente sólidas, durante um processo de aquecimento.



Sobre as curvas apresentadas é correto afirmar que:

- a amostra 'A' consiste de uma mistura e 'B' de uma substância. O calor necessário para vaporizar toda a amostra 'A' é menor que para a vaporização de 'B'.
- a amostra 'A' consiste de uma substância e 'B' de uma mistura. O calor necessário para vaporizar toda a amostra 'A' é menor que para a vaporização de 'B'.
- a amostra 'A' consiste de uma mistura e 'B' de uma substância. O calor necessário para vaporizar toda a amostra 'A' é maior que para a vaporização de 'B'.
- a amostra 'A' consiste de uma mistura azeotrópica e 'B' de uma substância. O calor necessário para vaporizar toda a amostra 'A' é menor que para a vaporização de 'B'.
- a amostra 'A' consiste de uma mistura eutética e 'B' de uma substância. O calor necessário para vaporizar toda a amostra 'A' é maior que para a vaporização de 'B'.

Questão 6 – O reagente ácido nítrico denominado como concentrado pode ser adquirido como uma solução aquosa com fração mássica percentual igual a 65,0% e densidade de $1,39 \text{ g mL}^{-1}$. Considerando essas informações, **indique** o volume (**em mililitros**) desse reagente necessário para o preparo de 1,00 L de uma solução aquosa $0,500 \text{ mol L}^{-1}$.

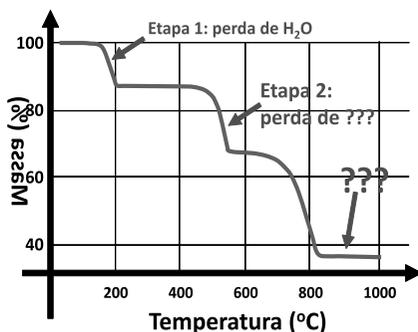
- a) 34,9 b) 55,7 c) 3,52 d) 0,544 e) 20,4

Questão 7 – Considerando-se uma membrana semipermeável, como a parede de uma célula animal, separando duas soluções aquosas de sulfato de potássio (soluções ‘A’ e ‘B’) com pressões osmóticas diferentes (considere pressão osmótica de ‘B’ maior que de ‘A’), é **correto** afirmar que:

- a) haverá maior transferência de água de ‘A’ para ‘B’.
b) haverá maior transferência de água de ‘B’ para ‘A’.
c) haverá maior passagem de íons hidratados de ‘A’ para ‘B’.
d) haverá maior passagem de íons hidratados de ‘B’ para ‘A’.
e) não haverá passagem de espécies químicas de um lado para o outro.

Questão 8 – O sal hidratado $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ao ser submetido a um processo de aquecimento controlado passa por três transformações. Nestas ocorre liberação de espécies na forma gasosa, até atingir a forma de um produto termicamente estável. No gráfico a seguir, é possível verificar a variação de massa do $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ durante o processo de aquecimento descrito.

Sabendo dessas informações, escolha a alternativa que identifique o **valor de ‘x’** na fórmula (número de hidratação do sal, sabe-se que toda água é perdida na etapa 1), **a espécie gasosa** formada na etapa 2 e o **produto final** da reação.



- a) X = 1; CO e CaO. b) X = 2; CO₂ e CaO.
 c) X = 2; CO e CaO. d) X = 1; CO e CaCO₃.
 e) X = 3; CO₂ e CaCO₃.

Questão 9 – Há dois processos que são bem consolidados para a produção de etanol destinado ao uso como combustível. Um deles é a produção a partir de sacarose; outro é a produção a partir de materiais lignocelulósicos, em geral do bagaço de cana-de-açúcar. O etanol proveniente de celulose é conhecido como etanol 2G ou de segunda geração. Sobre o etanol 2G, assinale a alternativa **incorreta**.

- a) A produção de etanol 2G permite o aumento da produção sem aumento de área plantada.
 b) Uma vantagem do etanol 2G sobre o etanol de primeira geração é que seu preço não compete com o preço de alimentos.
 c) O tratamento da matéria prima é o grande desafio das plantas de produção de etanol de segunda geração.
 d) A lignina, parte constituinte da matéria prima, é considerada um gargalo no desenvolvimento de processos produtivos.
 e) A fermentação não faz parte do processo produtivo de etanol de segunda geração.

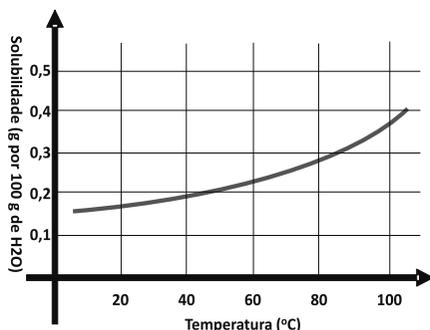
Questão 10 – Bolhas de sabão sempre foram uma diversão garantida entre crianças. Uma forma de se produzir bolhas de sabão mais resistentes é acrescentar um pouco de glicose à mistura de detergente e água. Um dos motivos que justificam essa maior resistência, quimicamente falando, é:

- a) a formação de ligações de hidrogênio entre a glicose e a água.
- b) a formação de ligações iônicas entre as moléculas de sabão e a glicose.
- c) a formação de ligações moleculares entre os íons aquosos e a glicose.
- d) a formação de interações não polares entre o sabão e a glicose.
- e) a formação de dipolo induzido entre as moléculas de glicose presentes na solução.

Questão 11 – Considerando-se o diagrama de solubilidade apresentado na figura abaixo é **correto** afirmar que ao adicionar 2,5 g da substância em questão em 1,00 L de água será observado:

Obs.: Apenas para efeito de resolução da questão considere a densidade da água igual a $1,00 \text{ g mL}^{-1}$, independentemente da temperatura e quantidade adicionada de soluto.

Curva de solubilidade de uma substância hipotética.



- a) uma solução saturada com corpo de fundo à 25 °C ou uma solução de concentração mássica 2,5 g L⁻¹ à 90 °C.
- b) uma solução de concentração mássica 2,5 g L⁻¹ à 25 °C ou uma solução saturada e sem corpo de fundo à 90 °C.
- c) uma solução saturada sem corpo de fundo à 25 °C ou uma solução saturada sem corpo de fundo à 90 °C.
- d) uma solução de concentração mássica 2,5 g L⁻¹ à 25 °C ou uma solução saturada com corpo de fundo à 90 °C.
- e) uma solução saturada com corpo de fundo à 25 °C ou uma solução saturada e sem corpo de fundo à 90 °C.

Questão 12 — O íon Fe²⁺ e o cromo metálico apresentam o mesmo número de elétrons em suas respectivas estruturas. A respeito disso, é correto afirmar que:

- a) ambos possuem configurações eletrônicas distintas e não possuem propriedades físico-químicas semelhantes.
- b) ambos são isoeletrônicos e por isso possuem a mesma configuração eletrônica.
- c) ambos são isoeletrônicos e por isso possuem as mesmas propriedades físico-químicas.
- d) ambos são isopróticos e por isso possuem propriedades físico-químicas idênticas.
- e) ambos possuem configurações eletrônicas idênticas e não possuem propriedades físico-químicas semelhantes.

Questão 13 — Em 1812, os exércitos de Napoleão invadiram a Rússia e foram derrotados no rigoroso inverno que ocorreu. Uma das explicações dadas para a derrota é algo inusitado. O estanho metálico dos botões dos uniformes franceses pode apresentar duas estruturas diferentes: i) uma estrutura tetragonal de corpo centrado, denominada estanho branco (pouco resistente e que se esfarela facilmente, formado em baixas

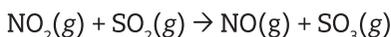
temperaturas); ii) uma estrutura cúbica semelhante à do diamante, caracterizando o estanho cinza (mais resistente e estável em temperatura ambiente, p. ex. 25 °C). Sobre essas estruturas, o fenômeno químico relacionado é denominado de:

- a) alotropia. b) isotopia. c) isotonia.
d) hipotonia. e) dismorfia.

Questão 14 – Considere uma espécie molecular que apresenta a seguinte composição química elementar em fração mássica percentual: 46,6% de C; 4,4% de H; 31,1% de N e 17,7% de O. Deseja-se estudar a combustão completa de 1000 g do referido material, tendo-se como únicos produtos, dióxido de carbono, vapor d'água e dióxido de nitrogênio. Assinale a alternativa que apresenta o volume total (em litros) de gás gerado, para uma combustão controlada realizada a 1 atm e 227 °C.

- a) 3.423 b) 2.400 c) 1.990 d) 1.228 e) 4.500

Questão 15 – Para um recipiente foram transferidos, a 25 °C, os gases NO₂ e SO₂. A reação que ocorre entre esses gases é representada abaixo:



Decorrido algum tempo, a pressão parcial dos gases presentes no recipiente é: NO, 0,7 bar; NO₂, 10⁻⁶ bar; SO₂, 0,005 bar e SO₃, 0,05 bar.

Indique a alternativa que apresenta a variação de energia de Gibbs da reação, Δ_rG (em kJ mol⁻¹).

Dados de valores padrão para 25 °C:

Gás	ΔfH ⁰ /kJ mol ⁻¹	S ⁰ /J K ⁻¹ mol ⁻¹
NO	+ 90,25	+ 210,76
NO ₂	+ 33,18	+ 240,06
SO ₂	- 296,83	+ 248,22
SO ₃	- 395,72	+ 256,76

a) + 3,42

b) - 41,82

c) - 35,63

d) - 3,42

e) + 4,18

Questão 16 – A molalidade (b) é uma grandeza física conveniente para uso em cálculos das propriedades coligativas, uma vez que é a razão entre a quantidade de substância de soluto (mol) e a massa do solvente. Considerando uma solução com fração em quantidade de substância (mol do soluto por mol da solução) de iodo (I_2) dissolvido em diclorometano (CH_2Cl_2) igual a 0,115, **indique** a alternativa que apresenta a molalidade ($mol\ kg^{-1}$) de iodo nessa solução.

a) 1,53

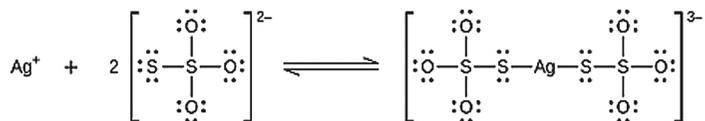
b) 1,18

c) 1,81

d) 1,35

e) 1,47

Questão 17 – Halogenetos de prata não expostos são removidos do filme fotográfico quando reagem com tiosulfato de sódio ($Na_2S_2O_3$) para formar o íon complexo $[Ag(S_2O_3)_2]^{3-}$ ($K_f = 4,7 \times 10^{13}$).



Indique a alternativa que contém a massa (**em gramas**) de $Na_2S_2O_3$ necessária para preparar 1,00 L de uma solução que irá dissolver 1,00 g de $AgBr$ ($K_{ps} = 5,0 \times 10^{-13}$) pela formação de $[Ag(S_2O_3)_2]^{3-}$.

a) 1,7

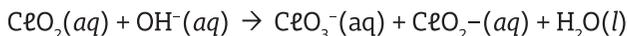
b) 1,0

c) 2,5

d) 2,0

e) 0,7

Questão 18 – O dióxido de cloro (ClO_2) reage com íons hidróxido para produzir uma mistura de íons clorato e clorito, conforme representado pela equação **não balanceada** a seguir.



Os dados de velocidade inicial de reação apresentados na tabela abaixo foram determinados à temperatura constante.

Experimento	$[\text{C}\ell\text{O}_2]/\text{mol L}^{-1}$	$[\text{OH}^-]/\text{mol L}^{-1}$	$v/\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$
1	0,0150	0,0250	$1,30 \times 10^{-3}$
2	0,0150	0,0500	$2,60 \times 10^{-3}$
3	0,0450	0,0250	$1,17 \times 10^{-2}$

Com base nesses dados, indique a alternativa que apresenta o valor da constante de velocidade, k (em $\text{L}^2 \text{mol}^{-2} \text{s}^{-1}$), da reação.

- a) 231 a) 139 a) 118 a) 69 a) 185

Questão 19 – O GNV, gás natural veicular, utilizado como combustível, tem em sua composição o gás metano (CH_4), o gás etano (C_2H_6) e frações menores de outros gases. Considere que o GNV seja composto por 88% de metano e 12% de etano (% em volume) e que ocorra a combustão completa desses gases formando apenas CO_2 e H_2O . **Indique** a alternativa que apresenta o volume (**em litros**) de ar necessário (CNTP) para queimar 200 L de GNV (admita que o teor de oxigênio no ar é igual a 21%).

- a) 2.076 b) 2.373 c) 1.534 d) 2.467 e) 1.722

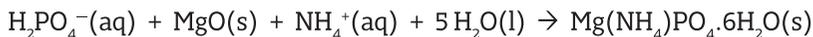
Questão 20 – Um dos grandes problemas relacionados à poluição é a “morte” de rios, lagos e lagoas. Essa “morte” é causada pela presença de espécies orgânicas que, durante a decomposição, causam diminuição da concentração de oxigênio dissolvido. Uma das reações possíveis nesse meio é a degradação da ureia, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, pelo oxigênio, tendo como produtos ácido nítrico, gás carbônico e água.

Considere apenas essa reação e que uma determinada amostra de água poluída contenha 0,0200 g de ureia, qual é a massa de O_2 (**em miligramas**) necessária para degradar a ureia presente na amostra?

- a) 42,6 b) 21,3 c) 50,0 d) 67,6 e) 98,5

Questão 21 – Alguns íons derivados do fosfato, como o H_2PO_4^- , se originam, em centros urbanos, do uso de sabões em pó e de refrigerantes, por exemplo. Sua presença no esgoto urbano é extremamente prejudi-

cial a rios e lagoas e por isso, as estações de tratamento de esgoto (ETE) possuem um processo para “remover fósforo” de acordo com a equação iônica abaixo:



Supondo que uma **ETE** de uma cidade processe 100.000 m³ de esgoto por dia (atuando com uma eficiência de 85% para a remoção desse íon) e que o mesmo tenha 50 mg L⁻¹ do íon H₂PO₄⁻, **indique** a massa (**em toneladas**) mensal aproximada (30 dias) do sal obtido nesse processo.

- a) 322 b) 24 c) 138 d) 11 e) 76

Questão 22 – Os fogos de artifícios são de uma beleza ímpar e são o ponto alto de muitas festas, como, por exemplo, na passagem de ano na praia de Copacabana, no Rio de Janeiro. As cores e desenhos são obtidos a partir de espécies químicas, tais como cloreto de cálcio (espécie A), hexacloretano (espécie B), benzoato de sódio (espécie C) e a liga de ferro-titânio (espécie D). Um quadro de efeitos e natureza das ligações químicas foi elaborado para essas substâncias.

Efeito Pretendido	Natureza das ligações Químicas	Substância Química
Fumaça	Ligações Covalentes	1
Chiado ou Assovio	Ligações Covalentes e Iônicas	2
Estrelas Alaranjadas	Ligações Iônicas	3
Centelhas Amareladas	Ligações Metálicas	4

A associação correta entre as substâncias 1, 2, 3 e 4 e as espécies citadas no texto é:

- | | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|
| a) | A = 3 | B = 1 | C = 2 | D = 4 |
| b) | A = 2 | B = 4 | C = 1 | D = 3 |
| c) | A = 1 | B = 3 | C = 2 | D = 4 |
| d) | A = 4 | B = 1 | C = 3 | D = 2 |
| e) | A = 3 | B = 2 | C = 1 | D = 4 |

Questão 23 — A química é uma das ciências que estuda a matéria. Os sistemas materiais podem ser divididos em substâncias (simples ou compostas) ou sistemas (homogêneos e heterogêneos). As soluções fazem parte dos sistemas materiais e algumas são bastante conhecidas pela sua ação esterilizante e descongestionante, especialmente em sistemas biológicos. A chamada “solução salina”, por exemplo, é utilizada para fins farmacológicos e é preparada apenas com água destilada e cloreto de sódio — em proporções adequadas. Mediante essas informações, é **correto** classificar o cloreto de sódio, a água destilada e a solução salina, respectivamente, como sendo:

- a) uma substância simples, uma substância simples e um sistema homogêneo.
- b) uma substância simples, uma substância composta e um sistema heterogêneo.
- c) uma substância composta, uma substância composta e um sistema homogêneo.
- d) uma substância composta, um sistema homogêneo e um sistema homogêneo.
- e) um sistema homogêneo, uma substância composta e um sistema homogêneo.

Questão 24 — O consumo de alimentos muito gordurosos pode causar diversos problemas de saúde a curto, médio e longo prazos. Muitas pessoas não sabem, mas uma fonte natural rica em gordura é o leite de vaca. Segundo o IBGE, somente no terceiro trimestre de 2018 foram adquiridos aproximadamente 6,2 milhões de litros de leite no Brasil. Na tentativa de tornar o produto mais saudável para o consumo, a indústria química adotou, ao longo dos anos, um processo que submete o leite natural a uma elevada força axípeta para, assim, separá-lo da sua maior proporção de gordura. Este processo também conhecido como desnatação artificial é baseado no método de separação de mistura denominado:

- a) decantação.
- b) destilação fracionada.
- c) centrifugação.
- d) liquefação por rotação.
- e) separação magnética.

Questão 25 — Uma das primeiras propostas válidas da tabela periódica foi concebida pelos estudos do químico russo Dimitri Ivanovich Mendeleev, no século XIX. Os símbolos dos elementos foram organizados em colunas e períodos de acordo com suas propriedades atômicas. Ao longo dos anos, ela foi sendo atualizada e aprimorada, mas grande parte da sua estrutura e nomenclaturas ainda permanece inalterada. Diante disso, os elementos mais eletronegativos e os que possuem o maior raio atômico (de seus respectivos períodos) da tabela periódica foram agrupados em duas colunas atualmente denominadas, respectivamente, como:

- a) período do flúor e metais alcalinos.
- b) gases nobres e metais alcalinos.
- c) grupo 17 e metais alcalinos.
- d) halogênios e metais alcalinos-terrosos.
- e) halogênios e família do hidrogênio.

Questão 26 — A tabela periódica pode ser usada para prever propriedades como raio covalente, afinidade eletrônica, energia de ionização dentre outras. A variação da carga nuclear efetiva exerce um papel importante na compreensão de como tais propriedades se comportam ao longo dos períodos e dos grupos da tabela. Considerando as informações apresentadas, **indique** a alternativa **correta**.

- a) Em um período, quanto maior o número atômico, menor é a atração do núcleo sobre a eletrosfera do átomo.
- b) Quanto mais elétrons forem retirados da eletrosfera do átomo, menor é a atração do núcleo sobre os elétrons do nível de valência.
- c) O aumento da carga nuclear efetiva resulta em um aumento do raio atômico.
- d) Geralmente, a diminuição da carga nuclear efetiva resulta em uma menor energia de ionização para um átomo.
- e) Quanto maior a carga nuclear efetiva de um átomo, menor a sua afinidade eletrônica.

Questão 27 — Os *freons*, espécies constituídas por cloro-flúor-carbono (CFC), por décadas foram usados como gases refrigerantes. Entre as espécies usadas temos o tricloromonofluormetano (*freon-11*) que tem temperatura de ebulição próxima à ambiente. Os CFC são os responsáveis pela destruição da camada de ozônio devido à formação de halogênios radiculares em razão da radiação UV na ozonosfera (localizada aproximadamente a 15 Km da crosta terrestre). Considerando as informações apresentadas, **indique** a alternativa **correta**.

- a) A radiação UV não apresenta risco a saúde.
- b) O tricloromonofluormetano tem fórmula $C_2FC\ell_3$.
- c) O halogênio radicalar formado é o flúor (menor energia de ligação C-F).
- d) O ozônio é uma molécula de geometria angular.
- e) O *freon-11* tem geometria pirâmide trigonal.

Questão 28 — As propriedades físicas e químicas das substâncias são um resultado direto das possíveis interações que ocorrem entre os átomos, íons ou moléculas que as constituem. Além disso, as propriedades das misturas dependem das interações entre as partículas que as constituem. Considerando essa informação, avalie cada uma das afirmações a seguir como verdadeira ou falsa.

- I. O sulfeto de hidrogênio (H_2S) é uma substância iônica, que em água libera íons H^+ .
- II. O cloreto de hidrogênio (HCl) é um composto molecular não condutor de eletricidade, mas dissolve-se em água para formar uma solução condutora.
- III. O CBr_4 tem momento de dipolo mais elevado do que o $CHBr_3$.
- IV. Tanto o acetato de sódio quanto o ácido acético são solúveis em água.
- V. Quando um sólido molecular é aquecido e funde para formar um líquido, todas as interações intermoleculares do sólido devem ser rompidas.
- VI. A solubilidade de um composto iônico independe da temperatura na qual se prepara a solução.
- VII. O acetato de sódio é um exemplo de composto molecular.

O número de afirmações **falsas** é:

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

Questão 29 — Ao longo da história os cientistas buscaram entender uma das menores partículas que constituem a matéria: o átomo. Considerando a evolução histórica dos modelos para o átomo, julgue cada uma das afirmações a seguir como verdadeira ou falsa.

- I. A lei das proporções múltiplas pode ser justificada por meio do modelo de Dalton para o átomo.
- II. No modelo de Rutherford os elétrons estão orientados segundo órbitas circulares ao redor do núcleo.
- III. A condução de corrente elétrica por uma solução aquosa de cloreto de hidrogênio pode ser explicada usando-se o modelo de Thomson.
- IV. No modelo de Bohr os elétrons possuem energia quantizada, assim eles só podem ocupar determinadas posições no átomo.
- V. No modelo atual para o átomo os elétrons ocupam orbitais atômicos, cuja energia depende do número atômico.

O número de afirmações **corretas** é:

- a) uma. b) duas c) três d) quatro e) cinco

Questão 30 — Com o intuito de identificar amostras inorgânicas desconhecidas, um professor executou uma marcha analítica com os seus alunos, na qual havia dois recipientes desconhecidos, (I) e (II). Encontram-se abaixo as etapas da marcha de forma sequencial.

- 1) Com uma espátula, os alunos retiraram uma amostra sólida de (I) e a dissolveram em água destilada, resultando numa solução colorida I.
- 2) Os alunos pipetaram uma alíquota de uma solução padrão de AgNO_3 e adicionaram à solução colorida I formando um precipitado branco.
- 3) Com uma outra espátula, os alunos retiraram uma amostra sólida de (II) e a dissolveram em água destilada formando uma solução colorida II.

- 4) Com uma outra pipeta, os alunos adicionaram uma alíquota de uma solução padrão de $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ à solução colorida II, formando um precipitado branco.
- 5) Ao adicionar ácido clorídrico diluído em excesso ao precipitado branco da quarta etapa o sólido branco se dissolveu por completo.

Com base nas cinco etapas apresentadas, conclui-se que os rótulos (I) e (II) devem se referir ao par de substâncias:

- | | |
|---|--|
| a) CuCl_2 e CuCO_3 . | b) CuBr_2 e ZnSO_4 . |
| c) NiCl_2 e CuSO_4 . | d) Ag_2O e MgCO_3 . |
| e) BaCl_2 e $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$. | |

Questão 31 — Água-régia ou *Aqua Regis* é uma solução altamente corrosiva. A solução é formada por uma mistura recém preparada de ácido nítrico e ácido clorídrico concentrados, geralmente numa proporção de 1:3, respectivamente. A água-régia pode dissolver os metais “reais”, ou metais nobres como, ouro e platina e é utilizada em certos procedimentos analíticos. Em um experimento em laboratório, uma amostra de 1,00 g composta apenas por uma mistura de Fe_3O_4 e Fe_2O_3 foi tratada com água-régia em excesso, de forma que produziu 0,3284 g FeCl_2 .

Assinale a alternativa que apresenta a composição percentual, em massa, da mistura de óxidos. Considere que não há mudança no estado de oxidação dos átomos de ferro.

- | | |
|--|--|
| a) 30% Fe_3O_4 e 70% Fe_2O_3 | b) 40% Fe_3O_4 e 60% Fe_2O_3 |
| c) 50% Fe_3O_4 e 50% Fe_2O_3 | d) 60% Fe_3O_4 e 40% Fe_2O_3 |
| e) 70% Fe_3O_4 e 30% Fe_2O_3 | |

Questão 32 — Após uma aula sobre poluição atmosférica, um estudante decidiu elaborar um experimento para mensurar a concentração de SO_2 no ar da sua cidade. Ele montou um sistema com 0,500 L de uma solução de NaOH 0,050 mol L^{-1} para capturar o SO_2 , que entraria no sistema por meio de um fluxo constante de ar de 100 L min^{-1} . Após 48 horas do início do experimento, ele titulou a solução de NaOH com uma solução de HCl 0,10 mol L^{-1} e anotou o volume utilizado. É **correto** afirmar que esse método para aferir a concentração de SO_2 no ar é:

- a) inadequado. Porque conhecendo-se que a concentração média de dióxido de enxofre na atmosfera varia entre 20 e 60 $\mu\text{g m}^{-3}$, nessas condições, o sistema em questão ficaria saturado e, portanto, o resultado obtido seria inferior à realidade.
- b) adequado. Porque o SO_2 se dissolverá completamente na solução aquosa de hidróxido de sódio e, posteriormente, reagirá com a solução de HCl, cujo volume consumido, por meio de cálculos estequiométricos, fornecerá a concentração de SO_2 no ar.
- c) inadequado. Porque a especificidade da solução de hidróxido de sódio é muito baixa, ou seja, ela não reagirá apenas com o SO_2 mas, também, com outros gases de concentrações tão grandes quanto ou até maiores, como o CO_2 .
- d) adequado. Porque o SO_2 consumirá parte do NaOH da solução. O restante do NaOH será titulado com a solução de HCl de concentração conhecida e o seu volume consumido fornecerá, por meio de cálculos estequiométricos, a concentração de SO_2 no ar.
- e) inadequado. Porque não ocorre nenhum tipo de reação química entre o dióxido de enxofre e o NaOH.

Questão 33 – O íon **NSO⁻** (átomo central em negrito) tem algumas estruturas de ressonância, não equivalentes, possíveis. Em relação à estrutura de ressonância **mais estável**, julgue se as afirmações a seguir são verdadeiras ou falsas. **Dica:** a carga formal (CF) dos átomos auxilia na determinação da estabilidade de uma estrutura de Lewis, e para fazer o cálculo a fórmula é $\text{CF} = \text{Ev} - (\frac{1}{2} \text{e-PC} + \text{e-PI})$, em que Ev = elétrons de valência, e-PC = elétrons dos pares compartilhados e e-PI = elétrons dos pares isolados.

- I. O átomo de oxigênio possui 2 pares de elétrons isolados.
- II. A carga formal do átomo de enxofre é zero.
- III. A molécula tem geometria angular.
- IV. A hibridação do átomo de enxofre é sp^2 .
- V. A carga formal do átomo de nitrogênio é negativa.

O número de afirmações **falsas** é:

- a) uma. b) duas. c) três. d) quatro. e) cinco.

Questão 34 — A enzima nitrogenase está presente em bactérias que ocorrem no solo, principalmente em raízes de leguminosas como feijão, soja e ervilha. Essa enzima catalisa a fixação biológica do nitrogênio atmosférico (N_2) por meio de sua redução até moléculas de amônia (NH_3). Sabendo que enzimas são catalisadores biológicos, **indique** qual das alternativas abaixo caracteriza a ação de um catalisador ideal:

- a) catalisadores participam de uma reação química e são consumidos durante a reação.
- b) catalisadores atuam em reações químicas promovendo caminhos alternativos, o que resulta na diminuição da energia de ativação da reação. Adicionalmente, ao final da reação eles não são consumidos.
- c) catalisadores atuam em reações químicas promovendo caminhos alternativos por meio do aumento da energia de ativação da reação, sendo regenerados ao final da reação.
- d) catalisadores atuam em reações químicas promovendo caminhos alternativos por meio da diminuição da energia de ativação da reação, sendo consumidos ao final da reação.
- e) catalisadores atuam em reações químicas promovendo caminhos alternativos por meio do aumento da energia de ativação da reação, sendo consumidos ao final da reação.

Questão 35 — A Resolução n° 430 de 13 de maio de 2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes em rios e outros corpos receptores. Segundo essa resolução, o pH dos efluentes industriais deve estar entre 5 e 9. No quadro a seguir, encontram-se as concentrações de OH^- ou de H^+ , no efluente tratado de algumas indústrias.

Indústria	Concentração no efluente (mol L ⁻¹)	
	I	[OH ⁻] = 10 ⁻⁸
	II	[H ⁺] = 10 ⁻³
	III	[OH ⁻] = 10 ⁻³
	IV	[OH ⁻] = 10 ⁻⁵
	V	[H ⁺] = 10 ⁻⁵

Considerando apenas a restrição quanto ao pH do efluente e os dados indicados no quadro é **correto** afirmar que:

- o tratamento realizado no efluente da indústria II está adequado ao cumprimento da legislação.
- os efluentes das indústrias **IV** e **V** provocam o mesmo impacto no ponto de mistura com o corpo receptor.
- os efluentes das indústrias **I**, **IV** e **V** receberam tratamento adequado ao cumprimento da legislação.
- os efluentes das indústrias **II** e **III** podem ser lançados no corpo receptor.
- apenas três efluentes não podem ser lançados no corpo receptor.

Questão 36 — A definição do Antropoceno como uma nova era no contexto da Geologia envolve critérios geocronológicos e cronoestratigráficos. O desenvolvimento da energia nuclear não é, por si só, um indicador suficiente do ponto de vista geocronológico, mas o registro sedimentar do *fallout* atmosférico coincide com outros eventos, fornecendo assim um excelente indicador cronoestratigráfico. Em ambientes terrestres, o plutônio se associa com frações geoquímicas específicas como óxidos de ferro e manganês e ácidos húmicos e, portanto, tende a ser relativamente imóvel em sedimentos (inclusive gelo). A meia-vida do isótopo ²³⁹Pu é 24.110 anos. Considerando o atual desenvolvimento dos métodos espectrográficos, seria possível utilizar o plutônio como indicador cronoestratigráfico até que sua atividade caia a 1/16 da atividade inicial. (fonte do texto: Quím. Nova vol.43 no.4 - 2020)

Com base nessas informações, por quantos milênios, aproximadamente, o isótopo ^{239}Pu seria útil como indicador cronoestratigráfico?

- a) 194 b) 96,4 c) 72,3 d) 9,64 e) 7,23

Questão 37 — Em um reator nuclear do tipo PWR (de água pressurizada), como por exemplo os da Usina Nuclear de Angra dos Reis, o isótopo que produz fissão é o ^{235}U . Entretanto, esse isótopo constitui apenas cerca de 3% da massa de urânio presente no núcleo do reator. Os outros cerca de 97% são de ^{238}U . Nas condições de funcionamento do reator, o ^{238}U não produz fissão nuclear, mas pode apresentar outro processo, a captura de um nêutron. O novo isótopo de urânio assim produzido é instável, tem meia-vida de 24 minutos e emite uma partícula β^- . Seu produto de decaimento, por sua vez, também é um emissor β^- , com meia-vida de 2,4 dias. O produto final desta sequência de decaimentos é um isótopo físsil, que pode ser usado em outro tipo de reator nuclear para gerar energia a partir da fissão, caso o combustível nuclear usado no reator PWR seja reprocessado adequadamente. A respeito do processo descrito, é **correto** afirmar que:

- a) o produto da primeira emissão β^- é ^{239}Th .
b) o produto final da sequência de emissões β^- é ^{239}Th .
c) o produto final da sequência de emissões β^- é ^{239}Pu .
d) o produto da primeira emissão β^- é um actínídeo e o produto da segunda emissão β^- é um alcalino-terroso.
e) a constante de velocidade da primeira emissão β^- é menor que a constante de velocidade da segunda emissão β^- .

Questão 38 — Considerando os sais cloreto de sódio, sulfato de bário ($K_{ps} = 1,1 \times 10^{-10}$), brometo de prata ($K_{ps} = 5 \times 10^{-13}$) e cloreto de prata ($K_{ps} = 1,6 \times 10^{-10}$), indique a alternativa em que esses são apresentados em ordem crescente de solubilidade (em g L^{-1}).

- a) $\text{AgBr} < \text{AgCl} < \text{BaSO}_4 < \text{NaCl}$ b) $\text{AgCl} < \text{AgBr} < \text{BaSO}_4 < \text{NaCl}$
c) $\text{AgCl} < \text{BaSO}_4 < \text{AgCl} < \text{AgBr}$ d) $\text{NaCl} < \text{AgCl} < \text{BaSO}_4 < \text{AgBr}$
e) $\text{BaSO}_4 < \text{AgCl} < \text{AgBr} < \text{NaCl}$

Questão 39 – Considerando as seguintes soluções aquosas: i) cloreto de sódio $0,2 \text{ mol L}^{-1}$; ii) cloreto de sódio $0,1 \text{ mol L}^{-1}$; iii) glicose $0,1 \text{ mol L}^{-1}$; iv) sulfato de sódio $0,1 \text{ mol L}^{-1}$, **indique** a alternativa em que as soluções são apresentadas em **ordem crescente** de temperatura de ebulição.

- a) iii < ii < iv < i b) iii < ii < i < iv c) i < ii < iii < iv
d) iv < iii < ii < i e) i < iii < ii < iv

Questão 40 – Soluções tampão possuem extenso uso em laboratórios de química. Em muitas aplicações, é comum recorrer-se a sais derivados do ácido fosfórico ($pK_{a1} = 2,1$; $pK_{a2} = 7,2$; $pK_{a3} = 12,4$) para o preparo destas. Com base nessas informações, **indique** qual das misturas abaixo resultaria em uma solução tampão com pH próximo a 7 (considere mesmo volume para ambas as soluções misturadas).

- a) $0,100 \text{ mol L}^{-1}$ de H_3PO_4 + $0,150 \text{ mol L}^{-1}$ de NaOH
b) $0,100 \text{ mol L}^{-1}$ de HPO_4^{2-} + $0,100 \text{ mol L}^{-1}$ de PO_4^{3-}
c) $0,100 \text{ mol L}^{-1}$ de H_3PO_4 + $0,200 \text{ mol L}^{-1}$ de NaOH
d) $0,100 \text{ mol L}^{-1}$ de PO_4^{3-} + $0,100 \text{ mol L}^{-1}$ de NaOH
e) $0,100 \text{ mol L}^{-1}$ de HPO_4^{2-} + $0,100 \text{ mol L}^{-1}$ de NaOH

*“Viver é enfrentar um problema atrás do outro.
O modo como você o encara é que faz a diferença.”*

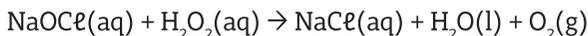
Benjamin Franklin

CAPÍTULO 4

B Programa Nacional Olimpíadas de Química OBQ 2020 - Fase III - Modalidade B

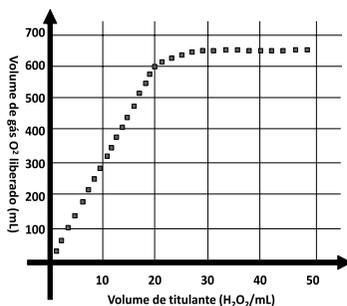
Exame aplicado em 13/12/2020 - com duas (2) horas de duração

Questão 1 – Soluções de hipoclorito de sódio (NaOCl) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2) são comumente comercializadas para fins de limpeza e desinfecção. Quando misturadas, no entanto, a reação representada abaixo se processa.



