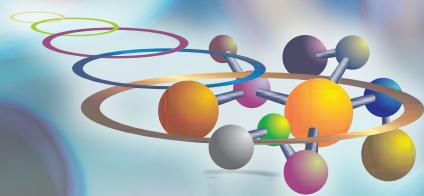




QUÍMICA

2018

obquimica.org



PROGRAMA NACIONAL OLIMPÍADAS DE QUÍMICA

Olimpíada Brasileira de Química

XI Olimpíada Brasileira de Química Júnior

XXIV Olimpíada Norte/Nordeste de Química

XXIII Olimpíada Ibero-americana de Química

50th International Chemistry Olympiad

I Olimpíada Brasileira do Ensino Superior de Química





Prof. Henry de Holanda Campos

Reitor da Universidade Federal do Ceará

Prof. José Arimatéia Dantas Lopes

Reitor da Universidade Federal do Piauí

Profa. Nágyla Maria Galdino Drumond

Secretaria da Ciência, Tecnologia e Educação Superior do Ceará

Profa. Márcia Maria Tavares Machado

Pró-Reitora de Extensão da UFC

Profa. Cleânia de Sales Silva

Pró-Reitora de Extensão da UFPI

Profa. Maria de Fátima Vitoria de Moura

Presidenta da Associação Brasileira de Química

Prof. Sérgio Maia Melo

Coordenador do Programa Nacional Olimpíadas de Química

Prof. José Arimatéia Dantas Lopes

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

Prof. Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino Jr.

Coordenador da equipe de elaboração dos exames experimentais (vídeos)

Prof. Paulo Chagas

Coordenador da equipe de elaboração dos exames teóricos

ISSN: 1809-2012

Imprensa Universitária

Universidade Federal do Ceará

Organização de originais:

Prof. Sérgio Melo

Projeto Gráfico:

Maherle/Sérgio Melo

2018 © Programa Nacional Olimpíadas de Química

Lançamento em 30.11.2018 por ocasião da solenidade de encerramento dos eventos: XXIV Olimpíada Norte/Nordeste de Química, XI Olimpíada Brasileira de Química Júnior e Olimpíada Brasileira de Química - 2018

Distribuição gratuita



Parte 1 OBQ 2018

1.1	Calendário	4
1.2	Mensagem do Diretor do Instituto de Química da UFRN	5
1.3	Opinião	7
Capítulo 2 - XXIX Olimpíada Norte/Nordeste		
2.1	Exames	8
2.2	Resultados	15
Capítulo 3 - XI Olimpíada Brasileira de Química Júnior		
3.1	Exames Fase I.....	18
3.2	Exames Fase II.....	25
3.3	Resultados	31
Capítulo 4 - OBQ 2018		
4.1	Fase III Modalidade A - Questões de múltipla escolha.....	35
4.2	Fase III Modalidade A - Questões analítico-expositivas.....	41
4.3	Fase III Modalidade B - Questões de múltipla escolha.....	47
4.4	Fase III Modalidade B - Questões analítico-expositivas.....	54
4.5	Resultados	60
Capítulo 5 - OBESQ 2018		
5.1	Exames Fase única	65
5.2	Resultados	85
Parte 2 Processo seletivo..... 82		
Capítulo 6 - OBQ 2017 Fase IV 93		
Capítulo 7 - OBQ 2017 Fase V 96		
Capítulo 8 - OBQ 2017 Fase VI 97		
Resultado da Fase VI.....		116
Capítulo 9 - 50th International Chemistry Olympiad		
Exame Prático.....		117
Exame Teórico		149
Capítulo 10 - XXIII Olimpíada Ibero-americana de Química		
Exame Teórico		175
Exame Prático.....		186
Destaques Olímpicos..... 213		
Mulheres na Química 214		
Destaques Escolas Públicas 215		
Depoimentos 216		
Considerações Finais 218		
Endereços dos Coordenadores 220		





Capítulo 1.1 Calendário

Data	Hora	Atividade
26/01/2018	14h	Fase IV da OBQ-2017 (Exame sobre técnicas laboratoriais com o objetivo de selecionar a equipe que representará o Brasil na Eslováquia/República Checa e El Salvador).
12 a 23/03/2018	08:00 - 12:00h e 14:00 - 18:00h	Curso de Aprofundamento e Excelência em Química (Fase V). Para os 15 estudantes selecionados no exame de conhecimentos de laboratório. Ministrado pela UFMG.
25/04/2018	08:30h	Exames da Olimpíada Brasileira de Química - 2017 Fase VI
30/04/2018	Após 23h59	Divulgação dos nomes dos quatro estudantes que representarão o Brasil nas competições internacionais.
09/06/2018	14h	XXIV Olimpíada Norte/Nordeste de Química - XXIV ONNeQ. Cinquenta e cinco estudantes por estado. Inscrições restritas aos coordenadores-estaduais.
16/06/2018	14h	I Olimpíada Brasileira do Ensino Superior de Química – I OBESQ
26/06/2018	Após 23h59	Divulgação de resultados da XXIV Olimpíada Norte/Nordeste de Química.
02 a 07/07/2018	08:00 - 12:00h e 14:00 - 18:00h	Treinamento laboratorial no Instituto de Química da UNICAMP. Participam os cinco mais bem classificados na OBQ Fase VI.
01/06 a 02/08/2018	On line	Inscrições na XI Olimpíada Brasileira de Química Júnior – XI OBQjr Fase I.
02 a 04/08/2018	Qualquer horário	XI Olimpíada Brasileira de Química Júnior – OBQjr Fase I.
19 a 29/07/2018	Não informado	50ª Olimpíada Internacional de Química, Bratislava - Eslováquia e Praga - República Checa.
01 a 31/07/2018		Inscrições na Olimpíada Brasileira de Química - 2018 Fase III. Vinte e oito estudantes por estado em cada modalidade.
25/08/2018	14h	Olimpíada Brasileira de Química - 2018 Fase III. Modalidades A e B. Questões analítico-expositivas.
21 a 28/09/2018		XXXIII Olimpíada Iberoamericana de Química, San Salvador - El Salvador,
22/09/2018		XI OBQ Júnior Fase II. (para os classificados na Fase I).
15 a 20/10/2018	14h	Semana Nacional de Ciência e Tecnologia
27/10/2018	Após 23h59	Divulgação dos resultados da OBQ-2018 (Fase III).
28/10/2018	Após 23h59	Divulgação de resultados da XI Olimpíada Brasileira de Química Júnior - XI OBQjr
28 a 30/11/2018	8h30 min - 18h	Reunião do Conselho de coordenadores, em Fortaleza.
30/11/2018	19h	Solenidade Nacional de Encerramento e Premiação das Olimpíadas de Química, em Fortaleza.





Capítulo 1.2 Mensagem

OLIMPÍADAS DE QUÍMICA

A química está presente em nosso cotidiano mais do que se possa imaginar, seja na composição dos objetos que nos cercam, nos alimentos, em medicamentos e em nossas múltiplas funções vitais. Nos três primeiros, normalmente a química se faz presente na produção desses materiais, enquanto nas últimos, a química ocorre independente da nossa vontade, normalmente na forma de discretas reações, autorreguladas por mecanismos muito especializados no nosso organismo.

É através de reações químicas que a partir de bens naturais são gerados produtos importantes para o nosso bem estar e para o desenvolvimento da sociedade. É verdade que, nesses processos - por imperícia, irresponsabilidade ou, até, algumas vezes intencionalmente - podem ocorrer impactos ambientais negativos. Quando isso ocorre, frequentemente são enfatizados pelos meios de comunicação, não raro gerando concepções negativas ou até rejeição a tudo que se refere à química, como se fosse possível excluí-la do nosso modus vivendi.



Na realidade, até mesmo fatos para os quais, pelo senso comum nunca ou quase nunca são relacionados à química, têm reações químicas como seus determinantes. Isto ocorre, por exemplo, quando respiramos, na digestão dos nossos alimentos, quando sentimos o perfume de uma flor, ou até mesmo quando nos emocionamos ouvindo uma música ou ao recitar uma poesia. Tudo isso se deve a complexas reações que ocorrem em nosso organismo. O grande desafio é se compreender todos os mecanismos envolvidos em tais processos, os quais se fazem em várias etapas, todas elas normalmente bastante complexas.

Compreender os fenômenos químicos e adquirir habilidade para utilizá-los de forma criativa, certamente não é uma tarefa simples. Mas muitas teorias têm sido propostas e muitos experimentos têm fornecido dados cuja interpretação tem possibilitado a criação de conhecimentos fundamentais para a compreensão dos mecanismos determinantes desses fenômenos. É por esse caminho que curiosos pensadores e criativos experimentalistas têm avançado no entendimento da química, uma ciência central, ponte entre os fenômenos físicos e seus efeitos sobre os diferentes tipos de materiais existentes na natureza ou produzidos artificialmente.

Isso tem acontecido porque os seres humanos, principalmente na juventude, são dotados de um dom natural que os estimula a superar desafios, fazendo com que, passo a passo, novas descobertas sejam feitas e novos questionamentos sejam formulados, gerando novos desafios a serem superados e esclarecidos, o que, frequentemente, se faz embasado nos conhecimentos dos mais experientes.



Foi na perspectiva de estimular jovens estudantes a desenvolver esse dom natural de busca pelo conhecimento na área de química que, há cinquenta anos, surgiu na Tchecoslováquia a primeira Olimpíada de Química, movimento que se expandiu por vários outros países, chegando ao Brasil em 1986. Desde então, a cada ano, milhares de jovens dedicam parte do seu tempo e dos seus esforços em estudos sobre conhecimentos da química, numa perspectiva de, talvez, se tornarem profissionais de Química bem qualificados ou, quem sabe, criadores de novos conhecimentos sobre esta ciência ou formuladores de novos produtos importantes para a sociedade.

Pela dimensão que as Olimpíadas de Química tomou, sua realização em cada ano tornou-se uma tarefa de alta complexidade, envolvendo contingentes enormes de professores e de jovens estudantes atuando nas diversas etapas, desde as esferas regionais, até se chegar às internacionais, tendo como ponto máximo a Olimpíada Mundial. Mas é por essa complexidade, pela dedicação dos professores que as conduzem e pelo empenho dos estudantes em superar os desafios que lhes são postos, que este evento tem se caracterizado como um excelente mecanismo indutor para a educação científica, na perspectiva de formar bons profissionais, tanto da área de Química quanto em outros campos de atividade.

Além disso, as Olimpíadas de Química ainda cumpre o papel de popularizar a Química, promover intercâmbio entre professores e favorecer a socialização entre estudantes, num clima de competitividade saudável, muito natural nos meios sociais civilizados.

Acompanho as Olimpíadas de Química do Rio Grande do Norte desde sua primeira realização, segui de perto os cursos de aprofundamento dos estudantes brasileiros classificados para a Olimpíada Internacional nas ocasiões em que esses cursos foram realizados na Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Nessas oportunidades, tenho percebido o bem que este Programa traz para os estudantes e professores que dele participam, bem como a satisfação de familiares por ocasião das premiações dos estudantes e das escolas pelos resultados alcançados.