Essa reação pode ser utilizada também para fins de análises químicas. Então, se um procedimento de titulação for realizado e o gás oxigênio produzido for quantificado, as concentrações de ambas as soluções, titulante e titulado, podem ser determinadas por meio da lei dos gases ideais (usar CNTP e desprezar possíveis erros analíticos).

No gráfico abaixo, são apresentados dados de volume de O_2 liberado durante o processo de titulação de uma amostra de 80,0 mL de hipoclorito de sódio (titulante: H_2O_2).



Curva de titulação com medida do volume de gás gerado (adaptado de: *Química Nova na Escola*, N° 30, Novembro de 2008, p. 66-69)

Tomando como referência as informações apresentadas, indique a concentração (em quantidade de substância, mol L⁻¹) de H₂O₂ no titulante e NaOCℓ no titulado.

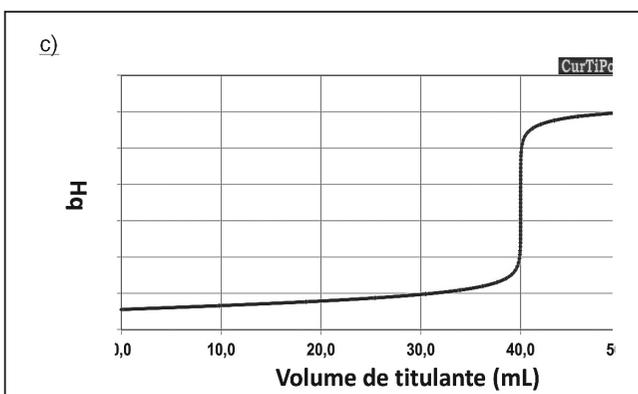
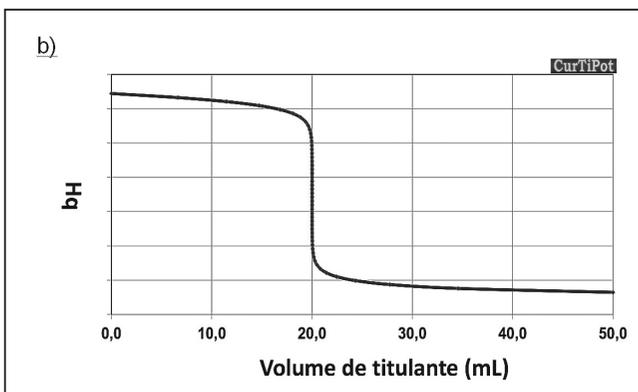
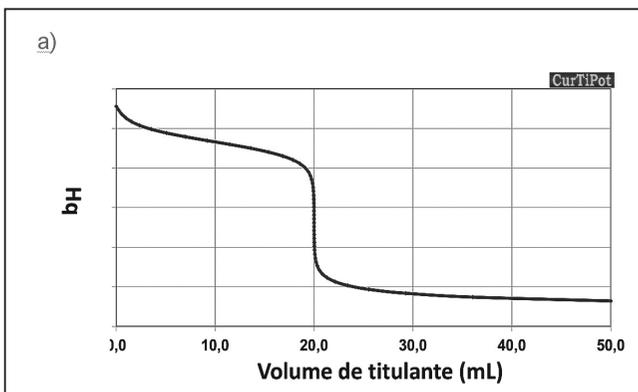
Dados: 1,00 atm; R = 0,08206 L atm K⁻¹ mol⁻¹; T = 273,15 K.

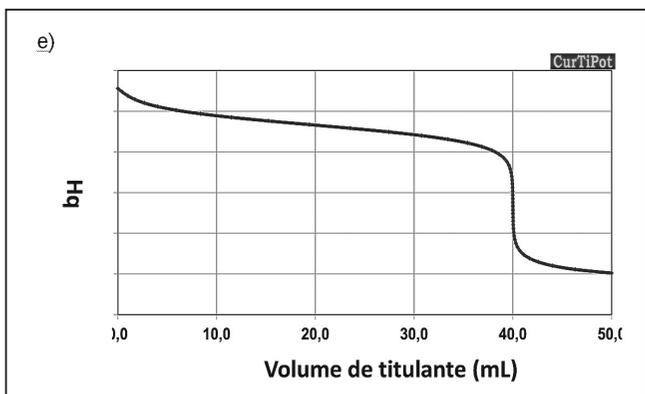
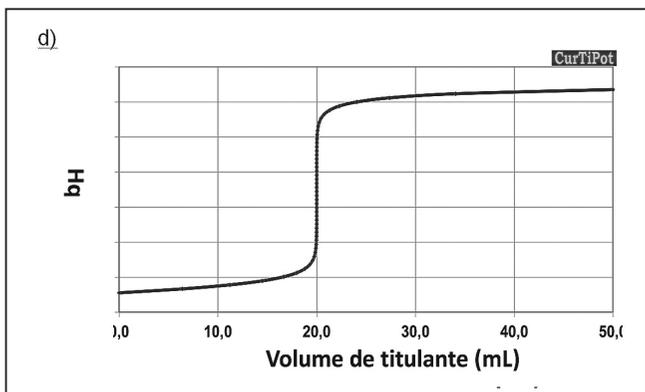
- a) Titulante = 1,3; Titulado = 0,36.
- b) Titulante = 1,3; Titulado = 1,1.
- c) Titulante = 3,1; Titulado = 1,1.
- d) Titulante = 3,1; Titulado = 2,6.
- e) Titulante = 0,50; Titulado = 0,36.

Questão 2 – O NH₄NO₃ (pK_b do NH₃ = 4,8), estocado irregularmente em Beirute e principal componente presente no acidente no início de 2020, é produzido em larga escala e utilizado como fertilizante em todo o mundo. Com relação ao NH₄NO₃, é correto afirmar que uma solução contendo 0,100 mol L⁻¹ dessa espécie apresenta pH próximo a:

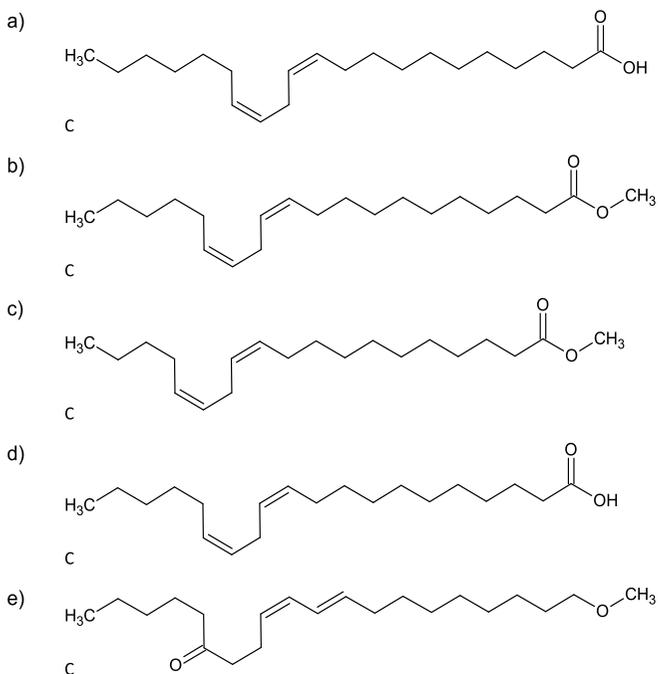
- a) 5.
- b) 9.
- c) 3.
- d) 10.
- e) 7.

Questão 3 – A amônia (NH₃, pK_b = 4,8), utilizada para produzir fertilizantes, pode ser titulada quando em solução aquosa com o uso de um ácido forte como titulante. A variação de pH durante esse tipo de titulação pode ser prevista por meio de cálculos de pH em função do volume de titulante. Sabendo disso, **indique** entre os gráficos abaixo aquele que melhor representa a variação de pH de 40,0 mL de uma solução de amônia 0,100 mol L⁻¹ quando titulada com ácido clorídrico 0,200 mol L⁻¹.

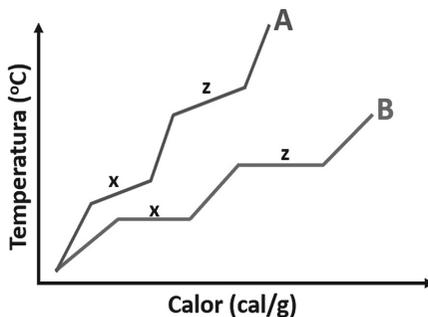




Questão 4 – O mercado de alimentos revela uma forte atração quanto ao uso de substâncias que incorporam os ácidos graxos ômega 3, ômega 6 e ômega 9. Esses ácidos graxos desempenham papéis fundamentais para o bom funcionamento do metabolismo humano. É comprovado que a ingestão de ácidos graxos ômega 6 representa uma série de benefícios para o organismo, destacando-se entre outros, no combate à síndrome de atenção dispersa/hiperatividade, à hipertensão arterial, às doenças cardíacas e à osteoporose. A combustão completa de 16,1 mg de uma substância extraída de um produto alimentício resultou em 46,2 mg de CO_2 e 17,1 mg de H_2O . Sabendo que esse composto é um éster metílico de um ácido graxo da classe ômega-6, assinale a alternativa que apresenta a fórmula estrutural da substância analisada.



Questão 5 – As curvas ‘A’ e ‘B’ representam a variação de temperatura de duas amostras, inicialmente sólidas, durante um processo de aquecimento.



Sobre as curvas apresentadas é correto afirmar que:

- a) a amostra 'A' consiste de uma mistura e 'B' de uma substância. O calor necessário para vaporizar toda a amostra 'A' é menor que para a vaporização de 'B'.
- b) a amostra 'A' consiste de uma substância e 'B' de uma mistura. O calor necessário para vaporizar toda a amostra 'A' é menor que para a vaporização de 'B'.
- c) a amostra 'A' consiste de uma mistura e 'B' de uma substância. O calor necessário para vaporizar toda a amostra 'A' é maior que para a vaporização de 'B'.
- d) a amostra 'A' consiste de uma mistura azeotrópica e 'B' de uma substância. O calor necessário para vaporizar toda a amostra 'A' é menor que para a vaporização de 'B'.
- e) a amostra 'A' consiste de uma mistura eutética e 'B' de uma substância. O calor necessário para vaporizar toda a amostra 'A' é maior que para a vaporização de 'B'.

Questão 6 — O reagente ácido nítrico denominado como concentrado pode ser adquirido como uma solução aquosa com fração mássica percentual igual a 65,0% e densidade de $1,39 \text{ g mL}^{-1}$. Considerando essas informações, **indique** o volume (**em mililitros**) desse reagente necessário para o preparo de 1,00 L de uma solução aquosa $0,500 \text{ mol L}^{-1}$.

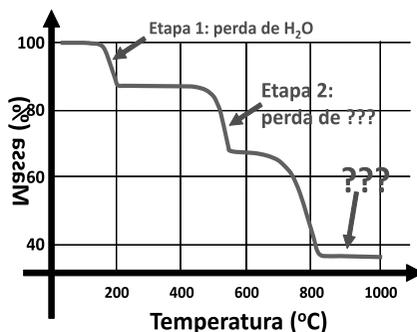
- a) 34,9 b) 55,7 c) 3,52 d) 0,544 e) 20,4

Questão 7 — Considerando-se uma membrana semipermeável, como a parede de uma célula animal, separando duas soluções aquosas de sulfato de potássio (soluções 'A' e 'B') com pressões osmóticas diferentes (considere pressão osmótica de 'B' maior que de 'A'), é **correto** afirmar que:

- a) haverá maior transferência de água de 'A' para 'B'.
- b) haverá maior transferência de água de 'B' para 'A'.
- c) haverá maior passagem de íons hidratados de 'A' para 'B'.
- d) haverá maior passagem de íons hidratados de 'B' para 'A'.
- e) não haverá passagem de espécies químicas de um lado para o outro.

Questão 8 – O sal hidratado $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ao ser submetido a um processo de aquecimento controlado passa por três transformações. Nestas ocorre liberação de espécies na forma gasosa, até atingir a forma de um produto termicamente estável. No gráfico a seguir, é possível verificar a variação de massa do $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ durante o processo de aquecimento descrito.

Sabendo dessas informações, escolha a alternativa que identifique o **valor de 'x'** na fórmula (número de hidratação do sal, sabe-se que toda água é perdida na etapa 1), **a espécie gasosa** formada na etapa 2 e o **produto final** da reação.



- | | |
|--|-------------------------------------|
| a) $X = 1$; CO e CaO. | b) $X = 2$; CO_2 e CaO. |
| c) $X = 2$; CO e CaO. | d) $X = 1$; CO e CaCO_3 . |
| e) $X = 3$; CO_2 e CaCO_3 . | |

Questão 9 – Há dois processos que são bem consolidados para a produção de etanol destinado ao uso como combustível. Um deles é a produção a partir de sacarose; outro é a produção a partir de materiais lignocelulósicos, em geral do bagaço de cana-de-açúcar. O etanol proveniente de celulose é conhecido como etanol 2G ou de segunda geração. Sobre o etanol 2G, assinale a alternativa **incorreta**.

- a) A produção de etanol 2G permite o aumento da produção sem aumento de área plantada.
- b) Uma vantagem do etanol 2G sobre o etanol de primeira geração é que seu preço não compete com o preço de alimentos.
- c) O tratamento da matéria prima é o grande desafio das plantas de produção de etanol de segunda geração.
- d) A lignina, parte constituinte da matéria prima, é considerada um gargalo no desenvolvimento de processos produtivos.
- e) A fermentação não faz parte do processo produtivo de etanol de segunda geração.

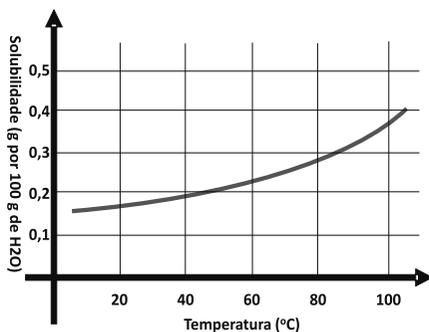
Questão 10 – Bolhas de sabão sempre foram uma diversão garantida entre crianças. Uma forma de se produzir bolhas de sabão mais resistentes é acrescentar um pouco de glicose à mistura de detergente e água. Um dos motivos que justificam essa maior resistência, quimicamente falando, é:

- a) a formação de ligações de hidrogênio entre a glicose e a água.
- b) a formação de ligações iônicas entre as moléculas de sabão e a glicose.
- c) a formação de ligações moleculares entre os íons aquosos e a glicose.
- d) a formação de interações não polares entre o sabão e a glicose.
- e) a formação de dipolo induzido entre as moléculas de glicose presentes na solução.

Questão 11 – Considerando-se o diagrama de solubilidade apresentado na figura abaixo é **correto** afirmar que ao adicionar 2,5 g da substância em questão em 1,00 L de água será observado:

Obs.: Apenas para efeito de resolução da questão considere a densidade da água igual a $1,00 \text{ g mL}^{-1}$, independentemente da temperatura e quantidade adicionada de soluto.

Curva de solubilidade de uma substância hipotética.



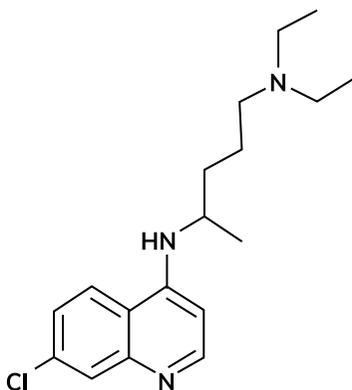
- a) uma solução saturada com corpo de fundo à 25 °C ou uma solução de concentração mássica 2,5 g L⁻¹ à 90 °C.
- b) uma solução de concentração mássica 2,5 g L⁻¹ à 25 °C ou uma solução saturada e sem corpo de fundo à 90 °C.
- c) uma solução saturada sem corpo de fundo à 25 °C ou uma solução saturada sem corpo de fundo à 90 °C.
- d) uma solução de concentração mássica 2,5 g L⁻¹ à 25 °C ou uma solução saturada com corpo de fundo à 90 °C.
- e) uma solução saturada com corpo de fundo à 25 °C ou uma solução saturada e sem corpo de fundo à 90 °C.

Questão 12 — O íon Fe²⁺ e o cromo metálico apresentam o mesmo número de elétrons em suas respectivas estruturas. A respeito disso, é correto afirmar que:

- a) ambos possuem configurações eletrônicas distintas e não possuem propriedades físico-químicas semelhantes.
- b) ambos são isoeletrônicos e por isso possuem a mesma configuração eletrônica.
- c) ambos são isoeletrônicos e por isso possuem as mesmas propriedades físico-químicas.

- d) ambos são isopróticos e por isso possuem propriedades físico-químicas idênticas.
- e) ambos possuem configurações eletrônicas idênticas e não possuem propriedades físico-químicas semelhantes.

Questão 13 – O medicamento cloroquina ganhou maior destaque nesse ano de 2020, devido à pandemia de COVID-19. Sua estrutura molecular está abaixo representada. Assinale a alternativa correta em relação a essa molécula.



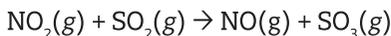
- a) A molécula da cloroquina é não polar e estabelece interações intermoleculares do tipo forças de London. Uma função orgânica presente é de amina terciária. O cloro é um grupo desativante do anel aromático.
- b) A molécula da cloroquina não estabelece interação intermolecular do tipo ligação hidrogênio. O cloro é um grupo ativante do anel aromático.
- c) A cloroquina é uma molécula anfifílica e estabelece interação intermolecular do tipo ligação hidrogênio. Uma função orgânica presente é um haleto orgânico. O cloro é um grupo ativante do anel aromático.
- d) A fórmula molecular da cloroquina é $C_{18}H_{26}ClN_3$, sendo uma molécula polar que estabelece interação intermolecular do tipo ligação hidrogênio. As funções orgânicas presentes são: amina primária, amina secundária e haleto orgânico. O cloro é um grupo desativante do anel aromático.

- e) A fórmula molecular da cloroquina é $C_{18}H_{26}ClN_3$. As funções orgânicas presentes são: amina secundária, amina terciária e haleto orgânico. O cloro é um grupo desativante do anel aromático.

Questão 14 – Considere uma espécie molecular que apresenta a seguinte composição química elementar em fração mássica percentual: 46,6% de C; 4,4% de H; 31,1% de N e 17,7% de O. Deseja-se estudar a combustão completa de 1000 g do referido material, tendo-se como únicos produtos, dióxido de carbono, vapor d'água e dióxido de nitrogênio. Assinale a alternativa que apresenta o volume total (em litros) de gás gerado, para uma combustão controlada realizada a 1 atm e 227 °C.

- a) 3.423 b) 2.400 c) 1.990 d) 1.228 e) 4.500

Questão 15 – Para um recipiente foram transferidos, a 25 °C, os gases NO₂ e SO₂. A reação que ocorre entre esses gases é representada abaixo:



Decorrido algum tempo, a pressão parcial dos gases presentes no recipiente é: NO, 0,7 bar; NO₂, 10⁻⁶ bar; SO₂, 0,005 bar e SO₃, 0,05 bar.

Indique a alternativa que apresenta a variação de energia de Gibbs da reação, $\Delta_r G$ (em kJ mol⁻¹).

Dados de valores padrão para 25 °C:

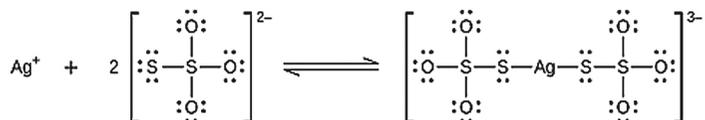
Gás	$\Delta_f H^\circ / \text{kJ mol}^{-1}$	$S^\circ / \text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
NO	+ 90,25	+ 210,76
NO ₂	+ 33,18	+ 240,06
SO ₂	- 296,83	+ 248,22
SO ₃	- 395,72	+ 256,76

- a) + 3,42 b) - 41,82 c) - 35,63
d) - 3,42 e) + 4,18

Questão 16 – A molalidade (b) é uma grandeza física conveniente para uso em cálculos das propriedades coligativas, uma vez que é a razão entre a quantidade de substância de soluto (mol) e a massa do solvente. Considerando uma solução com fração em quantidade de substância (mol do soluto por mol da solução) de iodo (I₂) dissolvido em diclorometano (CH₂Cl₂) igual a 0,115, **indique** a alternativa que apresenta a molalidade (mol kg⁻¹) de iodo nessa solução.

- a) 1,53 b) 1,18 c) 1,81 d) 1,35 e) 1,47

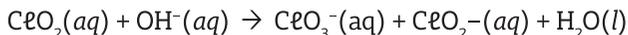
Questão 17 – Halogenetos de prata não expostos são removidos do filme fotográfico quando reagem com tiosulfato de sódio (Na₂S₂O₃) para formar o íon complexo [Ag(S₂O₃)₂]³⁻ (K_f = 4,7 × 10¹³).



Indique a alternativa que contém a massa (**em gramas**) de Na₂S₂O₃ necessária para preparar 1,00 L de uma solução que irá dissolver 1,00 g de AgBr (K_{ps} = 5,0 × 10⁻¹³) pela formação de [Ag(S₂O₃)₂]³⁻.

- a) 1,7 b) 1,0 c) 2,5 d) 2,0 e) 0,7

Questão 18 – O dióxido de cloro (ClO₂) reage com íons hidróxido para produzir uma mistura de íons clorato e clorito, conforme representado pela equação **não balanceada** a seguir.



Os dados de velocidade inicial de reação apresentados na tabela abaixo foram determinados à temperatura constante.

Experimento	[ClO ₂]/mol L ⁻¹	[OH ⁻]/mol L ⁻¹	v/mol L ⁻¹ s ⁻¹
1	0,0150	0,0250	1,30 × 10 ⁻³
2	0,0150	0,0500	2,60 × 10 ⁻³
3	0,0450	0,0250	1,17 × 10 ⁻²

Com base nesses dados, indique a alternativa que apresenta o valor da constante de velocidade, k (em $L^2 \text{ mol}^{-2} \text{ s}^{-1}$), da reação.

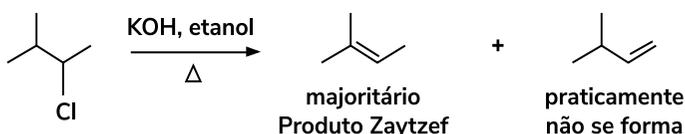
- a) 231 a) 139 a) 118 a) 69 a) 185

Questão 19 – O GNV, gás natural veicular, utilizado como combustível, tem em sua composição o gás metano (CH_4), o gás etano (C_2H_6) e frações menores de outros gases. Considere que o GNV seja composto por 88% de metano e 12% de etano (% em volume) e que ocorra a combustão completa desses gases formando apenas CO_2 e H_2O . **Indique** a alternativa que apresenta o volume (**em litros**) de ar necessário (CNTP) para queimar 200 L de GNV (admita que o teor de oxigênio no ar é igual a 21%).

- a) 2.076 b) 2.373 c) 1.534 d) 2.467 e) 1.722

Questão 20 – Uma reação de eliminação é bastante favorecida quando uma base forte reage com um substrato que apresenta um bom grupo abandonador. Além disso, dependendo da base que se aproxima do substrato, o produto pode ser de Zaytzev (mais comum) ou de Hofmann. Um produto de Zaytzev é aquele cujo alqueno obtido em maior quantidade é o mais substituído em torno da insaturação. Mas, caso seja utilizada uma base estereamente mais volumosa, o produto principal da reação será o alqueno menos substituído, sendo chamado de produto de Hofmann.

Considere o esquema geral abaixo, em que a base foi um hidróxido.



Uma reação eliminação foi realizada usando-se o 2-bromo-2-metilpentano e duas bases distintas, o etóxido de potássio (K^+EtO^-) e o terc-butóxido de potássio ($\text{K}^+\text{t-ButO}^-$), em um solvente apropriado. Diante do exposto, é correto afirmar que:

- a) quando a reação utiliza o terc-butóxido de potássio, o produto principal é o 2-metilpent-2-eno.
- b) quando a reação utiliza o etóxido de potássio, o produto principal é o 2-metilpent-1-eno.
- c) quando a reação utiliza o terc-butóxido de potássio, o produto principal é o de Zaytzeff.
- d) quando a reação utiliza o etóxido de potássio, o produto principal é o 2-metilpent-2-eno.
- e) quando a reação utiliza o etóxido de potássio, o produto principal é o de Hofmann.

Questão 21 – Quando um álcool secundário é submetido a reação química de desidratação em meio ácido e calor, os produtos majoritários obtidos são tipicamente:

- a) alcenos e éteres. b) alcenos e cetonas.
- c) éteres e cetonas. d) aldeídos e alcenos.
- e) cetonas e aldeídos.

Questão 22 – Os fogos de artifícios são de uma beleza ímpar e são o ponto alto de muitas festas, como, por exemplo, na passagem de ano na praia de Copacabana, no Rio de Janeiro. As cores e desenhos são obtidos a partir de espécies químicas, tais como cloreto de cálcio (espécie A), hexacloretano (espécie B), benzoato de sódio (espécie C) e a liga de ferro-titânio (espécie D). Um quadro de efeitos e natureza das ligações químicas foi elaborado para essas substâncias.

Efeito Pretendido	Natureza das ligações Químicas	Substância Química
Fumaça	Ligações Covalentes	1
Chiado ou Assovio	Ligações Covalentes e Iônicas	2
Estrelas Alaranjadas	Ligações Iônicas	3
Centelhas Amareladas	Ligações Metálicas	4

A associação correta entre as substâncias 1, 2, 3 e 4 e as espécies citadas no texto é:

a)	A = 3	B = 1	C = 2	D = 4
b)	A = 2	B = 4	C = 1	D = 3
c)	A = 1	B = 3	C = 2	D = 4
d)	A = 4	B = 1	C = 3	D = 2
e)	A = 3	B = 2	C = 1	D = 4

Questão 23 — A química é uma das ciências que estuda a matéria. Os sistemas materiais podem ser divididos em substâncias (simples ou compostas) ou sistemas (homogêneos e heterogêneos). As soluções fazem parte dos sistemas materiais e algumas são bastante conhecidas pela sua ação esterilizante e descongestionante, especialmente em sistemas biológicos. A chamada “solução salina”, por exemplo, é utilizada para fins farmacológicos e é preparada apenas com água destilada e cloreto de sódio — em proporções adequadas. Mediante essas informações, é **correto** classificar o cloreto de sódio, a água destilada e a solução salina, respectivamente, como sendo:

- a) uma substância simples, uma substância simples e um sistema homogêneo.
- b) uma substância simples, uma substância composta e um sistema heterogêneo.
- c) uma substância composta, uma substância composta e um sistema homogêneo.
- d) uma substância composta, um sistema homogêneo e um sistema homogêneo.
- e) um sistema homogêneo, uma substância composta e um sistema homogêneo.

Questão 24 — O consumo de alimentos muito gordurosos pode causar diversos problemas de saúde a curto, médio e longo prazos. Muitas pessoas não sabem, mas uma fonte natural rica em gordura é o leite de vaca.

Segundo o IBGE, somente no terceiro trimestre de 2018 foram adquiridos aproximadamente 6,2 milhões de litros de leite no Brasil. Na tentativa de tornar o produto mais saudável para o consumo, a indústria química adotou, ao longo dos anos, um processo que submete o leite natural a uma elevada força axípeta para, assim, separá-lo da sua maior proporção de gordura. Este processo também conhecido como desnatação artificial é baseado no método de separação de mistura denominado:

- a) decantação.
- b) destilação fracionada.
- c) centrifugação.
- d) liquefação por rotação.
- e) separação magnética.

Questão 25 — Uma das primeiras propostas válidas da tabela periódica foi concebida pelos estudos do químico russo Dimitri Ivanovich Mendeleev, no século XIX. Os símbolos dos elementos foram organizados em colunas e períodos de acordo com suas propriedades atômicas. Ao longo dos anos, ela foi sendo atualizada e aprimorada, mas grande parte da sua estrutura e nomenclaturas ainda permanece inalterada. Diante disso, os elementos mais eletronegativos e os que possuem o maior raio atômico (de seus respectivos períodos) da tabela periódica foram agrupados em duas colunas atualmente denominadas, respectivamente, como:

- a) período do flúor e metais alcalinos.
- b) gases nobres e metais alcalinos.
- c) grupo 17 e metais alcalinos.
- d) halogênios e metais alcalinos-terrosos.
- e) halogênios e família do hidrogênio.

Questão 26 — A tabela periódica pode ser usada para prever propriedades como raio covalente, afinidade eletrônica, energia de ionização dentre outras. A variação da carga nuclear efetiva exerce um papel importante na compreensão de como tais propriedades se comportam ao longo dos períodos e dos grupos da tabela. Considerando as informações apresentadas, **indique** a alternativa **correta**.

- a) Em um período, quanto maior o número atômico, menor é a atração do núcleo sobre a eletrosfera do átomo.
- b) Quanto mais elétrons forem retirados da eletrosfera do átomo, menor é a atração do núcleo sobre os elétrons do nível de valência.
- c) O aumento da carga nuclear efetiva resulta em um aumento do raio atômico.
- d) Geralmente, a diminuição da carga nuclear efetiva resulta em uma menor energia de ionização para um átomo.
- e) Quanto maior a carga nuclear efetiva de um átomo, menor a sua afinidade eletrônica.

Questão 27 — Os *freons*, espécies constituídas por cloro-flúor-carbono (CFC), por décadas foram usados como gases refrigerantes. Entre as espécies usadas temos o tricloromonofluormetano (*freon-11*) que tem temperatura de ebulição próxima à ambiente. Os CFC são os responsáveis pela destruição da camada de ozônio devido à formação de halogênios radiculares em razão da radiação UV na ozonosfera (localizada aproximadamente a 15 Km da crosta terrestre). Considerando as informações apresentadas, **indique** a alternativa **correta**.

- a) A radiação UV não apresenta risco a saúde.
- b) O tricloromonofluormetano tem fórmula $C_2FC\ell_3$.
- c) O halogênio radicalar formado é o flúor (menor energia de ligação C-F).
- d) O ozônio é uma molécula de geometria angular.
- e) O *freon-11* tem geometria pirâmide trigonal.

Questão 28 — As propriedades físicas e químicas das substâncias são um resultado direto das possíveis interações que ocorrem entre os átomos, íons ou moléculas que as constituem. Além disso, as propriedades das misturas dependem das interações entre as partículas que as constituem. Considerando essa informação, avalie cada uma das afirmações a seguir como verdadeira ou falsa.

- I. O sulfeto de hidrogênio (H_2S) é uma substância iônica, que em água libera íons H^+ .
- II. O cloreto de hidrogênio (HCl) é um composto molecular não condutor de eletricidade, mas dissolve-se em água para formar uma solução condutora.
- III. O CBr_4 tem momento de dipolo mais elevado do que o CHBr_3 .
- IV. Tanto o acetato de sódio quanto o ácido acético são solúveis em água.
- V. Quando um sólido molecular é aquecido e funde para formar um líquido, todas as interações intermoleculares do sólido devem ser rompidas.
- VI. A solubilidade de um composto iônico independe da temperatura na qual se prepara a solução.
- VII. O acetato de sódio é um exemplo de composto molecular.

O número de afirmações **falsas** é:

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

Questão 29 – Uma estudante deseja sintetizar isopropilbenzeno em escala laboratorial e, para isso, ela se deparou com uma série de materiais de partida no laboratório de pesquisa em que faz parte. **Escolha** a alternativa que apresenta os reagentes adequados para a síntese em que o produto desejado é formado majoritariamente.

- a) Benzeno, AlCl_3 e 2-cloropropano.
- b) Ácido 2-fenilpropanoico e NaHCO_3 a frio.
- c) Benzeno, FeBr_3 e bromometano.
- d) 1-bromoetil benzeno, H_2SO_4 e H_2/Pt .
- e) Nenhuma das alternativas apresenta os reagentes adequados.

Questão 30 – Com o intuito de identificar amostras inorgânicas desconhecidas, um professor executou uma marcha analítica com os seus alunos, na qual havia dois recipientes desconhecidos, (I) e (II). Encontram-se abaixo as etapas da marcha de forma sequencial.

- 1) Com uma espátula, os alunos retiraram uma amostra sólida de (I) e a dissolveram em água destilada, resultando numa solução colorida I.
- 2) Os alunos pipetaram uma alíquota de uma solução padrão de AgNO_3 e adicionaram à solução colorida I formando um precipitado branco.
- 3) Com uma outra espátula, os alunos retiraram uma amostra sólida de (II) e a dissolveram em água destilada formando uma solução colorida II.
- 4) Com uma outra pipeta, os alunos adicionaram uma alíquota de uma solução padrão de $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ à solução colorida II, formando um precipitado branco.
- 5) Ao adicionar ácido clorídrico diluído em excesso ao precipitado branco da quarta etapa o sólido branco se dissolveu por completo.

Com base nas cinco etapas apresentadas, conclui-se que os rótulos (I) e (II) devem se referir ao par de substâncias:

- | | |
|---|--|
| a) CuCl_2 e CuCO_3 . | b) CuBr_2 e ZnSO_4 . |
| c) NiCl_2 e CuSO_4 . | d) Ag_2O e MgCO_3 . |
| e) BaCl_2 e $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$. | |

Questão 31 — Água-régia ou *Aqua Regis* é uma solução altamente corrosiva. A solução é formada por uma mistura recém preparada de ácido nítrico e ácido clorídrico concentrados, geralmente numa proporção de 1:3, respectivamente. A água-régia pode dissolver os metais “reais”, ou metais nobres como, ouro e platina e é utilizada em certos procedimentos analíticos. Em um experimento em laboratório, uma amostra de 1,00 g composta apenas por uma mistura de Fe_3O_4 e Fe_2O_3 foi tratada com água-régia em excesso, de forma que produziu 0,3284 g FeCl_2 .

Assinale a alternativa que apresenta a composição percentual, em massa, da mistura de óxidos. Considere que não há mudança no estado de oxidação dos átomos de ferro.