Considero ainda que os bons efeitos das Olimpíadas de Química não se encerram nesses atores. Alcança também estudantes que dela participam, e mesmo não sendo premiados, acumulam experiências significativas para o desenvolvimento intelectual de cada um, tornando-os mais conscientes sobre a importância das ciências e das tecnologias, especialmente daquelas relacionadas com a Química.

Por fim, parabenizo a todos que têm se empenhado para realizar e tornar as Olimpíadas de Química, este belo exemplo de exercício de cidadania científica; que surjam novos talentos entre os seus participantes, especialmente entre os estudantes brasileiros. Desejo que maiores destaques sejam alcançados, não só em termos de premiações, mas, sobretudo, na geração de novos conhecimentos, no exercício profissional que venham a escolher no futuro.

Ótom Anselmo de Oliveira

Diretor do Instituto de Química

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Graduado em Farmácia e Bioquímica pela UFRN (1972)

Doutor em Ciências, área de Química Inorgânica pela UNICAMP (1981)





Capítulo 1.3 Opinião

O futuro da educação

Você, com certeza, já se pegou perguntando, em tom de curiosidade, para onde as mudanças desse mundo vão nos levar e qual será o destino das próximas gerações. Todos nós, ao lançar os olhos para o horizonte, questionamos qual o melhor caminho para o futuro. Uma coisa é certa: para chegar bem ao destino final é preciso enxergar a educação como uma das principais ferramentas de transformação do mundo.

Aprender deve ser o ponto de partida de qualquer pessoa que busca realização e sucesso numa sociedade cada vez mais exigente e dinâmica. O desafio atual é garantir que o processo de aprendizagem seja mais efetivo, afinal educar não significa apenas transmitir conhecimento. Escola e professores devem servir como um guia norteador que levam o aluno ao aprimoramento de suas capacidades intelectuais, sociais e políticas, promovendo o desenvolvimento humano. E a evolução da educação deve seguir o princípio de que o aprendizado é construído a partir da realidade do aluno.

O interacionismo valoriza a bagagem que cada indivíduo traz de seu cotidiano e, a partir da percepção da realidade que ele já possui, estimula a busca do conhecimento. O processo educativo torna-se assim mais adequado ao mundo atual. No conceito do interacionismo, não é possível oferecer ao aluno a aprendizagem de conteúdos conceituais sem considerar seus modos de agir e pensar, suas crenças e valores. O que nos leva a concluir que não há separação entre vida e educação. E, ainda, se enxergarmos para além da figura de cada aluno, a importância da formação do cidadão, vemos que é preciso precisamente prepará-lo para muito além do vestibular e ingresso em uma faculdade. Vencida a etapa do Ensino Superior, existe uma vida inteira a ser vivida, e, quanto mais preparados estiverem, mais condições esses futuros cidadãos terão de corresponder às necessidades e expectativas do mercado de trabalho e da sociedade, podendo contribuir significativamente para a transformação do mundo. Nossa sociedade exige mudanças que atendam às suas necessidades. O ser humano que se formava anos atrás certamente será muito diferente daquele que sairá da escola ou da universidade nas gerações futuras. Durante muito tempo, esperava-se do indivíduo que ele apenas reproduzisse aquilo que ouviu e aprendeu. Hoje, é necessário educar pessoas para que se transformem em cidadãos com senso crítico e capacidade de interagir com o cotidiano a sua volta. É por isso, e para isso, que especialistas na arte de ensinar avançam firmes e confiantes rumo ao futuro, formando profissionais para profissões que ainda não existem e cidadãos para um mundo melhor.

EMERSON DOS SANTOS

Diretor geral da Editora Positivo

Fonte: <https://ndonline.com.br/florianopolis/opiniao/artigo/o-futuro-da-educacao-1,03/07/2017>



XXIV Olimpíada Norte/Nordeste de Química



**SEMANA
NACIONAL DE
CIÊNCIA E
TECNOLOGIA - 2018**

CIÊNCIA PARA A REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES

Em um país com tanta desigualdade social como o Brasil, investir em ciência e tecnologia é indispensável para garantir a qualidade de vida da população. Assim, este foi o tema escolhido para a **15ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia - SNCT 2018**, inspirado nos objetivos de desenvolvimento sustentável, estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU).

As regiões Norte e o Nordeste são as mais afetadas pelos problemas sociais no país, as quais apresentam os menores IDH's (Índice de Desenvolvimento Humano). As principais causas da desigualdade social são a falta de acesso à educação de qualidade, a política fiscal injusta, os baixos salários e a dificuldade de acesso aos serviços essenciais, como saúde, transporte público e saneamento básico.

Em face do exposto, a ciência Química colabora significativamente para a melhoria das condições da sociedade, através de novas técnicas de diagnóstico, de cirurgias, de fármacos e da engenharia biomédica, com a revolução da indústria eletrônica, mediante processos de miniaturização de transistores, baterias e placas com materiais semicondutores, ou ainda com a minimização do impacto ambiental da ação humana, por meio do desenvolvimento de fontes alternativas de energia, como os biocombustíveis. Aos poucos, as indústrias químicas estão se tornando mais sustentáveis, aderindo a programas de proteção ambiental e reduzindo a emissão de resíduos e efluentes.

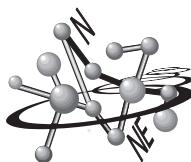
No entanto, apesar da química estar contribuindo de forma significativa para a geração de empregos e o prosperidade econômica, são indispensáveis ações políticas para a redução das desigualdades sociais e o desenvolvimento tecnológico do país.

A Comissão





Capítulo 2.1 Exames



XXIV Olimpíada de Química Norte/Nordeste

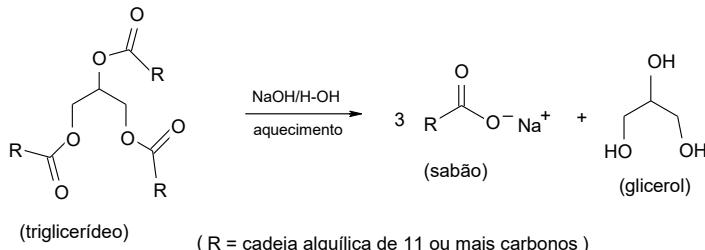
QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS

QUESTÃO 1 | PROVA ONNeQ 2018

Diariamente, sabões, detergentes e os mais variados produtos de higiene usados nas residências e indústrias atingem o sistema de esgotos e, sem o devido tratamento, acabam indo parar em rios e lagos, causando diversos efeitos nos corpos hídricos e na vida aquática. Os sabões são produzidos a partir de matérias-primas biodegradáveis, óleos e gorduras que passaram por um processo de saponificação. Já os detergentes sintéticos podem ou não conter compostos biodegradáveis, pois eles são provenientes do petróleo. Contudo, os detergentes podem conter diversas outras substâncias, que podem causar impactos negativos ao meio ambiente, como os fosfatos, que são utilizados para a remoção de íons cálcio e magnésio da água, que dificultam a ação de sabões e detergentes. Com base neste texto, responda os itens a seguir.

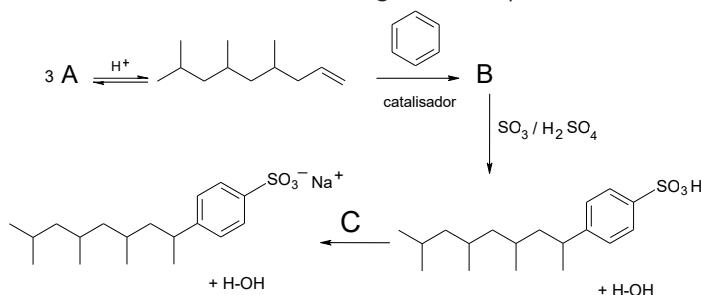
- a) O processo de saponificação consiste na reação de hidrólise alcalina de triglicerídeos, provenientes de óleos vegetais ou de gordura animal, conforme o esquema abaixo:

Calcule o volume de uma solução de NaOH a 20 % (m/v) necessário para reagir completamente com 400 g de um triglycerídeo de massa molar 875 g.mol⁻¹.



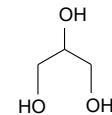
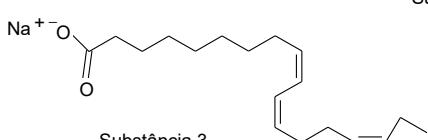
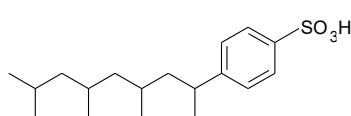
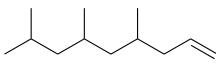


Os detergentes mais utilizados na primeira metade do século passado pertenciam à classe dos alquilbenzenossulfônicos (ABS), os quais não eram biodegradáveis. A síntese de um detergente do tipo ABS é dada abaixo:



Apresente a estrutura das substâncias **A**, **B** e **C**, representadas na rota sintética indicada acima.

Forneça o nome sistemático das substâncias orgânicas abaixo:



- A partir da estrutura dos sabões e detergentes fornecida nos itens anteriores explique detalhadamente como eles são capazes de remover sujeiras e gorduras utilizando a água.
- Defina o termo biodegradabilidade. Explique por que o uso de fosfatos nos detergentes mais modernos pode ocasionar problemas ao meio ambiente.

QUESTÃO 2 | PROVA ONNeQ 2018

Uma vez que os elementos estão listados na Tabela Periódica em ordem crescente de número atômico e organizados para que os elementos com propriedades similares estejam localizados no mesmo grupo. A Tabela Periódica pode ser usada para prever semelhanças e diferenças entre elementos.

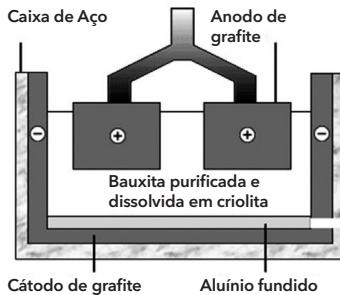


- a) Bromo e flúor pertencem ao grupo 17 da Tabela Periódica. Descreva duas propriedades do bromo e do flúor que são semelhantes.
- b) Bromo e flúor estão em diferentes períodos na Tabela Periódica. Descreva duas propriedades do bromo e do flúor que são diferentes.
- c) Com base na posição do bromo e do flúor na Tabela Periódica, esses elementos tendem formar substâncias iônicas com um elemento de qual grupo: 1, 14 ou 18? Justifique a sua resposta.
- d) Compare a afinidade eletrônica do bromo e flúor. Justifique a sua resposta.
- e) Compare raio atômico do bromo e flúor. Justifique a sua resposta.

QUESTÃO 3 | PROVA ONNeQ 2018

O alumínio é um dos metais mais abundantes na crosta terrestre. Apesar disso, sua obtenção a partir do minério bauxita (constituído por óxidos de alumínio) tem um custo elevado, pois requer grande quantidade de energia térmica e elétrica. Para a produção do alumínio, a bauxita é convertida em óxido de alumínio em pó e purificado, após essa etapa ele é fundido (P.F. $> 2000\ ^\circ\text{C}$) para ser colocado em célula eletroquímica antes da etapa de eletrólise. Para diminuir a quantidade de energia necessária para fundir o óxido de alumínio e, com isso, reduzir o custo de produção de alumínio metálico, a criolita (Na_3AlF_6) que tem P.F. $\approx 1000\ ^\circ\text{C}$ é usada como fundente, ou seja, a adição de criolita ao óxido de alumínio purificado promove a fusão do óxido de alumínio a temperatura mais baixa.

- a) Com base no texto acima, escreva as reações balanceadas que mostram como o alumínio metálico é produzido a partir da bauxita.
- b) Um diagrama do processo de eletrólise para produzir o alumínio metálico é apresentado abaixo. (i) Com base no diagrama, escreva as reações que ocorrem no cátodo (-), no ânodo (+) e a equação geral da eletrólise.





- c) Considerando que a bauxita fundida usada na célula eletroquímica é 100% pura, calcule a massa de alumínio que seria produzido, caso uma corrente 3×10^4 A fosse aplicada à célula eletroquímica durante uma hora [figura ilustrativa do item (b)].

Dado da constante de Faraday: $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$ [Dica: a carga elétrica (Q) é o produto da corrente (I em amperes, A) e o tempo (t em segundos, s)].

- d) A produção de alumínio consome uma quantidade enorme de energia elétrica no processo de eletrólise. Uma das maneiras de reduzir o consumo de energia está na reciclagem do alumínio, pois uma tonelada de alumínio reciclado evita a extração de cinco toneladas de bauxita. A economia de energia proporcionada pela reciclagem de uma tonelada do alumínio equivale ao consumo de cerca de 6700 lâmpadas de 60 W ligada por 1h. Dado: $1 \text{ W} = 1 \text{ J s}^{-1}$.
- (i) Qual é a energia em quilojoules economizada na reciclagem de uma tonelada de alumínio reciclado?
- (ii) Com base nos dados acima determine a porcentagem de impureza presente no minério bauxita.
- e) O alumínio metálico em contato com uma base forte resulta na formação de um sólido de caráter básico, " Al(OH)_3 ", e o íon aluminato, " Al(OH)_4^- ". Identifique o tipo de ligação química de cada espécie formada? Justifique sua resposta.

QUESTÃO 4 | PROVA ONNeQ 2018

A uma mistura de cloreto de sódio e carbonato de sódio, no estado sólido, pesando 2,486 g foram adicionados 100,00 mL de solução aquosa de cloreto de hidrogênio 0,4800 mol.L⁻¹. A mistura foi aquecida para eliminar todo o gás carbônico remanescente e, então, o cloreto de hidrogênio em excesso foi titulado com solução aquosa de hidróxido de sódio 0,2000 mol.L⁻¹. A titulação consumiu 45,80 mL da solução de hidróxido de sódio. Diante disso, resolva:

- a) Escreva a equação química e a equação iônica simplificada que representam a reação entre o carbonato de sódio e a solução aquosa de cloreto de hidrogênio.
- b) Escreva a equação química e a equação iônica simplificada que representam a reação entre a solução aquosa de cloreto de hidrogênio e a solução aquosa de hidróxido de sódio.





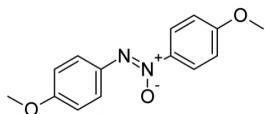
- c) Calcule a porcentagem ponderal de cloreto de sódio na mistura sólida.
- d) Imediatamente após o aquecimento, qual o pH da solução (anterior a titulação)?
- e) "A água da piscina do Centro Aquático Maria Lenk, onde acontecem as provas de saltos de trampolim dos Jogos Olímpicos Rio 2016, passou de uma imaculada cor azul clara a um verde turvo de um dia para o outro. Os porta-vozes do comitê de organização dos Jogos não souberam explicar o motivo da transformação, mas afirmaram que as análises feitas até o momento confirmaram que não existe nenhum risco à saúde dos atletas".

(https://brasil.elpais.com/brasil/2016/08/10/deportes/1470812789_613295.html)

Analisando o fato descrito acima, sabe-se que a água da piscina pode ficar verde em função da propagação de algas. Explique como o carbonato de sódio é utilizado para resolver essa ocorrência.

QUESTÃO 5 | PROVA ONNEQ 2018

Os televisores de LCD dominaram o mercado consumidor há alguns anos. De origem inglesa, a sigla LCD significa *Liquid Crystal Display* ou, em outras palavras, mostrador de cristal-líquido. Na montagem de um televisor LCD existe uma camada de cristal líquido entre duas placas de vidro e a presença desse cristal permite a formação da imagem que se observa, graças à sua rápida e eficiente resposta a campos magnéticos. As moléculas que possuem o comportamento de um cristal-líquido costumam ser longas, como o *p*-azoxianisol:



Essas moléculas são conhecidas por se encontrarem em uma mesofase, isto é, as substâncias nesse estado são capazes de escoar como líquidos e de possuir um mínimo de organização como os sólidos. Sobre esse assunto e sobre o *p*-azoxianisol, responda aos itens a seguir:

- a) Indique as características referentes aos estados de agregação líquido e sólido da matéria encontradas nas substâncias em mesofase.
- b) Por qual motivo o *p*-azoxianisol é capaz de responder a estímulos de campos eletromagnéticos?
- c) Classifique a cadeia carbônica do *p*-azoxianisol sob todos os aspectos.



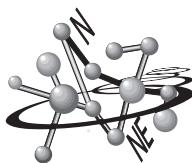
- d) Considerando as substâncias benzeno, benzenol e nitrobenzeno, qual é a mais adequada para a produção do *p*-azoxianisol? Justifique sua resposta.
- e) Considere um televisor LCD que possui 1 m de comprimento e 65 cm de altura. O filme de cristal líquido que recobre a tela do televisor possui 90 cm de comprimento e 60 cm de altura. Conhecendo o volume ocupado por uma molécula de *p*-azoxianisol, $v = 4 \cdot 10^{-22} \text{ cm}^3$, calcule a quantidade de matéria necessária para recobrir a tela desse televisor com uma camada de cristal líquido de 2 mm de espessura.

*"Se você quer apenas andar rápido,
ande sozinho. Mas se você quiser
caminhar longe, ande junto!"*

Steve Jobs



Capítulo 2.3 Resultados



XXIV Olimpíada de Química Norte/Nordeste

Nome	Cidade	UF	Escola	Escore
O U R O				
Eliane de Sá Cavalcante P. Neta	Fortaleza	CE	Farias Brito	100,0
Pedro Saraiva Ramos	Natal	RN	Nossa Senhora das Neves	97,95
Henrique Barros Oliveira	Salvador	BA	Antônio Vieira	94,56
Ivna de Lima Ferreira Gomes	Fortaleza	CE	Farias Brito	94,56
Ygor de Santana Moura	Fortaleza	CE	Ari de Sá Cavalcante	93,31
Nome	Cidade	UF	Escola	Escore
P R A T A				
Ana Tércia Mendes Carneiro	Fortaleza	CE	Farias Brito	90,36
Gabriel Alonso dos Santos	Salvador	BA	Militar	89,54
Amanda Passos Portugal	Feira de Santana	BA	Helyos	87,47
Augusto Henrique Gonçalves Fernandes	Parauapebas	PA	Ideal Militar	87,03
Elma Marques da Silva	Palmeira dos Índios	AL	IFAL	86,28
Matheus Vinícius de Mendonça Fontoura	Fortaleza	CE	Farias Brito	85,40
Frédison Soares da Silva Júnior	Fortaleza	CE	Ari de Sá Cavalcante	84,52
Lucas Viana Reis	Salvador	BA	Antônio Vieira	84,15
Júlio Lamartine Bastos A. Hayne de Oliveira	Salvador	BA	Militar	84,15
Gildo Luiz de Sales Neto	Mossoró	RN	IFRN	84,09
Samara Cavalcante Lemos	Fortaleza	CE	Ari de Sá Cavalcante	84,09



Ícaro Argonauta Razera de Azevedo Filho	Feira de Santana	BA	Helyos	83,27
Thiago Oliveira Sousa	Fortaleza	CE	Farias Brito	83,27
Nome	Cidade	UF	Escola	Escore
BRONZE				
Gabriel Oliveira de Arimatéa	Aracaju	SE	Amadeus	82,01
Henry Martins Soares Fortes	Teresina	PI	Sagrado Coração de Jesus	82,01
Paulo Arley Cassiano da Silva	Fortaleza	CE	Ari de Sá Cavalcante	82,01
Miguel Vieira de Almeida	Fortaleza	CE	Farias Brito	81,64
Estevão da Silva Neto	Fortaleza	CE	Farias Brito	81,20
Pedro Arthur Sales Rebouças	Fortaleza	CE	Master	80,38
Gabriel Rodrigues Suassuna	Palmas	TO	Interação	80,32
Vinicius Ballestrin da Cruz	Aracaju	SE	Amadeus	79,94
Alexandre Lima Fernandes	Fortaleza	CE	Ari de Sá Cavalcante	79,07
Agnaldo Petrônio Gomes Neto	Salvador	BA	Militar de Salvador	78,69
Jurandi Samuel Almeida Campelo	Fortaleza	CE	Farias Brito	77,43
João Victor Vieira Lessa	Aracaju	SE	COESI	76,99
João Gabriel de Lima	Recife	PE	3º Milênio e Curso	76,99
Guilherme R. de C. Pinheiro	Palmas	TO	Olimpo	76,99
Ricardo Costa de Santana Pita Matos	Salvador	BA	IFBA	76,62
Pedro Tenório Lemos	Recife	PE	Santa Maria	76,56
João Vitor Lustosa Lima	Fortaleza	CE	Master	75,74
Luis Victor Porto Santos	Aracaju	SE	Amadeus	75,74
Murilo Ferreira Alves Batista	Aracaju	SE	Amadeus	75,74
Emerson Kennedy Ribeiro de Andrade Filho	Natal	RN	IFRN	75,36
Gustavo Lima da Silva	Fortaleza	CE	Farias Brito	75,30
Raul de Castro Cunha Claudino	Fortaleza	CE	Farias Brito	75,30
Robson Santos Luz Filho	Teresina	PI	Instituto Dom Barreto	75,30
Ana Beatriz Sena Ximenes Maia	Fortaleza	CE	Ari de Sá Cavalcante	74,92
Henrique Kelvis Galeno Carneiro	Sobral	CE	Farias Brito	74,48



Ilo de Vasconcelos Ximenes Júnior	Recife	PE	3º Milênio e Curso	74,48
Caio Andrade de Oliveira	Fortaleza	CE	Ari de Sá Cavalcante	74,11
Matheus Gambôa dos Santos	Recife	PE	Militar	74,11
Milena Fernandes de Oliveira	Salvador	BA	Anchieta	74,05
Ocílio de Deus da Rocha Ribeiro Gonçalves	Teresina	PI	Instituto Dom Barreto	74,05
Roni Barreto da Silva	Salvador	BA	Sartre COC	74,05
Thiago Fascio Barbosa	Salvador	BA	Cândido Portinari	74,05
Joao Fleming Andrade Nabeshima	Manaus	AM	Lato Sensu	73,23

Veja lista de agraciados com Menção Honrosa e demais classificados em
<http://www.obquimica.org/resultados/download/171>

"Eu Te oferecerei um sacrifício voluntário; louvarei o Teu nome, ó Senhor, porque Tu és bom."