- | | |
|--|--|
| a) 30% Fe_3O_4 e 70% Fe_2O_3 | b) 40% Fe_3O_4 e 60% Fe_2O_3 |
| c) 50% Fe_3O_4 e 50% Fe_2O_3 | d) 60% Fe_3O_4 e 40% Fe_2O_3 |
| e) 70% Fe_3O_4 e 30% Fe_2O_3 | |

Questão 32 – Após uma aula sobre poluição atmosférica, um estudante decidiu elaborar um experimento para mensurar a concentração de SO_2 no ar da sua cidade. Ele montou um sistema com 0,500 L de uma solução de NaOH $0,050 \text{ mol L}^{-1}$ para capturar o SO_2 , que entraria no sistema por meio de um fluxo constante de ar de 100 L min^{-1} . Após 48 horas do início do experimento, ele titulou a solução de NaOH com uma solução de HCl $0,10 \text{ mol L}^{-1}$ e anotou o volume utilizado. É **correto** afirmar que esse método para aferir a concentração de SO_2 no ar é:

- a) inadequado. Porque conhecendo-se que a concentração média de dióxido de enxofre na atmosfera varia entre 20 e $60 \mu\text{g m}^{-3}$, nessas condições, o sistema em questão ficaria saturado e, portanto, o resultado obtido seria inferior à realidade.
- b) adequado. Porque o SO_2 se dissolverá completamente na solução aquosa de hidróxido de sódio e, posteriormente, reagirá com a solução de HCl , cujo volume consumido, por meio de cálculos estequiométricos, fornecerá a concentração de SO_2 no ar.
- c) inadequado. Porque a especificidade da solução de hidróxido de sódio é muito baixa, ou seja, ela não reagirá apenas com o SO_2 mas, também, com outros gases de concentrações tão grandes quanto ou até maiores, como o CO_2 .
- d) adequado. Porque o SO_2 consumirá parte do NaOH da solução. O restante do NaOH será titulado com a solução de HCl de concentração conhecida e o seu volume consumido fornecerá, por meio de cálculos estequiométricos, a concentração de SO_2 no ar.
- e) inadequado. Porque não ocorre nenhum tipo de reação química entre o dióxido de enxofre e o NaOH .

Questão 33 – Sistemas eletroquímicos diversos estão presentes no dia a dia, assim como no processo de produção de muitos dos produtos que consumimos. Exemplos incluem as baterias utilizadas em celulares ou mesmo células eletrolíticas utilizadas em processos industriais, como por exemplo o cloro-álcali.

Considere um sistema eletrolítico com duas semicélulas de 100,0 mL cada, conectadas por uma ponte salina, contendo Pt como eletrodos e solução de Na_2SO_4 como eletrólito (eletrólito inerte).

Se por um tempo definido for realizada uma eletrólise nesse sistema, indique a alternativa abaixo que poderia representar corretamente o valor de pH da solução e volume de gás produzido em cada semicélula?

Observação:

- não há necessidade dos valores das constantes para resolução desta questão;
- não considere fatores como migração, contaminação ou falta de homogeneidade.

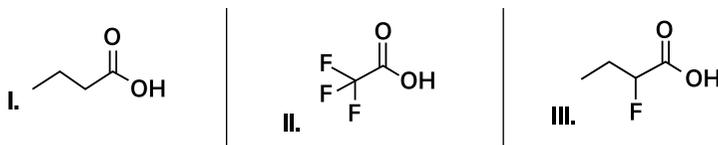
- a) Catodo pH = 5,0 e 0,10 L de H₂; Anodo pH = 9,0 e 0,050 L de O₂.
- b) Catodo pH = 5,5 e 1,0 L de H₂; Anodo pH = 8,5 e 0,50 L de O₂.
- c) Catodo pH = 11,0 e 0,20 L de H₂; Anodo pH = 3,0 e 0,080 L de O₂.
- d) Catodo pH = 12,0 e 0,040L de H₂; Anodo pH = 2,0 e 0,020 L de O₂.
- e) Catodo pH = 11,0 e 0,050 L de H₂; Anodo pH = 6,0 e 0,025 L de O₂

Questão 34 — A enzima nitrogenase está presente em bactérias que ocorrem no solo, principalmente em raízes de leguminosas como feijão, soja e ervilha. Essa enzima catalisa a fixação biológica do nitrogênio atmosférico (N₂) por meio de sua redução até moléculas de amônia (NH₃). Sabendo que enzimas são catalisadores biológicos, **indique** qual das alternativas abaixo caracteriza a ação de um catalisador ideal:

- a) catalisadores participam de uma reação química e são consumidos durante a reação.
- b) catalisadores atuam em reações químicas promovendo caminhos alternativos, o que resulta na diminuição da energia de ativação da reação. Adicionalmente, ao final da reação eles não são consumidos.
- c) catalisadores atuam em reações químicas promovendo caminhos alternativos por meio do aumento da energia de ativação da reação, sendo regenerados ao final da reação.

- d) catalisadores atuam em reações químicas promovendo caminhos alternativos por meio da diminuição da energia de ativação da reação, sendo consumidos ao final da reação.
- e) catalisadores atuam em reações químicas promovendo caminhos alternativos por meio do aumento da energia de ativação da reação, sendo consumidos ao final da reação.

Questão 35 — A estrutura das moléculas que compõem uma substância é intimamente relacionada com suas propriedades físicas e químicas. Nesse contexto e analisando a estrutura molecular dos três ácidos carboxílicos apresentados a seguir, **assinale** a alternativa que apresenta a ordem **decrecente** de seus valores de pKa em água.



Questão 36 — A definição do Antropoceno como uma nova era no contexto da Geologia envolve critérios geocronológicos e cronoestratigráficos. O desenvolvimento da energia nuclear não é, por si só, um indicador suficiente do ponto de vista geocronológico, mas o registro sedimentar do *fallout* atmosférico coincide com outros eventos, fornecendo assim um excelente indicador cronoestratigráfico. Em ambientes terrestres, o plutônio se associa com frações geoquímicas específicas como óxidos de ferro e manganês e ácidos húmicos e, portanto, tende a ser relativamente imóvel em sedimentos (inclusive gelo). A meia-vida do isótopo ^{239}Pu é 24.110 anos. Considerando o atual desenvolvimento dos métodos espectrográficos, seria possível utilizar o plutônio como indicador cronoestratigráfico até que sua atividade caia a 1/16 da atividade inicial. (fonte do texto: Quím. Nova vol.43 no.4 - 2020)

Com base nessas informações, por quantos milênios, aproximadamente, o isótopo ^{239}Pu seria útil como indicador cronoestratigráfico?

- a) 194 b) 96,4 c) 72,3 d) 9,64 e) 7,23

Questão 37 – Em um reator nuclear do tipo PWR (de água pressurizada), como por exemplo os da Usina Nuclear de Angra dos Reis, o isótopo que produz fissão é o ^{235}U . Entretanto, esse isótopo constitui apenas cerca de 3% da massa de urânio presente no núcleo do reator. Os outros cerca de 97% são de ^{238}U . Nas condições de funcionamento do reator, o ^{238}U não produz fissão nuclear, mas pode apresentar outro processo, a captura de um nêutron. O novo isótopo de urânio assim produzido é instável, tem meia-vida de 24 minutos e emite uma partícula β^- . Seu produto de decaimento, por sua vez, também é um emissor β^- , com meia-vida de 2,4 dias. O produto final desta sequência de decaimentos é um isótopo físsil, que pode ser usado em outro tipo de reator nuclear para gerar energia a partir da fissão, caso o combustível nuclear usado no reator PWR seja reprocessado adequadamente. A respeito do processo descrito, é **correto** afirmar que:

- a) o produto da primeira emissão β^- é ^{239}Th .
- b) o produto final da sequência de emissões β^- é ^{239}Th .
- c) o produto final da sequência de emissões β^- é ^{239}Pu .
- d) o produto da primeira emissão β^- é um actínídeo e o produto da segunda emissão β^- é um alcalino-terroso.
- e) a constante de velocidade da primeira emissão β^- é menor que a constante de velocidade da segunda emissão β^- .

Questão 38 – Considerando os sais cloreto de sódio, sulfato de bário ($K_{ps} = 1,1 \times 10^{-10}$), brometo de prata ($K_{ps} = 5 \times 10^{-13}$) e cloreto de prata ($K_{ps} = 1,6 \times 10^{-10}$), indique a alternativa em que esses são apresentados em ordem crescente de solubilidade (em g L^{-1}).

- a) $\text{AgBr} < \text{AgCl} < \text{BaSO}_4 < \text{NaCl}$
- b) $\text{AgCl} < \text{AgBr} < \text{BaSO}_4 < \text{NaCl}$
- c) $\text{AgCl} < \text{BaSO}_4 < \text{AgCl} < \text{AgBr}$
- d) $\text{NaCl} < \text{AgCl} < \text{BaSO}_4 < \text{AgBr}$
- e) $\text{BaSO}_4 < \text{AgCl} < \text{AgBr} < \text{NaCl}$

Questão 39 — Considerando as seguintes soluções aquosas: i) cloreto de sódio $0,2 \text{ mol L}^{-1}$; ii) cloreto de sódio $0,1 \text{ mol L}^{-1}$; iii) glicose $0,1 \text{ mol L}^{-1}$; iv) sulfato de sódio $0,1 \text{ mol L}^{-1}$, **indique** a alternativa em que as soluções são apresentadas em **ordem crescente** de temperatura de ebulição.

- a) iii < ii < iv < i b) iii < ii < i < iv c) i < ii < iii < iv
d) iv < iii < ii < i e) i < iii < ii < iv

Questão 40 — Soluções tampão possuem extenso uso em laboratórios de química. Em muitas aplicações, é comum recorrer-se a sais derivados do ácido fosfórico ($\text{pK}_{\text{a}1} = 2,1$; $\text{pK}_{\text{a}2} = 7,2$; $\text{pK}_{\text{a}3} = 12,4$) para o preparo destas. Com base nessas informações, **indique** qual das misturas abaixo resultaria em uma solução tampão com pH próximo a 7 (considere mesmo volume para ambas as soluções misturadas).

- a) $0,100 \text{ mol L}^{-1}$ de H_3PO_4 + $0,150 \text{ mol L}^{-1}$ de NaOH
b) $0,100 \text{ mol L}^{-1}$ de HPO_4^{2-} + $0,100 \text{ mol L}^{-1}$ de PO_4^{3-}
c) $0,100 \text{ mol L}^{-1}$ de H_3PO_4 + $0,200 \text{ mol L}^{-1}$ de NaOH
d) $0,100 \text{ mol L}^{-1}$ de PO_4^{3-} + $0,100 \text{ mol L}^{-1}$ de NaOH
e) $0,100 \text{ mol L}^{-1}$ de HPO_4^{2-} + $0,100 \text{ mol L}^{-1}$ de NaOH

*“Aquele que ousa perder uma hora de seu tempo
não sabe o valor da vida.”*

Charles Darwin

CAPÍTULO 4



Programa Nacional Olimpíadas de Química OBO - 2020 Fase III

RESULTADO 2020 - Modalidade A

O U R O			
Nome do Aluno	Escola	UF	Escore
Lucas Takayasu	Etapa	SP	100,0
Marina Malta Nogueira	Ari de Sá Cavalcante	CE	97,62
Pedro Sales Toro Alonso	Etapa	SP	97,62
Vinicius Da Silveira Lanza Avelar	Ari de Sá Cavalcante	CE	94,65
Giovanni Carrilho Malta	Objetivo Integrado	SP	91,07
Caio Escórcio Lima Dourado	Instituto Dom Barreto	PI	90,48
Vinicius Kenji Amano Tanaka	Etapa	SP	90,48
P R A T A			
Cassia Caroline Aguiar da Ponte	Master	CE	88,10
Pedro Romero Rodrigues	IFC - Campus Blumenau	SC	86,91
Rui Andrade Carvalho Nunes	Arena	GO	86,91
Sofia Severo Galvão	IFRN - Campus Parnamirim	RN	86,91
Hana Gabriela Albuquerque Sousa	Colégio Militar de Manaus	AM	86,31
Luiz Felipe Giareta Schmitt	Etapa	SP	85,72
Jana Almeida Pacheco dos Santos	Colégio Militar de Salvador	BA	83,93
João Pedro Moritz de Carvalho	Dante Alighieri	SP	80,36
Felipe Farah Affonso Alves	Colégio Militar do RJ	RJ	79,76
Felipe Mandalozzo Tebcherani	Colégio Positivo Master	PR	79,76
Guilherme Augusto Marques	Unidade BH - Campus I	MG	79,76
Vinicius Conrado Farias	Master	CE	79,17
B R O N Z E			
Diego Teixeira Ribeiro	Escola Educação Criativa	MG	75,00
Matheus Santos Gama de Lima	Colégio Núcleo	PE	74,41
Juliana Mitie Hosne Nakata	Etapa	SP	73,22
Sofia Barbosa Henrique	Interação	TO	73,22
Lucas Lana Moreira Lima	Colégio Bernoulli	MG	72,62
Marcela Hernandez Pereira	Objetivo Integrado	SP	72,62
Helena Baptista Reis	Colégio PH	RJ	72,03
Arthur Queiroz Moura	Instituto Dom Barreto	PI	71,43
Artur Neves Maia	MD Educacional	PE	71,43
Kairan Alves de Freitas Barros	Master	CE	71,43
Bárbara Fernandes Dias Bueno	Escola Batista de Acesita	MG	69,64
Arthur Rodrigues Correia	Colégio Diocesano de Caruaru	PE	69,05

David Costa Pereira	Colégio Objetivo	PI	69,05
Felipe de Faria Teixeira	CPII - Campus Tijuca II	RJ	69,05
Phillip Anderson Silva Avelino	Colégio Ciências Aplicadas	RN	69,05
Rafael Moreno Ribeiro	Colégio Militar de Salvador	BA	68,45
Ruan Silva Miranda Siqueira	CEFET-MG - Uned Timoteo	MG	67,86
João Otávio Paiva Farias	Colégio Farias Brito Sobralense	CE	66,67
Nataniel Marques Viana Neto	Farias Brito	CE	66,67
Augusto Soares Gonçalves	Colégio Amadeus	SE	65,48
Bruno Baron Nakamura	Colégio Podion	DF	65,48
Daniel Galvão Ferreira de Souza Moraes	Centro de Educação Integrada	RN	65,48
Rhuan Pimentel Nogueira	Instituto Dom Barreto	PI	65,48
Tarcísio Ferreira Alves Batista	Colégio Amadeus	SE	65,48
Glauco César Prado Soares	Colégio Militar de Brasília	DF	64,88
Francisco Cândido do Nascimento Pombo	Colégio Ponto de Ensino	RJ	64,29
Gustavo Fonseca de Moura	Colégio Lerote	PI	63,69
Caio Augusto Siqueira da Silva	Objetivo	SP	62,50
Davi Tonelli Balbo	Colégio Santo Antônio	MG	62,50
Erik Matsuda Serikava	Etapa	SP	62,50
Guilherme Henrique V. da Cunha	Objetivo Integrado	SP	62,50
Kawan Braz de Araújo	Col. Militar Tiradentes	DF	62,50
Carlos Vinícius de Souza Felipe	IFRN - Currais Novos	RN	61,91
Fabiano Meneguzzi de Souza Ramos	Bandeirantes	SP	61,91
Gabriel Nobuaki Nojima	Colégio Militar do Recife	PE	61,91
Guilherme de Arêa Leão Souza	Bandeirantes	SP	61,91
Helena Bianchi Moyen	Visconde de Porto Seguro	SP	61,91
Júlia Faria Soares	Colégio Univale	MG	61,91
Leonardo Dexheimer da Silva	Evangélico Alberto Torres	RS	61,91
Lucas Gomes Barcellos	Militar de Porto Alegre	RS	61,91
Marcelo Welzel	Alberto Torres	RS	61,91
Rodrigo Oliveira do Nascimento	IFRJ	RJ	61,91
Wilson aa Costa Veloso Neto	Interação	TO	61,91
MENÇÃO HONROSA			
Miguel de Carvalho Oliveira	Farias Brito	CE	60,12
Guilherme Saraiva Brasiliense	Farias Brito	CE	59,53
Naomy Costa Lucachinski	Fundação Matias Machline	AM	59,53
Aureliano Alves Cardoso	SEB COC - Maceió	AL	58,33
Igor Augusto Lee Bafini Dorighelo	Etapa	SP	58,33
Marcela Lima Fernandes	Farias Brito	CE	58,33
Lucca Johann Leal	Colégio Leonardo da Vinci	RS	57,74
Isadora De Freitas Mählmann Heineck	Colégio Santa Cecília	CE	57,14
Marlon Fagundes Pereira Júnior	CPPII - Campus Tijuca II	RJ	56,55
Rebekha Matos Oliveira	Colégio O Bom Pastor	MA	56,55
Ruan Fernandes Campos	Colégio Metodista Granbery	MG	56,55
Sofia Valverde Villas Boas	Colégio São Paulo	BA	56,55
Davi Wendel Marques Sousa	Colégio Dom Bosco	TO	55,95
Júlia Parente Freitas	Farias Brito Aplicação	CE	55,95
Yves Lean Nery Carvalho	Interação Vozes Ativas	TO	55,95
Jonatan de Lima Santos	Arena Enem	GO	55,36
Vinicius Carrilho Dávila Saltos	Colégio Eximius	PE	55,36
Ana Laura Werner Balbinot	Evangélico Alberto Torres	RS	54,76
Artur de Vlieger Lima	Colégio Olimpo	GO	54,76
Bruna Gasparelo	IFMT - Rondonópolis	MT	54,76

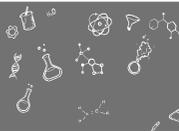
Eduardo Bortolomio Passos	CEM Farroupilha	RS	54,76
Gabriel Arcanjo de Souza	Colégio Militar do Recife	PE	54,76
Gabriel Marques de Albuquerque	Colégio GGE	PE	54,76
Giovanna Gastaldi Viola	Ideal	SP	54,76
Giulia Pimenta dos Santos	Sartre SEB	BA	54,76
Iago Henrique Carvalho Ribas Andrade	Colégio Solução	SC	54,76
Ian Seo Takose	Etapa III	SP	54,76
Joao Pedro da Silva Cerqueira	Colégio Anchieta	BA	54,76
Larissa Terto Alvim	Etapa III	SP	54,76
Leonardo Vellar Auge	Colégio Gonzaga	RS	54,76
Marina Balod Strassacappa	Colégio Marista	SC	54,76
Marllon José Saraiva R. de Luna Peixoto	Centro de Excelência Master	SE	54,76
Mateus de Freitas Leite	Núcleo	PE	54,76
Pedro Borges Carvalho de Assis	EE Santana	MG	54,76
Pedro Sampaio Colanieri	São José Agostiniano	SP	54,76
Ian Rocha De Farias	Centro Educacional Master	RN	54,17
Mateus Victor Alves	Ari de Sá Cavalcante	CE	54,17
Mauricio Magagnin Reus	IFSC - Campus Criciúma	SC	53,57
Raphael Yuri Alves Pinto Diniz	Colégio Francisco Mendes	PE	53,57
Alice Vilar de Araújo Moura e Silva	Colégio Objetivo	PI	52,98
Davi Mendes Moreira	Colégio Bernoulli	MG	52,98
Pedro Fonseca Pinheiro	Colégio Santo Antônio	MG	52,98
Thais Pereira Belo	Master	CE	52,98
Pedro Zardin Guimarães	Cent Ens Médio Tiradentes	RS	52,38
João Guilherme Odebrecht Rosa	Etapa	SP	51,79
Júlia Chaves Neuenschwander Magalhães	Colégio Santo Antônio	MG	51,79
Maria Luiza Oliveira Costa	Colégio Militar do Recife	PE	51,79
Alex Guan	Objetivo Integrado	SP	51,19
Guilherme Soares Sodré	Santa Monica	RS	51,19
Gustavo Passos Ribeiro	Col. de Aplicação - Coluni	MG	51,19
Lucas Gimenes Teixeira Cardoso	Militar de Porto Alegre	RS	51,19
Lucas Moraes Régis De Lucena	Esc Virgem de Lourdes	PB	51,19
Luiggi Salgado Santa Brígida	CET Ideal	PA	51,19
Paulo Maia Cortellazi	Instituto Dom Barreto	PI	51,19
Pedro Andre Menezes de Moraes Amora	Antares	CE	51,19
Sophia Coelho Andrade de Melo	Construir Centro Educacional	CE	51,19
Tárk Ponte e Sá	7 de setembro	CE	51,19
Vinicius Alcântara Pinto Lôbo	Ari de Sá Cavalcante	CE	51,19
Welbert Da Silva Freitas Filho	IFAL - Campus Maceió	AL	51,19
João Vitor Macêdo Carneiro	CEI Colmeia	RO	50,00
Pedro Henrique Almeida Vidal	Farias Brito	CE	50,00

DEMAIS CLASSIFICADOS

Lista dos demais classificados pode ser lida em

www.obquimica.org

CAPÍTULO 4



B

Programa Nacional Olimpíadas de Química OBO - 2020 Fase III

RESULTADO 2020 - Modalidade B

O U R O			
Nome do Aluno	Escola	UF	Escore
Lucas Verona de Araújo	IFRJ Nilópolis	RJ	100,0
Bruno Sussel Cunha Bastos	Poliedro	SP	93,63
Rana Barbosa Rabêlo	Farias Brito Aplicação	CE	93,63
Guilherme Nogueira Bento	Farias Brito	CE	90,97
Felipe Reis Spirandelli	Arena ENEM	GO	90,44
Pedro Yudi Honda	Colégio PH	RJ	90,44
P R A T A			
Matheus Oliveira Alves Werner Martins	Colégio Bernoulli	MG	84,06
Pedro Arthur Sales Rebouças	Master	CE	84,06
Vinicius Campos Goes	Etapa	SP	84,06
Daniel Yamamoto Damico	Etapa	SP	79,80
Gabriel Brasileiro de Sousa	Farias Brito	CE	78,74
Luiz Felipe Sousa Dias	Ari de Sá Cavalcante	CE	78,74
Cauã Melo	Farias Brito	CE	77,67
Gabriel Telles Missailidis	Objetivo Colégio Integrado	SP	74,48
Leonardo Camurça Pontes de Almeida	Centro de Educação Integrada	RN	74,48
Vitor Jordão de Almeida Lopes	Escola Educação Criativa	MG	73,95
Pedro Luchiar de Carvalho	Etapa	SP	72,35
Arthur Carneiro Pires	Arena	GO	71,29
Arthur Mendes Pereira	Farias Brito	CE	71,29
Carlos Henrique Craveiro Aquino Veras	Ari de Sá Cavalcante	CE	71,29
Gustavo Monteiro Perrone de Oliveira	Colégio Anchieta	BA	71,29
João Pedro Chamhum Basilio	Colégio Apogeu	MG	71,29
Lucas Perondi Kist	Tales de Mileto	PR	71,29
Luiz Felipe Tojal Ramos dos Santos	Santa Cruz	SP	71,29
Pedro Antônio Silva Ferreira	Mater Amabilis	SP	71,29
Raphael Fernandes de Oliveira	Master	CE	71,29
Gabriel Oda de Paiva	Mater Amabilis	SP	70,76
B R O N Z E			
Daniel Yukio Kitagawa	Etapa	SP	69,16
Ângelo Chaves Souza Bezerra	Colégio Christus	CE	68,10
Eduarda de Castro Marins Jeronimo	Colégio Militar do RJ	RJ	68,10
Gabriel Carneiro Bomfim	Colégio Bernoulli	BA	68,10

Guilherme Seger Kersten	Cent Ens Médio Farroupilha	RS	68,10
Karlos Daniell Araújo dos Santos	Colégio De Aplicação da UFRR	RR	68,10
Luis Rodrigues Monteiro Neto	Atual	GO	68,10
Rodrigo Santos Martines	Etapa	SP	68,10
Victória Amábil Cruz E Silva	COLÉGIO 3º MILENIO	PE	68,10
Otávio Alves Batista	Colégio Núcleo - Unidade II	PE	67,56
Dario de Bortoli	Colégio Militar de Porto Alegre	RS	65,97
Antônio Vilk Sales de M. S. Crisanto	Instituto Dom Barreto	PI	64,90
Carolina Schneider Casagrande	Colégio São Bento	SC	64,90
Gabriel Ricardo Oliveira Moraes	São Paulo	SP	64,90
José Manuel V. Leopoldo Feitosa	Instituto Dom Barreto	PI	64,90
Pedro Arthur Pereira Alburquerque	Colégio Santa Rosa	PA	64,90
Thomas Anders Silva Larsson	Etapa	SP	64,90
Victorya Nazario Cordeiro	Bom Jesus Nsa. de Lourdes	PR	64,90
Yan Benevenuto Saboia	Ari De Sá Cavalcante	CE	64,90
Rodrigo Nonaka Andrade	Unidade BH - Campus I	MG	64,37
Alexandre Claret Valadão	Unidade BH - Campus I	MG	63,84
Emmanuel Mauricio Silveira Pinto	Escola Educação Criativa	MG	63,84

MENÇÃO HONROSA

Alan Nascimento Moreira da Silva	Farias Brito Aplicação	CE	62,78
Francisco de Cerqueira Fortes Neto	Instituto Dom Barreto	PI	62,78
Fabricio Asfora Romero Assunção	Curso e Colégio Leffler	BA	61,71
Gabriel Souza Lima	Centro de Excelência Master	SE	61,71
Jia Hao Chen	Etapa	SP	61,71
João Pedro Daltro Santos	Etapa	SP	61,71
Leonardo Alves Amaral	Colégio do Salvador	SE	61,71
Marcelo Loiola Lopes Veras	Colégio Christus	CE	61,71
Matheus Henrique N. Dias de Souza	Colégio Objetivo	PI	61,71
Natan Costa Maia	7 de setembro	CE	61,71
Pedro Pinheiro Borges	Antares	CE	61,71
Arthur Walace de Oliveira Silva	Unidade BH - Campus I	MG	61,18
Matheus Paulo Ferreira	Objetivo Integrado	SP	60,65
Marina Pedrosa de Sá Formiga	Colégio Núcleo	PE	60,12
Arthur Coltro de Andrade	CEM Farroupilha	RS	58,52
Arthur Souza Menezes	C3º Milênio	PE	58,52
Diogo Lev Freidenson	Etapa	SP	58,52
Fernando Castro Pessoa de Lima	Colégio Núcleo	PE	58,52
Gabriel Vieira de Figueiredo	Simbios	GO	58,52
João Gabriel Ferreira Cardoso	Centro de Excelência Master	SE	58,52
Lucas Nerone Rillo	Colégio Marista Paranaense	PR	58,52
Marco Aurélio Castro Valverde	Colégio Anchieta	BA	58,52
Matheus Blitzkow	Colégio Bom Jesus	PR	58,52
Mikael Parente Reis	Farias Brito	CE	58,52
Thiago Mattos de Magalhães Rezende	Colégio dos Santos Anjos	SC	58,52
Caio Rezende Lima	Col Pentágono	RJ	57,46
Derrick Kretli Souza	Colégio Objetivo Mais	RO	56,92
Diogo Mendonça Leite	Colégio Marista	MG	56,92
Luigi Lipori Valencio Fernandes	Colégio Santo Anjo Barigui	PR	56,92
Ruth Diniz Carneiro Leão	Colégio Salesiano São José	RN	56,92
Artur Vestena Rossato	UFSM - Colégio Politécnico	RS	56,39

Victor Mendonça Aguiar	Colégio Santa Maria	PE	56,39
Aécio Pinheiro Fernandes Filho	Centro de Educação Integrada	RN	55,86
João Vitor Moreira de Araujo Silva	Col de São Bento	RJ	55,86
Pedro Anibal Nunes Brito	Colégio Helyos	BA	55,86
Breno Silva Affonso	Col de São Bento	RJ	55,33
Eduarda Martins Diniz	Colégio Santo Agostinho	MG	55,33
Enzo Bogucheshki Ribeiro Machado	IFMT - Campus Bela Vista	MT	55,33
Estevão Augusto de Oliveira do Nascimento	Colégio Bernoulli	MG	55,33
Felipe Dircêu Dantas Leite Pessoa	Colégio Militar do Recife	PE	55,33
João Bento Neto	Mater Dei	PR	55,33
João Pedro Gomes Ferreira	Colégio Simbios	GO	55,33
José Nunes Brandão Junior	Master Colégio	CE	55,33
Matheus De Lima Ruffini	Colégio Marista de Londrina	PR	55,33
Renan Almeida de Assis	Colégio São Francisco Xavier	MG	55,33
Victor Ferreira Lopes Albres	Bom Jesus São José dos Pinhais	PR	55,33
Diego Mori Rodrigues	Colégio PGD	PR	54,80
João Pedro Lemos de Brito	Cefet-RJ- Nova Iguaçu	RJ	54,26
Carlos Eduardo de Souza	IFMT - Campus Bela Vista	MT	53,73
Daniel Augusto Lopes	IFMG - Campus Betim	MG	53,73
Mariana Mota Alves	Colégio Amadeus	SE	53,73
Pedro Henrique Galeski	Santa Maria	PR	53,73
Rodrigo do Nascimento Sampaio	Farias Brito	CE	53,73
Leticia Vieira Martins dos Anjos	IFRJ	RJ	53,20
Mateus Mayorca Camargo	IFPR - Campus Cascavel	PR	53,20
Luiz Gustavo A. Mello de Oliveira	Sartre Escola SEB	BA	52,67
Raissa Rebeca Albuquerque Cavalcante	Colégio Militar Tiradentes	DF	52,67
Caio Mendonça Magalhães	Colégio Univale	MG	52,14
João Vitor Ferreira Pereira	Militar de Porto Alegre	RS	52,14
Larhunn Ruan M. dos Santos Alves	Colégio Helyos	BA	52,14
Laura Delphini Corrêa Pereira	Unidade BH - Campus I	MG	52,14
Matheus Farnese Lacerda Senna	Colégio Santo Antônio	MG	52,14
Nícolas Carvalho Silva Lima	Colégio Objetivo	PI	52,14
Pedro Eduardo Viana de Sousa Dutra	Col. de Aplicação - Coluni	MG	52,14
Thiago Henrique Duarte Moreira	IFRN - Campus Apodi	RN	52,14
Thiago Pasqualon de Oliveira	Col. de Aplicação - Coluni	MG	52,14
Vinicius Murbach Toth	Agostiniano Mendel Colégio	SP	52,14
Pedro Hortêncio S. da Escóssia Melo	Ciências Aplicadas	RN	51,60
Caio Da Silva Ferreira	Centro de Excelência Master	SE	51,07
Gabriela Bezerra Mendonça	Presbiteriano 15 De Novembro	PE	51,07
Otávio De Castro Oliveira	Colégio PGD	PR	51,07
Camille Vitória de Jesus Porto	Campus Aracaju	SE	50,54
Pedro Antônio Lopes Gomes	Colégio Bernoulli	BA	50,54
Thiago José Veloso de Souza	Colégio Militar de Brasília	DF	50,54
Agnaldo Celestino Feitosa	Colégio do Salvador	SE	50,01

DEMAIS CLASSIFICADOS

Lista dos demais classificados pode ser lida em

www.obquimica.org



Olimpíada Brasileira de Química 2019 Fase IV – Prova Experimental em Vídeo

Processo seletivo para as olimpíadas internacionais
de química Vídeo exibido em 07.02.2020, às 14h

Este exame de cunho experimental tem por finalidade selecionar os 15 (quinze) estudantes que participarão do Curso de Aprofundamento de 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 3 (três) questões**, que abrangem as situações experimentais contidas 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. **Escreva** o número do seu código em todas as folhas desse exame.
5. **Leia as perguntas** relativas a cada experimento, constantes nesta folha, e escreva as respostas nos espaços destinados a cada questão. Não serão aceitas respostas fora do espaço destinado.
6. **A pontuação** total da prova é 100 pontos e a pontuação de cada questão está escrita entre parênteses ao lado.
7. **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).

1.1 – Extração do I_2

A um balão (A) pré-aquecido foi adicionado uma mistura de 0,5 g de KI e 0,35 g de MnO_2 e 5 mL de H_2SO_4 1:1. O balão com a mistura reacional foi arrolhado e conectado a outro balão resfriado constantemente com água corrente. A reação foi interrompida quando todo o iodo formado foi transferido ao balão resfriado (B).

1.2 – Transferência Quantitativa

Adicionou-se 50 mL de água ao balão (B) e agitou-se a mistura. Em seguida, foi adicionado 0,5 g de KI ao mesmo balão e agitou-se até a total dissolução do iodo. Em seguida transferiu-se a solução a um dos três instrumentos mostrados e completou-se o volume até 100,00 mL para se proceder à quantificação do iodo.

1.3 – Dosagem do Iodo

Pipetou-se 25,00 mL da solução para um Erlenmeyer, foi feita uma diluição com aproximadamente 30 mL de água e titulou-se a solução com solução padronizada de $Na_2S_2O_3$ 0,0250 mol L^{-1} . Com o aparecimento de uma leve coloração amarelo pálida na solução do Erlenmeyer, adicionou-se 2 mL de dispersão de amido. A titulação foi continuada até a descoloração total da solução.

1.4 – Ensaio de solubilidade

Transferiu-se aproximadamente 2 mL de solução de iodo para um tubo de ensaio. A esse tubo foi adicionada a mesma quantidade de solvente A.

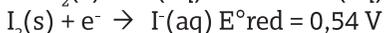
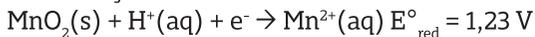
Em outro tubo, foi adicionado alguns cristais de iodo. A esse tubo foi adicionado 2 mL do solvente A e por fim o sistema foi agitado.

O procedimento anterior (com cristais de iodo) foi repetido utilizando os Solventes B e C.

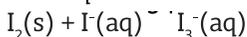
Questões:

- 1.a.** Com base nas reações não balanceadas fornecidas, escreva a reação balanceada entre KI e MnO_2 em meio ácido e calcule o potencial padrão da reação. (5 pts)

Semi-reações não balanceadas:



- 1.b.** A reação entre iodo e iodeto pode ser descrita pelo seguinte equilíbrio



Explique sucintamente o que foi observado no vídeo quando foi adicionado iodeto ao balão B (etapa 1.2). (4 pts)

- 1.c.** Qual a hibridação do átomo central de iodo e a geometria do íon I_3^- ? Mostre o desenho. (5 pts)

- 1.d.** Qual das três opções de vidrarias mostradas no vídeo é a mais adequada em uma transferência quantitativa para a determinação da quantidade de iodo produzido. Justifique sucintamente. (4 pts)

- 1.e.** Por que no passo 1.3 foi utilizada uma pipeta para a medição de volume e no passo 1.2 foi utilizada uma proveta? (4 pts)

1.f. No vídeo foi exibida apenas uma titulação, porém esse não é o procedimento mais correto para proceder uma quantificação. Responda qual seria o procedimento mais correto e justifique sucintamente sua resposta. **(4 pts)**

1.g. Qual a função da dispersão de amido e por que a solução descora ao fim da titulação? **(4 pts)**

1.h. Identifique dentre os solventes (etanol, água e tolueno) qual é o solvente A, B e C. (3 pts)

A - _____

B - _____

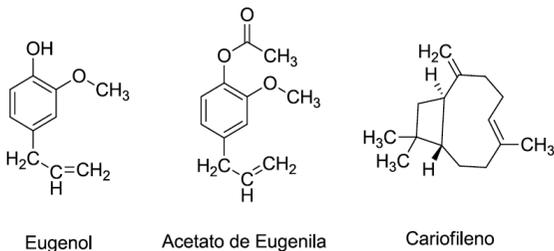
C - _____

1.i. Baseado no volume utilizado na titulação (observado no vídeo) determine a massa de iodo produzida e o rendimento do processo de obtenção de iodo. Exiba as equações balanceadas necessárias para os cálculos e mostre todas as etapas dos cálculos. **(7 pts)**

Dados: Massas molares em g mol^{-1} : I = 127; Mn = 55; O = 16; K = 39.