Salmos 54:6 NVI



Capítulo 3.1 Exames Fase I



XI Olimpíada Brasileira de Química Júnior

INSTRUÇÕES

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

O texto abaixo será utilizado nas questões de 1 a 4.

A água de coco verde é a bebida obtida da parte líquida do fruto do coqueiro (*Cocos nucifera L.*). Ela apresenta pH em torno de 5,6, e seu sabor doce e levemente adstringente atraem bastante os consumidores. As principais características da água de coco são a ausência de colesterol, os baixos teores de glicose, de sacarose e de gorduras, além de um expressivo teor de potássio. Após extraída do coco, o prazo de validade da água de coco refrigerada a 6°C é de cerca de 3 dias. Essa característica tem estimulado sua industrialização, com os objetivos de se comercializar um produto de alta qualidade, com suas características naturais preservadas, e com vida útil de consumo extensiva a locais fora das regiões de plantio. A industrialização da água de coco envolve diferentes etapas, desde a seleção de frutos até o envase. O produto final não deve conter fragmentos das partes não-comestíveis do fruto, nem substâncias estranhas a sua composição original.

Adaptado de: CABRAL, Lourdes Maria Corrêa; PENHA, Edmar das Mercês ; MATTA, Virgínia Martins da. Água de coco verde refrigerada. Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2005.





QUESTÃO 1

A água de coco refrigerada apresenta pH de um meio

A água de coco refrigerada apresenta pH de um meio

- A) ácido. B) básico C) neutro. D) salino.

QUESTÃO 2

Uma etapa importante na industrialização da água de coco refrigerada é a

- A) cristalização B) destilação.
C) evaporação. D) filtração.

QUESTÃO 3

Considerando as características da água de coco refrigerada, é preferível que ela seja uma

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

QUESTÃO 4

Um espécie química que ocorre na forma iônica na água de coco é a(o)

- A) colesterol. B) glicose. C) potássio. D) sacarose.

QUESTÃO 5

Analise a figura abaixo.

A associação entre símbolos químicos e os lugares no pódio corresponde aos principais constituintes do

- A) ar atmosférico.
B) pneu de carro.
C) extintor de incêndio.
D) solo arenoso.



Adaptado de: <http://egestamosgeografiando.blogspot.com.br>



QUESTÃO 6

No processamento da cana-de-açúcar para a produção de etanol, o vegetal passa por rolos compressores. Então, o caldo produzido vai para a um equipamento para remoção de restos do bagaço. Depois, é transferido para um tanque, onde fica em repouso, para que impurezas desçam para o fundo.

Nesse processo, duas importantes etapas são:

- A) destilação e precipitação.
- B) expressão e destilação.
- C) moagem e fermentação.
- D) peneiração e decantação.

QUESTÃO 7

A produção de biodiesel gera duas fases imiscíveis. No laboratório, qual das vidrarias abaixo é indicada para separar esse material?



A)



B)



C)



D)

QUESTÃO 8

O departamento de marketing de uma empresa de laticínios não aprovou uma campanha publicitária que usaria a imagem mostrada abaixo

Bárho Ba	Carbono C	Oxigênio O	Nitrogênio N
--------------------	---------------------	----------------------	------------------------

Corretamente, eles verificaram que seria inadequado associar a composição do seu bacon ao elemento

- A) Ba.
- B) C
- C) N.
- D) O.





O texto abaixo será utilizado nas questões 9 a 11.

Em 1898 Sir William Ramsay e Morris W. Travers descobriram um novo elemento químico (configuração eletrônica: $1s^2 2s^2 2p^6$), na forma de molécula monoatômica. Esse gás incolor foi isolado após um procedimento de separação do argônio bruto liquefeito. Posteriormente, F.W. Aston, demonstrou que ele era uma mistura de ^{20}Ne e ^{22}Ne . Depois também se verificou que a sua combinação natural contém o ^{21}Ne .

Adaptado de: http://www2.fc.unesp.br/lvq/LVQ_tabela/010_neonio.html

QUESTÃO 9

Esse elemento ocorre na natureza como mistura de

- A) alótropos radioativos.
- B) alótropos não-radioativos.
- C) isótopos radioativos.
- D) isótopos não-radioativos.

QUESTÃO 10

10 Esse gás foi obtido inicialmente por meio de uma

- A) fusão
- B) destilação.
- C) evaporação.
- D) sublimação.

QUESTÃO 11

Esse gás incolor possui a propriedade de:

- A) dissolver-se na água e oxidar substâncias, que causam poluição.
- B) reagir rapidamente com a água, formando óxidos com baixas solubilidades.
- C) emitir uma luz brilhante, ao ser atravessado por uma corrente elétrica, sob baixa pressão.
- D) ser altamente inflamável e tóxico, implicando na necessidade de ser armazenado em cilindros.

QUESTÃO 12

Analise a charge ao lado.



Adaptado de: Revista Pedagógica, edição especial.



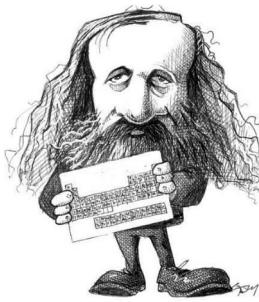
Medidas para modificar positivamente esse cenário estariam relacionadas à

- A) prevenção e economia atômica.
- B) fiscalização e uso de reservas naturais.
- C) uso de fontes petroquímicas e nucleares.
- D) bioacumulação hídrica e eficiência energética.

QUESTÃO 13

A caricatura ao lado homenageia o químico

- A) Antoine Lavosier.
- B) Albert Einstein.
- C) Dimitri Mendeleev.
- D) John Dalton.



<https://fineartamerica.com/featured/>

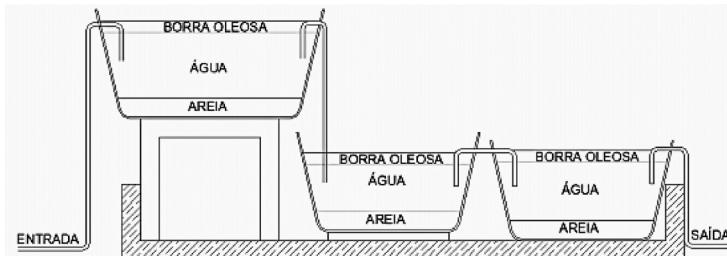
QUESTÃO 14

Uma pessoa transferiu uma pequena pedra para um recipiente contendo água. O objeto era constituído por uma substância contendo exclusivamente ligações covalentes. Passados trinta dias o material praticamente não se dissolveu. Qual era o constituinte da pedra?

- A) NaBr
- B) Hg
- C) S₈
- D) NaOH

QUESTÃO 15

O processo ilustrado a seguir é utilizado para o tratamento de fontes potencialmente poluidoras.



Fonte: Construtora DRM. Fonte: Construtora DRM.

<https://www.univates.br/tecnicos/media/artigos/adriano.pdf>





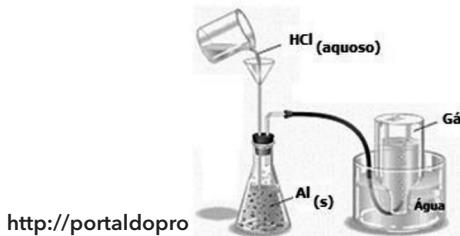
O seu funcionamento está baseado em diferentes fatores, um deles reside na

- A) formação final de um sistema bifásico, que permite a saída do óleo, se-paradamente.
- B) diferença de densidade entre as duas substâncias, o óleo e a água, da mistura poluidora.
- C) utilização de um sistema de caixa separadora, para evitar a contaminação de solo e águas.
- D) existência de miscibilidade entre os componentes do sistema, que aumenta com a decantação.

QUESTÃO 16

Qual é a substância gasosa -simples e diatômica -produzida no processo ilustrado ao lado?

- A) HCl
- B) ClO⁻
- C) H₂
- D) O₃



A charge mostrada ao lado será utilizada nas questões 17 e 18.

QUESTÃO 17

Essa imagem ilustra o modelo atômico atribuído a

- A) Bohr.
- B) Dalton.
- C) Leucipo.
- D) Thomson.



QUESTÃO 18

Qual é o átomo exemplificado na charge?

- A) B (Z=5)
- B) Be (Z=4)
- C) He (Z=2)
- D) O (Z=8)

<http://chemieleerkracht.blackbox.website/>



QUESTÃO 19

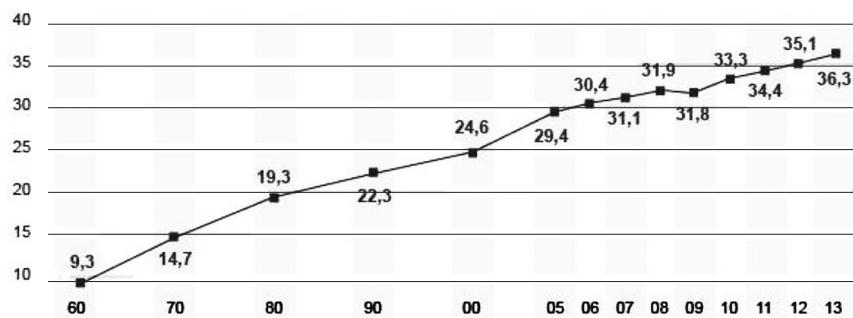
Um reservatório foi preenchido com hidrogênio. Em seguida, uma chama foi localizada na saída desse objeto. Quando pequenos volumes do gás eram liberados, era possível escutar sons, como se fossem leves estalos.

Além do barulho, esse processo também produz:

- A) H_2O B) H_2O_2 C) O_2 D) O_3

QUESTÃO 20

O gráfico abaixo indica as emissões globais atmosféricas, em bilhões de toneladas, de uma substância composta triatômica, ao longo dos anos. Analise-o.



Fonte: CDIAC Adaptado de: <https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/redacao/2013/12/27/>

Qual das alternativas abaixo traz um título adequado para esse gráfico?

- A) Distribuição de emissões globais de oxigênio por espécies vegetais de florestas tropicais
- B) Evolução de emissões globais de gás carbônico por queima de combustíveis fósseis
- C) Percentagem de emissões globais de ouro no descarte de equipamentos de informática
- D) Quantitativo de emissões globais de ozônio por vazamentos de botijões de gás de coinha

GABARITO

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



Capítulo 3.2 Exames Fase II



XI Olimpíada Brasileira de Química Júnior

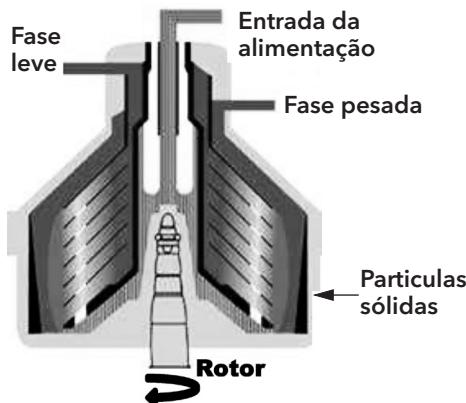
INSTRUÇÕES

1. A prova consta de 13 (treze) questões, 10 (dez) questões do tipo múltipla escolha (máximo 40 pontos) e 3 (três) questões analítico-expositivas (máximo 60 pontos).
2. Para responder as 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 as questões analítico-expositivas, utilize APENAS o espaço destinado para cada uma das três questões na Folha de Respostas.
4. A prova tem duração de 3 (três) horas.
5. Você receberá a Folha de Respostas após 1 (uma) hora do início da prova, para registrar suas opções.

QUESTÕES de múltipla escolha

QUESTÃO 01

A visão interna de um equipamento utilizado na indústria de laticínios é ilustrada abaixo



Adaptado de: GEANKOPLIS, Christie John. *Transport Process and Separation Processes*. Prentice-Hall, 2003.



Esse equipamento é um(a)

- A) caldeira. B) centrífuga. C) destilador. D) incinerador.

QUESTÃO 02

No quadro abaixo são apresentadas as temperaturas dos pontos de fusão e de ebulição de quatro substâncias.

Substância	Fusão (°C)	Ebulição (°C)
I	-218,4	-183
II	-97	64,7
III	-38,87	356,9
IV	660	2056

As substâncias I, II, III e IV são respectivamente:

- A) nitrogênio, etanol, sacarose e ouro.
B) oxigênio, metanol, mercúrio e alumínio.
C) amônia, acetona, cloreto de prata e prata.
D) sódio, éter etílico, zinco e cloreto de sódio.

QUESTÃO 03

A alta estabilidade química de determinada substância gasosa simples lhe confere muitas aplicações, por exemplo: em indústrias de tecnologia, em equipamentos de imagem por ressonância magnética, e na produção de semicondutores e chips de computadores.

A configuração eletrônica do elemento químico constituinte dessa substância é

- A) $1s^1$ b) $1s^2$ C) $[Ne] 3s^2 3p^5$ D) $1s^2 2s^2 2p^4$

QUESTÃO 04

Determinado elemento químico (configuração eletrônica: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^7$) é utilizado para a produção de superligas usadas em turbinas de aviões e de ferramentas de diamante. O seu radioisótopo “elemento-60” é usado como fonte de radiação gama em radioterapia e esterilização de alimentos.





Qual é esse elemento químico?

27 Co Colbalto 58,933	28 Ni Níquel 58,693	29 Cu Cobre 63,546	30 Zn Zinco 65,38
---------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

A)

B)

C)

D)

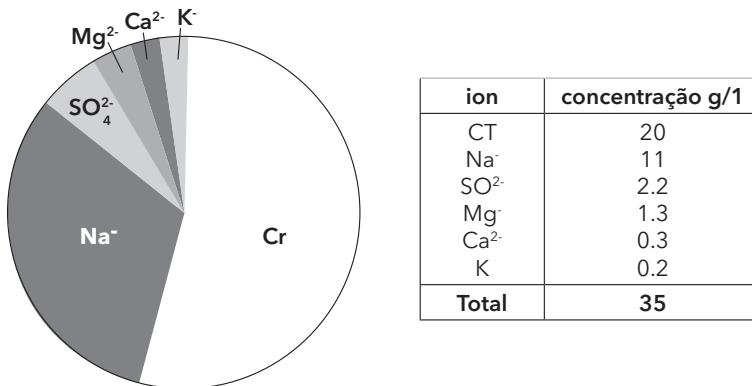
QUESTÃO 05

A poluição atmosférica se intensificou a partir da primeira metade do século XX, com o aumento crescente de indústrias e veículos. Entre os diversos poluentes, fábricas e automóveis têm lançado na atmosfera quantidades significativas de algumas substâncias que podem causar sérios danos à saúde, tais como:

- A) O_3 , H_2O_2 e UO_2
B) SiO_4 , CO e NO_2
C) SO_2 , NO_2 e CO
D) CH_4 , CO_2 e O_2

QUESTÃO 06

A composição de determinada amostra é apresentada no gráfico e na tabela abaixo.



Adaptado de: http://civil.fe.up.pt/pub/apoio/mestr_estr/novosmateriais

A amostra acima é de

- A) soro fisiológico.
B) leite de magnésia.
C) água hexadestilada.
D) água do oceano.



QUESTÃO 07

Analise o quadro abaixo.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Quantidade ppr porção		% vc (*)
Valor energético	153kcal ou 643 kJ	8%
Carboidratos	35g	12%
Proteínas	3.2g	4%
Gorduras totais	0g	0%
Gorduras saturadas	0g	0%
Gorduras trans	0g	**
Colesterol	0mg	0%
Fibra alimentar	1,3g	5%
Sódio	0mg	0%

(*)% Valores Diários co base e uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400 kJ. Seus valores diários pode ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas (***) Valor diário não estabelecido.

Adaptado de: <https://perdendobarriga.com.br/tabela-nutricional>

Essas informações nutricionais correspondem a uma porção de 50g de

- A) arroz cru. B) azeitona em conserva.
C) bacon cozido D) sardinha enlatada.

QUESTÃO 08

A molécula de determinada substância é representada abaixo.



Essa substância é produzida no processo de

- A) degradação anaeróbia. B) fotossíntese.
C) respiração. D) combustão.





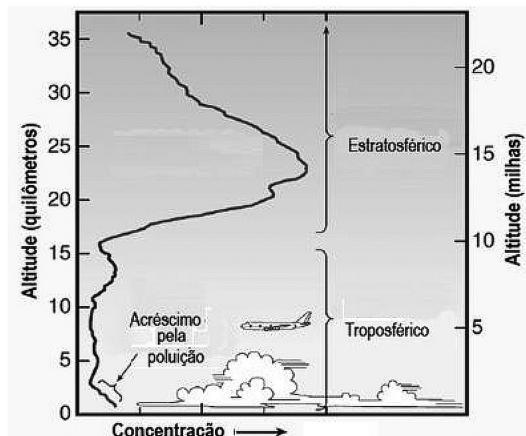
QUESTÃO 09

Uma professora necessitou utilizar uma trompa d'água e um funil de Büchner em uma das etapas de um experimento para produção de ácido acetilsalicílico. Que técnica foi utilizada nessa etapa?

- A) Destilação simples
- B) Destilação fracionada
- C) Filtração simples
- D) Filtração a vácuo

QUESTÃO 10

Qual o título adequado para o gráfico mostrado abaixo?



Fonte: <http://www.risco.com.br/NL/ED/FEV2010.htm>

- A) Metano na atmosfera
- B) Oxigênio atmosférico
- C) Ozônio na atmosfera
- D) Vapor de água atmosférico



QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS

QUESTÃO 11

Utilizando modelos ilustrativos, explique o processo de dissolução de um sal em água até ocorrer a formação de uma solução saturada.

QUESTÃO 12

Represente uma coluna de fracionamento de petróleo e discuta vantagens e desvantagens relacionadas à utilização dos produtos que são obtidos nesse tipo de processo de separação.

QUESTÃO 13

Muitos monumentos espalhados pelo mundo, constituídos por calcite, vêm sofrendo uma maior deterioração nos últimos anos. Esse problema tem sido associado à poluição atmosférica. Considerando as informações contidas no quadro ao lado, proponha uma explicação para esse tipo de fenômeno.

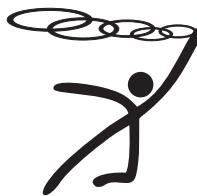
Mineral	Fórmula	Solubilidade (mg/L)
Calcite	CaCO_3	50
Gesso	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	2080

GABARITO E EXPECTATIVAS DE RESPOSTAS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B	B	B	A	C	D	A	B	D	A



Capítulo 3.4 Resultados



Programa Nacional Olimpíadas de Química Olimpíada Brasileira de Química Júnior - 2018

RESULTADO

Nome do Aluno	Série	Escola	Cidade	UF	Nota
OURO					
Samuel William Silva Almeida	9º	E. M. Antilhon Ribeiro Soares	Teresina	PI	100,0
João Vitor Reis Dias	9º	Colégio Olimpo	Palmas	TO	97,15
Marina Malta Nogueira	9º	Col. de Aplicação da UFPE	Recife	PE	95,04
Nome do Aluno	Série	Escola	Cidade	UF	Nota
PRATA					
Ana Júlia Limberger Nedel	9º	EEEF Afonso Pena	Frederico Westphalen	RS	92,71
Cássia Caroline Aguiar da Ponte	9º	Colégio Master	Fortaleza	CE	91,61
Nataniel Marques Viana Neto	9º	Farias Brito	Fortaleza	CE	89,51
Vitória do Nascimento Pontes	9º	Colégio Vitorino	Crato	CE	88,45
Eric Bitencourt Baesso	9º	Colégio Militar	Juiz de Fora	MG	87,40
João Pedro Moritz de Carvalho	9º	Col. Dante Alighieri	São Paulo	SP	87,40
Levi Ferreira Santos Neto	9º	Colégio Militar	Salvador	BA	86,35
Felipe Saneshima B. Barbosa	8º	Colégio Etapa	Valinhos	SP	86,35
Victor José de Carvalho Ferreira	9º	Colegio GGE	Recife	PE	85,29
Samuel Madeiro Sampaio	9º	Colégio Christus	Fortaleza	CE	85,29
Nome do Aluno	Série	Escola	Cidade	UF	Nota
BRONZE					
Dayane Oliveira Santos	9º	Colégio Vitorino	Crato	CE	84,24
Caio Escórcio Lima Dourado	9º	Instituto Dom Barreto	Teresina	PI	83,19
Yasmine Maria Leal Barros	9º	Instituto Dom Barreto	Teresina	PI	83,19
Lucca Johann Leal	9º	Leonardo da Vinci Alfa	Porto Alegre	RS	83,19
Amanda Araújo Carvalho	9º	Farias Brito	Fortaleza	CE	82,13
Vinícius Carrilho Dávila Saltos	8º	Colégio Eximius	Recife	PE	82,13