Dado: na reação entre iodo e tiosulfato, são formados os íons I^- e $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$.

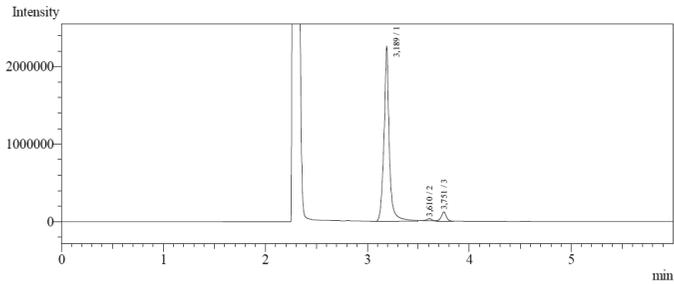
O objetivo desse experimento é extrair e purificar eugenol, o principal composto do aroma do cravo. Para isso, realizou-se uma extração por arraste a vapor. Os principais produtos extraídos por essa destilação são exibidos abaixo.



2.1. Destilação por arraste

Montou-se uma aparelhagem para destilação por arraste a vapor. Destilou-se utilizando 25 g de cravo com 100 mL de água até a obtenção de, aproximadamente, 50 mL de destilado. Esse destilado foi analisado por *cromatografia gasosa (CG)*. Na cromatografia gasosa, aqui realizada, os componentes da amostra foram vaporizados e separados pelas diferenças nas suas distribuições entre uma fase gasosa móvel e um sólido estacionário polar suportado numa coluna capilar. Em resumo, no procedimento, a amostra é vaporizada e injetada para dentro da “cabeça” da coluna cromatográfica e a eluição é realizada por um fluxo de gás inerte que tem como única função, transportar os componentes gasosos através da coluna. Como resultado, obteve-se o cromatograma mostrado na Figura 1. Um cromatograma é um gráfico de alguma função da concentração do soluto sendo separado *versus* o tempo de eluição ou retenção. Conforme pode ser visto na parte de baixo da Figura 1 são relevantes 3 picos no cromatograma, onde se identificam seus tempos de retenção e as áreas relativas de cada pico. Estas áreas são proporcionais às concentrações de cada soluto.

Figura 1



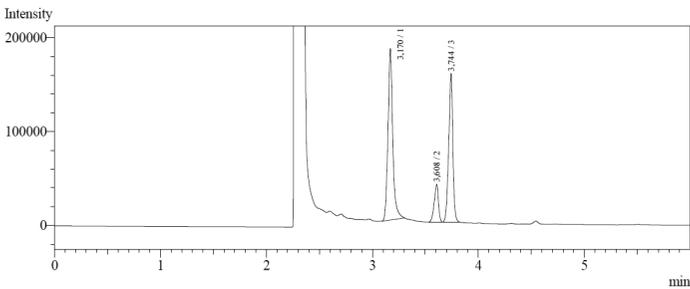
Peak#	Ret.Time	Area%
1	3.189	94.3906
2	3.610	1.0132
3	3.751	4.5963
Total		100,0000

2.2. Separação por extração ativa

2.2.1. A um funil de separação, adicionou-se 20 mL de diclorometano (CH_2Cl_2). Em seguida, adicionou-se a mistura destilada anteriormente. Após homogeneização, separou-se a fase aquosa da fase orgânica.

2.2.2. À fase orgânica, foi adicionada solução aquosa de NaOH (5%) e procedeu-se novamente uma extração. Uma alíquota da fase orgânica foi novamente analisada por CG fornecendo o cromatograma da Figura 2.

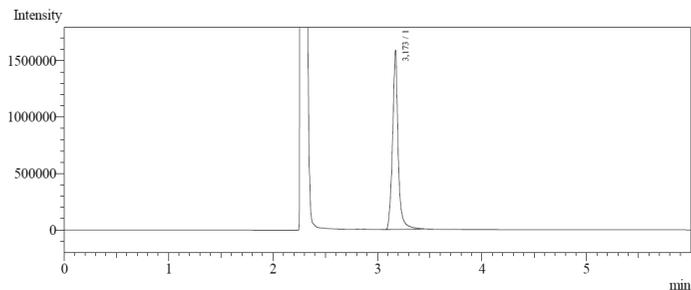
Figura 2



Peak#	Ret.Time	Area%
1	3.170	51.3075
2	3.608	9.9017
3	3.744	38.7908
Total		100,0000

2.2.3. À fase aquosa foi adicionado HCl de modo a deixar o meio com pH abaixo de 2, e procedeu-se novamente uma extração com CH_2Cl_2 . Uma alíquota da fase orgânica foi novamente analisada por CG fornecendo o cromatograma da Figura 3.

Figura 3



Peak#	Ret.Time	Area%
1	3,173	100,0000
Total		100,0000

Questões:

2.a. Para melhor exibir as transformações na filmagem, alguns procedimentos não foram realizados da maneira mais adequada, no que diz respeito às normas de segurança e/ou boas práticas no laboratório. Identifique um desses procedimentos e indique a maneira mais correta de realizá-lo. (5 pts)

2.b. Identifique, a partir do cromatograma da Figura 1, os picos (picos 1, 2 e 3 - da esquerda para a direita) das três espécies apresentadas. (3 pts)

Pico 1: _____

Pico 2: _____

Pico 3: _____

2.c. Qual a porcentagem extraída do composto relativo ao pico 1, em relação à quantidade total obtida na destilação por arraste de vapor, após o uso da solução aquosa de NaOH (5%). Dica: comparar os cromatogramas das Figuras 1 e 2. Mostre todos os cálculos. **(6 pts)**

2.d. Por que o composto relativo ao pico 1 é, dentre os 3, o único extraído pela solução aquosa de NaOH (5%)? Explique sucintamente. **(4 pts)**

2.e. Escreva uma equação de equilíbrio que represente a principal transformação ocorrida devido à adição da solução de HCl. **(4 pts)**

2.f. Dê o nome de três vidrarias utilizadas na aparelhagem da destilação com arraste de vapor. **(3 pts)**

2.g. Desenhe um fluxograma que resuma corretamente o experimento aqui demonstrado. Coloque em todas as situações qual a composição qualitativa das misturas obtidas. **(5 pts)**

3.1. Teste de solubilidade a frio

Foram adicionados a um tubo de ensaio alguns cristais de acetanilida e foi testada a solubilidade com algumas gotas de água.

Repetiu-se o procedimento com etanol, acetona e tolueno.

3.2. Teste de solubilidade a quente

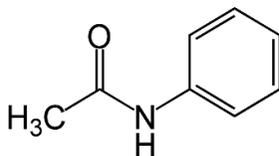
Foram adicionados a um tubo de ensaio alguns cristais de acetanilida e foi testada a solubilidade com algumas gotas de acetona, em um banho maria aproximadamente 5 °C abaixo do seu ponto de ebulição (temperatura exata no vídeo).

Repetiu-se o procedimento com etanol, água e tolueno. No caso do tolueno, por possuir um ponto de ebulição acima do ponto de ebulição da água, a temperatura utilizada foi a mesma do teste com água.

3.3. Recristalização

Com o solvente adequado escolhido, adicionou-se 1 g de acetanilida impura a um béquer e, então, procedeu-se a adição do solvente aquecido a 5°C abaixo do seu ponto de ebulição pouco a pouco até que toda acetanilida estivesse dissolvida.

Foi realizada então uma filtração a quente. Em seguida esperou-se o filtrado esfriar para que ocorresse a recristalização. Por fim realizou-se uma filtração a vácuo, lavando com água fria para a separação dos cristais de acetanilida purificada.



Dado: Acetanilida

Questões:

3.a. Qual o solvente escolhido para a recristalização da acetanilida? Quais os requisitos para o uso deste solvente na recristalização? **(5 pts)**

3.b. Explique a ordem de ponto de ebulição observado entre os quatro solventes testados. **(5 pts)**

3.c. Indique duas vantagens obtidas pelo uso da filtração a vácuo na lavagem final do produto recristalizado. **(5 pts)**

3.d. Por que foi utilizada uma filtração a quente após a dissolução? **(4 pts)**

3.e. Qual a função do papel plegueado? **(4 pts)**

3.f. Considerando a acetanilida e os solventes orgânicos utilizados, coloque-os em ordem crescente de caráter hidrofóbico. **(4 pts)**

3.g. Qual o nome IUPAC da acetanilida? **(3 pts)**



Programa Nacional Olimpíadas de Química

Olimpíada Brasileira de Química - 2019

Fase IV

RESULTADOS

A Fase IV da OBO-2019 foi aplicada em cinco cidades brasileiras, em 07/02/2020, com a participação dos estudantes medalhados na fase anterior. Foi exibido um vídeo com demonstrações de três experimentos em laboratório os quais serviram de base para os candidatos responderem ao questionário apresentado.

O resultado da avaliação dos relatórios classificou vinte estudantes para a Fase V, constituída pelo Curso de Aprofundamento e Excelência em Química. Os classificados foram:

Nome do Aluno	Cidade	Escola	UF	Fase III	Fase IV	FINAL
Pedro Yudi Honda	Rio de Janeiro	Colégio Ph	RJ	100	95,30	98,12
Ygor de Santana Moura	Fortaleza	Ari de Sá	CE	100	91,77	96,71
Pedro Nunes Pereira	Rio de Janeiro	Colégio de São Bento	RJ	95,75	97,06	96,27
Davi Medeiros Fortunato Cantanhede	Rio de Janeiro	Centro Maximus	RJ	99,07	91,18	95,91
Thiago José Veloso de Souza	Brasília	Colégio Militar	DF	93,09	100	95,86
Carlos Henrique Craveiro Aquino Veras	Fortaleza	Ari de Sá	CE	95,08	90,59	93,28
Antônio Cauã Farias Telles Melo	Fortaleza	Farias Brito	CE	95,75	87,06	92,27
Marina Malta Nogueira	Recife	Col. de Aplicação UFPE	PE	91,36	92,36	91,76
Vinícius da Silveira Lanza Avelar	Fortaleza	Col. Olimpo	DF	89,36	92,94	90,79
Guilherme Nogueira Bento	Fortaleza	Farias Brito	CE	96,01	80,59	89,84
Cássia Caroline Aguiar da Ponte	Fortaleza	Colégio Master	CE	89,36	90,00	89,62
Thomas Anders Silva Larsson	Valinhos	Etapa	SP	94,15	80,00	88,49
Yan Benevenuto Sabóia	Fortaleza	Ari de Sá	CE	88,96	87,65	88,44
Luiz Felipe Sousa Dias	Fortaleza	Ari de Sá	CE	83,25	91,18	86,42
Mikael Parente Reis	Fortaleza	Farias Brito	CE	86,30	85,88	86,13
Rodrigo Do Nascimento Sampaio	Fortaleza	Farias Brito	CE	92,02	77,06	86,04
Mattias Anders Silva	Valinhos	Etapa	SP	85,64	86,47	85,97
Rana Barbosa Rabêlo Fortaleza	Larson	Farias Brito	CE	83,64	88,24	85,48
Pedro Arthur Sales Rebouças	Fortaleza	Master	CE	86,70	82,36	84,96
Gabriel Brasileiro de Sousa	Fortaleza	Farias Brito	CE	86,70	80,00	84,02
Emily Kathrin Ribeiro Silva	São Paulo	Objetivo Integrado	SP	89,76	72,94	83,03



OBQ 2019 Fase V

Curso de Aprofundamento e Excelência em Química

O Curso de Aprofundamento e Excelência em Química (Fase V da OBO Modalidade A) foi realizado em sua 16ª edição, desta feita, por conta da pandemia, de forma remota, entre 4 e 8 de maio de 2020.

Este curso reuniu os quinze (15) estudantes mais bem classificados na fase anterior, Fase IV, e foi aplicado em tempo integral durante seis (6) dias. A responsabilidade por organizar o Curso de Aprofundamento e Excelência em Química cabe a uma das universidades parceiras da OBO que possua Programa de Pós-graduação em Química. A escolha recaiu naquela que solicita com antecedência mínima de um (1) ano e recebe aprovação do Conselho de Coordenadores da OBO.

A universidade escolhida permanece durante dois (2) anos com a responsabilidade de organizar e realizar o curso. Os professores convidados para atuar na discussão de assuntos de sua expertise devem pertencer ao corpo docente do Programa de Pós-graduação da universidade responsável, podendo complementar a equipe docentes de cursos de pós-graduação em química de universidades parceiras. Os assuntos discutidos neste curso têm maior profundidade e, naturalmente, fogem dos conteúdos de química abordados ao longo do ensino médio. A temática tem como guia os assuntos sugeridos pela instituição organizadora da olimpíada internacional que se avizinha, explicitados no caderno de problemas preparatórios divulgado em janeiro de cada ano.

Neste ano, o curso esteve sob a responsabilidade da Universidade Federal do Piauí, findou no início de maio e, trinta dias após, aplicou-se o exame da Fase VI o qual definiu a equipe que representou o Brasil na 52nd *International Chemistry Olympiad*.

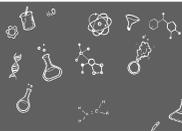
Como resultado foram selecionados os estudantes:

Davi Medeiros Fortunato Cantanhede

Ygor de Santana Moura

Pedro Yudi Honda

Thiago José Veloso de Souza



**PROGRAMA NACIONAL
OLIMPÍADAS DE QUÍMICA
OLIMPÍADA BRASILEIRA DE QUÍMICA**

OBO – 2019 – FASE VI



Participante, em momento de distanciamento social, ingressa no recinto de aplicação do exame Fase VI.

**PROGRAMA NACIONAL
OLIMPIADAS DE QUÍMICA
OLIMPIADA BRASILEIRA DE QUÍMICA**

OBO – 2019 – FASE VI

Exame aplicado em 13.06.2020

Tabela Periódica com massas atômicas relativas

1																	18
1 H 1,008																	2 He 4,003
3 Li 6,94	4 Be 9,01											13 B 10,81	14 C 12,01	15 N 14,01	16 O 16,00	17 F 19,00	18 Ne 20,18
11 Na 22,99	12 Mg 24,30	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,06	17 Cl 35,45	18 Ar 39,95
19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,63	33 As 74,92	34 Se 78,97	35 Br 79,90	36 Kr 83,80
37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,95	43 Tc -	44 Ru 101,1	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 126,9	54 Xe 131,3
55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57-71 -	72 Hf 178,5	73 Ta 180,9	74 W 183,8	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,1	79 Au 197,0	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209,0	84 Po -	85 At -	86 Rn -
87 Fr -	88 Ra -	89-103 -	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -	112 Cn -	113 Nh -	114 Fl -	115 Mc -	116 Lv -	117 Ts -	118 Og -
57 La 138,9	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm -	62 Sm 150,4	63 Eu 152,0	64 Gd 157,3	65 Tb 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,0	71 Lu 175,0			
89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -			

Instruções

- **O caderno de problemas tem 25 páginas**, e o caderno de respostas tem 35 páginas.
- **As questões são idênticas** nos textos do caderno de problemas e do de respostas.
- **Certifique-se de inserir seu código** em todas as folhas do caderno de respostas.
- **Todos os resultados** devem ser escritos nas caixas apropriadas no caderno de respostas. Caso o espaço não seja suficiente, utilize o verso das folhas do caderno de respostas.
- **Escreva os cálculos** relevantes nas caixas apropriadas quando necessário. Se você fornecer apenas o resultado final para questões complicadas, você não receberá pontos.
- **Use o verso das folhas** do caderno de problemas se você precisar de rascunhos.
- **A pontuação discriminada** na tabela em cada problema, no caderno de resposta, refere-se apenas ao peso relativo das questões (itens) do problema e não à pontuação absoluta de cada item. A pontuação de cada problema, para composição da nota final, é dada na forma de porcentagem referente à pontuação total.
- **É permitido** o uso de calculadora científica não programável.
- **Esta prova** tem duração de 5 horas.
- **Você pode** ficar com o caderno de problemas.

Constantes físicas, Unidades, Fórmulas e Equações

Constante universal dos gases.....	$R = 8,3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 0,08205 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Pressão padrão.....	$p^{\circ} = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$
Pressão atmosférica.....	$1 \text{ atm} = 1,01325 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg (torr)}$
Pi.....	$\pi = 3,14$
Mudança de base em logaritmos.....	$\log x = \frac{1}{\ln 10} \ln x$
Zero na escala Celsius.....	$273,15 \text{ K}$
Angstrom.....	$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$
1 picômetro (pm).....	10^{-12} m
1 nanômetro (nm).....	10^{-9} m
Massa do elétron.....	$m_e = 9,1094 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Carga do elétron.....	$q_e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$
Constante de Avogadro.....	$N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de Boltzmann.....	$k_B = 1,3807 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$
Unidade de massa atômica.....	$1 \text{ uma} = 1,661 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Constante de Faraday.....	$F = 96.485 \text{ C mol}^{-1}$
Elétron-volt.....	$1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J} = 96.485 \text{ J mol}^{-1}$
Constante de Planck.....	$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Velocidade da luz.....	$c = 2,998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Constante do produto iônico água a 25 °C.....	$K_w = 1,0 \times 10^{-14}$
Equação do gás ideal	$pV = nRT$
Equação de van der Waals para os gases reais.....	$p = \frac{nRT}{V-nb} - a \frac{n^2}{V^2}$
Primeira lei da termodinâmica.....	$\Delta U = q + w$
Potência de entrada para um dispositivo eletrônico.....	$P = UI$, onde U é a voltagem e I a corrente elétrica
1 cal.....	$4,184 \text{ J}$
Entalpia	$H = U + pV$
Energia de Gibbs.....	$G = H - TS$

Energia de Gibbs..... $\Delta_r G = \Delta_r G^\circ + RT \ln Q$

Energia de Gibbs..... $\Delta_r G^\circ = -RT \ln K = -nF E^\circ_{\text{cel}}$

Quociente da reação para uma reação $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$

$$Q = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

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

..... $\Delta S = nR \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$ (para a expansão isotérmica de um gás ideal)

Equação de Nernst-Peterson.....

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

Lei de Lambert-Beer..... $A = \log I_0/I = \epsilon l C$

Número de onda..... $\tilde{\nu} = \frac{\nu}{c} = \frac{1}{2\pi c} \sqrt{\frac{k}{\mu}}$

Massa reduzida, μ , para uma molécula AX..... $\mu = \frac{m_A m_X}{m_A + m_X}$

Leis integradas de velocidade:

Ordem zero $[A] = [A]_0 + kt$

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

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

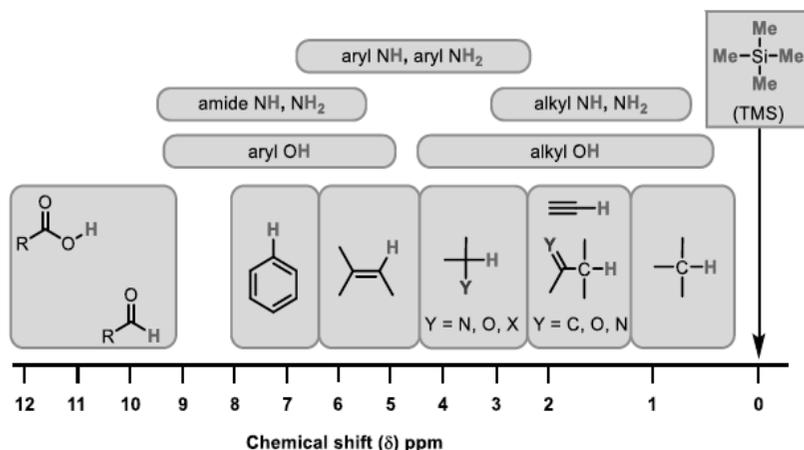
Equação de Arrhenius..... $k = A e^{-E_a/RT}$

Meia-vida para um processo de primeira ordem..... $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$

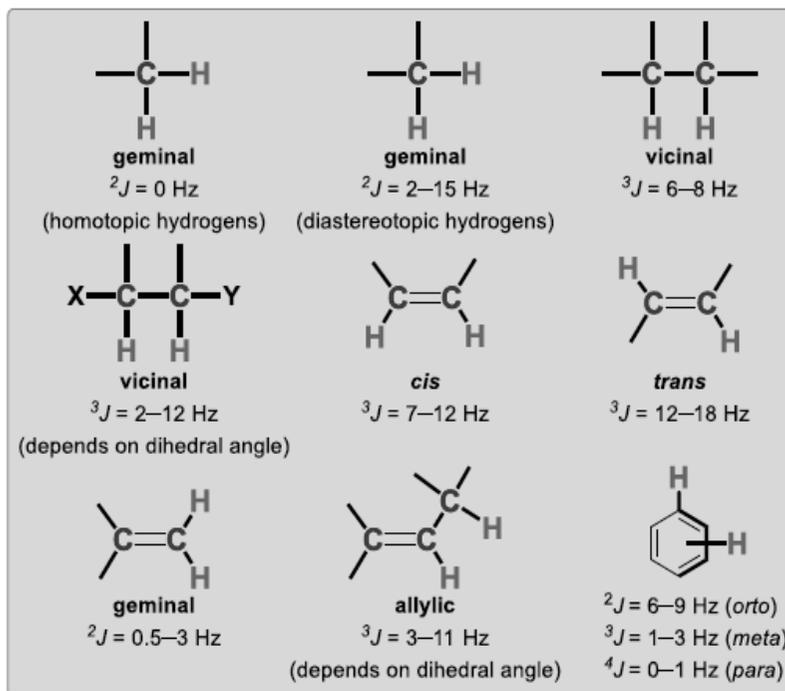
Equação para uma curva de calibração linear..... $y = mx + n$

Desvio padrão..... $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$

RMN ¹H



Constantes de acoplamento típicas H-H (em Hz)



RMN ¹³C

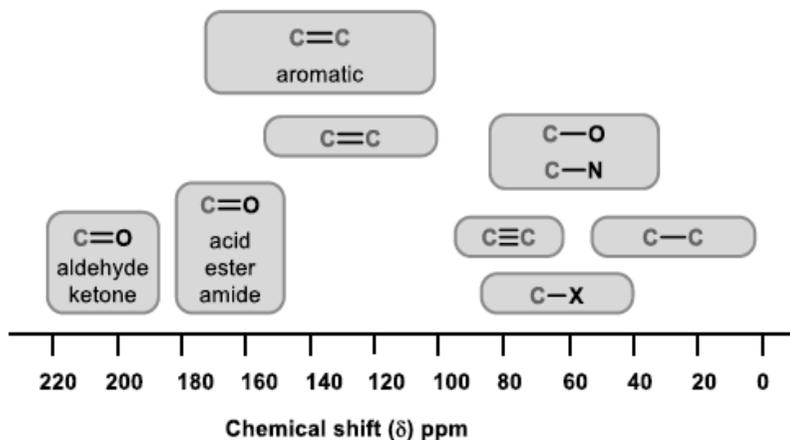


Tabela de frequência de absorção no IV

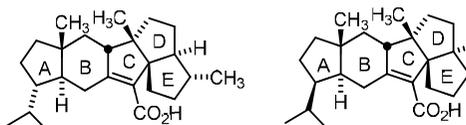
Functional Group	Type of Vibration	Absorption Frequency Region (cm ⁻¹)	Intensity
Alcohol			
O-H	(stretch, H-bonded)	3600-3200	strong, broad
	(stretch, free)	3700-3500	strong, sharp
C-O	(stretch)	1150-1050	strong
Alkane			
C-H	stretch	3000-2850	strong
	bending	1480-1350	variable
Alkene			
=C-H	stretch	3100-3010	medium
	bending	1000-675	strong
C=C	stretch	1680-1620	variable
Alkyl Halide			
C-F	stretch	1400-1000	strong
C-Cl	stretch	800-600	strong
C-Br	stretch	600-500	strong
C-I	stretch	500	strong
Alkyne			
C-H	stretch	3300	strong, sharp
C≡C	stretch	2260-2100	variable, not present in symmetrical alkynes
Amine			
N-H	stretch	3500-3300	medium (primary amines have two bands; secondary have one band, often very weak)
C-N	stretch	1360-1080	medium-weak

N-H	bending	1600	medium
Aromatic			
C-H	stretch	3100-3000	medium
C=C	stretch	1600-1400	medium-weak, multiple bands
Carbonyl			
C=O	stretch	1820-1670	strong
Acid			
C=O	stretch	1725-1700	strong
O-H	stretch	3300-2500	strong, very broad
C-O	stretch	1320-1210	strong
Aldehyde			
C=O	stretch	1740-1720	strong
C-H	stretch	2850-2820 & 2750-2720	medium, two peaks
Amide			
C=O	stretch	1690-1640	strong
N-H	stretch	3500-3100	unsubstituted have two bands
	bending	1640-1550	
Anhydride			
C=O	stretch	1830-1800 & 1775-1740	two bands
Ester			
C=O	stretch	1750-1735	strong
C-O	stretch	1300-1000	two bands or more
Ketone			
acyclic	stretch	1725-1705	strong
cyclic	stretch	3-membered - 1850	strong
	stretch	4-membered - 1780	strong
	stretch	5-membered - 1745	strong
	stretch	6-membered - 1715	strong
	stretch	7-membered - 1705	strong
α, β -unsaturated	stretch	1685-1665	strong
conjugation moves absorptions to lower wavenumbers			
aryl ketone	stretch	1700-1680	strong
Ether			
C-O	stretch	1300-1000 (1150-1070)	strong
Nitrile			
C \equiv N	Stretch	2260-2210	medium
Nitro			
N-O	stretch	1560-1515 & 1385-1345	strong, two bands

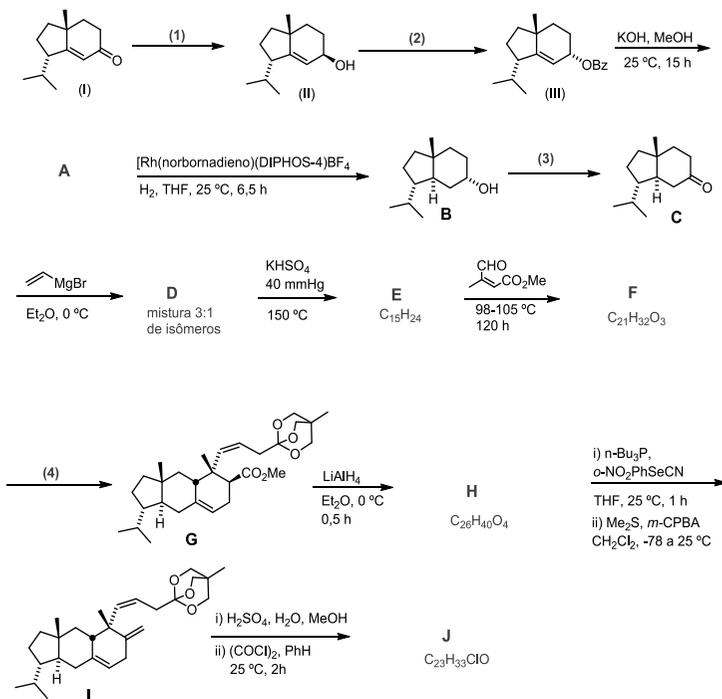
Problema 1

20% do total

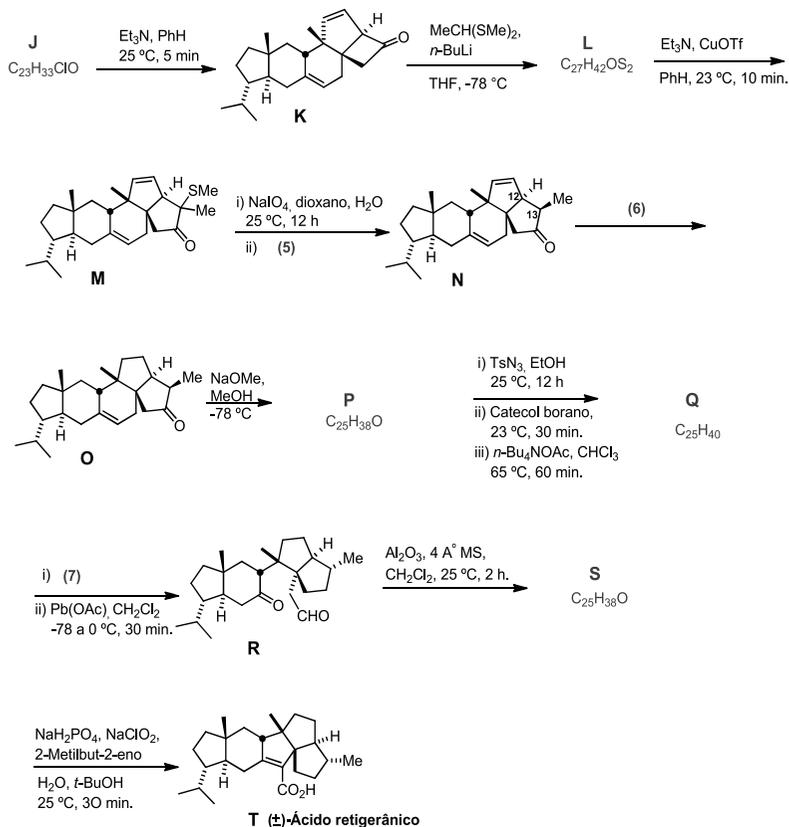
Os ácidos retigerânicos A (**1**) e B (**2**) são sesquiterpenos pentacíclicos com esqueleto triquinano, produzidos em grande quantidade (0,5 a 3% em massa) pelos *líquens Laboria retigera* e *L. subretigera*, encontrados no Himalaia em altitudes que chegam a 4.000 metros. O ácido (**1**) foi isolado em 1965 e sua estrutura elucidada em 1972. A primeira síntese racêmica de (**1**) foi realizada em 1985 pelo grupo de Elias J. Corey, tendo sido seguida por outras sínteses.



A síntese desenvolvida por Corey e colaboradores é apresentada nos esquemas 1 e 2. Como a síntese é racêmica, o material de partida (**I**) foi utilizado na forma racêmica.



Esquema 1



Esquema 2

1.1 Forneça os reagentes 1-4, bem como as fórmulas estruturais dos compostos **A**, **D**, **E**, **F**, **H** e **J**, necessários para completar o esquema 1.

Observação: Para o composto **D**, não é necessário apresentar a estereoquímica do novo centro quiral formado. O composto **F** é formado como uma mistura de isômeros, sendo o composto principal isolado por cromatografia líquida de alto desempenho. Para este composto, represente apenas a fórmula do estereoisômero formado em maior quantidade.

- 1.2** **Forneça** os reagentes **6** e **7**, bem como as fórmulas estruturais dos compostos P, Q e S, necessários para completar o esquema 2.
- 1.3** A redução do composto **A** resultou na formação de **B** como isômero majoritário. Represente a fórmula estrutural de um estereoisômero de **B** que poderia ter sido formado caso o catalisador à base de Rh não tivesse sido empregado.
- 1.4** A reação de **H** com $n\text{-Bu}_3\text{P}/o\text{-NO}_2\text{PhSeCN}$ resulta na formação de um composto intermediário que é posteriormente oxidado para resultar na formação do composto **I**. Esse método é conhecido como “Desidratação de Grieco”. Represente a fórmula estrutural desse composto intermediário.
- 1.5** A conversão de **I** em **J** envolve duas etapas, sendo a primeira uma reação de hidrólise. Represente a fórmula estrutural desse produto de hidrólise.
- 1.6** Represente a fórmula estrutural do intermediário formado durante a conversão de **J** em **K**.
- 1.7** Represente a fórmula estrutural do produto resultante da reação de **M** com NaIO_4 . A fórmula molecular desse composto é $\text{C}_{26}\text{H}_{38}\text{O}_3\text{S}$.
- 1.8** Para transformar **M** em **N**, quais dos seguintes reagentes podem ser usados na etapa (ii), ou seja, quais são as possibilidades para o reagente 5?
- ii) $\text{Al}(\text{Hg})$, THF, H_2O
 - ii) SmI_2 , HMPA
 - ii) LiAlH_4 ; ii) H_3O^+
 - ii) Bu_3SnH , AIBN
 - ii) H_2SO_4 conc.
 - ii) NaBH_4 , MeOH; AgI

1.9 Considerando que o ângulo diedro entre os átomos de hidrogênio ligados nos carbonos 12 e 13 no composto **N** é aproximadamente 0° , o valor da constante de acoplamento vicinal ($3J$) entre esses átomos deve ser aproximadamente:

- 8,5 Hz
- 0 Hz
- 2 Hz
- 12 Hz
- 4 Hz
- 18 Hz

Códigos e fórmulas:

DEAD - Azodicarboxilato de dietila

BzOH — Ácido benzóico

Bz — Grupo benzoil(a)

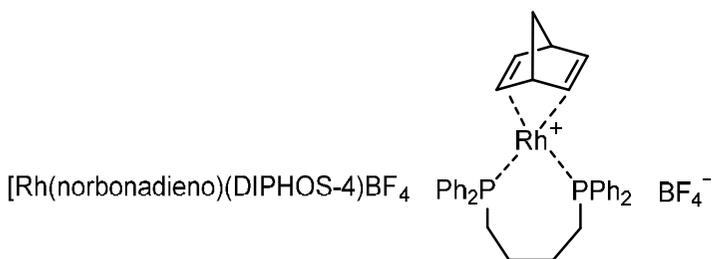
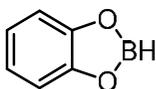
TMS2NK - Bis(trimetilsilil)amida de potássio

Ts — Grupo tosil(a)

Ac — Grupo acetil(a)

OTf — Grupo trifila

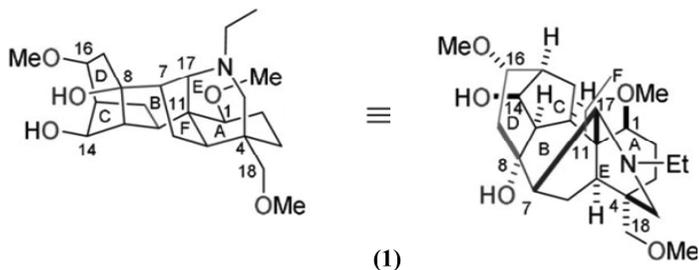
Catecol borano



Problema 2

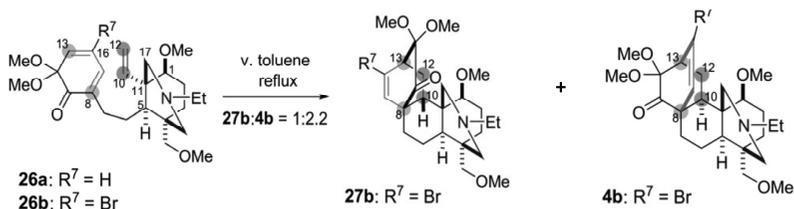
12% do total

Kamakura e colaboradores (2020), realizaram a síntese total de um alcaloideterpenoico com 12 estereocentros, a Talatisamina(1), que apresenta entre outras atividades biológicas propriedades antiarrítmicas, atuando como inibidor dos canais de potássio. O processo de síntese abordado requer 33 etapas e utiliza como material de partida a 2-cicloexenona.