Nome do Aluno	Série	Escola	Cidade	UF	Nota
Matheus Santos Gama de Lima	9º	Colégio Núcleo	Recife	PE	82,13
Anna Luiza Santa Cruz Martins	9º	Colegio GGE	Recife	PE	82,13
Pedro Lucas De Sousa Oliveira	9º	Col. Liceu De Piripiri	Piripiri	PI	82,13
Ana Caroline Alencar Siqueira	9º	CEV Colégio	Teresina	PI	82,13
Giovanna de Sousa Rodrigues	9º	Colegio GGE	Recife	PE	81,08
Lucas da Silveira Absalão	9º	Col. de Aplicação da UFPE	Recife	PE	81,08
Chiara Fernandes Ary	9º	Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE	81,08
Pedro Henrique Alves	9º	Colégio Aprovado	Ipiaú	BA	80,03
Arthur Pinto Lorenzo	8º	Colégio Militar	Salvador	BA	80,03
Beatriz Cendon de Paula	9º	Colégio Anchieta	Salvador	BA	80,03
Nycolas Araújo de S. Leal	9º	Colégio Motiva	Campina Grande	PA	80,03
Gustavo Gimenes	9º	C. E. Dr. Generoso Marques	Cambará	PR	80,03
Bruna Arisa Shoji Nakamura	9º	Colégio Etapa	Valinhos	SP	80,03
Eduardo Esteves Souza Dias	9º	Colégio Etapa	São Paulo	SP	80,03
Nayara Oliveira Santos	9º	Colégio Amadeus	Aracaju	SE	80,03
Amanda Dias Pinheiro	9º	Colégio Dom Pedro II	Jequié	BA	78,98
Vitória Augusto Ferreira	9º	Colégio Vitorino	Crato	CE	78,98
Mariana de Lima Nóbrega	9º	Colégio Motiva	João Pessoa	PA	78,98
Vinicius Ferreira Rodrigues	9º	Colegio GGE	Recife	PE	78,98
Maria Eduarda Sancho Ponte	9º	Farias Brito	Fortaleza	CE	77,92
Vinícius Mazur	9º	Colégio Bom Jesus	Curitiba	PR	77,92
Francisco Cândido do N. Pombo	9º	Colégio e Curso Pensi	R. Janeiro	RJ	77,92
José Ronaldo Silva H. Filho	9º	Nossa Sra das Graças	Parnaíba	PI	77,92
Renata Calumby Belo	9º	Colégio Aprovado	Ipiaú	BA	76,87
João Victor Correia B. Brianti	8º	Colégio Militar	Salvador	BA	76,87
Rafael de Souza Britto	9º	Colégio Anchieta	Salvador	BA	76,87
Caio Lucas Freires de Farias	9º	Alfa Baby & Master	Itapipoca	CE	76,87
Henrique Chaves M. de Sousa	9º	Colégio Christus	Fortaleza	CE	76,87
Lara Macêdo Linhares	9º	Colegio Paraíso	J. do Norte	CE	76,87
Luis Felipe Cavalcante S. Farias	9º	Farias Brito	Fortaleza	CE	76,87
Maria Clara Ramalho Lima	9º	Colégio Vitorino	Crato	CE	76,87
Maria Clara Barros Santos	9º	Colegio GGE	Recife	PE	76,87
Laila Teixeira Lopes	9º	Instituto Dom Barreto	Teresina	PI	76,87
Vitor Arada Alves	9º	Agostiniano São José	São Paulo	SP	76,87
Erik Matsuda Serikava	9º	Colégio Etapa	São Paulo	SP	76,87
Juliana Cristiam L. Ribeiro	9º	Col. San Rafael Ltda	Aracaju	SE	76,87
Pedro Henrique Miranda Lima	8º	Colégio Olímpico	Palmas	TO	76,87





Nome do Aluno	Série	Escola	Cidade	UF	Nota
Giovana de Sousa Ferro Barbosa	9º	Colégio Olimpo	Palmas	TO	76,87
Pedro Henrique Oliveira Rêgo	9º	Col. José Nogueira	Macaúbas	BA	75,82
Pedro Henrique B. de Barros	9º	Sartre COC	Salvador	BA	75,82
Sophia Cheto de Q. Fonseca	9º	Sartre COC	Salvador	BA	75,82
Isadora de Freitas M. Heineck	8º	Colégio Santa Cecília	Fortaleza	CE	75,82
Maria Eduarda Moura Paulino	9º	Colégio Motiva	C. Grande	PA	75,82
Alysson Fernandes Silva Tavares	9º	Colegio Diocesano	Caruaru	PE	75,82
Gisele Veloso G. Guimarães	9º	CEV Colégio	Teresina	PI	75,82
Tassandro Cavalcante Leitão	9º	Instituto Dom Barreto	Teresina	PI	75,82
Matheus Lima Reis	9º	Farias Brito	Fortaleza	CE	74,76
Sofia Michaelsen Premebida	9º	Farias Brito	Fortaleza	CE	74,76
Ana Luiza Braga Teixeira	9º	Alfa Baby & Master	Itapipoca	CE	74,76
Vinícius Camargo M. de Sousa	8º	Colégio Militar	Brasília	DF	74,76
Júlia Rodrigues Medeiros	9º	Colégio Motiva	João Pessoa	PA	74,76
Rafael Armando C. Aguiar	9º	Instituto Dom Barreto	Teresina	PI	74,76
Pedro Henrique Madeira e Silva	9º	CEV Colégio	Teresina	PI	74,76
Rodrigo Sinato Fernandes	9º	Agostiniano São José	São Paulo	SP	74,76
Daniel Souza Matias	9º	Colégio Etapa	Valinhos	SP	74,76
Giovanna Duarte Pattaro	9º	Colégio Etapa	Valinhos	SP	74,76
Gabriel Siqueira Fontes	9º	Colégio Anchieta	Salvador	BA	73,71
Tais da Silva Mota	9º	Colégio Christus	Fortaleza	CE	73,71
Isabela Porto Pinheiro Marques	9º	Colégio Christus	Fortaleza	CE	73,71
Glauco César Prado Soares	9º	Colégio Militar	Brasília	DF	73,71
Arthur Rodrigues Correia	9º	Colegio Diocesano	Caruaru	PE	73,71
Renata Quaresma de S. Lopes	9º	CEV Colégio	Teresina	PI	73,71
Maxwell Leal da Silva	9º	Sag. Coração de Jesus	Teresina	PI	73,71
Pedro Miguel Pereira G. Vianna	9º	Colegio Militar	R. de Janeiro	RJ	73,71
Marlon Fagundes Pereira Junior	9º	Pedro II - Tijuca II	R. de Janeiro	RJ	73,71
Vinícius Kenji Amano Tanaka	8º	Colégio Etapa	Valinhos	SP	73,71
Fernando Vítor Andrade Santos	9º	CEPI Expansão	Aracaju	SE	73,71
João Lucas de Sousa A. Santos	9º	Colégio São Lucas	Picos	PI	73,71
Adriano Câmara Bezerra	9º	Farias Brito	Fortaleza	CE	72,66
André de Araújo Barros	8º	Colégio Christus	Fortaleza	CE	72,66
Laís Bezerra Lobo	9º	Farias Brito	Fortaleza	CE	72,66
Pedro Henrique Almeida Vidal	9º	Farias Brito	Fortaleza	CE	72,66
Vinícius Conrado Farias	8º	Colegio Master Sul	Fortaleza	CE	72,66
Maria Clara Lopes Santos	9º	Esc. Educação Criativa	Ipatinga	MG	72,66
Claudionor de Araújo S. Filho	9º	Colegio GGE	Recife	PE	72,66
Gabriel Nobuaki Nojima	9º	Col. Militar do Recife	Recife	PE	72,66
Fabrício Lopes dos Santos	9º	Instituto Dom Barreto	Teresina	PI	72,66



Nome do Aluno	Série	Escola	Cidade	UF	Nota
Sabrina Helen Bezerra Lopes	9º	Instituto Dom Barreto	Teresina	PI	72,66
Samuell da Luz Caminha	9º	CEV Colégio	Teresina	PI	72,66
Felipe Akio Matsuoka	9º	Colégio Etapa	São Paulo	SP	72,66
Camyllé Machado Primo	9º	Nossa Sra das Graças	Parnaíba	PI	72,66
Marilia Dangiolillo	8º	São Luiz Gonzaga -Diocesano	Parnaíba	PI	72,66
Gabriel Aragão Silva	8º	Farias Brito	Fortaleza	CE	71,60
Giovanni Carrilho Malta	9º	Farias Brito	Fortaleza	CE	71,60
Yuri Barros Mendes	9º	Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE	71,60
Felipe dos Santos Minatogau	9º	Centro Educ. Sigma	Brasília	DF	71,60
Gabriel Sant'anna Brito e Silva	9º	Santo Agostinho	Belo Horizonte	MG	71,60
Matheus Henrique Bione Lisboa	9º	Colégio Geo Sul	João Pessoa	PA	71,60
Caio Rodrigo Freire Queiroz	9º	Colegio Patricia Costa	Olinda	PE	71,60
Sara Maria Franco Soares	9º	Col. Marista São Luis	Recife	PE	71,60
Rhuan Pimentel Nogueira	9º	Instituto Dom Barreto	Teresina	PI	71,60
Diego Henrique M. Sousa	9º	CEV Colégio	Teresina	PI	71,60
João Pedro Lopes de S. Gomes	9º	Instituto Dom Barreto	Teresina	PI	71,60
Ian Seo Takose	9º	Colégio Etapa	São Paulo	SP	71,60
Marcos Henrique Pereira Santos	9º	Col. San Rafael Ltda	Aracaju	SE	71,60
Pedro Henrique R. Sampaio	9º	Colé. San Rafael Ltda	Aracaju	SE	71,60
Flavio Luiz Farias Bernal Júnior	8º	Colégio 21 de Abril	Fortaleza	CE	71,60
Sofia Rocha Sampaio	9º	Colégio Dom Pedro II	Jequié	BA	70,55
Jana Almeida P. dos Santos	8º	Colégio Militar	Salvador	BA	70,55
Henrique José Silva M. Filho	9º	Salesiano Dom Bosco	Salvador	BA	70,55
Julie Sampaio Quezado	9º	Farias Brito	Fortaleza	CE	70,55
Luana Oliveira Galdino de Araújo	9º	Colégio Motiva	Campina Grande	PA	70,55
Fátima Maria Thaiz da Fonte Gomes da Silva	9º	Colégio Motiva	João Pessoa	PA	70,55
Lucas Vinskoski	9º	Col. Dom Feliciano	Gravataí	RS	70,55
Antônio Luís M. Crespo Filho	9º	Adalberto Valle	Manaus	AM	70,55
João Guilherme Odebrecht Rosa	8º	Colégio Etapa	São Paulo	SP	70,55
Lucas Takayasu	9º	Objetivo Luis Goes	São Paulo	SP	70,55
Sarah Peixoto Rodrigues Freire	9º	Colégio Christus	Fortaleza	CE	70,55
Sofia Santana de Figueirêdo	9º	Colégio Santa Cecília	Fortaleza	CE	70,55
Tais Silva Nogueira da Silveira	8º	Colégio Teleyos	Fortaleza	CE	70,55
Layza Rocha dos Santos	9º	EMEF "Profª Ana Maria Segura"	Cosmorama	SP	70,55

Veja lista dos agraciados com Menção Honrosa e demais classificados em www.obquimica.org.