Sobre a síntese da Talatisamina responda os itens a seguir:

2.1 Em uma das etapas da síntese, o intermediário **26b** é convertido ao intermediário **4b**, como o esquematizado a seguir. Sobre essa transformação responda:



2.1.1 Qual o tipo de reação envolvida?

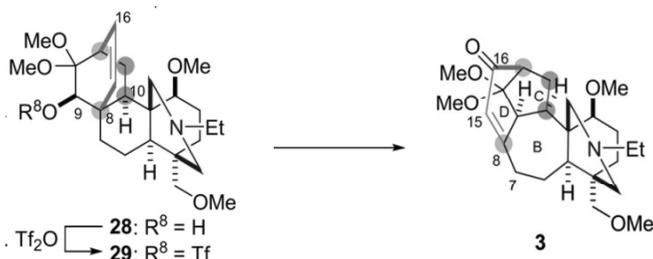
2.1.2 Quantos elétrons π estão envolvidos?

2.1.3 Esquematize o mecanismo da reação. Além da formação de **4b**, também é observada a formação de um subproduto, **27b**. Mostre o que acontece.

2.2 Por tratamento do triflato intermediário **29** com DBU(1,8-diazabicyclo[5.4.0]undec-7-eno) em DMSO (dimetilsulfóxido) à 120 °C, obtém-se o intermediário **3** com 83% de rendimento, via rearranjo de Wagner-Meerwein. Proponha um mecanismo para a reação.

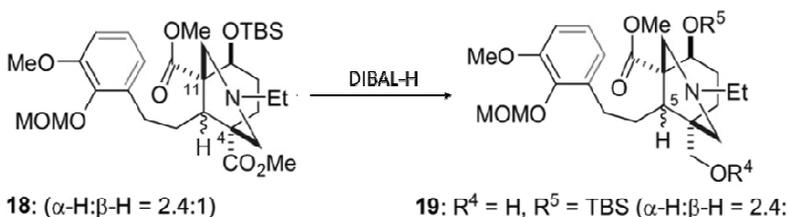
Observação: Note que o alinhamento antiperiplanar das ligações entre C8-C10 e C9-O, permite que ocorra

uma migração 1,2, estereoespecífica a partir da perda do grupo triflato.



Tf= trifluormetanosulfonila

2.3 A etapa da síntese da Talatisamina, que converte **18** em **19** consiste no tratamento do intermediário **18** com DIBAL-H (hidreto de di-isobutilalumínio). No composto **18**, há dois grupos metoxicarbonilas, em C4 e C11 respectivamente e somente o grupo em C4 reagiu.

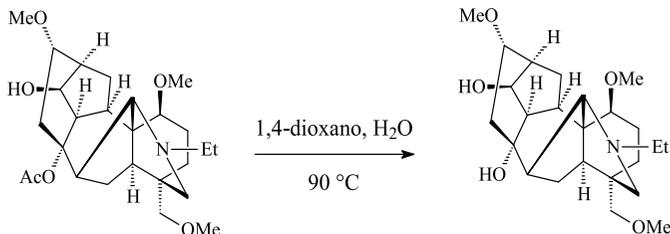


TBS = t-butildimetilsilil

2.3.1 Que tipo de reação ocorreu?

2.3.2 Por que houve esta seletividade?

2.3.3 Que reação é esta (abaixo) para a obtenção da Talatisamina(**1**) a partir de **38**?



2.3.3.1 Esta reação ocorreu em meio neutro, em reações desse tipo poderiam ser utilizados outros meios?

Problema 3

11% do total

O inositol (**ciclo-hexano-1,2,3,4,5,6-hexol**) existe como um conjunto de estereoisômeros; no entanto, o nome inositol é comumente usado para descrever apenas o tipo mais comum, também denominado mioinositol.

O mio-inositol é o **cis-1,2,3,5-trans-4,6-ciclo-hexano-hexol (estrutura 1)**, que é preparado a partir de um extrato aquoso de grãos de milho.

3.1 A molécula do mio-inositol é quiral ou aquiral? ASSINALE com um “x” a resposta correta

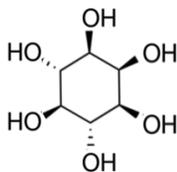
- Quiral Aquiral

3.2 Quantos sinais devem conter os espectros de RMN ^1H (somente de hidrogênios ligados a carbono) e ^{13}C do mio-inositol?

Escreva as respostas nos respectivos quadrados.

- N°. de sinais no espectro de RMN ^1H
 N°. de sinais no espectro de RMN ^{13}C

- 3.3** Numere os carbonos na estrutura do mio-inositol (figura 1, abaixo), e liste, no quadro após a figura, os carbonos e hidrogênios que dão origem a cada sinal, nos espectros de RMN ^1H e ^{13}C .



(1) Mio-inositol

Sinais no espectro de RMN ^1H	Hidrogênios que dão origem a cada sinal	Sinais no espectro de RMN ^{13}C	Carbonos que dão origem ao sinal
Sinal a Sinal b		Sinal a Sinal b	

- 3.4** Desenhe, dentro da caixa abaixo, as estruturas de todos os demais estereoisômeros do ciclo-hexano-1,2,3,4,5,6-hexol e indique, abaixo de cada estrutura, se a molécula é quiral ou aquiral.
- 3.5** Desenhe, novamente, a estrutura de um dos estereoisômeros identificados como molécula quiral, no item anterior (item 3.4) e numere, corretamente, todos carbonos.
- 3.6** Diga quantos sinais devem conter os espectros de RMN ^1H (somente de hidrôgenios ligados a carbono) e ^{13}C , do composto desenhado no item anterior (item 3.5).

Escreva as respostas nos respectivos quadrados.

No. de sinais no espectro de RMN ^1H		No. de sinais no espectro de RMN ^{13}C	

- 3.7** Liste, no quadro abaixo, os carbonos e hidrogênios que dão origem a cada sinal, nos espectros de RMN ^1H e ^{13}C , desse composto.

Sinais no espectro de RMN ^1H	Hidrogênios que dão origem a cada sinal	Sinais no espectro de RMN ^{13}C	Carbonos que dão origem ao sinal
Sinal a Sinal b		Sinal a Sinal b	

Um composto muito importante em estudos de magnetismo é a magnetita Fe_3O_4 , que é um espinélio do tipo AB_2O_4 , onde A e B são os íons Fe^{2+} e Fe^{3+} . Em altas pressões o espinélio torna-se invertido, e a reação é reversível com o aumento da temperatura.

4.1 Desenhe o diagrama dos orbitais d para os dois íons nos dois casos. Considere que $\Delta\text{O} = 9400 \text{ cm}^{-1}$ (Fe^{2+}) e 14000 cm^{-1} (Fe^{3+}) e que a energia de emparelhamento $P = 17600 \text{ cm}^{-1}$ (Fe^{2+}) e 30000 cm^{-1} (Fe^{3+}).

4.2 Qual espinélio é o mais estável? Justifique com a energia de estabilização de campo ligante.

4.3 A magnetita possui uma estrutura cúbica de face centrada com 8 unidades Fe_3O_4 por célula unitária. Sua densidade medida experimentalmente é $5,17 \text{ g/cm}^3$. Estime o parâmetro “a” da célula unitária.

4.4 Com base nos valores de desdobramento ΔO (para compostos octaédricos) e energias de emparelhamento P (fornecidos em alguns casos) ou usando apenas a configuração eletrônica indique se os complexos a seguir são paramagnéticos ou diamagnéticos. Esboce para cada um deles o diagrama dos orbitais d.

a) $[\text{CoF}_6]^{3-}$ ($\Delta\text{O} = 13000 \text{ cm}^{-1}$, $P = 21000 \text{ cm}^{-1}$)

b) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ ($\Delta\text{O} = 23000 \text{ cm}^{-1}$, $P = 21000 \text{ cm}^{-1}$)

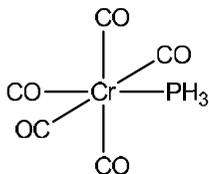
c) $[\text{CoCl}_4]^{2-}$ (tetraédrico)

d) $[\text{PtCl}_4]^{2-}$ (quadrado planar)

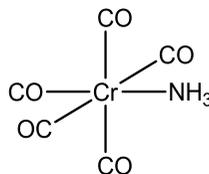
4.5 Existem 3 possíveis isômeros quadrado-planares com fórmula a $\text{Pt}(\text{CO})(\text{NH}_3)\text{ClBr}$. Dada a seguinte ordem para o efeito trans desses ligantes: $\text{CO} > \text{Br}^- > \text{Cl}^- > \text{NH}_3$ e tendo em vista a ordem dos grupos de partida: $\text{Cl}^- > \text{Br}^- > \text{NH}_3 > \text{CO}$ sugira a síntese dos três possíveis isômeros a partir de $[\text{PtCl}_4]^{2-}$.

4.6 O composto PbCl_5 , quando no estado sólido, possui a fórmula $[\text{PbCl}_4]^{+}[\text{PbCl}_6]^{-}$. Desenhe a estrutura de Lewis do PbCl_5 e dos íons presentes no estado sólido.

Foram realizados cálculos sobre as mudanças que ocorrem quando os compostos a seguir são oxidados, com o metal perdendo um elétron.



Composto 1



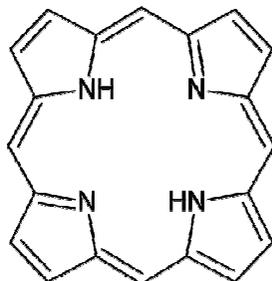
Composto 2

- 4.7** Qual o efeito da oxidação nas distâncias de ligação Cr-C e C-O?
- 4.8** O efeito da oxidação sobre as distâncias Cr-P (Composto 1) e Cr-N (Composto 2) é o mesmo? Explique
- 4.9** Ao se trocar dois ligantes CO da estrutura do composto 1 por um $\text{P}(\text{CH}_3)_3$ e um NH_3 podem ser formados dois isômeros de posição. Desenhe a estrutura dos dois isômeros e indique se algum desses isômeros possui isomeria óptica.
- 4.10** Quantos picos relativos ao CO aparecerão do espectro de infravermelho para cada isômero do item anterior?

Problema 5

13% do total

As porfirinas são polienos cíclicos e conjugados, pertencentes à classe dos macrociclos tetrapirrólicos. Estão presentes em várias proteínas, desempenhando importantes papéis em atividades biológicas, tais como: transporte e armazenamento de oxigênio (hemoglobina e mioglobina) e oxidação catalítica (monooxigenase dependente do citocromo P-450). A estrutura geral da molécula de uma porfirina é apresentada a seguir.



Essa molécula é plana, e assim podemos considerar, de maneira aproximada, que os elétrons π estejam confinados em um quadrado de lado a . Com base nessas informações:

5.1 Determine a expressão para os níveis de energia e a degenerescência dos oito (8) primeiros níveis de energia diferentes para essa molécula em função da constante de Planck (h), da massa do elétron (m_e) e de a .

Sabendo que essa molécula tem 18 elétrons π em conjugação direta e que o lado do quadrado tem comprimento aproximadamente igual a 1000 pm:

5.2 Desenhe o diagrama de energia e o **preencha** para os elétrons π .

5.3 Calcule o valor da energia do orbital ocupado de maior energia (HOMO).

5.4 Calcule o valor da energia do orbital desocupado de menor energia (LUMO).

5.5 Calcule o comprimento de onda (λ), em nm, da radiação que a molécula deve absorver para que ocorra a transição eletrônica entre esses 2 orbitais (HOMO para LUMO).

A mecânica molecular é uma área da ciência que usa as leis da física clássica para prever propriedades estruturais e moleculares. O conjunto de equações empíricas e parâmetros usados em cada esquema de mecânica molecular é chamado de **campo de força**. Em um campo de força são tabelados, por exemplo, os valores médios das constantes de força dos comprimentos e ângulos de diversos tipos de ligações químicas, calculados para diferentes moléculas utilizando cálculos mais precisos de mecânica quântica e dados experimentais de espectroscopia no infravermelho e micro-ondas. Sabe-se que os cálculos de mecânica molecular são apenas aproximações, pois as propriedades das moléculas são regidas pelas leis da mecânica quântica. No entanto, existem métodos sofisticados de mecânica molecular que representam aproximações razoáveis e são extremamente importantes em estudos de modelagem molecular, especialmente nas simulações de dinâmica molecular, usadas para avaliar a estabilidade de um ligante em um sítio ativo de uma proteína. Cálculos semelhantes são computacionalmente inviáveis usando métodos de mecânica quântica, pois envolvem sistemas contendo milhares de átomos. A Tabela a seguir mostra alguns dados do campo de força GAFF (*General Amber Force Field*) para algumas ligações simples (Wang, J., Wolf, R. M., Caldwell, J. W., Kollman, P. A., & Case, D. A.

(2004). Development and testing of a general amber force field. *Journal of Computational Chemistry*, 25(9), 1157–1174. <https://doi.org/10.1002/jcc.20035>).

Átomo i	Átomo	$j R_{ij}/\text{Å}$	$\ln K_{ij}/(\text{N m}^{-1})$
H	C	1,090	6,217
H	N	1,010	6,057
C	N	1,470	7,504
C	O	1,440	7,347

em que R_{ij} é o comprimento da ligação entre os átomos i e j e K_{ij} é a constante de força da ligação entre esses mesmos átomos. Com base nos dados da tabela:

5.6 Calcule a frequência de estiramento da ligação C–H em cm^{-1} .

5.7 Calcule a energia no ponto zero para o estiramento da ligação N–H em cm^{-1} .

5.8 Na molécula da porfirina o comprimento da ligação entre C e N deve ser:

maior que 1,470 Å.

igual a 1,470 Å.

menor que 1,470 Å.

5.9 Na molécula de CO a constante de força da ligação deve ser:

maior que 1551 N m^{-1} .

igual a 1551 N m^{-1} .

menor que 1551 N m^{-1} .

5.10 O comprimento da ligação entre C e oxigênio na molécula de CO é igual a 112 pm. Determine a diferença de energia entre as linhas do espectro rotacional do CO em cm^{-1} .

OBS: Nos cálculos das massas reduzidas necessárias utilize os números de massa dos isótopos mais abundantes dos elementos (^1H , ^{12}C , ^{14}N e ^{16}O).

Equações Problema 5

12/06/2020

Energia da partícula na caixa unidimensional

$$E_n = \frac{n^2 h^2}{8ma^2}$$

Energia da partícula na caixa bidimensional

$$E_{n_1, n_2} = \frac{h^2}{8m} \left(\frac{n_1^2}{L_1^2} + \frac{n_2^2}{L_2^2} \right)$$

Relação entre variação de energia em uma transição e frequência

$$\Delta E = h\nu$$

Relação entre frequência e comprimento de onda

$$\lambda\nu = c$$

Energia dos níveis de energia vibracionais em um oscilador harmônico

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

Relação entre a frequência vibracional e a constante de força

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

Massa reduzida

$$\mu = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$$

Energia dos níveis rotacionais em um rotor rígido

$$E_J = \frac{h^2}{8\pi^2 I} J(J+1)$$

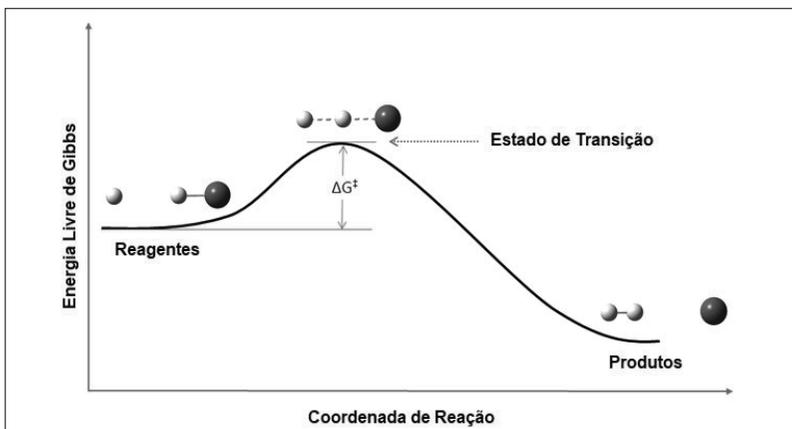
Momento de inércia

$$I = \mu R^2$$

A Teoria do Estado de Transição (**TET**) descreve um hipotético estado de transição que ocorre no espaço entre reagentes e produtos em uma reação química. Este é um modelo muito útil para explicar as velocidades de reações químicas elementares. Se a constante de velocidade (k) para uma reação é conhecida, a **TET** pode ser usada com sucesso para calcular a entalpia de ativação, a entropia de ativação e a energia livre de Gibbs de ativação.



Para a seguinte reação elementar representada no diagrama abaixo,



a constante de velocidade pode ser calculada empregando a seguinte expressão:

$$k = \frac{K_B T}{h} e^{\left(\frac{-\Delta \epsilon_0^\ddagger}{K_B T}\right)} \frac{q_{HHBr}^\ddagger}{q_H q_{HBr}} N_A$$

onde K_B é a constante de Boltzmann, T é a temperatura absoluta, h é a constante de Planck, $\Delta \epsilon_0^\ddagger$ é a diferença entre a energia vibracional do ponto zero do estado de transição e dos reagentes, q_{HHBr}^\ddagger , q_H e q_{HBr} são as funções de partição do estado de transição e dos reagentes, res-

pectivamente, e são obtidas pela termodinâmica estatística e N_A é o número de Avogadro, onde $N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$. Com base nessas informações:

6.1 Calcule a constante de velocidade dessa reação a 500 K sabendo que: $q_{HHBr}^\ddagger = 6,22 \times 10^{35} \text{ m}^{-3}$, $q_H = 4,254 \times 10^{30} \text{ m}^{-3}$, $q_{HBr} = 6,161 \times 10^{34} \text{ m}^{-3}$, $\Delta \varepsilon_0^\ddagger = 8,3 \times 10^{-21} \text{ J}$, $K_B = 1,3807 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$ e $h = 6,6261 \times 10^{-34} \text{ Js}$.

6.2 Sabendo que $k = \frac{K_B T}{hc^0} e^{\left(\frac{-\Delta G^\ddagger}{K_B T}\right)}$ é outra forma de expressar a dependência da constante de velocidade teórica com a temperatura, onde c^0 é a concentração padrão de 1 mol/L, calcule a energia livre de Gibbs molar de ativação.

6.3 Calcule a constante de velocidade da reação inversa a 500 K considerando que o estado de transição é o mesmo, que

$$\Delta \varepsilon_0^\ddagger = 1,24 \times 10^{-19} \text{ J}, q_{Br} = 6,004 \times 10^{33} \text{ m}^{-3} \text{ e } q_{H_2} = 3,386 \times 10^{31} \text{ m}^{-3}.$$

6.4 Use os valores das constantes de velocidade direta e inversa para calcular a constante de equilíbrio teórica a 500 K para a reação.

6.5 A partir das informações termodinâmicas abaixo sobre as espécies envolvidas, calcule a constante de equilíbrio nessa temperatura. Compare a ordem de grandeza da constante de equilíbrio teórica com a termodinâmica.

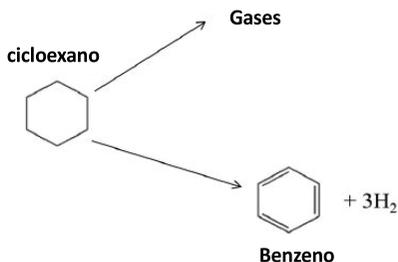
$$\Delta_f G^\circ(\text{Br}(g), 298\text{K}) = 82,396 \text{ kJ.mol}^{-1} / \Delta_f H^\circ(\text{Br}(g), 298\text{K}) = 111,88 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

$$\Delta_f G^\circ(\text{HBr}(g), 298\text{K}) = -53,45 \text{ kJ.mol}^{-1} / \Delta_f H^\circ(\text{HBr}(g), 298\text{K}) = -36,40 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

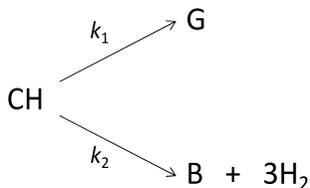
$$\Delta_f G^\circ(\text{H}(g), 298\text{K}) = 203,25 \text{ kJ.mol}^{-1} / \Delta_f H^\circ(\text{H}(g), 298\text{K}) = 217,97 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

$$R = 8,3145 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$$

No artigo intitulado “Effect of cyclohexane as hydrogen-donor in ultradispersed catalytic upgrading of heavy oil” (*Fuel Processing Technology*, v. 138, 2015, pp. 724-733), Hart *et al.* (2015) utilizam o ciclo-hexano (temperatura de ebulição = 80,7 °C, densidade 0,78 g/cm³ e massa molar = 84 g.mol⁻¹) como doador de hidrogênio num reator de craqueamento de petróleo, com a intenção de impedir a desativação do catalisador Ni-Mo/Al₂O₃ (níquel e molibdênio suportados em óxido de alumínio), que ocorre devido à formação de carvão coque. Eles observaram que ao aumentar a proporção de ciclo-hexano em relação ao petróleo, há um aumento na fração de produtos líquidos do craqueamento e diminuição do teor de coque obtido. O papel do ciclo-hexano é, portanto, fornecer hidrogênio para reações que limitam os precursores do coque, sendo a liberação do hidrogênio iniciada a partir da adsorção da molécula do hidrocarboneto sobre o catalisador de Ni-Mo/Al₂O₃ seguindo-se desidrogenações que convertem o ciclo-hexano em benzeno. Vale ressaltar que ao ser adsorvido no catalisador o ciclo-hexano também pode passar por reações seletivas de abertura do anel para formar metano, etano, propano, butano, isopropano e etc. Assim, o ciclo-hexano sofre reações paralelas irreversíveis que podem ser representadas como:



Ou genericamente:



Onde k_1 e k_2 são as constantes de velocidade das reações paralelas. Considerando que as reações acima são de primeira ordem, podemos escrever para a velocidade de consumo do ciclo-hexano a seguinte equação diferencial:

$$\frac{d[CH]}{dt} = -k_1[CH] - k_2[CH] = -(k_1 + k_2)[CH]$$

Que após integração entre uma concentração inicial de ciclo-hexano, $[CH]_0$ no tempo $t = 0$ e uma certa concentração de ciclo-hexano, $[CH]$ no tempo $t = t$, fornece:

$$[CH] = [CH]_0 \cdot e^{-(k_1 + k_2)t}$$

Na primeira reação, considerando-se (idealmente) que os gases podem ser representados por apenas um produto simples, **G**, a equação que mostra a dependência da concentração deste com o tempo é:

$$[B] = \frac{k_2[CH]_0}{(k_1 + k_2)} \cdot (1 - e^{-(k_1 + k_2)t})$$

$$[H_2] = \frac{3k_2[CH]_0}{(k_1 + k_2)} \cdot (1 - e^{-(k_1 + k_2)t})$$

Considerando apenas aspectos cinéticos (ou seja, sem levar em conta aspectos termodinâmicos), responda os itens a seguir:

- 7.1** Quais os valores de k_1 e k_2 , em min^{-1} , na temperatura da reação (425°C), sabendo que o consumo de ciclo-hexano tem meia-vida de 3 horas e 51 minutos e que num dado instante observa-se no reator a presença de 0,02 mol de **G** e 0,98 mol de **B**? (Utilize notação científica com duas casas decimais nas suas respostas).
- 7.2** Desconsiderando a reação posterior do gás hidrogênio dentro do reator e a reação paralela de formação de gases a partir do ciclo-hexano (ou seja, $k_2 \gg k_1$), qual seria a pressão parcial do hidrogênio (considerando-o como gás ideal) após 10 minutos, sendo que no instante inicial o reator é alimentado com 1,0 g (0,012 mol) de ciclo-hexano. O reator tem 100 mL e a reação é realizada a 425°C .
Constante universal

dos gases, $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} = 8,314 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. **Detalhe:** Se por algum motivo você não conseguiu fazer o item anterior, considere: $k_1 = 5,00 \times 10^{-8} \text{ min}^{-1}$ e $k_2 = 1,50 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$.

Considerando que o processo aqui citado foi otimizado de tal maneira que a reação paralela de formação de gases a partir do ciclo-hexano foi completamente suprimida. Também, desprezando as demais reações no reator, exceto a formação de benzeno a partir do ciclo-hexano, que ainda é de primeira ordem, responda os itens a seguir:

Detalhe: nas condições citadas temos apenas a reação: $\text{CH}(\text{g}) \rightarrow \text{B}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$

7.3 Num típico experimento relativo ao sistema acima, à certa temperatura T , no tempo t , a pressão total medida foi P . Ainda na temperatura T , num tempo muito longo t_∞ (tempo infinito), a pressão medida foi P_∞ .

Adotando esta simbologia assinala a opção que mostra a expressão correta para o cálculo da constante de velocidade da reação em termos dos parâmetros medidos. **Dica:** Perceba que a fração $1/e^n$ torna-se zero se o expoente “ n ” for tomado com valor infinito (mais precisamente tendendo ao infinito). **Observação:** o assinalamento da opção correta somente será aceito acompanhado da devida dedução.

a) $\frac{1}{t} \cdot \ln\left(\frac{P_\infty}{P}\right)$

b) $\frac{1}{t} \cdot \ln\left(\frac{3P_\infty}{4(P_\infty - P)}\right)$

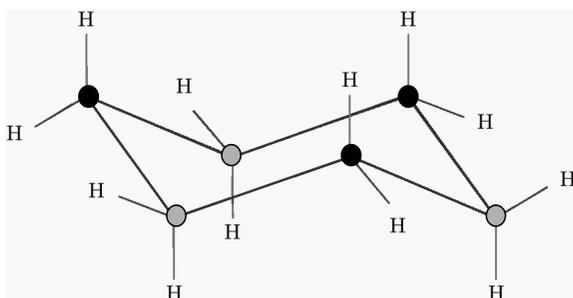
c) $\frac{1}{t} \cdot \ln\left(\frac{3P_\infty}{4P_\infty - P}\right)$

d) $\frac{1}{t} \cdot \ln\left(\frac{3P_\infty}{P_\infty - 4P}\right)$

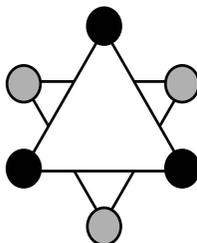
e) $\frac{1}{t} \cdot \ln\left(\frac{4P_\infty}{3(P_\infty - P)}\right)$

7.4 Ainda sobre o experimento acima, ao realizar-se a reação na temperatura de 450 °C, após 13 minutos a pressão medida foi de 20,33 atm e após um tempo muito longo (tempo infinito) a pressão medida assumiu um valor constante de 30,06 atm. Repetindo-se o experimento a 475 °C, após 5,5 minutos a pressão medida foi de 21,29 atm e após um tempo infinito a pressão alcançou um valor constante de 26,66 atm. Diante destes dados, calcule a energia de ativação da reação, em $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Do ponto de vista conformacional, o ciclo-hexano é bastante importante, uma vez que a sua estrutura e dinâmica servem como protótipos para uma grande quantidade de compostos com anéis de seis membros. O ciclo-hexano possui duas conformações mais estáveis, a saber, barco torcido e cadeira. Esta última, mostrada na figura abaixo, tem energia mais baixa que a primeira de cerca de 21 $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, sendo, portanto, a mais estável.



A conformação cadeira pode ser visualizada imaginando-se dois triângulos equiláteros que se sobrepõem, sendo que os carbonos assinalados com bolas claras, na figura acima, formam o triângulo inferior e os carbonos assinalados com bolas escuras formam o triângulo superior. Os hidrogênios em posições axiais e equatoriais são omitidos.



7.5 Com o auxílio desta figura identificamos que o “ciclo-hexano cadeira” possui um eixo de simetria vertical C_n , onde $n =$ _____. Adicionalmente, a conformação possui _____ eixos perpendiculares C_n , onde $n =$ _____.

Complete as lacunas acima, com números, de modo a tornar a assertiva verdadeira.

7.6 O ciclo-hexano possui plano de simetria horizontal?

() Sim () Não

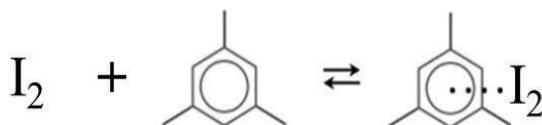
Problema 8

10% do total

O iodo reage com o mesitileno para formar um complexo com um máximo de absorção a 332 nm em solução de CCl_4 . Para obter a concentração do complexo, pode-se utilizar a Análise Espectrofotométrica na região do visível.

8.1 Forneça uma expressão para calcular a concentração do complexo a partir de uma leitura de absorbância a 332 nm.

A interação entre o iodo e o mesitileno pode ser expressa pela seguinte reação:



com constante de equilíbrio:

$$K = \frac{[\text{complexo}]}{[I_2] [\text{mesitileno}]}$$

onde [complexo], $[I_2]$ e [mesitileno] são as concentrações no equilíbrio.

8.2 Forneça uma expressão para o balanço de massas para a concentração total do iodo nas condições de equilíbrio.

- 8.3** Dado que o produto absorve a 332 nm, mas nenhum dos reagentes tem absorvância significativa a este comprimento de onda, use a constante de equilíbrio, K , e a lei de Beer para mostrar que:

$$\frac{A}{[\text{mesitileno}] [I_2]_{\text{tot}}} = K\varepsilon - \frac{KA}{[I_2]_{\text{tot}}}$$

onde A é a absorvância a 332 nm, ε é a absorvância molar do complexo a 332 nm, $[\text{mesitileno}]$ é a

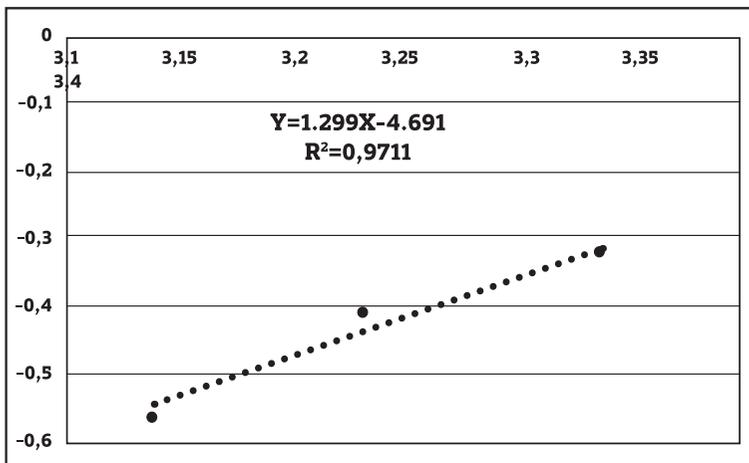
concentração do mesitileno livre, e $[I_2]_{\text{tot}}$ é a concentração total de iodo na solução. O comprimento do caminho óptico de célula é 1,000 cm.

- 8.4** Dados espectrofotométricos para esta reação são mostrados na tabela abaixo. Devido a $[\text{mesitileno}]_{\text{tot}} [I_2]$, nós podemos dizer que $[\text{mesitileno}] \approx [\text{mesitileno}]_{\text{tot}}$. Baseando-se no gráfico de $A/([\text{mesitileno}][I_2]_{\text{tot}})$ versus $A/[I_2]_{\text{tot}}$, obtenha a equação para a curva de calibração.

$[\text{mesitileno}]_{\text{tot}}$	(M) $[I_2]_{\text{tot}}$	(M) Absorvância a 332 nm
1.690	7.817×10^{-5}	0.369
0.922	2.558×10^{-4}	0.822
0.634	3.224×10^{-4}	0.787
0.483	3.573×10^{-4}	0.703
0.390	3.788×10^{-4}	0.624
0.327	3.934×10^{-4}	0.556

8.5 Calcule a constante de equilíbrio e a absorvidade molar do complexo formado pelo iodo e o mesitileno.

8.6 Considerando que $K = e^{-\left(\frac{\Delta G^0}{RT}\right)}$ e o gráfico abaixo, calcule os valores de ΔH^0 , ΔS^0 e ΔG^0 para a complexação do iodo com o mesitileno a 25 °C (assuma que ΔH^0 e ΔS^0 não mudam com a temperatura).



CAPÍTULO 7



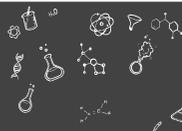
Programa Nacional Olimpíadas de Química Olimpíada Brasileira de Química - 2019

RESULTADO - Fase VI

Nome do Aluno	Cidade	UF	Resultado Fase IV	Nota Fase VI	Escore Fase VI	FINAL
Davi Medeiros Fortunato Cantanhede	Rio de Janeiro	RJ	95,91	78,15	100,0	98,66
Ygor de Santana Moura	Fortaleza	CE	96,71	74,75	95,68	96,02
Pedro Yudi Honda	Rio de Janeiro	RJ	98,12	73,42	93,97	95,36
Thiago José Velôso de Souza	Brasília	DF	95,86	69,51	88,97	91,27
Vinicius da Silveira Lanza Avelar	Brasília	DF	90,79	71,12	91,04	90,95
Luiz Felipe Sousa Dias	Fortaleza	CE	86,42	70,56	90,31	89,02
Pedro Arthur Sales Rebouças	Fortaleza	CE	84,96	68,09	87,15	86,42
Marina Malta Nogueira	Recife	PE	91,76	63,91	81,80	85,12
Mattias Anders Silva Larson	Valinhos	SP	85,97	59,68	76,38	79,58
Cássia Caroline Aguiar da Ponte	Fortaleza	CE	89,62	58,24	74,55	79,57
Pedro Nunes Pereira	Rio de Janeiro	RJ	96,27	53,62	68,63	77,85
Carlos Henrique Craveiro Aquino Veras	Fortaleza	CE	93,28	54,38	69,61	77,50
Mikael Parente Reis	Fortaleza	CE	86,13	55,16	70,60	75,78
Rana Barbosa Rabêlo	Fortaleza	CE	85,48	55,05	70,46	75,47
Guilherme Nogueira Bento	Fortaleza	CE	89,84	53,20	68,10	75,34
Gabriel Brasileiro de Sousa	Fortaleza	CE	84,02	53,33	68,26	73,51
Yan Benevenuto Sabóia	Fortaleza	CE	88,44	50,74	64,95	72,78
Antônio Cauã Farias Telles Melo	Fortaleza	CE	92,27	47,97	61,40	71,69
Thomas Anders Silva Larsson	Valinhos	SP	88,49	46,22	59,16	68,94
Rodrigo do Nascimento Sampaio	Fortaleza	CE	86,04	35,15	44,99	58,67

Os estudantes marcados em **LARANJA** representarão o Brasil na
52nd International Chemistry Olympiad
que será realizada no próximo dia **25 de julho**.

CAPÍTULO 8



52nd IChO 2020
Istanbul, Turkey

Instruções Gerais

- Use apenas a caneta para escrever. Sua calculadora deve ser não programável.
- Este caderno de exame teórico contém 65 páginas, sem incluir as instruções gerais.
- Este exame possui **9 problemas**.
- Você tem **5 horas** para resolver o exame.
- **Inicie** apenas quando o comando de iniciar (**START**) for dado.
- Todos os resultados devem ser escritos nos quadros apropriados, à caneta, nas áreas designadas nas **folhas de resposta**. Use o verso das folhas de exame se você precisar de papel para rascunho. Lembre-se que respostas escritas fora das caixas de resposta não serão pontuadas.
- Escreva os cálculos relevantes nos quadros apropriados, quando necessário. A pontuação total só é dada para respostas corretas quando seu trabalho é mostrado.
- O aplicador anunciará um aviso de **30 minutos** antes do comando de parar (Stop).
- Você **deve parar** de escrever quando o comando **STOP** for dado. Continuar escrevendo vai levar à anulação do seu exame.
- A versão oficial desse exame em inglês está disponível sob demanda para esclarecimentos.
- Você não está autorizado a sair de seu local de exame sem permissão. Se precisar de alguma assistência (calculadora quebrada, banheiro, etc), levante a mão e espere até que um aplicador chegue.

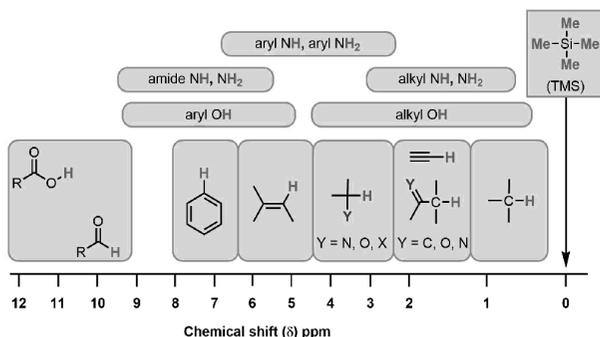
BOA SORTE!

Exame remoto - Teoria - Turquia – 30 de julho de 2020

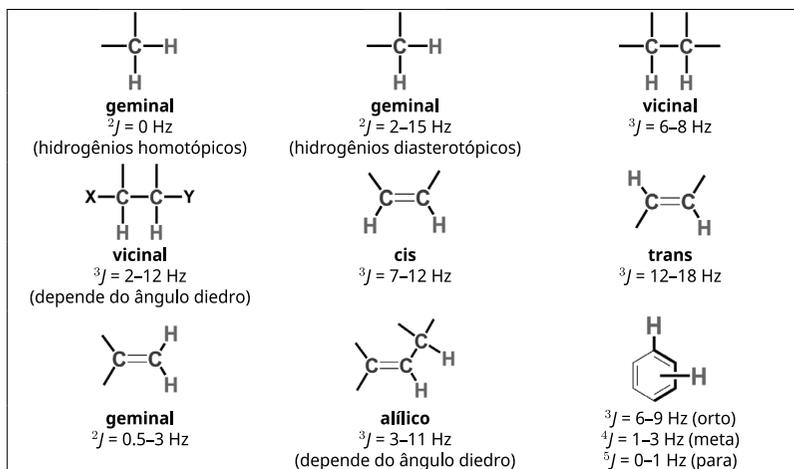
Constantes Físicas e Equações

Constante de Avogadro	$N_A = 6,0221 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de Boltzmann	$k_B = 1,3807 \times 10^{23} \text{ JK}^{-1}$
Constante Universal dos Gases	$R = 8,3145 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 0,08205 \text{ atm LK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Velocidade da luz	$c = 2,9979 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$
Constante de Planck	$h = 6,6261 \times 10^{-34} \text{ Js}$
Constante de Faraday	$F = 9,6485 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$
Massa do elétron	$m_e = 9,1093 \times 10^{-31} \text{ kg}$
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 da escala Celsius	$273,15 \text{ K}$
1 picômetro (pm)	$10^{-12} \text{ m}; 1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$
1 nanômetro (nm)	10^{-9} m
	$1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$
	$1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$
Unidade de Massa Atômica (amu)	$1 \text{ amu} = 1,6605 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Carga de um elétron	$1,6021 \times 10^{-19} \text{ C}$
Equação dos Gases Ideais	$PV = nRT$
Entalpia	$H = U + PV$
Energia Livre de Gibbs	$G = H - TS$
	$\Delta_r G = \Delta G^0 + RT \ln Q$
	$\Delta_r G^0 = -RT \ln K = -nF E_{\text{cell}}^0$
Varição da Entropia	$\Delta S = \frac{q_{\text{rev}}}{T}$, em que q_{rev} é o calor trocado em um processo reversível
Varição da Entropia	$\Delta S = nR \ln \frac{v_2}{v_1}$ (para a expansão isotérmica de um gás ideal)
Equação de Nernst	$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{C_{\text{oxidado}}}{C_{\text{reduzido}}}$
Energia de um fóton	$E = \frac{hc}{\lambda}$
Leis de velocidade integradas	
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	$k = Ae^{-E_a/RT}$
Equação para curva de calibração linear	$y = mx + n$
Equação de Lambert-Beer	$A = \epsilon lc$

Deslocamento Químico de RMN de ^1H



Constantes de acoplamento típicas



Deslocamento Químico de RMN de ^{13}C

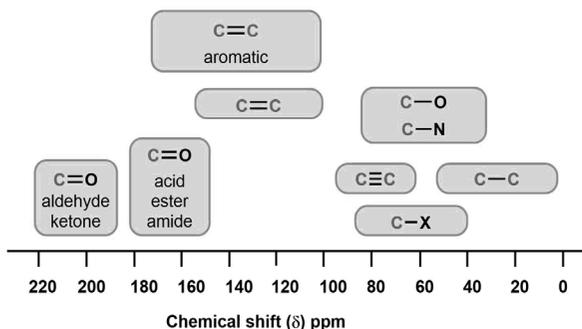


Tabela de Frequência de Absorção no Infravermelho

Grupo Funcional	Tipo de Vibração	Região da Frequência de absorção (cm^{-1})	Intensidade
Álcoois			
O-H	(estiramento, com ligação de hidrogênio)	3600-3200	forte, larga
	(estiramento, livre)	3700-3500	forte, fina
C-O	(estiramento)	1150-1050	forte
Alcanos			
C-H	estiramento	3000-2850	forte
	dobramento	1480-1350	variável
Alcenos			
=C-H	estiramento	3100-3010	média
	dobramento	1000-675	forte
C=C	estiramento	1680-1620	variável
Haletos de alquila			
C-F	estiramento	1400-1000	forte
C-Cl	estiramento	800-600	forte
C-Br	estiramento	600-500	forte
C-I	estiramento	500	forte
Alcinos			
C-H	estiramento	3300	forte, fino
C \equiv C	estiramento	2260-2100	variável, ausente em alcinos simétricos

Tabela de Frequência de Absorção no Infravermelho

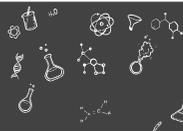
Aminas			
N-H	estiramento	3500-3300	média (aminas primárias possuem duas bandas; aminas secundárias possuem uma banda, normalmente muito fraca)
C-N	estiramento	1360-1080	média-fraca
N-H	dobramento	1600	média
Aromáticos			
C-H	estiramento	3100-3000	média
C=C	estiramento	1600-1400	média-fraca, múltiplas bandas
Carbonílicos			
C=O	estiramento	1820-1670	forte
Ácidos			
C=O	estiramento	1725-1700	forte
O-H	estiramento	3300-2500	forte, muito larga
C-O	estiramento	1320-1210	forte

Aldeídos			
C=O	estiramento	1740–1720	forte
C–H	estiramento	2850–2820 & 2750–2720	média, dois picos
Amidas			
C=O	estiramento	1690–1640	forte
N–H	estiramento	3500–3100	não substituídas têm duas bandas
	dobramento	1640–1550	

Tabela de Frequência de Absorção no Infravermelho

Anidridos			
C=O	estiramento	1830–1800 & 1775–1740	duas bandas
Ésteres			
C=O	estiramento	1750–1735	forte
C–O	estiramento	1300–1000	duas bandas ou mais
Cetonas			
acíclicas	estiramento	1725–1705	forte
cíclicas	estiramento	anel de 3 membros - 1850	forte
	estiramento	anel de 4 membros - 1780	forte
	estiramento	anel de 5 membros - 1745	forte
	estiramento	anel de 6 membros - 1715	forte
	estiramento	anel de 8 membros - 1705	forte
α, β -insaturadas	estiramento	1685–1665	forte
conjugação desloca a absorção para menores números de onda			
cetonas arílicas	estiramento	1700–1680	forte
Éteres			
C–O	estiramento	1300–1000 (1150–1070)	forte
Nitrilas			
C \equiv N	estiramento	2260–2210	média
Nitro			
N–O	estiramento	1560–1515 & 1385–1345	forte, duas bandas

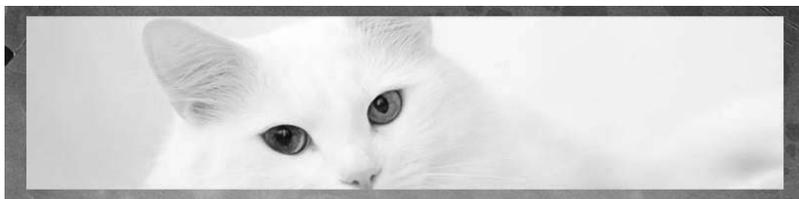
CAPÍTULO 9



52nd IChO 2020
Istanbul, Turkey

Questão 1

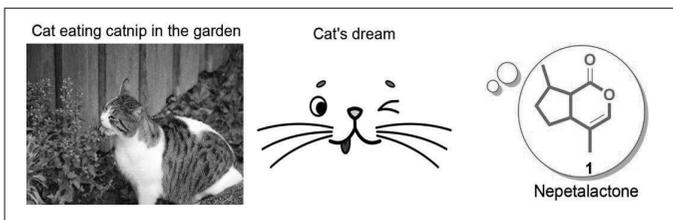
Duas belezas da Turquia: o gato Van da Turquia e o gato Angorá



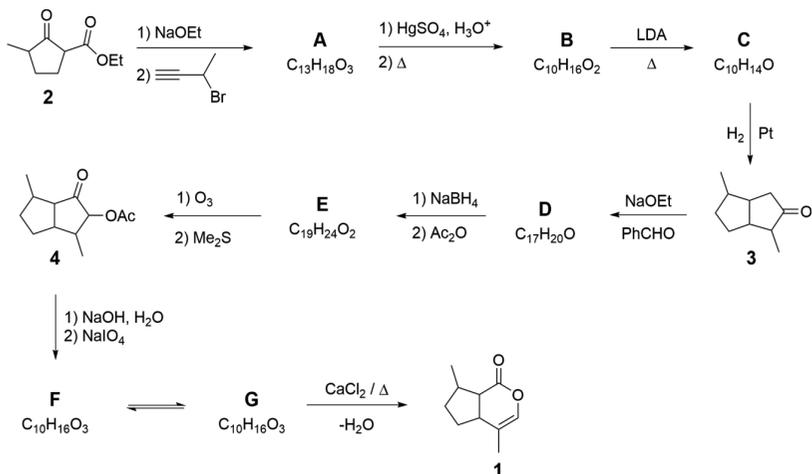
O mais bonito dos gatos, o gato Van da Turquia é uma raça pura que vive apenas na bacia do lago Van. Outra raça endêmica de gatos é o gato de Ancara. Eles são chamados de gato Angorá. A característica mais importante desses gatos são seus olhos, cada um de uma cor diferente.



Semelhante aos humanos, os gatos podem algumas vezes ficar estressados ou raivosos. Assim como as pessoas ficam alegres através da ação da melatonina, o estresse dos gatos pode ser reduzido e eles podem se tornar felizes graças a um produto natural. Nepetalactona é um composto orgânico isolado da planta erva dos gatos (*Nepeta cataria*), que age como um atrativo para os gatos. A Nepetalactona é um composto monoterpenóide bicíclico com dez carbonos, derivado do isopreno com dois anéis fundidos: um ciclopentano e uma lactona.



Síntese total da Nepetalactona

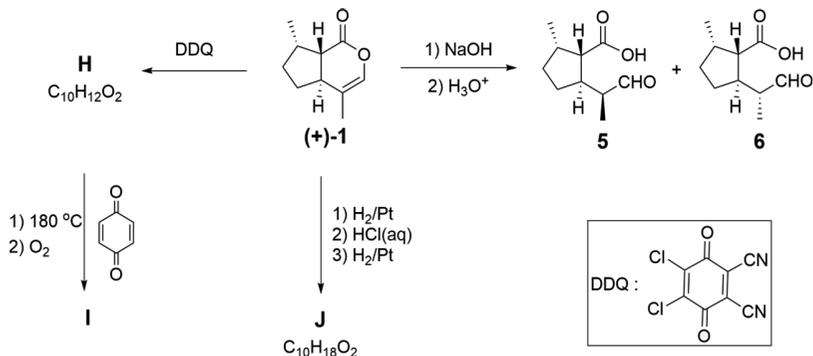


1.1 O esquema acima descreve a síntese total de nepetalactona. Desenhe as estruturas de A-G, sem os detalhes estereoquímicos
14.0pt

Dicas:

- O composto A tem uma banda forte e estreita em 3300 cm^{-1} no espectro infravermelho.
- **A**, **B**, e **F** são monocíclicos, enquanto **C**, **D**, **E** e **G** são compostos bicíclicos.
- **F** tem um duplete em 9,8 ppm no espectro RMN de 1H .

Reações da Nepetalactona



O esquema acima inclui algumas reações de um dos isômeros enantiopuros da nepetalactona **1**. Três dos produtos de reação (**5**, **6** e **J**) são utilizados como repelentes de insetos na indústria.

1.2 Para a relação entre **5** e **6**, qual das alternativas a seguir é/são verdadeiras?

Marque nas caixas próximas à(s) resposta(s) correta(s) na sua folha de respostas. **4.0pt**

A reação de **1** com DDQ produz um composto altamente conjugado **H**. Além disso, a reação térmica do composto **H** com a *p*-quinona produz **I** com massa molar de 226,28 g/mol.

1.3 Desenhe as estruturas de **H**, **I** e **J** indicando a estereoquímica. **6.0pt**

Dicas:

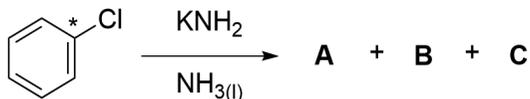
- Durante a formação de **I**, ocorrem reações sequenciais pericíclicas e uma reação de oxidação (devido à presença de O_2) e um gás bastante conhecido se forma durante a reação.
- **J** possui uma banda forte e muito larga entre 3300 e 2500 cm^{-1} no espectro de infravermelho.

Questão 2

Um conto de um Intermediário de Reação

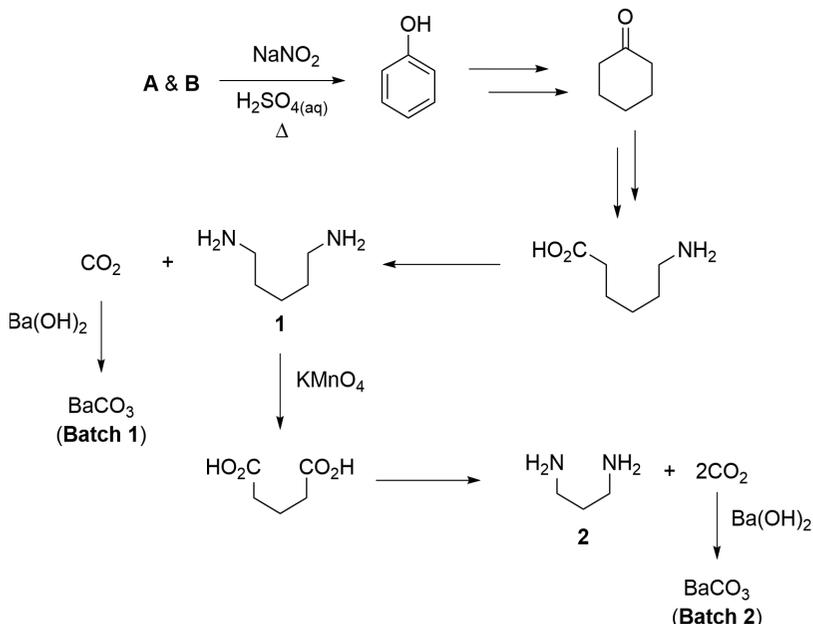
As arinas constituem uma classe especial de intermediários de reação. A primeira evidência experimental para a estrutura de uma arina (benzina) foi demonstrada em 1953 através dos elegantes experimentos de marcação por John D. Roberts e colaboradores.

Em um típico experimento, clorobenzeno, cujo carbono na posição 1 foi marcado com ^{14}C radioativo, reagiu com KNH_2 em NH_3 líquida para formar quantidades iguais dos isômeros isotópicos **A** e **B** juntamente com o sal inorgânico **C**. Esta reação ocorre por meio da formação de uma arina intermediária **D**.



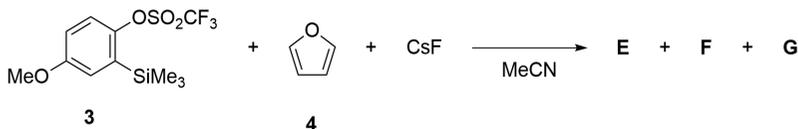
2.1 Desenhe as estruturas de A, B e D, e forneça a fórmula de C. Indique a(s) posição(ões) do(s) carbono(s) marcado ^{14}C com um asterisco (*), quando aplicável. **7.0 pt**

A análise do(s) produto(s) marcados com ^{14}C foi realizada via experimentos de degradação (os carbonos marcados com ^{14}C não são mostrados nas estruturas). A radioatividade dos intermediários e dos produtos finais foi examinada.



2.2 Assinale as caixas apropriadas na folha de respostas para os intermediários e produtos que você espera que apresentem radioatividade. **9.0pt**

Com o objetivo de facilitar a formação de arinas, Kobayashi e colaboradores desenvolveram um protocolo de geração de arinas induzido por fluoreto. Usando esse método, o derivado de benzeno **3** reage com furano (**4**) na presença de CsF, resultando na formação de **E**, **F** e **G**.



- A análise por combustão de **E** revelou a seguinte composição atômica: 75,8% de Carbono, 5,8% de Hidrogênio e 18,4% de Oxigênio.
- **E** não possui um próton que seja substituível com D_2O na espectroscopia de RMN de ^1H .
- **F** é um composto iônico.

2.3 Determine as estruturas de **E**, **F** e **G** (sem detalhes estereoquímicos). **8.0pt**

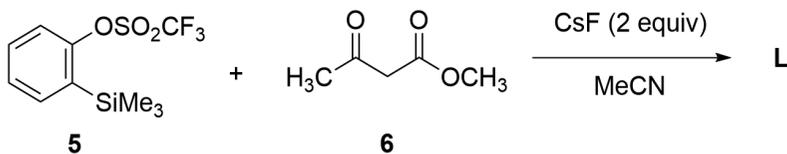
Na ausência de um nucleófilo ou capturador, arinas podem sofrer ciclodimerização do tipo [2+2] ou ciclotrimerização do tipo [2+2+2] sob condições favoráveis. O derivado da arina que é obtido quando o composto **3** é tratado com um equivalente de CsF em MeCN pode produzir, em princípio, quatro produtos diferentes de dimerização e trimerização (**H-K**).

- **H** possui dois planos de simetria.
- É esperado que **I** apresente 21 sinais em seu espectro de RMN de ^{13}C .
- Tanto **I** como **J** exibem um valor de m/z de 318,1 em seus espectros de massa.

2.4 Determine a estrutura dos compostos H-K. **16 pt**

Quando o composto **5** reage com o β -ceto-éster **6** na presença de 2 equivalentes de CsF a 80°C , **L** é obtido como o produto majoritário. Os dados dos espectros de RMN de ^1H e de ^{13}C registrados em CDCl_3 para o composto **L**, são mostrados a seguir:

- $^1\text{H-NMR}$: δ 7,79 (dd, $J = 7,6, 1,5$ Hz, 1H), 7,47–7,33 (m, 2H), 7,25–7,20 (m, 1H), 3,91 (s, 2H), 3,66 (s, 3H), 2,56 (s, 3H) ppm.
- $^{13}\text{C-NMR}$: δ 201,3, 172,0, 137,1, 134,4, 132,8, 132,1, 130,1, 127,5, 51,9, 40,2, 28,8 ppm.



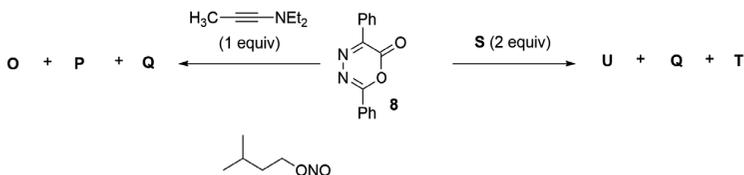
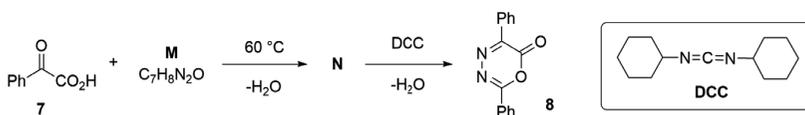
2.5 Determine a estrutura do composto **L**. **5.0pt**

2.6 Na reação mostrada na tarefa **2.5**, qual(uais) afirmação(ões) na folha de respostas descreve(m) a(s) função(ões) do CsF?

- Os valores de pK_a do HF e do β -ceto-éster **6** em dimetilsulfóxido (DMSO) são em torno de 15 e 14, respectivamente.

O derivado diazopirona **8** mostrou-se útil como reagente para a construção de uma variedade de redes cíclicas. Sua preparação a partir do ácido fenilgloxílico (**7**) e seu uso em duas diferentes reações é descrito a seguir.

- **Q** e **T** são gases nas condições ambientes.
- **O** e **P** são isômeros constitucionais.
- **Q** não apresenta nenhum sinal no espectro de infravermelho.
- O aquecimento de 1 mol de **R** a 85 °C gera 1 mol do reagente intermediário **S**.
- A reação do composto **8** com dois equivalentes de **S** forma os compostos **U**, **Q** e **T**.



Nota:

equiv= equivalente

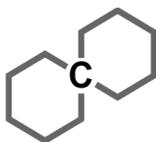
cat= catalisador

2.7 Determine as estruturas dos compostos **M-U**. **28.0pt**

Questão 3

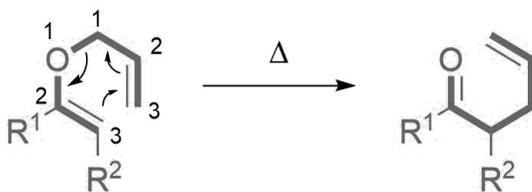
(±)-Coerulescine

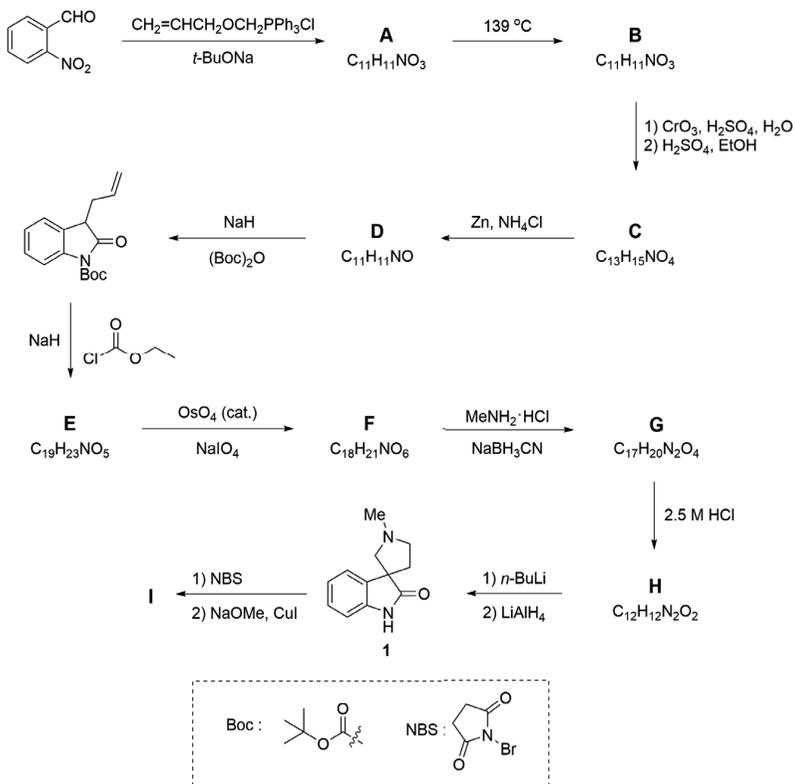
Um composto *spiro* é tipicamente um composto orgânico contendo anéis ligados por um átomo comum (spiro-átomo) como o átomo de carbono em negrito na figura abaixo. O sistema spiro[pirrolidina-3,3'-oxindol] é um esqueleto orgânico incorporado em diversos alcaloides citostáticos e outros compostos artificiais. Coerulescina (**1**) e horsfilina são os membros protótipos mais simples desta subfamília que demonstram atividade biológica diversa e podem ser sintetizados pela rota mostrada abaixo.



O rearranjo de Claisen, que é um rearranjo sigmatrópico-[3,3], é uma poderosa reação envolvendo formação de ligações carbono-carbono, na qual um éter alil vinil é convertido termicamente em um composto carbonílico insaturado, como mostrado no esquema abaixo. Quando o composto **A** é aquecido, ele sofre o rearranjo de Claisen para formar o composto carbonílico **B**.

Para esta tarefa, as suas respostas podem ser dadas sem indicação estereoquímica.





3.1 Desenhe as estruturas dos compostos **A** e **B**.

- **A** é uma mistura inseparável de isômeros *cis/trans*.
 - **B** tem uma absorção no espectro de infravermelho em 1726 cm^{-1} .
- 8 pt**

3.2 Desenhe as estruturas dos compostos **C**, **D**, **E**, e **F**.

D–F têm uma estrutura bicíclica. **16 pt**

3.3 Escolha a ordem correta das etapas para a transformação de **F** em **G**. **4.0pt**

3.4 Desenhe as estruturas dos compostos **G** e **H** (ambos compostos *spiro*). **8.0pt**

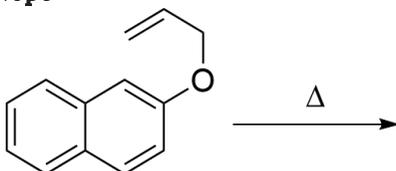
3.5 Desenhe a estrutura do intermediário produzido pelo tratamento com *n*-BuLi no passo **H** → **coerulescine (1)**. **5.0pt**

Coerulescine (1), quando tratada com *N*-bromosuccinimida (NBS), produz o derivado bromado, que sob aquecimento com metóxido de sódio na presença de iodeto cuproso forma **horsfilina (I)** com um rendimento de 60%.

3.6 Escolha a estrutura correta para o composto **I** consistente com os seguintes dados de RMN de ϕ H: δ 7,05 (d, $J = 1,4$ Hz, 1H), 6,78 (d, $J = 8,0$ Hz, 1H), 6,72 (dd, $J = 8,0, 1,4$ Hz, 1H) ppm. **5.0pt**

3.7 Quando o alil éter do 2-naftol é aquecido, um rearranjo sigmatrópico é provocado.

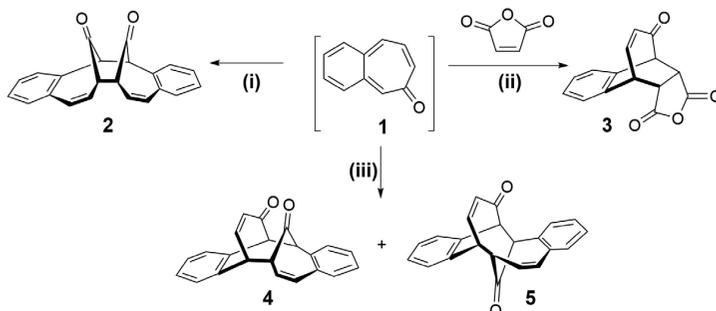
Escreva a estrutura do produto majoritário isolado a partir desta reação. **5.0pt**



Questão 4

Simetria importa!

Existem inúmeras reações na química orgânica, que ocorrem via estados de transição cíclico e são classificadas como reações pericíclicas. As regras de Woodward – Hoffmann, desenvolvidas por Robert B. Woodward e Roald Hoffmann, são usadas para racionalizar aspectos stereoquímicos e a energia de ativação de reações pericíclicas.



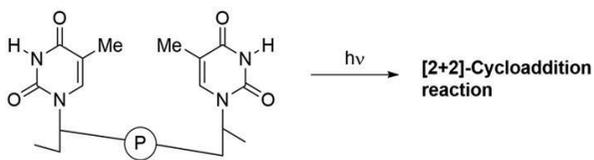
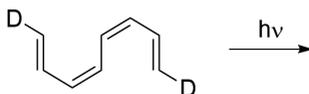
Regras de Woodward–Hoffmann				
Número de elétrons	Reações eletrocíclicas		Cicloadições	
	Térmica (Δ)	Fotoquímica ($h\nu$)	Térmica (Δ)	Fotoquímica ($h\nu$)
$4n$ ($n = 1, 2, \dots$)	Conrotatória (con)	Disrotatória (dis)	Desfavorável	Favorável
$4n+2$ ($n = 1, 2, \dots$)	Disrotatória (dis)	Conrotatória (con)	Favorável	Desfavorável

4.1 Preencha a tabela para as reações (i)-(iii) ou produtos 2–5
12.0pt

Existem três possíveis isômeros de benzotropona. Embora dois dos isômeros da benzotropona tenham sido isolados, o 3,4-benzotropona (**1**) não foi isolado. Sua instabilidade é atribuída à estrutura o-quinoidal de **1** porque não possui um sistema de sexteto de elétrons no anel benzeno.

4.2 Desenhe as estruturas dos isômeros estáveis da benzotropona **A** (que apresenta 6 sinais em seu espectro de RMN de ^{13}C) e **B** (que apresenta 11 sinais em seu espectro de RMN de ^{13}C). **6pt**

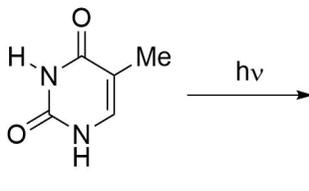
4.3 Quando o tetraeno abaixo, reage sob condições fotoquímicas, o(s) produto(s) permitidos por simetria, para três tamanhos diferentes de anel, podem se formar de acordo com as Regras de Woodward-Hoffmann. Marque a resposta correta em cada linha. **6.0pt**



O Prêmio Nobel de Química de 2015 foi concedido, em conjunto, ao cientista turco Aziz Sançar, ao cientista sueco Tomas Lindahl e ao cientista americano Paul Modrich por seus “estudos mecanísticos de reparo do DNA”.

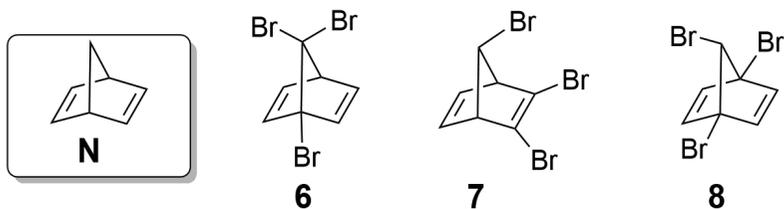
Bases pirimídicas encontradas no DNA podem sofrer uma **reação de cicloadição fotoquímica** [2 + 2] (ver figura acima) com a luz UV que atinge a pele de uma pessoa, causando danos ao DNA, o que pode levar ao câncer de pele. A pesquisa do professor Aziz Sancar concentrou-se no mecanismo de reparo do DNA para esse tipo de dano.

A timina (**T**) é uma das nucleobases que pode sofrer uma reação fotoquímica com a luz UV. Vamos supor que temos uma solução de timina livre que foi submetida à irradiação UV



4.4 Considerando a estereoquímica, **desenhe** as estruturas de **todos os produtos possíveis** desta reação entre duas moléculas livres de timina (**T**). **Circule** o(s) composto(s) que é/são quiral(is). Desenhar apenas um enantiômero de um par enantiomérico é suficiente. Por favor, note que somente ligações C=C participam dessa reação. **16 pt**

Uma ampla gama de derivados halogenados de norbornadieno (**N**) é conhecida na literatura. Tribromo- norbornadieno ($C_7H_5Br_3$) possui seis isômeros aquirais (meso). Três desses isômeros (**6**, **7** e **8**) são dados abaixo.

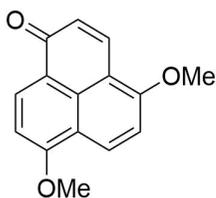


4.5 Quantos sinais você espera encontrar nos espectros de RMN de C dos isômeros **6**, **7** e **8**?

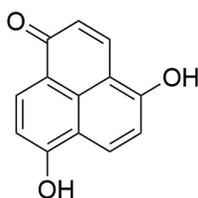
Responda nas respectivas caixas. **9pt**

4.6 Demais das estruturas **6** a **8** dadas nas caixas, **desenhe** as estruturas (**C**, **D** e **E**), dos outros três isômeros aquirais (meso) do tribromonorbornadieno (C_7H_3Br). **9pt**

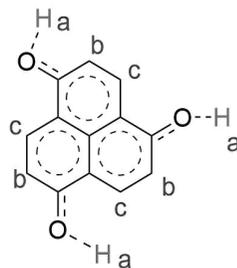
O espectro de RMN do éter **9** é complexo. Os dois grupos MeO- são diferentes, assim como todos os átomos de hidrogênio nos anéis. No entanto, o difenol **10** tem um espectro de RMN muito simples e existem apenas três tipos de prótons (marcados como a, b e c). Uma estrutura média que representa razoavelmente todas as estruturas de ressonância e sua simetria é mostrada em **11**.



9

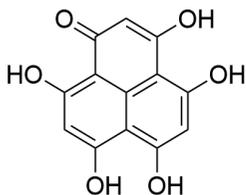


10

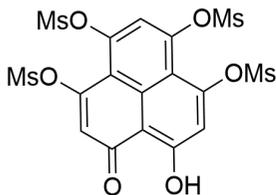


11

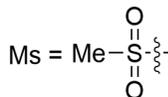
4.7 Quantos sinais você espera nos espectros de RMN de ^{13}C e de 1H dos compostos **12** e **13**? **8pt**



12

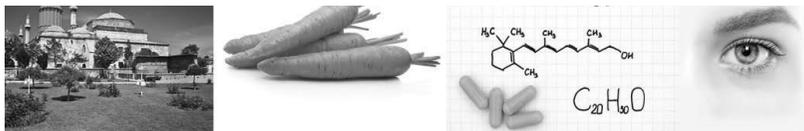


13



Questão 5

Cônia, Cenoura, Beta-Caroteno, Vitamina A, Sistema Imunológico, Visão



Mevlana (Rumi) foi um grande místico e poeta Sufi que viveu seus dias em Cônia no século 13. A relevância indireta de Cônia para a química é que a cidade provê 65% da produção de cenoura do país, a partir da qual uma das vitaminas essenciais (vitamina A) é obtida.

A cenoura é uma fonte importante de β -caroteno, o que confere ao vegetal sua cor laranja. Essa molécula é um pigmento vermelho alaranjado encontrado naturalmente em plantas e frutas e é uma provitamina A carotenoide. Ela é convertida em vitamina A, que é essencial para o crescimento e desenvolvimento normais, o sistema imunológico e a função da visão.