Capítulo 4.1 OBQ 2018

A

Fase III Modalidade A Questões de Múltipla Escolha

QUESTÃO 01

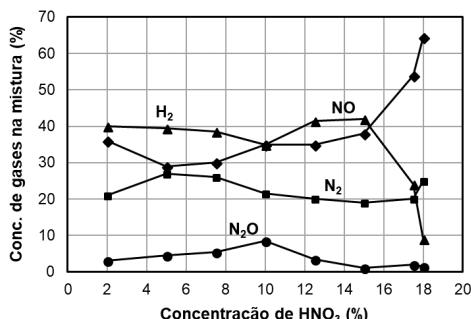
O escritor italiano Primo Levi, em seu livro de contos *Sistema Periódico* (*O Sistema Periódico*, Ed. Leya), narra fatos de sua vida e os associa a elementos químicos. Em um dos trechos, ele narra: "(este metal) é mole como a cera. Reage com a água onde flutua (um metal que flutua!), dançando freneticamente e produzindo hidrogênio.". Sobre esse metal, assinale a alternativa que está correta:

- a) É um metal de transição, caracterizado por sua baixa densidade. A reação química com a água é devida ao baixo potencial de oxidação desse metal, frente ao potencial de oxidação do hidrogênio.
- b) É um metal que possui uma grande variação de número de oxidação (Nox), indo de +1 até +6. Esta grande variação de números de oxidação Nox confere ao elemento baixa densidade e alta reatividade, uma vez que a perda significativa de elétrons altera suas propriedades físicas.
- c) É um metal radioativo ($Z > 91$). A instabilidade nuclear, observada pela razão entre número de prótons e número de nêutrons, faz com que o elemento tenha uma massa atômica elevada e um volume atômico grande, originando uma densidade menor do que $1,0 \text{ g cm}^{-3}$ nas condições ambientes.
- d) É um metal que apresenta propriedades diamagnéticas, por isso sofre a repulsão elétrica dos polos das moléculas de água, que o fazem flutuar. A reação que ocorre é de oxirredução, uma vez que os polos elétricos da água reagem com os polos elétricos do metal.
- e) É um metal representativo, que reage com a água formando um hidróxido correspondente, com a liberação de gás hidrogênio. O referido metal possui potencial padrão de redução negativo.



QUESTÃO 02

Um dos principais contaminantes da água para o consumo humano são os cátions alcalino-terrosos, que lhe conferem a dureza, sendo assim é indispensável à remoção desses para o atendimento aos padrões de potabilidade. Quando o magnésio reage com uma solução de HNO_3 é formada uma mistura gasosa constituída por hidrogênio, nitrogênio, monóxido de nitrogênio e óxido de dinitrogênio, cuja composição é dependente da concentração de ácido nítrico utilizada. O gráfico abaixo mostra como essa composição (em porcentagens molares) varia com a concentração da solução de ácido (SULCIUS, A. Journal of Chemical Education, v.92, p. 1971–1972, 2015):



Sobre as reações citadas e o gráfico mostrado, analise as afirmativas abaixo e assinale a correta:

- a) Apenas a reação de produção de $\text{H}_2(\text{g})$ e $\text{N}_2(\text{g})$ correspondem a reações de oxirredução.
- b) Utilizando concentrações de ácido nítrico entre 2 % e 18 %, a reação que envolve a redução do nitrogênio de um número de oxidação +5 para +1 é aquela com formação de menor % de produto.
- c) Na reação, ao utilizar a concentração de 10 % de ácido nítrico, pode se afirmar que a diferença de potencial padrão da reação de produção de gás hidrogênio é igual àquela da reação de produção de monóxido de nitrogênio, uma vez que as concentrações destes gases são iguais na composição da mistura gasosa produzida.
- d) Os dados apresentados no gráfico possibilitam concluir que utilizando concentração acima de 16 % de ácido nítrico a reação com a produção de NO é aquela termodinamicamente mais favorável.
- e) Através apenas do cálculo das diferenças de potenciais padrão das reações de produção dos gases (hidrogênio, nitrogênio, monóxido de nitrogênio e óxido de dinitrogênio) pode-se prever qual ou quais os produtos termodinamicamente mais favoráveis.



QUESTÃO 03

Há muitos sais que são solúveis em água como, por exemplo, o cloreto de sódio e o cloreto de magnésio que se encontram presentes na água do mar. Uma amostra de 0,930 g de uma mistura de NaCl e MgCl_2 foi dissolvida em água. A adição de excesso de $\text{AgNO}_3(\text{aq})$ fez com que todos os íons cloreto precipitassem como $\text{AgCl}(\text{s})$. A massa do precipitado seco foi 2,676 g. A partir desses dados, qual foi a porcentagem em massa de NaCl na mistura original?

- a) 45,7 % b) 16,9 % c) 29,2 % d) 23,8 % e) 39,8 %

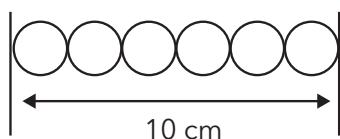
QUESTÃO 04

A formação de um sólido a partir de líquidos e/ou de gases é uma das evidências de que ocorreu uma reação química. Para demonstrar tal evidência, um recipiente de 2,5 L que contém amônia gasosa a 0,78 atm e 18,5 °C foi conectado em outro recipiente de 1,4 L com cloreto de hidrogênio gasoso a 0,93 atm e 18,5 °C, respectivamente. Sabe-se que a combinação desses gases leva a formação de cloreto de amônio sólido, logo, qual a quantidade aproximada de massa formada desse composto, o gás que sobrou nos recipientes conectados e a sua pressão?

- a) 1,44 g; amônia; 0,166 atm.
b) 3,19 g; cloreto de hidrogênio; 0,332 atm.
c) 1,44 g; cloreto de hidrogênio; 0,332 atm.
d) 1,44 g; amônia; 0,332 atm.
e) 2,91 g; amônia; 0,166 atm.

QUESTÃO 05

As dimensões de átomos, íons e comprimentos de ligação situam-se na faixa de 10-10 m, que equivale 1 Å (ângstrom) ou 100 pm (picômetro). Por exemplo, o raio covalente do hidrogênio é de 74 pm. Suponha que os átomos de hidrogênio possam ser dispostos lado a lado em uma única linha, conforme sugerido no diagrama abaixo:





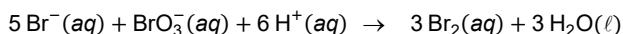
Qual é a massa de uma linha de átomos de hidrogênio com exatamente 10 cm de comprimento?

- a) $7,4 \times 10^{-11}$ g b) $7,4 \times 10^{-10}$ g c) $2,3 \times 10^{-15}$ g
d) $1,1 \times 10^{-21}$ g e) $1,1 \times 10^{-15}$ g

QUESTÃO 06

O conhecimento e o estudo da velocidade das reações são de grande interesse industrial, pois permitem reduzir custos e aumentar a produtividade dos processos fabris. Sabe-se que as reações químicas ocorrem com velocidades diferentes e estas podem ser alteradas.

Para exemplificar, considere a reação abaixo representada:



A representação matemática de velocidade desta reação é:

$$v = k[\text{Br}^-][\text{BrO}_3^-][\text{H}^+]^2$$

Assim sendo, para esse caso, qual afirmação está correta?

- a) A ordem geral é 12.
b) Dobrando a concentração de Br^- e BrO_3^- e reduzindo a metade da concentração de H^+ a velocidade de reação não se altera.
c) A unidade da constante de velocidade, k , é mol dm⁻³ s⁻¹.
d) Uma alteração na concentração de Br^- ou BrO_3^- não afeta a velocidade de reação.
e) Dobrando a concentração de Br^- ou BrO_3^- e reduzindo a metade da concentração de H^+ a velocidade de reação não se altera.

QUESTÃO 07

O Fleróvio ($F\ell$) é um elemento químico artificial, de número atômico 114, criado em laboratório e na Tabela Periódica está situado imediatamente abaixo do chumbo. Até o momento, cientistas nucleares conseguiram sintetizar apenas alguns átomos do elemento 114 e, portanto, a aparência física de uma amostra maior ainda não é conhecida. Com base na sua posição na Tabela Periódica, o elemento 114 é mais provável que seja um:

- a) Metal cinza-prateado. b) Líquido volátil avermelhado.
c) Gás verde amarelo pálido. d) Cristal incolor.
e) Sólido em pó preto.





QUESTÃO 08

Visto que o petróleo é um combustível não renovável e que contribui para a poluição do meio ambiente, várias indústrias e centros de pesquisas têm se mobilizado na busca por novas fontes de energia combustível. É nesse contexto que surge o hidrogênio combustível, considerado como o combustível do futuro, por ser renovável, inesgotável e principalmente por não liberar gases tóxicos para a atmosfera. Abaixo têm-se algumas vantagens do combustível hidrogênio:

- ✓ Utilização de motores elétricos no lugar de motores a combustão, minimizando a poluição do meio ambiente;
- ✓ Seu processo de geração de energia é descentralizado, não sendo necessária a construção de hidrelétricas;
- ✓ A geração de energia por meio de pilhas à combustível é mais eficiente do que a obtida pelos processos tradicionais.

A reação abaixo representada indica a possibilidade de obtenção de hidrogênio a partir do monóxido de carbono:



Analisando os dados da reação acima, afirma-se:

- I) Um aumento da pressão total sobre o sistema não altera o estado de equilíbrio;
- II) Uma diminuição da temperatura favorece o aumento na produção de gás hidrogênio;
- III) O valor de $K_p > K_C$ nas condições dadas;
- IV) A concentração final de cada componente do sistema, em equilíbrio, quando se misturam um mol de cada um dos reagentes com dois mols de cada um dos produtos, na temperatura da experiência, considerando um balão volumétrico de 1 "L" é:

$$[\text{CO}] = [\text{H}_2\text{O}] = 0,46 \text{ mol L}^{-1} \text{ e } [\text{CO}_2] = [\text{H}_2] = 2,54 \text{ mol L}^{-1}$$

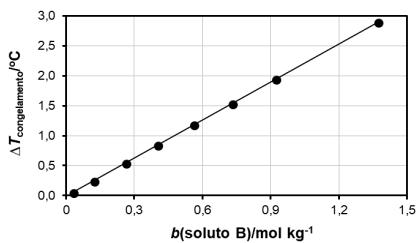
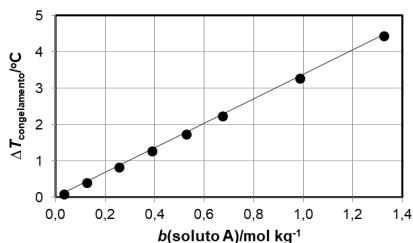
Estão corretas as afirmações:

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



QUESTÃO 09

Os efeitos dos solutos nas propriedades físicas da água podem ser vistos em algumas situações comuns e de fácil compreensão, como por exemplo, ao evitar o congelamento da água nos radiadores de carros em lugares muito frios. Os gráficos abaixo foram construídos após a avaliação da variação na temperatura de congelamento de duas soluções aquosas: uma constituída pelo soluto **A** e outra constituída pelo soluto **B**.



Considerando as informações contidas nos gráficos pode-se afirmar que os solutos **A** e **B** eram respectivamente:

- a) Brometo de cálcio e cloreto de férrico.
- b) Cloreto de potássio e sulfato de sódio.
- c) Glicose e cloreto de sódio.
- d) Sacarose e glicose.
- e) Iodeto de potássio e sacarose.

QUESTÃO 10

Segundo o cientista da NASA, James Hansen, a temperatura da Terra alcançou, nas últimas décadas, uma rápida ascensão de cerca de 0,2 °C, fenômeno esse que não havia ocorrido desde a última era glacial, há 12.000 anos. Tal aquecimento se explica, conforme o cientista, pelo aumento da emissão de gases estufa. Com base nestes estudos, pode-se afirmar corretamente que são consequências do fenômeno de aquecimento global:

- I) Devastação das florestas e savanas.
- II) Redução do volume das geleiras alpinas e das calotas glaciais.
- III) Maior possibilidade de formações de tempestades e ciclones tanto no Atlântico Norte quanto no Atlântico Sul.
- IV) Redução da acidez das chuvas.
- V) Transgressão marinha sobre partes das faixas costeiras.