β -caroteno tem uma cadeia de polieno estendida de 22 átomos de carbono. É um sistema π conjugado com ligações simples e duplas alternadas. Seu comprimento de onda experimental de absorção máxima (λ_{max}) é 455 nm. Consideramos que todas as ligações entre C_1 e C_{22} são ligações conjugadas. Existem 22 elétrons π na molécula (Figura 1).

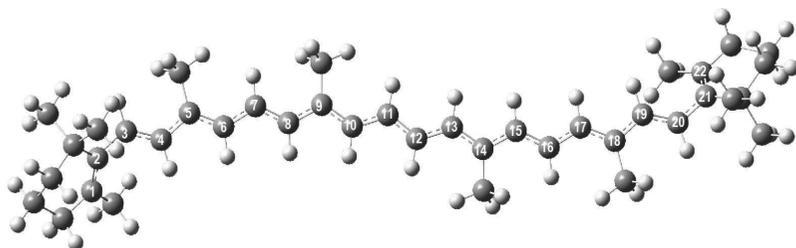


Figura 1. Representação bola e bastão da estrutura do β -caroteno. As esferas cinza e branca representam os átomos de carbono e hidrogênio, respectivamente. Os átomos de carbono numerados pertencem ao segmento linear π conjugado da molécula.

Em uma aproximação grosseira, pode-se considerar que os elétrons nos orbitais C-2Pz, os quais são perpendiculares ao plano molecular, movem-se ao longo de toda a molécula, sem interagir entre si. Eles se comportam como partículas independentes confinadas em uma molécula movendo-se ao longo do eixo x em uma dimensão. Essas características dos elétrons π os tornam candidatos a serem tratados pelo modelo mais simples chamado de modelo da **partícula na caixa unidimensional**.

A função de onda e as energias dos níveis quantizados para um elétron se movendo em uma caixa unidimensional com paredes de potencial infinito são dadas a seguir:

$$\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin \frac{n\pi x}{L} \quad (\text{Eq.1})$$

em que n é o número quântico, $n = 1, 2, 3, 4, \dots, \infty$, e L é o comprimento da caixa.

$$E_n = \frac{n^2 h^2}{8m_e L^2} \quad (\text{Eq.2})$$

Em duas dimensões, dentro da mesma ideia da aproximação da partícula independente, a função de onda é expressa como o produto de funções de onda unidimensionais, e a energia é expressa como uma soma de energias unidimensionais. Os níveis de energia da caixa retangular bi-dimensional são dados por:

$$E_{n_x, n_y} = \left[\frac{n_x^2}{L_x^2} + \frac{n_y^2}{L_y^2} \right] \left\{ \frac{h^2}{8m_e} \right\} \quad (\text{Eq.3})$$

em que n_x, n_y são números quânticos e eles são inteiros positivos. L_x, L_y são as dimensões da caixa no modelo 2D. Eles são números positivos.

5.1 Qual das duas sentenças abaixo estão corretas? Marque apenas uma resposta que inclui as sentenças corretas na folha de respostas. **13.0pt**

A molécula de β -caroteno tem a cor laranja porque:

- i)** ela absorve na região do visível do espectro eletromagnético.
- ii)** A transição HOMO \rightarrow LUMO ocorre pela absorção de um fóton infravermelho.
- iii)** o espaçamento entre o 22º e o 23º níveis de energia é igual à energia do fóton infravermelho no comprimento de onda laranja.
- iv)** ela absorve luz verde/azul e transmite cor vermelha/amarela.

- v) ela absorve na região UV-visível já que a molécula não tem momento de dipolo líquido.

Embora seja altamente não realista, vamos assumir que o segmento conjugado da molécula seja linear e tratado com um modelo da partícula na caixa unidimensional, como mostrado na figura 2. Nesse caso, o comprimento da caixa pode ser aproximado por $L=1,40 \times n_c$ (em Å), em que n_c é o número de átomos de carbono no segmento conjugado.

Use essa informação para responder às questões 5.2–5.6.

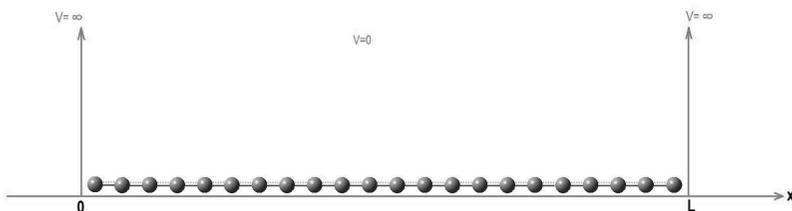


Figura 2. Representação esquemática do segmento linear conjugado formado por átomos de carbono do β -caroteno em uma caixa unidimensional de comprimento L .

- 5.2 Calcule** as energias (em J) dos dois níveis de energia mais baixa. **13.0pt**
- 5.3 Desenhe** as funções de onda dos dois níveis de energia mais baixa colocando a legenda do eixo x de maneira apropriada. **15.0pt**
- 5.4 Faça um esquema** do diagrama de níveis de energia até $n = 4$ mostrando os espaçamentos relativos entre os níveis. **8.0pt**
- 5.5** Qual a energia π total (em J) da molécula? **12.0pt**
- 5.6 Calcule** o comprimento de onda (em nm) no qual ocorre a transição entre o nível ocupado de maior energia e o nível desocupado de menor energia. **10.0pt**

Use o modelo da partícula na caixa bi-dimensional para responder às questões 5.7–5.8.

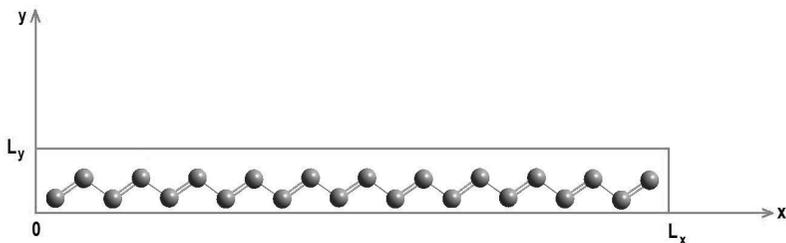


Figura 3. Representação esquemática do conjunto de átomos de carbono conjugados do β -caroteno em uma caixa bi-dimensional.

Considere que o segmento conjugado é formado por átomos de carbono que são todos trans entre si. O movimento dos elétrons π é estudado na caixa retangular bi-dimensional com dimensões $L_x = 26,0 \text{ \AA}$, $L_y = 3,0 \text{ \AA}$ (Figura 3).

5.7 Calcule as energias (em J) do nível ocupado de maior energia e do nível desocupado de menor energia e o comprimento de onda (em nm) no qual ocorre a transição entre esses níveis de energia.

17.0pt

5.8 Qual deveria ser o valor de L_x (em \AA) para que a molécula possa absorver luz no comprimento de onda experimental $\lambda_{max} = 455 \text{ nm}$ se L_y é mantido constante em $3,0 \text{ \AA}$. (Considere que os números quânticos para HOMO e LUMO são os mesmos da questão 5.7.)

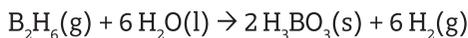
12.0pt

Questão 6

Termodinâmica através de uma viagem Interestelar

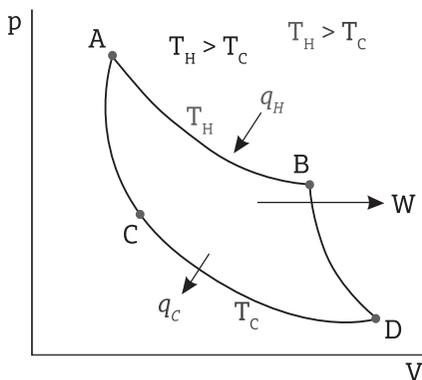
Parte 1

Em um universo hipotético, uma quantidade desconhecida de diborano participa da reação que se segue:



Considere que, neste universo hipotético, o $\text{H}_3\text{BO}_3(\text{s})$ obtido a partir dessa reação foi completamente sublimado a 300 K. A energia necessária para a sublimação foi obtida por meio do trabalho gerado em um ciclo completo de uma máquina térmica ideal, na qual 1 mol de um gás perfeito monoatômico flui de acordo com o ciclo descrito pelo diagrama pressão (p) - volume (V) a seguir:

- A→B; Expansão isotérmica reversível que absorve 250 kJ por transferência de calor (q_H) a uma temperatura de 1000 K (T_H) de uma fonte quente.
- B→D; expansão adiabática reversível.
- D→C; Compressão isotérmica reversível a uma temperatura de 300 K (T_C) liberando calor (q_H) para um reservatório frio.
- C→A; Compressão adiabática reversível.



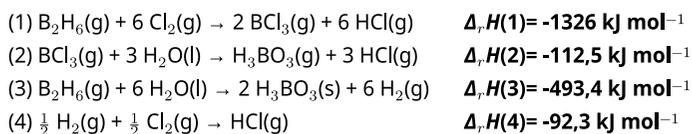
Após transferências de energia por calor, a energia restante é produzida na forma de trabalho (w). Além disso, q_H e q_C estão relacionadas a T_C e T_H de acordo com:

$$\frac{|q_H|}{|q_C|} = \frac{T_H}{T_C}$$

A eficiência do ciclo pode ser determinada dividindo o trabalho produzido por ciclo (w) pelo calor absorvido

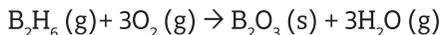
por ciclo (q_H).

É fornecida a variação de entalpia das reações a seguir, a 300 K.



- 6.1 Calcule** a entalpia molar de sublimação (em kJ mol^{-1}) para o H_3BO_3 a 300 K. **5.0pt**
- 6.2 Calcule** ΔU (energia interna) em kJ mol^{-1} a 300 K para as reações (2) e (4) dadas as equações acima (assuma comportamento de gás ideal para cada espécie gasosa em cada reação). **12.0pt**
- 6.3 Calcule** o trabalho total produzido em um ciclo por uma máquina térmica ($|w|$) em J e a quantidade de calor total liberada em um ciclo para o reservatório frio ($|q_C|$) em J. **6.0pt**
- 6.4 Calcule** a eficiência da máquina térmica descrita acima. **3.0pt**
- 6.5 Calcule** a variação de entropia (ΔS) para os processos $A \rightarrow B$ e $D \rightarrow C$ na máquina térmica em J K^{-1} . **6.0pt**
- 6.6 Calcule** a variação da energia de Gibbs (ΔG) em J para os processos $A \rightarrow B$ e $D \rightarrow C$ na máquina térmica. **6.0pt**
- 6.7 Calcule** a razão entre a pressão nos pontos A e B no ciclo (pressão padrão 1 bar). **5.0pt**
- 6.8 Calcule** a quantidade de $H_2(g)$ (em mol) produzida de acordo com a reação dada no início do problema para um ciclo da máquina. **3.0pt**

As viagens interestelares podem utilizar diborano como combustível de foguete. A combustão do diborano é apresentada a seguir:



A combustão do diborano foi realizada em um recipiente fechado de 100 L, a diferentes temperaturas, e as condições de equilíbrio registradas.

	8930 K	9005 K
$\text{B}_2\text{H}_6(\text{g})$	0,38 mol	0,49 mol
$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	0,20 mol	0,20 mol

A pressão parcial do $\text{O}_2(\text{g})$ foi estabilizada a 1 bar e mantida constante em todas as condições. Assuma que neste universo hipotético: $\Delta_r S^\circ$ e $\Delta_r H^\circ$ são independentes da temperatura, a entropia padrão molar (S°) do $\text{B}_2\text{O}_3(\text{s})$ não varia com a pressão, todos os gases se comportam como um gás ideal, todas as espécies permanecem na mesma fase, sem qualquer decomposição adicional antes ou depois da reação, a todas as temperaturas. Responda as questões a seguir:

6.9 Calcule K_p (constante de equilíbrio em termos de pressão parcial) a 8930 K e 9005 K. **8.0pt**

6.10 Calcule $\Delta_r G^\circ$ da reação em kJ mol^{-1} a 8930 K e 9005 K. (Caso você não consiga encontrar K_p , por favor use $K_p(8930\text{ K}) = 2$, $K_p(9005\text{ K}) = 0,5$). **6.0pt**

6.11 Calcule $\Delta_r G^\circ$ (em kJ mol^{-1}), $\Delta_r H^\circ$ (em kJ mol^{-1}), e $\Delta_r S^\circ$ (em $\text{J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$) da reação de combustão a 298 K.

(Caso você não consiga encontrar K_p , por favor use $K_p(8930\text{ K}) = 2$, $K_p(9005\text{ K}) = 0,5$). **6.0pt**

6.12 Marque a resposta correta na tabela determinando se as reações de combustão são favorecidas ou não à temperatura indicada abaixo sob pressão padrão (1 bar). **8.0pt**

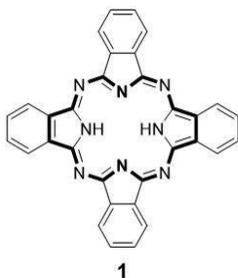
6.13 Calcule $\Delta_r H$ (kJ mol^{-1}) e S° ($\text{kJ mol}^{-1}\text{K}^{-1}$) da $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ usando os valores apresentados na tabela abaixo. ($\Delta_r H$ = entalpia de formação, S° = entropia padrão).

(Caso você não consiga encontrar $\Delta_r H^\circ$ e $\Delta_r S^\circ$ da combustão, por favor use $\Delta_r H^\circ = 1000\text{ kJ mol}^{-1}$, $\Delta_r S^\circ = 150\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$). **6.0pt**

	$\Delta_f H$ (298 K) S° (298 K)	
B_2H_6 (g)	36,40 kJ mol ⁻¹	0,23 kJ mol ⁻¹ K ⁻¹
O_2 (g)	0,00 kJ mol ⁻¹	0,16 kJ mol ⁻¹ K ⁻¹
	-1273 kJ mol ⁻¹	0,05 kJ mol ⁻¹ K ⁻¹

Questão 7

Ftalocianinas

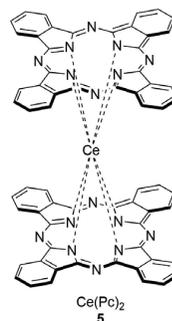
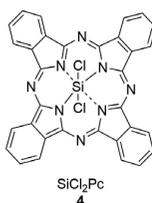
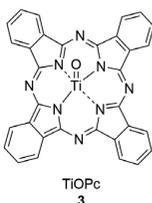
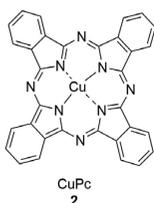


*Emeritus Professor Özer
Bekaroğlu*

O termo ftalocianina (Pc) tem a sua origem no Grego "naphtha", que significa óleo mineral, e "cyanine", que significa azul escuro. O cientista turco Özer Bekaroğlu é considerado um dos pioneiros da química de ftalocianinas na Turquia.

A molécula de ftalocianina (1, H_2Pc) é um composto macrocíclico planar de fórmula molecular $(C_8H_4N_2)_4H_2$.

7.1 Quantos elétrons π tem a região em negrito da molécula H_2Pc no composto **1** mostrado acima? **4.0pt**



Ftalocianinas contendo um ou dois íons metálicos são chamadas de ftalocianinas metálicas (MPcs), e exibem diferentes geometrias como mostrado acima .

7.2 Complete a tabela em sua folha de respostas determinando o número de coordenação dos íons centrais nos compostos **2-5. 8.Opt**

7.3 Complete a tabela em sua folha de respostas determinando o número de oxidação de cada metal (Cu, Ti e Ce) nos compostos **2, 3 e 5. 6.Opt**

7.4 Complete a tabela em sua folha de respostas determinando a geometria dos compostos **2-5. 8.Opt**

7.5 Complete a tabela em sua folha de respostas determinando a propriedade magnética dos compostos **2-5.**

- Use a letra "**p**" para propriedade paramagnética e a letra "**d**" para propriedade diamagnética. **8.Opt**

7.6 Escreva a configuração do estado fundamental do íon silício (Si) no composto 4, e encontre todos os números quânticos para os elétrons 2p no estado fundamental. **14.Opt**

A molécula de ftalocianina (**1**, H_2Pc) é normalmente sintetizada por ciclotetramerização de ftalonitrilas. Por outro lado, Pcs contendo diferentes substituintes são chamadas de assimétricas e podem ser preparadas a partir da ciclização estatística de duas ftalonitrilas diferentes. Este método não é seletivo, e o produto é uma mistura de todos os isômeros possíveis.

7.7 Desenhe todos os produtos que podem ser formados pelo método da ciclização estatística usando **F** e **G**. Casos existam estereoisômeros identifique-os como *cis*- ou *trans*-.

- **F** e **G** representam duas ftalonitrilas simétricas diferentes.
- Um dos produtos obtidos é **F**₄ como mostrado abaixo.
- **Desenhe** os outros produtos da reação num formato semelhante ao **F**₄. **19.Opt**

As Pcs são usadas como fotossensibilizadores em terapia fotodinâmica (PDT) de câncer devido à sua forte três componentes essenciais: fotossensibilizador, luz e oxigênio. Embora nenhum dos componentes seja tóxico individualmente, juntos desencadeiam uma reação fotoquímica gerando oxigênio singleto ($^1\text{O}_2$) que é citotóxico, capaz de destruir as células do câncer.

(multiplicidade) $^1\text{O}_2$

- A multiplicidade de um nível de energia é definida por $2S+1$
- Se os dois spins são paralelos ($\uparrow\uparrow$), $S = 1$; e se os dois spins são antiparalelos ($\uparrow\downarrow$), $S = 0$.

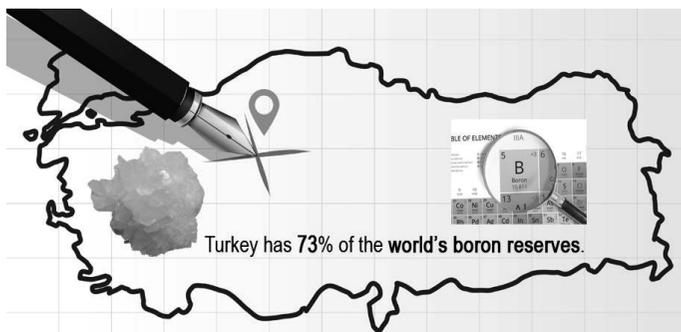
7.8 Desenhe o diagrama de orbitais moleculares do estado singleto de menor energia do dióxigênio ($^1\text{O}_2$) e calcule a ordem de ligação.

- **Não há elétrons desemparelhados neste estado! 12.0pt**

7.9 Considerando que o comprimento de onda da luz necessária para excitar o oxigênio tripleto a oxigênio singleto é de 1270 nm, **calcule** a energia (em kJ por mol) necessária para que esta transição ocorra.

Questão 8

Compostos de Boro e Armazenamento de Hidrogênio



O borohidreto de sódio (NaBH_4) e o borano de amônia (ou borazano) (BNH_2) são os materiais mais estudados para o armazenamento químico de hidrogênio. Nesta questão, você irá explorar a química do boro e o uso de compostos de boro como materiais para armazenamento de hidrogênio.

O Bórax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) é um mineral de boro produzido pela companhia turca ETI Mining. O NaBH_4 pode ser sintetizado pela redução de bórax anidro com sódio metálico a $700\text{ }^\circ\text{C}$, sob alta pressão de hidrogênio gasoso na presença de dióxido de silício (sílica); o chamado processo de Bayer. Neste processo, todo o hidrogênio é armazenado no NaBH_4 . Contudo, também é possível sintetizar borano de amônia (BNH_6) através da reação do NaBH_4 com sulfato de amônio em tetrahidrofurano seco (THF) a $40\text{ }^\circ\text{C}$. (Dica: A síntese de BNH_6 deve ser realizada numa capela de exaustão bem ventilada devido à formação de um gás inflamável como sub-produto).

Apesar de o NaBH_4 ser um composto iônico, o borano de amônia é um aduto ácido-base de Lewis.

8.1 Escreva a equação química balanceada para a síntese de NaBH_4 a partir do bórax anidro. **3.0pt**

8.2 Escreva a equação química balanceada para a síntese do borano de amônia a partir do NaBH_4 . **3.0pt**

8.3 Desenhe a geometria molecular do íon BH_4^- e do BNH_6 . **4.0pt**

8.4 Calcule a quantidade de hidrogênio nos compostos NaBH_4 e BNH_6 como percentagem em massa (% (m/m)). **4.0pt**

O hidrogênio armazenado em ambos os compostos pode ser liberado através de reações de hidrólise na presença de catalisadores apropriados, à temperatura ambiente. Através da hidrólise de 1 mol de NaBH_4 e BNH_6 , são liberados 4 e 3 mols de gás H_2 , respectivamente, juntamente com ânion metaborato que inclui ligações B-O.

8.5 Escreva as reações químicas balanceadas para a hidrólise dos compostos NaBH_4 e BNH_6 . **4.0pt**

O trióxido de diboro (B_2O_3) é um dos boratos estáveis mais simples. Contudo, é possível formar boratos superiores como por exemplo o $\text{B}_3\text{O}_6^{3-}$ que possui estrutura cíclica com ligações B-O. Como o B_2O_3 é um composto ácido, ele reage facilmente com água para formar ácido bórico (H_3BO_3). Por outro lado, a reação entre o B_2O_3 e amônia em altas temperaturas e altas pressões produz nitreto de boro bidimensional, que consiste em folhas análogas à grafite com átomos de B e N alternados.

8.6 Escreva as reações químicas balanceadas para as sínteses dos compostos ácido bórico e nitreto de boro. **4.0pt**

8.7 Desenhe as estruturas moleculares do íon $B_3O_3^{-6}$, do ácido bórico, e de uma única folha bidimensional de nitreto de boro. Dica: represente pelo menos 10 átomos de B na estrutura do nitreto de boro. **6.0pt**

Os compostos B-H, também designados por boranos, são também uma classe importante de compostos de boro. O borano estável mais simples é o diborano (B_2H_6), e muitos dos boranos de maior complexidade podem ser preparados a partir da pirolise do diborano. Por sua vez, o diborano pode ser sintetizado por uma reação de metátese entre um haleto de boro e uma fonte de hidreto.

8.8 Escreva a reação química balanceada para a síntese do diborano a partir do BF_3 e $LiBH_4$. **Dica:** ambos os produtos obtidos são compostos de boro. **3.0pt**

8.9 Desenhe a geometria molecular da molécula de diborano. Dica: Não existe nenhuma ligação B-B na molécula. **2.0pt**

O BH_3 (borano) é uma molécula instável e muito reativa. Portanto não é possível isolá-la como BH_3 em condições convencionais. Contudo, ela pode ser estabilizada através da sua reação com monóxido de carbono para formar o composto borano-carbonil (BH_3CO), que é um aduto do borano. A preparação de BH_3CO desempenha um papel importante no desenvolvimento da química de boranos já que indica a existência da molécula de borano.

8.10 Represente a estrutura de Lewis do BH_3CO , indicando as cargas formais. **3.0pt**

8.11 Qual das afirmações na folha de respostas representa o que é observado na ligação C–O da molécula CO quando ocorre a formação da ligação entre o BH_3 e o CO? **Assinale** a resposta correta na folha de respostas. **2.0pt**

A borazina, de fórmula molecular $B_3N_3H_6$, consiste em unidades cíclicas B–N, com ligações simples e duplas, e hidrogênios ligados a esses átomos. Esta molécula é isoestrutural ao benzeno. A borazina pode ser sintetizada por um procedimento em duas etapas, incluindo a síntese de um derivado da borazina clorada simetricamente tri-substituídos ($B_3N_3H_3Cl_3$) a partir da reação de cloreto de amônio e tricloreto de boro seguido da redução do $B_3N_3H_3Cl_3$ com $LiBH_4$ em THF.

8.12 Escreva as equações químicas balanceadas para as duas etapas da síntese da borazina a partir do cloreto de amônio em THF (tetrahidrofurano). **Dica:** O THF estabiliza um dos produtos formando um aduto ácido-base de Lewis. **4.0pt**

8.13 Desenhe as estruturas moleculares da borazina e do seu derivado clorado simetricamente tri-substituído. **4.0pt**

Os catalisadores são substâncias que aumentam a velocidade das reações ao proporcionar um mecanismo alternativo de menor energia. A sua atividade catalítica é determinada pelo número de renovação (número de *turnover*, *TOF*), calculado dividindo a quantidade molar de produto pelo número de mols de catalisador ativo multiplicado pelo tempo [TOF = mols de produto / (mols de catalisador x tempo)]. Realizou-se uma reação típica de hidrólise de 100,0 mM de BNH_6 em 10,0 mL de água, na presença de 5,0 mg de catalisador de CuPt/C (nanopartículas da liga CuPt suportadas em carbono, contendo 8,2% m/m de Pt). Gerou-se 67,25 mL de gás hidrogênio em 5 minutos.

8.14 Assumindo que a reação de hidrólise é realizada em condições padrão (1 atm e 273,15 K), **calcule** o TOF (min^{-1}) do catalisador CuPt/C, **relativamente apenas aos átomos de Pt** na hidrólise do BNH_6 considerando o volume de gás hidrogênio gerado. **4.0pt**

Como resultado de uma análise cristalina detalhada de nanopartículas da liga Cu_xPt_y (os subscritos indicam as porcentagens molares dos átomos na estrutura da liga), foi determinado que a célula unitária cúbica de faces centradas (*fcc*) era formada por átomos de Pt. Os átomos de Pt nas faces da célula unitária são substituídos por Cu para formar as nanopartículas da liga de substituição Cu_xPt_y . Baseado nesta informação, responda às seguintes questões.

8.15 Determine a composição das nanopartículas de Cu_xPt_y , através da determinação dos valores de x e y. **2.0pt**

8.16 Faça um esboço da célula unitária da estrutura cristalina de Cu_xPt_y descrita acima, indicando a disposição dos átomos na célula unitária. **2.0pt**

8.17 Um liga distinta tem composição Cu_2Pt_1 . Assuma que esta liga também tem uma célula unitária *fcc* com uma aresta de 380 pm de comprimento, mas os átomos de Cu e Pt estão distribuídos aleatoriamente pelas posições atômicas. **Calcule** a densidade desta liga em g/cm^3 .

Questão 9

Quantificação de íons de metais pesados

Para análise quantitativa de íons de metais pesados em um tanque de águas residuais de uma fábrica, as seguintes etapas foram aplicadas por uma analista a 298 K: Etapa 1) Amostras de 10 mL cada foram obtidas de cinco regiões diferentes em um tanque de águas residuais, misturadas em um béquer de 100 mL, e então agitadas por 5 minutos utilizando um agitador magnético.

Etapa 2) Uma amostra de 10 mL da solução foi tomada do béquer de 100 mL e 142 mg de Na_2SO_4 foi adicionado com agitação, seguida pela transferência para uma célula de um eletrodo triplo, conforme pode ser visto na Figura 1a. Nesta célula eletroquímica, fio de Pt, Ag/AgCl (3 M KCl), e folha de Pt serviram como eletrodo de trabalho, eletrodo de referência e contra-eletrodo, respectivamente.

Etapa 3) Estes eletrodos foram conectados a um potenciostato e um potencial constante de $-0,50\text{ V vs.}$

Ag/AgCl foi aplicado por 14 minutos, conforme pode ser visto na Figura 1b (linha horizontal). Assume-se que 14 minutos é suficiente para completar as reações eletroquímicas esperadas.

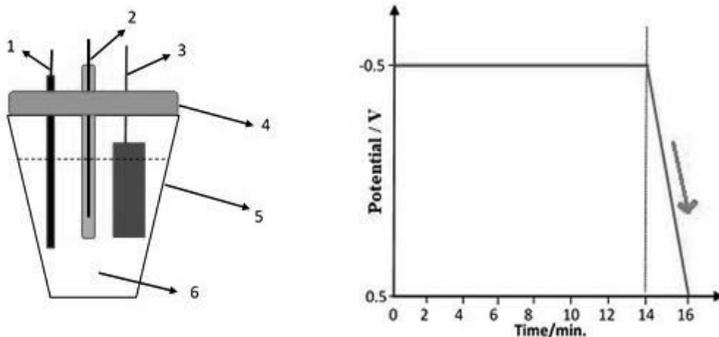


Figura 1. a) Planejamento da célula eletroquímica; 1) eletrodo de trabalho (fio de Pt), 2) eletrodo de referência (Ag/AgCl, 3 M KCl), 3) contra-eletrodo (folha de Pt), 4) tampa da célula, 5) célula eletroquímica, 6) solução de 10 mL da amostra. **b)** Variação de potencial do eletrodo de trabalho em função do tempo. Eixo-y: potencial/V vs. Ag/AgCl, eixo-x: tempo/min.

Etapa 4) Os eletrodos foram lavados com água destilada, colocados em uma outra célula eletroquímica contendo 10 mL de uma solução de H_2SO_4 0,1 M, e o potencial foi varrido entre $-0,50$ e $+0,50\text{ V}$ como pode ser

visto na Figura 1b (reta decrescente por 2 min). Os dados de corrente vs. Potencial para esta etapa são apresentados na Figura 2a, que assemelha-se bastante com uma visão do monte Ararat (Ağrı Dağı), a mais alta montanha da Turquia (Figura 2b).

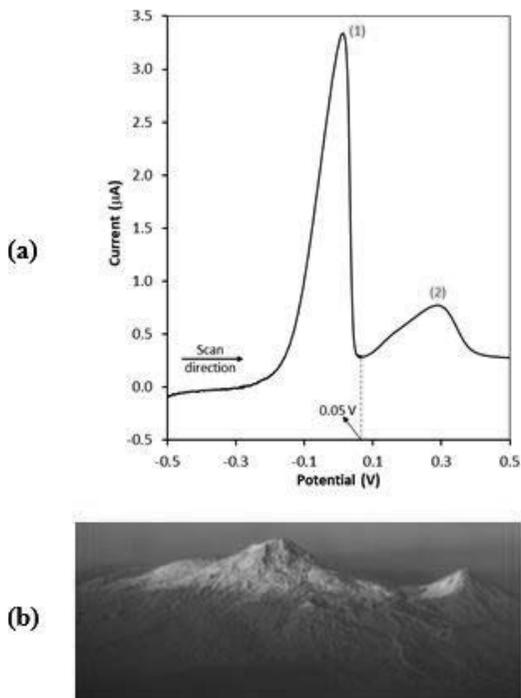


Figura 2. a) varredura do potencial do eletrodo de trabalho como função da corrente em uma solução 0,1 M de H_2SO_4 após mantê-lo constante em um potencial de -0,50 V em uma amostra de água residual de 10 mL como visto na Figura 1b (linha horizontal). eixo-y: corrente/ μA , eixo-x: potencial/V vs. Ag/AgCl, **b)** uma visão dos picos Ararat, grande e pequeno.

Etapa 5) Uma outra solução de 10 mL preparada na etapa 1 foi tomada e os processos explicados nas etapas 2 e 3 foram aplicados nesta ordem. Os eletrodos foram lavados com água destilada e colocados em 10 mL de solução de H_2SO_4 a 0,1 M. Então, o potencial do eletrodo de trabalho foi mantido constante a +0,05 V por 14 minutos. Assume-se que 14 minutos são suficientes para completar as reações eletroquímicas esperadas.

Etapa 6) Após a realização da etapa 5, a solução da célula eletroquímica foi colocada em um forno apropriado para evaporação a 150 °C, até a obtenção de um sólido seco.

Etapa 7) 5 mL de uma solução de ácido etilenodiamintetraacético (EDTA, H_4Y) (Figura 3) foi adicionada ao sólido obtido na etapa 6 e agitou-se até a dissolução. Sabe-se que 1 mL da solução de EDTA é equivalente a 3,85 mg/mL de $BaCO_3$. A seguir, o pH da solução foi ajustado para 10,0. O excesso de EDTA foi titulado com solução padrão 0,0010 M de $Ni(NO_3)_2$ e observou-se que 95,60 mL da solução de $Ni(NO_3)_2$ foi consumida até o ponto final.

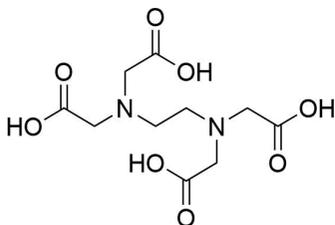


Figura 3. Estrutura química do EDTA (H_4Y).

- Em água saturada com H_2S , a concentração de equilíbrio de $[H_2S]$ é 0,1M.
- $K_{ps}(NiS) = 4,0 \times 10^{-20}$; $K_{ps}(CuS) = 1,0 \times 10^{-36}$
- $K_{a1}(H_2S) = 9,6 \times 10^{-8}$; $K_{a2}(HS^-) = 1,3 \times 10^{-14}$

Reação	E° / V (à 298 K)
$2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$	-0,83
$Ni^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Ni(s)$	-0,24
$2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$	0,00
$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$	+0,34
$Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$	+0,80
$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$	+1,23

- 9.1** Qual das seguintes opções pode ser considerada para o pico 1 e o pico 2 na Figura 2a, respectivamente? **Marque** a caixa correta na folha de respostas. **5.Opt**
- 9.2** Qual das situações é esperada, se o potencial aplicado fosse -1,2 V ao invés de -0,5 V na primeira etapa (linha horizontal) na Figura 1b? **Marque** a caixa correta na folha de respostas. **5.Opt**

9.3 Calcule a velocidade de varredura dos dados apresentados na Figura 2a, em mV/s. **8.0pt**

O potencial da seguinte célula é medido como 0,437 V.

Pt, H₂ (0,92 bar) | HCl (1,50 × 10⁻² M), AgCl (sat) | Ag

9.4 Calcule o valor do potencial de eletrodo padrão da meia-célula de: AgCl(s) + e⁻ → Ag(s) + Cl⁻ (aq) a 298 K.

Nota: Você deve mostrar todos os cálculos. **16.0pt**

9.5 Qual das sentenças representa o principal propósito da etapa 5 nesta análise? **Marque** a caixa correta na folha de respostas. **5.0pt**

9.6 Escreva as equações iônicas globais para as reações de complexação e de retrotitulação da etapa 7 na sua folha de respostas. **6.0pt**

9.7 Calcule a concentração de Ni²⁺ em mg/L nas águas residuais da fábrica.

Nota: Você deve mostrar todos os cálculos. **25.0pt**

9.8 Calcule o valor de pH mínimo para iniciar a precipitação dos íons Ni²⁺ na solução obtida na etapa 5 pela passagem de gás H₂S até a saturação na solução. Se você não resolveu a questão **9.7**, use uma concentração de amostra de 20 mg/L de Ni²⁺ para esta questão.

Nota: Você deve mostrar todos os cálculos.

"Em algum lugar, alguma coisa incrível está esperando para ser descoberta."

Carl Sagan

Destaques olímpicos



Ygor Santana Moura

Medalha de prata na 52nd IChO



Davi Fontoura Cantanhede

Medalha de bronze na 52nd IChO



Pedro Yudi Honda

Medalha de bronze na 52nd IChO



Thiago Veloso de Souza

Medalha de bronze na 52nd IChO

Com voos cancelados em decorrência da disseminação do vírus covid-19, a 52nd International Chemistry Olympiad programada para ocorrer, presencialmente, na cidade de Istambul entre 6 e 15 de julho de 2020, com exames teóricos e práticos, foi modificada para apenas um exame teórico remoto, realizado em 25 de julho. Normalmente com 80 países participantes, desta feita somente 61 participaram com estudantes.

Conseguimos realizar as seis etapas que culminaram com a escolha dos quatro estudantes que representaram nosso país nesse certame internacional, encerrado em 30 de julho com solenidade na qual vimos todos eles agraciados com medalhas. Ygor Santana Moura premiado com medalha de prata; Davi Fontoura Cantanhede, Pedro Yudi Honda e Thiago de Souza agraciados com medalhas de bronze.

Neste ano, não tivemos a Olimpíada Iberoamericana que deveria ter ocorrido em Teresina.

Mulheres na Química

Nos últimos três anos, temos nos empenhado em elevar a participação feminina nas olimpíadas de química. Várias ideias foram apresentadas no sentido de estimular a participação das meninas na química, a mais preferida foi criar um troféu, batizá-lo com nome de uma cientista brasileira e, anualmente, agraciar com medalhas as mais destacadas meninas em seis modalidades:

- 1. Olimpíada Norte/Nordeste de Química;**
- 2. Olimpíada Brasileira de Química Júnior;**
- 3. Olimpíada Brasileira de Química Modalidade A (1º e 2º anos);**
- 4. Olimpíada Brasileira de Química Modalidade B (3º ano);**
- 5. Olimpíada Brasileira do Ensino Superior de Química;**
- 6. Destaque de Escola Pública.**

As meninas de maior destaque em cada uma das seis modalidades acima descritas recebem o prêmio CFQ, constituído pela medalha de ouro Mulheres na Química e ter o nome do agraciado gravado no troféu Blanka Wladislaw, patroneado pelo CFQ - Conselho Federal de Química.

Em 2020, pelas dificuldades impostas pela pandemia, não se realizou a Olimpíada Brasileira do Ensino Superior de Química, as demais premiações tiveram as seguintes agraciadas:

Olimpíada Norte/Nordeste de Química

Cassia Caroline Aguiar da Ponte - Colégio Master - Fortaleza

Olimpíada Brasileira de Química Júnior

Sophia Coelho Andrade de Melo - Col. Ari de Sá Cavalcante - Fortaleza

Olimpíada Brasileira de Química Modalidade A

Marina Malta Nogueira, 2º ano - Colégio Ari de Sá Cavalcante - Fortaleza

Olimpíada Brasileira de Química Modalidade B

Rana Barbosa Rabêlo - Colégio Farias Brito, 3º ano, Fortaleza

Destaque de Escola Pública

Marta da Silva Leite de Carvalho

Escola Municipal Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, 8º ano, Teresina



Prêmio CFO, composto pelo Troféu Blanka Wladislaw e a medalha de ouro Mulheres na Química.

Destaques de Escolas Públicas

Mais uma vez os estudantes das escolas públicas formaram maioria no número de participantes nos certames do Programa Nacional Olimpíadas de Química, representaram 56,42 %. Essa superioridade não se revela nas posições mais destacadas da lista de resultados. Nesse aspecto, temos alcançado significativos ganhos, mas, insuficiente para regozijar-se frente aos esforços despendidos. Devemos exercitar a paciência pedagógica para ver absolutamente concretizado nosso objetivo, ainda é cedo para cobrar de uma iniciativa que teve, em 2015, seu ponto de partida. Contudo, já é possível observar alguns resultados animadores, estudantes de escolas públicas que, em anos anteriores, tiveram seus nomes gravados no troféu instituído para oferecer incentivo aos jovens das escolas públicas, neste ano, surgiram com enorme destaque. Três deles se classificaram para a etapa final da OBO, composta por três fases, a serem realizadas em 2021, com o objetivo de selecionar aqueles que representarão o Brasil na Olimpíada Internacionais de Química, são eles: Marina Malta Nogueira, Jana Almeida Pacheco dos Santos e Glauco César Prado Soares. Espera-se que estes jovens conquistem outras significativas vitórias e, escolham a química como profissão.

Desnecessário é reavivar os inúmeros textos sobre o desempenho dos estudantes das escolas públicas brasileiras nos resultados dos testes internacionais, a avaliação do PISA mostra bem isso, dentro de nossas possibilidades, estamos buscando, minimamente, reverter esse quadro.

Almejamos, com a premiação aqui referida, elevar a autoestima desses jovens, inspirar confiança e criar estímulos para superar as baixas expectativas escolares que habitualmente carregam com respeito ao futuro profissional. Os destaques oferecidos dão origem a uma visão de sucesso os impulsionam para buscar outros desafios. Neste ano, ficaram gravados no troféu DESTAQUE DE ESCOLAS PÚBLICAS os nomes dos estudantes:

Marta da Silva Leite de Carvalho

Escola Municipal Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, Teresina - PI

João Antônio Souto Correia

EE Profa. Dioguina Augusta Santana - Nova Belém - MG

João Anderson Santos Peixoto

2º Colégio da Polícia Militar Cel. Hervano Macêdo Jr, Juazeiro do Norte - CE

Felipe da Costa Mota

Escola Municipal Professor Hilton Nunes, Grajaú - MA



Troféu Destaques de Escolas Públicas

Homenageia os estudantes do ensino fundamental nas escolas públicas, medalhados em cada ano na Olimpíada Brasileira de Química Júnior.

Depoimentos

Como o Programa Nacional de Química me fez quem sou hoje

Ano passado, o Professor Sérgio Melo me mandou uma mensagem perguntando se eu estaria interessado em escrever um depoimento para os anais da Olimpíada Brasileira de Química (OBO). Confesso que fui pego de surpresa com essa mensagem, mas vi nela uma oportunidade única de poder compartilhar minha história e de mostrar como as olimpíadas de química se encaixam nela.

Desde criança eu gosto de ciências; lembro, inclusive, que era a minha matéria favorita, junto com matemática, no primário. Meu avô Felipe costumava ensinar algumas experiências como, por exemplo, usar uma lupa e a luz do sol para queimar papel e usar álcool e pétalas de flores para fazer perfumes. Tudo isso culminou para que - quando eu chegasse no nono ano e “ciências” se dividisse entre física, química e biologia - eu começasse a me interessar mais e a me aprofundar. Minha professora na época havia comentado sobre as competições de conhecimento conhecidas como olimpíadas e, sem pensar duas vezes, eu topei o desafio. Era ali que a minha trajetória no Programa Nacional Olimpíadas de Química começava.

A Química detém o título de "a ciência central", e certamente não há nenhuma outra área em que essa denominação se encaixe tão bem. Para onde quer que olhemos nós veremos o resultado de complexas reações químicas; a composição das que levaram a formar a liga metálica do seu celular, a composição da atmosfera em nossa volta, ou até mesmo a comida que está sobre sua mesa. Por causa disso, eu vi na Química uma ponte para entender o mundo à minha volta e percebi que as olimpíadas eram o caminho para ir além do que se ensina na grade curricular comum do Ensino Médio.

Desde quando fiz minha primeira OBOjr e obtive uma menção honrosa, até quando atingi o topo da minha trajetória olímpica com as duas medalhas em competições internacionais, eu não conseguia acreditar no quanto eu aprendi. Tudo isso foi fruto de muito estudo e muito aprofundamento em conteúdos os quais eu jamais imaginava que existiam.

Foi com as olimpíadas que aprendi a disciplina necessária para sair da zona de conforto no aprendizado - não só de química mas de qualquer ciência - e o valor de estudar as fronteiras do conhecimento. Evidentemente, as olimpíadas são só um primeiro passo em um caminho muito maior e mais complexo.

Fui selecionado para estudar no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (M.I.T.) em 2019 e as olimpíadas foram um dos principais contribuintes para essa aprovação, lá pude começar os próximos passos da minha caminhada.

Hoje eu sigo o meu caminho rumo à pesquisa científica e espero, no futuro, poder contribuir para essa grande aventura, sem nunca esquecer daquilo que tornou essa jornada possível.

Orisvaldo Salviano Neto

Medalha de ouro a Olimpíada Brasileira de Química - 2018
Medalha de ouro na Olimpíada Iberoamericana de Química - El Salvador - 2018
Medalha de bronze na 50th International Chemistry Olympiad - Praga - 2018
Estudante no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT)

Caminho pra o ouro olímpico internacional

Hoje, sentada à frente de uma tela de computador, me deparo com o desafio de escrever um texto sobre a experiência que mais mudou a minha vida. É engraçado pensar que, depois de 6 anos do início da minha trajetória nas Olimpíadas de Química, o que antes era minha rotina diária virou uma memória que aquece o coração e desperta as mais intensas emoções em mim. Eu poderia dar ênfase à várias coisas nesse texto: honrarias, medalhas, viagens ou cursos, mas nada se compara à jornada interna que passei nesse processo todo, assim como passa cada estudante pela sua própria. Tudo parece um filme.

Tudo começou em 2015, no nono ano, quando decidi assistir às aulas de OBOJr e me dedicar àquilo. Era totalmente novo enxergar o mundo num nível tão íntimo e profundo, entender a matéria com um microscópico subatômico e enxergar coisas que não se pode ver. No final do ano, infelizmente, não consegui o resultado que esperava: eu não havia sido selecionada para a OBO. Talvez aquilo fosse o fim. Mas, 2 semanas depois, recebi o resultado da OBO: uma prova que fiz de forma despreocupada, pois estava competindo com alunos mais velhos por pouquíssimas vagas. E eu havia passado. Talvez essa fosse a segunda chance que eu precisava, me mostrando que aquele era o meu caminho.

E, então, iniciou-se o processo que durou, no total, 3 anos: desde as aulas de OBO que me deixavam extasiada por aprender coisas que eu nem sonhava que existiam, até as medalhas de ouro na Fase Nacional, as participações nos Cursos de Aprofundamento na UFRN e UFMG, os cursos de Laboratório na UNICAMP e as Olimpíadas Internacionais e Iberoamericanas (na Tailândia, Peru, República Checa, Eslováquia e El Salvador). Isso parece grande, e realmente o é, mas maior ainda foi a transformação que todo esse processo causou em mim.

Comecei em busca de algo que eu nem sabia o que era, afinal, eu nunca tinha tido um grande sonho para seguir na vida. No começo, eu era uma garota de 14 anos extremamente insegura: ficava abalada por não entender certas aulas, por não conseguir resolver certas questões. Em muitos momentos pensei que nunca fosse chegar a lugar algum. A versão de mim que foi para os primeiros cursos e competições internacionais, no segundo ano, era assim: uma menina com muita vontade de vencer, mas muito medo de fracassar. Eu tinha amigos e companheiros de sala

que me ajudavam muito, enquanto eu focava apenas na comparação, me colocando para baixo, e me convencendo de que, talvez, eu não merecesse aquilo.

Apenas depois de retornar dessas 2 primeiras Olimpíadas com uma medalha de prata e uma de ouro no pescoço, eu comecei a acreditar mais no que eu podia fazer de bom. E lá estava eu no mesmo processo, outro ano. Dessa vez eu sabia o caminho das pedras, estava mais madura e mais confiante, mas foi mais doloroso: o processo foi mais solitário. Eram horas estudando sozinha, resolvendo exercícios e praticando em um laboratório práticas que nunca davam certo. E assim, eu persisti. Cheguei na minha segunda IChO com o objetivo de repetir a prata, lógico. Afinal, eu jamais ousaria sequer sonhar com uma medalha de Ouro, que nunca havia sido conquistada.

No dia da premiação, eu torcia para não ser chamada nas Menções Honrosas. Depois nas medalhas de Bronze. E a cada Prata que era chamada, meu coração não acelerava mais, pois eu tinha certeza de que estaria ali. Até que se acabaram os medalhistas de prata. Eu, professor Arimatéia e professor Fabiano nos levantamos das cadeiras, gritamos, choramos e fizemos tanto barulho que nos perguntaram o que estava acontecendo. E, ao subir naquele palco, para receber uma medalha de Ouro, tudo ficou menos real ainda. Era difícil acreditar, pois 2 anos antes eu era aquela garota que se colocava para baixo em toda e quaisquer situações. Que não se permitia errar e não acreditava no próprio potencial. Agora, eu tinha conseguido algo que nunca havia cogitado pensar sobre. Era surreal demais para ser verdade. E, na verdade, ainda é.

Poucos meses depois, fui para a minha segunda Olimpíada Iberoamericana. Era uma das favoritas para ficar no topo da competição, pois era uma dos 2 estudantes que haviam ganhado Ouro na Internacional, então todo mundo considerava “óbvio” que meu Ouro estava garantido. No fim, minha prova experimental não saiu como planejado e acabei recebendo uma medalha de Bronze. Confesso que foi muito estranho ver a cara das pessoas de surpresa, sentir decepção em algumas delas... se isso tivesse acontecido algum tempo antes, provavelmente eu me sentiria péssima. Mas na hora, não. E isso me surpreendeu muito.

Talvez, só naquele momento, me deparando com esse resultado “ruim” (aqui, as aspas são muito importantes), eu tivesse entendido o sentido de tudo isso. Nesse momento, minha despedida do mundo das Olimpíadas, eu só conseguia pensar no que passou: os lugares que

conheci, os amigos que fiz (e que, inclusive, carrego até hoje), as aulas incríveis que assisti, as provas de laboratório desafiadoras e incrivelmente divertidas, o orgulho que dei à minha família e aos meus professores, o quanto aprendi, me esforcei e demonstrei para mim mesma como eu era capaz, sim, de alcançar meus sonhos.

Afinal, agora eu tinha um sonho. E você deve estar se perguntando: mas você não já havia realizado? E a resposta é não. Talvez eu não saiba qual é esse sonho direito, porque talvez ainda esteja vivendo ele. Ao falar de todos esses momentos, eles parecem muito mais uma ideia maluca do que algo real, muito mais um sonho do qual você lembra ao acordar do que uma memória de alguns anos atrás. Então, sim, eu ainda vivo nesse sonho. Um sonho que é muito mais que todas as medalhas, embora elas tornem as coisas um pouco mais concretas, muito mais que as notas nas provas ou os resultados. Foi o sonho da perseverança, o sonho de estudar algo que me desperta paixão, de me descobrir alguém forte e capaz, de explorar o mundo e conhecer pessoas nele todo, de orgulhar a quem eu amo.

E hoje aqui estou. Minha vida mudou completamente por causa disso. É engraçado pensar o que teria acontecido se eu não tivesse ido para aquela primeira aula de OBQJr. Ou se qualquer coisa tivesse sido diferente. Eu mudei completamente: hoje sou mais forte, mais confiante e mais feliz. A Química nunca saiu da minha vida, embora o destino tenha me empurrado para outro caminho. As aulas de Olimpíada, que antes eu via da carteira, agora são planejadas e ministrada por mim, que me tornei colega dos meus mestres e professora de jovens que, como eu, talvez comecem sua trajetória achando que sonham com uma medalha.

Talvez você, lendo isto, já tenha achado que sonhou com uma medalha. Talvez ainda ache. E eu posso te dizer que não: você sonha com muito mais. Você pode conseguir muito mais que isso. Essa jornada é pelas provas, pelos livros, pelo mundo, mas, principalmente, dentro de você. E por isso, você deve sempre aproveitar o processo. Deve aproveitar seus momentos felizes com os colegas de classe, seus momentos com os professores, as comemorações por suas conquistas, o apoio se um dia você não chegar aonde desejou, os momentos em que conhece pessoas novas. Deve aproveitar suas mudanças, suas superações, seus desafios. É isso que fica para a vida toda: o conhecimento, o amor compartilhado, a superação, e, sobretudo, a sensação de que você ainda está sonhando.

Agradeço, por tudo isso, por essa experiência que virou meu mundo de cabeça para baixo, à minha família, que mesmo sem entender direito o porquê, de repente, eu estava fazendo tudo aquilo, me apoiou. Agradeço aos meus professores: Ronaldo, João Victor, Vitória, Mariano, Sérgio, Antonino e muitos outros. Vocês me ensinaram não só sobre Química, mas lições que eu carregarei sempre comigo sobre humildade, perseverança, confiança e bondade. Agradeço aos meus amigos e colegas, daqui e de outros lugares do mundo, que me ajudaram, apoiaram, ensinaram e que fizeram tudo valer mais a pena. Agradeço ao meu colégio, Farias Brito, por ter acolhido meus sonhos e me dado suporte para que eu pudesse crescer.

E, por fim, agradeço ao Programa de Olimpíadas de Química, principalmente ao professor Sérgio Melo, por criarem muito mais do que uma competição por Medalhas: por idealizarem a fazer acontecer um sonho. Um sonho que é plantado no coração de cada estudante que resolve seguir esse caminho e se dedicar, e que permanece em cada um, mesmo após anos. Criar coisas materiais é incrível, mas criar um sonho é mágico. Aqui eu termino meu texto, falando em nome de todos os alunos que escolheram e escolhem esse caminho, assim como eu: obrigada pela oportunidade de sonhar. E de continuar sonhando, mesmo depois de tanto tempo.

Ivna de Lima Ferreira Gomes

Medalha de ouro na Olimpíada Iberoamericana de Química - Lima - 2017
Medalha de prata na 49th International Chemistry Olympiad - Tailândia - 2018
Medalha de ouro na 50th International Chemistry Olympiad - Praga - 2018
Primeira brasileira a conquistar medalha de ouro internacional

Nos ombros de gigantes

Desde pequeno eu sempre ouvi a minha mãe dizer que o estudo seria muito importante pro meu futuro. Essa frase pode parecer bastante clichê, mas tem um significado diferente pra cada pessoa. Eu cresci vendo meus pais trabalharem duro e eu sempre fui consciente do trabalho que diversas coisas na minha vida custavam. Ver tudo isso fez a frase ter um sentido de acreditar e ter esperança.

Minha história com a as olimpíadas de química vem desde 2016. No imaginário da população em geral, uma aula de química tem vários erlenmeyrs com soluções mudando de cor, gases por todo lado e explosões. Minha primeira aula de química não teve nenhum desses elementos, mas nela eu encontrei algo ainda mais valioso: a porta pra entender inúmeros processos e a origem dos objetos ao meu redor. Isso me instigou tanto que eu decidi continuar estudando química pelo resto do ano, o que acabou compensando: no final do ano eu consegui uma medalha de bronze na OBOjr e me classifiquei para OBO pela Olimpíada Cearense de Química. Receber aquelas premiações me fez sentir que estava no caminho certo. Nos anos seguintes conquistei premiações na OBO, fui classificado para participar de cursos de aperfeiçoamento, pude conhecer muitas pessoas fascinantes, fazer muitos amigos e consegui me classificar para Olimpíada Internacional de Química (IChO) e para Olimpíada Iberoamericana de Química (OIAQ) e tive a felicidade de trazer bons resultados para casa, experiências inesquecíveis que muito provavelmente não poderia ter vivido de outra forma. Conhecer um ganhador do prêmio Nobel, fazer um passeio pelo rio Sena e dormir num quartel em Portugal são memórias que sempre vão me alegrar toda vez que eu olhar para as medalhas. Isso tudo veio com um custo e cada etapa do processo tinha um esforço adicional em relação à anterior, e eu sempre me inspirava em como minha mãe constantemente se reinventava para superar desafios pensando no bem estar da família.

Muito além dos bons resultados, as Olimpíadas de Química puderam me proporcionar um olhar mais profundo sobre essa ciência e me fez ter certeza que quero continuar estudando essas reações que formam o nosso dia-a-dia. Essa decisão seria muito difícil caso não tivesse participado. Na fase V da olimpíada realizada na Universidade Federal de Minas Gerais eu pude conhecer vários professores extraordinários e realmente sentir como seria a vida de um universitário. Conversando

com os professores eu pude descobrir várias áreas interessantes da química e entender melhor com o que cada uma delas lida e com base nelas recentemente entrei num projeto de uma área relacionada a uma das conversas mais interessantes que tive.

Minha história junto com os meus resultados pôde me levar ainda mais longe: em março do ano passado uma alegria imensa passou pela minha família quando eu soube que tinha sido aprovado no MIT. Ter essa oportunidade representa um coroamento de todos os esforços que eu e todas as pessoas que me apoiaram tiveram. Com essa aprovação eu posso sonhar ainda mais alto e vislumbrar mais maravilhas que a minha visão de “estuda, meu filho” pode me proporcionar. Poder estudar em uma universidade que é referência internacional com certeza vai me capacitar para que um dia eu possa retornar ao meu país e possivelmente retribuir um pouco de tudo que pude desfrutar devido às olimpíadas de química.

Essa caminhada com certeza teve muitos momentos de incertezas e angústia e muito do meu sucesso pode ser atribuído às muitas pessoas que me apoiaram. Durante a minha preparação eu tive contato com outras pessoas que passaram pelo mesmo processo e me fizeram acreditar que era possível. Cada vez que eu tinha uma prova meus pais sempre faziam questão de me levar ao local e ficavam até que eu entrasse pra fazer a prova, com oração e pensamentos positivos. Meus professores sempre muito empenhados também tiveram um papel crucial nesse processo me encantando com mais uma reação de acoplamento ou uma teoria para modelar efeitos quânticos. A Coordenação do Programa Nacional de olimpíadas de Química foi essencial e tenho grande admiração pelo professor Sérgio Melo que teve um papel de importância imensurável desde o começo das olimpíadas de química no Brasil e cujo trabalho possibilita que ano após ano essas olimpíadas possam mudar a vida de muitas pessoas pelo Brasil inteiro. Agora olho para trás e vejo como fui feliz de pessoas tão incríveis terem passado pela minha vida e olho adiante para o que eu posso fazer com tudo isso que conquistei e fico muito animado e grato de toda estrutura que pude encontrar que me impulsionou mais longe.

Ygor de Santana Moura

Medalha de ouro na Olimpíada Iberoamericana de Química, Porto - 2019

Medalha de prata na 51st International Chemistry Olympiad, Paris - 2019

Medalha de prata na 52nd International Chemistry Olympiad, Turquia - 2020

Estudante no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT)

Considerações Finais

Reinventando olimpíadas em tempo de pandemia

O ano de 2020, com o advento da covid-19, ameaçou interromper uma sequência exitosa de 25 anos ininterruptos de certames olímpicos de química no Brasil. Isso nos abalou, pois havíamos elaborado audacioso plano para comemorar nosso jubileu de prata. Motivo de preocupação para muitos estudantes que viam tolhida a aguardada oportunidade para mostrar seus talentos nos planos nacionais e internacionais e ter chances de seleção nas mais prestigiadas universidades do mundo.

Navegando na pandemia, concentramos esforços no sentido de concluir a etapa final da OBQ, iniciada no ano anterior, 2019 e realizar as três fases que constituíram a seletiva para escolher os estudantes que representaram o Brasil na Olimpíada Internacional de Química - IChO.

Cumprindo protocolos de biossegurança, chegamos à etapa final, os nossos quatro estudantes selecionados puderam participar da IChO - *International Chemistry Olympiad* e conquistaram medalhas neste certame, dois deles, posteriormente, convocados para ingressar no MIT. Caminho este feito por muitos outros que os antecederam e construíram suas carreiras com brilhantismo na química e em áreas afins. Alimento esperanças de ver o retorno desses estudantes ao Brasil, trazendo ideias construídas em um ambiente altamente seletivo e impulsionar aqui inovações com força disruptiva. Isso contribuirá enormemente para incrementar recursos humanos na área da ciência, na formação de líderes empresariais, bem ainda, gerar benefícios para a academia e a indústria química brasileiras. O futuro que almejamos para o Brasil passa pela formação precoce desses jovens idealistas, o Programa Nacional Olimpíadas de Química, há 25 anos, vem contribuindo para esse mister, habilitando-os para a “Sociedade 5.0” que se avizinha.

Mesmo em um ano de muitas dificuldades, conseguimos cumprir as atividades planejadas, os certames não acontecidos nas datas previstas para 2020, foram realizados até março de 2021, exceto a OBESQ por ter havido dissonância entre as atividades nas universidades participantes.

Por iniciativa do CNPq, em 2021, estudantes de escolas públicas participantes do Programa Nacional Olimpíadas de Química receberão bolsas de estudo para realizarem trabalhos supervisionados por professores indicados pelo projeto. Esta ação reúne coordenadores de seis estados brasileiros: Ceará, Minas Gerais, Paraná, Pará, Pernambuco, e envolve oito diferentes projetos de pesquisa. De certo modo, vivencia experiências anteriores, iniciadas em 2011, Ano Internacional da Química, quando reunimos 395 bolsistas para desenvolver projetos educacionais em escolas públicas de 19 estados brasileiros. Uma ação de grande repercussão cujas conquistas alcançadas ecoam ainda hoje.

Mais uma vez, confirma-se a importância da OBOjr neste projeto. Dentre os quinze estudantes selecionados para o Curso de Aprofundamento e Excelência em Química, segunda etapa do processo seletivo para a escolha da equipe que representará o Brasil na próxima olimpíada internacional, dez são ex-participantes da Olimpíada Brasileira de Química Júnior. Com esse argumento, reafirmamos nosso propósito de oferecer oportunidade de participação na OBOjr para estudantes matriculados em séries anteriores ao 8o. ano do ensino fundamental.

Por fim, comete-nos o dever de agradecer àqueles que proporcionaram as essenciais condições para alcançar as metas planejadas para 2020, o empenho pessoal do Prof. Dr. Arimatéia Lopes na solução dos entraves burocráticos, a tenacidade dos coordenadores estaduais e, ainda, ao Dr. João Milton Cunha de Miranda, Presidente do INESP, que incluiu nas Edições INESP, da Assembleia Legislativa do Estado do Ceará, os Anais do Programa Nacional Olimpíadas de Química. Somos gratos ao apoio financeiro concedido pelo MCTI e pelo CNPq, parceiros e organizador do edital para realização de olimpíadas científicas e, ainda, ao CFQ - Conselho Federal de Química que nos apoiaram em um momento extremamente complicado na condução do projeto.

Sérgio Melo

*Nem tudo o que se enfrenta pode ser modificado . . .
Mas nada pode ser modificado até que seja enfrentado.*

Albert Einstein

Endereços Coordenadores



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 Ferroviário, 360, Centro 57.020-600 - Maceió - AL Fones: (82) 2126-7000 - 2126 .7016
AMAPÁ amapa.obquimica.org/	Prof. Cláudio Pinheiro Jr. claudiopinheiro23@yahoo.com.br keltonbelem@hotmail.com Prof. Kelton Belém olimpiadaquimica.ap@gmail.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) 4009.2834
AMAZONAS oaqufam.wixsite.com/oamq pt-br.facebook.com/ oaquimica	Prof. Paulo Rogério da Costa Couceiro oaq.ufam@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 Caio Luís Santos Silva cssilva@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 http://ceara.obquimica.org/ coord.ocq@gmail.com	Profa. Nilce Viana Gramosa Pompeu de Sousa Brasil nilce.dqoi@ufc.br Prof. Jefferson Saraiva Ferreira jefferson.ferreira@ifce.edu.br	Universidade Federal do Ceará Campus do Pici - Bloco 940 Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) 62350-000 – Ubajara-CE
DISTRITO FEDERAL brasilia.obquimica.org/	Profa. Maria Aparecida da Silva Prado olimpiada.obqdf@gmail.com	Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal SBN Quadra 02 Bloco C – Edifício Phenícia 70.040-020 – Brasília-DF
ESPÍRITO SANTO www.ocq.ufes.br/	Prof. Carlos Vital Paixão de Melo cypaixao@globo.com carlos.melo@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 renatocandido@ufg.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 rblimas@gmail.com obqma@yahoo.com.br	Universidade Federal do Maranhão Departamento de Química Av. dos Portugueses, 1966 Campus da Bacanga 65.080-580 - São Luis - MA Fone: (98) 3272.9241
MATO GROSSO mt.obquimica.org	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/	Gilson de Freitas Silva gilson.freitas@gmail.com Prof. João Paulo Ataíde Martins 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 5762 e 3409 5775 - Sala 287
PARÁ para.obquimica.org/	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 https://oprq.ct.utfpr.edu.br/	Profa. Maurici Luzia Del Monego mauriciluzia@gmail.com oprq-ct@utfpr.edu.br	Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Curitiba - Sede Ecoville Rua Dep. Heitor Alencar Furtado, 5000 Bloco C Departamento Acadêmico de Química e Biologia 81280-340 - Curitiba - PR - Brasil Fone: (41) 3279.6800
PERNAMBUCO pernambuco.obquimica.org/	Maria José de Filgueiras Gomes olimpiadasquimicape@gmail.com	Universidade Federal Rural de Pernambuco Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos Recife PE - 52171-900 Fone: (81) 33206370/6371
PIAUI 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

<p>RIO DE JANEIRO https://www.olimpiadaquimicarj.com.br/</p>	<p>Prof. Paulo Chagas paulo.chagas@ifrj.edu.br</p> <p>Prof. Luis Carlos de Abreu Gomes luis.quimica@cp2.g12.br</p>	<p>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</p>
<p>RIO GRANDE DO NORTE http://rn.obquimica.org/</p>	<p>Prof. Fabiano do Espírito Santo Gomes feibi_natal@yahoo.com.br</p>	<p>Universidade Federal do Rio Grande do Norte Centro de Ciências Exatas e da Terra Instituto de Química Av. Senador Salgado Filho, s/n – Lagoa Nova Campus Universitário - 59.072-970 Natal - RN Fone: (84) 3342.2323 (R.117)</p>
<p>RIO GRANDE DO SUL www.abqrs.com.br https://abqrs.com.br/olimpiadas-de-quimica/</p>	<p>Profª. Tânia Denise Miskinis Salgado (UFRGS) ogdors@gmail.com</p> <p>Prof. Leandro Rosa Camacho (ABQ-RS)</p>	<p>ABQ-RS Av. Itaqui, 45 - Bairro Petrópolis Porto Alegre- RS - 90460-140</p>
<p>RONDÔNIA www.programa-olimpiadarondoniense-de-quimica.com/</p>	<p>Prof. Renato Cassaro rrenatocassaro26@hotmail.com</p>	<p>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</p>
<p>RORAIMA roraima.obquimica.org/</p>	<p>Prof. Luiz Antonio Mendonça Alves da Costa luizufrr@gmail.com luiz.costa@ufr.br.com obqroraima@gmail.com</p>	<p>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</p>
<p>SANTA CATARINA www.ocquimica.com.br</p>	<p>Coordenação Colegiada: Prof. Nivaldo Cabral Kuhnen nivaldo@crqsc.gov.br</p> <p>Prof. Jonas Comin Nunes jonas@crqsc.gov.br</p> <p>Prof. Francielen Kuball Silva francielen.silva@unisul.br</p>	<p>Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL Av. José Acácio Moreira, 787 - Bairro Dehon 88704-900 - Tubarão - SC Telefone: (48) 3621-3063</p> <p>Conselho Regional de Química - CRQ - 13ª Região Av. Osmar Cunha, 126 - 1º Andar - Centro 88015-100 - Florianópolis - SC Telefone: (48) 3229-7800</p>
<p>SÃO PAULO http://allchemistry.iq.usp.br</p>	<p>Prof. Lucas Carvalho Veloso Rodrigues (coordenador) lucascrv@iq.usp.br abqsp@iq.usp.br</p> <p>Dr. Fernando Silva Lopes (vice-coordenador) fslopes@iq.usp.br</p>	<p>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)</p>

<p>SERGIPE http://sergipe.obquimica.org/</p>	<p>Prof. Dr. André Luís Bacelar Silva Barreiros osequim@gmail.com andrelbbarreiros@hotmail.com</p>	<p>Universidade Federal de Sergipe - Departamento de Química Campus Prof. José Aloísio de Campos Jardim Rosa Elze Av. Marechal Rondon, s/n - 49.100.000 São Cristóvão - SE Fones: (79) 3194-6898 / 3194-6650</p>
<p>TOCANTINS tocantins.obquimica.org/</p>	<p>Profa. Dra. Adriana Idalina Torcato de Oliveira dritorcato@uft.edu.br</p>	<p>Universidade Federal do Tocantins Coordenação de Química Rua Paraguai, s/n (esquina com Urixamas) Setor Cimba - 77.838-824, Araguaína-TO Fone: 63 3416-5681</p>

PROMOTORES	
<p>Universidade Federal do Ceará Pró-Reitoria de Extensão</p>	<p>Av. da Universidade, 2932 - Campus do Benfica 60.020 Fortaleza - CE - Fone: (85) 3366.7300</p>
<p>Universidade Federal do Piauí Pró-Reitoria de Extensão</p>	<p>Campus da Ininga - 64.049-550 Teresina - PI Fone: (86) 3215.5692 Fax: (86) 215.5570</p>
<p>SECITECE - Secretaria da Ciência, Tecnologia e Educação Superior do Estado do Ceará.</p>	<p>Av. Dr. José Martins Rodrigues, 150 - Edson Queiroz - CEP: 60811-520 - Fortaleza - Ceará - Ver localização no mapa - Telefone: (85) 3101.6400 Fax: (85) 3101.3675</p>
APOIO	
<p>CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico</p>	<p>SHIS QI 1 Conjunto B - Bloco D, 2o andar Edifício Santos Dumont, Lago Sul 71605-190 Brasília - DF Fone: (61) 3211-9408</p>
<p>Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações</p>	<p>Esplanada dos Ministérios, Bloco E, 2o andar. 70067-900 - Brasília - DF</p>
<p>Conselho Federal de Química cfq.org.br</p>	<p>SCS - Quadra 09 - Bloco A - Edifício Parque Cidade Corporate - Torre B - Salas 901 a 905 - 70.308-200 - Brasília - DF</p>
REALIZADOR	
<p>Associação Brasileira de Química www.abq.org.br</p>	<p>Av. Presidente Vargas, 633 sala 2208 20071-004 Rio de Janeiro RJ - Telefone: 21 2224-4480 Fax: 21 2224-6881 abqrj@alternex.com.br</p>



**Associação
Brasileira
de Química**

Eventos 2021



Encontro Nacional de Química e Sustentabilidade

Evento 100% VIRTUAL
14 e 15 de julho de 2021
Trabalhos: 8 de junho



**Simpósio
Brasileiro de
Educação
Química**
IMPEQUI

Evento 100% VIRTUAL
11 a 13 de agosto de 2021
Trabalhos: 2 de julho



o Nacional de Hidrotecnologia

Evento 100% VIRTUAL
14 a 17 de setembro de 2021
Trabalhos: 6 de agosto



**Congresso Brasileiro
de Química**

Evento 100% VIRTUAL
16 a 19 de novembro de 2021
Trabalhos: 3 de setembro

Informações: www.abq.org.br



Assembleia Legislativa do Estado do Ceará

Mesa Diretora 2021-2022

Deputado Evandro Leitão
Presidente

Deputado Fernando Santana
1º Vice-Presidente

Deputado Daniel Oliveira
2º Vice-Presidente

Deputado Antônio Granja
1º Secretário

Deputado Audic Mota
2º Secretário

Deputada Érika Amorim
3ª Secretária

Deputado Apóstolo Luiz Henrique
4º Secretário



Escanele o QR CODE
e acesse nossas
publicações

Promoção:



Realização:



Apoios:



Assembleia Legislativa
do Estado do Ceará
Instituto de Estudos e Pesquisas
Instituto de Estudos e Pesquisas