VI) Rebaixamento do nível dos oceanos e consequente expansão das áreas litorâneas.

VII) Aumento do risco de degradação dos ecossistemas coralíneos.

A alternativa que apresenta apenas as consequências desse fenômeno é:

- a)** II, III, V e VII, apenas.
- b)** I, II, III, IV, VI e VII.
- c)** I, III, IV e VI, apenas.
- d)** II, IV, VI e VII, apenas.
- e)** II, III e VI, apenas.

A

PARTE B - QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS

QUESTÃO 11

As histórias em quadrinhos (HQs) e os filmes de série daí derivados cativam milhões de fãs pelo mundo. Muitas vezes, existem erros científicos grosseiros, que fogem da realidade. Por outras vezes, as HQs criam uma ponte entre o conhecimento científico e o dia a dia das pessoas. A franquia Marvel Comics® tem lançado filmes que se tornam grandes eventos para os aficionados. Dois metais fictícios foram utilizados em seus enredos: o *adamantium* (usado principalmente no esqueleto e nas garras do Wolverine e nas espadas de Deadpool), e o *vibranium*, utilizado na armadura do Pantera Negra e no escudo do Capitão América, além de outros usos.

Considere esses metais fictícios e responda os itens abaixo:

- a)** Levando-se em conta a atual Tabela Periódica, justifique o fato não ser possível a inserção de uma nova família (ou grupo) na mesma, como, por exemplo, a família 19, situada logo após a família dos gases nobres.
- b)** Explique como a temperatura influi na condutividade elétrica de um condutor metálico e de um semicondutor.
- c)** Quais as propriedades físicas comumente apresentadas pelos metais? Quais são as características estruturais responsáveis por essas propriedades?
- c)** O *vibranium* apresenta alta resistência mecânica, baixa densidade e é

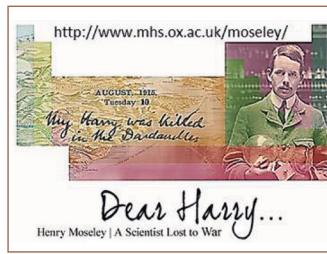


um isolante elétrico. Isso por si só é uma contradição. Explique essa contradição.

- d) O adamantium apresenta uma alta densidade e uma alta resistência mecânica. Conforme a HQ, sabe-se que ele uma vez resfriado, não pode ser mais fundido ou moldado. Justifique a esse fato.

QUESTÃO 12

Henry G. J. Moseley (1887-1915), físico inglês, foi declarado por Rutherford como seu aluno mais talentoso. Ele estabeleceu o conceito de número atômico ao estudar os raios X emitidos pelos elementos químicos. Os raios X emitidos por alguns elementos têm os seguintes comprimentos de onda:



Elemento	Comprimento de ondas (Å)
Ne	14,610
Ca	3,358
Zn	1,435
Zr	0,786
Sn	0,491

- a) Calcule a frequência, v , dos raios X emitidos por cada um dos elementos, em Hz.

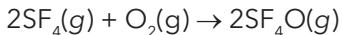
Dados: Constante da velocidade da luz, $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$.

- b) Desenhe e analise o gráfico da raiz quadrada de v versus número atômico do elemento.
- c) Explique como a curva do item (b) permitiu a Moseley prever a existência de elementos ainda não descobertos.
- d) Use o resultado do item (b) para prever o comprimento de onda dos raios X emitidos pelo elemento ferro.
- e) Se um determinado elemento emite raios X com um comprimento de onda de 0,980 Å, qual seria esse elemento?



QUESTÃO 13

O tetrafluoreto de enxofre (SF_4) reage vagarosamente com oxigênio (O_2) para formar monóxido de tetrafluoreto de enxofre (SF_4O), de acordo com a reação representada a seguir:



- Escreva a estrutura de Lewis para SF_4O , na qual as cargas formais de todos os átomos sejam iguais a zero.
- Determine o arranjo estrutural de SF_4O e defina qual é a geometria molecular mais provável baseada nesse arranjo.
- Use as entalpias médias de ligação fornecidas na tabela abaixo para calcular a entalpia de reação e indique se a reação é endotérmica ou exotérmica.

Ligação	Entalpia(kJ/mol)
S=O	523
O=O	495
S-F	327
O-F	190
F-F	155
O-O	146

- A reação do enxofre e flúor forma vários compostos diferentes, inclusive o tetrafluoreto de enxofre e o hexafluoreto de enxofre que podem ser precursores para o monóxido de tetrafluoreto de enxofre. A decomposição de uma amostra de tetrafluoreto de enxofre produz 4,43 g de flúor e 1,87 g de enxofre, enquanto que a decomposição de uma amostra de hexafluoreto de enxofre produz 4,45 g de flúor e 1,25 g de enxofre. Mostre que os dados são consistentes com a lei de proporções múltiplas.
- O decafluoreto de dissulfeto é intermediário em reatividade entre SF_4 e SF_6 . Ele se decompõe a 150 °C resultando nestes fluoretos monossulfurados. Escreva uma equação balanceada para esta reação e identifique o estado de oxidação de enxofre em cada composto.



QUESTÃO 14

O grau de dissociação, α , é definido como a fração de reagente que se decompõe, quando a quantidade inicial de reagente é n , e a quantidade em equilíbrio é n_{eq} , então $\alpha = \frac{n-n_{eq}}{n}$. A energia de Gibbs padrão de reação para a decomposição $H_2O(g) \rightarrow H_2(g) + \frac{1}{2} O(g)$ é +118,08 kJ mol⁻¹ a 2300 K.

- a) Calcule a constante de equilíbrio a partir da energia de Gibbs padrão de reação no equilíbrio pela equação $\Delta G_m^\circ = -RT\ln K$.

Dado da constante dos gases: $R=8,314 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

- b) Mostre que $\alpha = \left(\frac{2^{1/2}K}{p^{1/2}} \right)^{2/3}$
- c) Calcule o grau de dissociação de H_2O a 2300 K e 1,00 bar.
- d) Calcule as frações molares das substâncias no equilíbrio.
- e) O grau de dissociação aumentará ou diminuirá, se o valor da pressão for duplicado na mesma temperatura? Além do cálculo, qual o efeito que justifica que mantém o equilíbrio?

QUESTÃO 15

Com base em medidas experimentais e cálculos de mudanças de entalpia, o químico suíço G. H. Hess sugeriu em 1840, que para uma dada reação, a variação de entalpia é sempre a mesma, esteja essa reação ocorrendo em uma ou em várias etapas (Lei de Hess). Para exemplificar, em um experimento para estimar a entalpia molar padrão de formação de butano (a partir de seus elementos), os seguintes valores foram determinados por calorimetria:

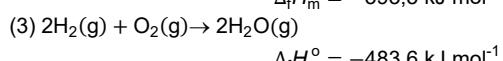
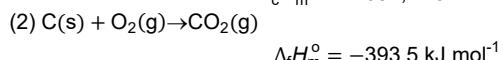
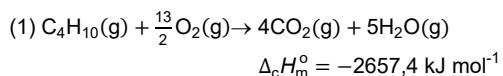


Figura 1. Nesta ilustração é mostrada o transporte de tijolos do chão para o segundo piso por dois caminhos diferentes, sendo: (i) o primeiro, os tijolos são transportados por uma esteira vertical para o terceiro piso e carregado descendo uma escada até o segundo piso e (ii) o segundo, os são transportados por uma escada até o segundo piso em uma única etapa. Em ambos os casos, o resultado é o mesmo (Jenkins, F. Nelson Chemistry Alberta 20-30, 2016).



Considerando os dados acima:





- a) Qual é a variação de entalpia molar padrão de formação do butano?
- b) A partir dos dados das reações de combustão e de formação faça um diagrama de entalpia representando a formação do butano.
- c) A partir dos dados de entalpias de ligação e mudança de estado físico estime a entalpia de formação para 1 mol de butano?

Tipo de Ligação	$\Delta H_m^\circ / \text{k J mol}^{-1}$
C-C	346,8
C-H	413,4
H-H	436,0
Mudança de estadofísico	
$\text{C(grafita, s)} \rightarrow \text{C(g)}$	716,7

- d) Qual o erro percentual observado para a entalpia de formação de 1 mol de $\text{C}_4\text{H}_{10}(g)$ estimada no item (a) e (c), respectivamente? A que você atribuiria tal erro?

Dado Tabelado: $\Delta_f H_m^\circ(\text{C}_4\text{H}_{10}, g) = -126,15 \text{ kJ mol}^{-1}$ (Atkins, P.; Paula, J. Physical-Chemical, 2006).

- e) O butano é o principal componente do GLP (gás liquefeito de petróleo), conhecimento como gás de cozinha. Atualmente, o valor comercial médio de um botijão de gás de 13 kg é de R\$ 70,00, e ocupa o volume de 31 litros. Considere que uma doméstica comprou um botijão de gás para seu consumo em um fogão a gás, após certo período não se conseguia produzir chama no fogão a 25°C . Com base nas informações acima, calcule a massa de GLP retido no botijão e qual a perda financeira na substituição do mesmo (considere que esse GLP seja composto apenas de butano).

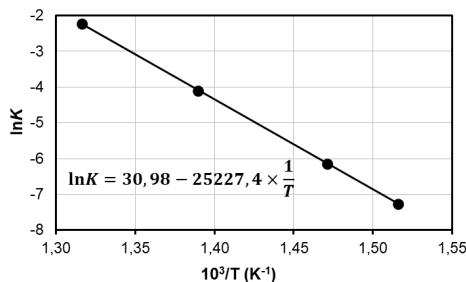
QUESTÃO 16

O iodoetano é um líquido incolor usado como precursor em reações orgânicas de alquilação na indústria farmacêutica e na produção de defensivos agrícolas. A decomposição do iodoetano é representada pela equação abaixo.



Considere o conjunto de dados apresentado abaixo, obtidos durante o estudo da reação citada:

k	$7,20 \times 10^{-4}$	$2,20 \times 10^{-3}$	$1,70 \times 10^{-2}$	0,110
T/K	660,0	680,0	720,0	760,0



- a) Determine a energia de ativação de Arrhenius para a reação citada e o valor do fator A.
- b) Determine o valor da constante de velocidade da reação à temperatura de 400 oC.
- c) Explique como um catalisador influencia na variação de entalpia e constante de equilíbrio de uma reação química.
- d) Apresente as estruturas de Lewis para o reagente e para os produtos da reação representada, indicando a geometria de cada carbono.
- e) Faça uma previsão comparativa das polaridades do iodoetano, do eteno e do iodeto de hidrogênio.



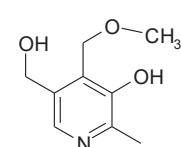
Capítulo 4.2 OBQ 2018

A

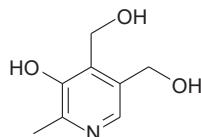
Fase III Modalidade B Questões de Múltipla Escolha

QUESTÃO 01

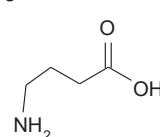
O Ginkgobiloba é a única espécie ainda existente da família *Ginkgoaceae* e por isso tem sido chamada de “fóssil vivo” - há estruturas fossilizadas de ancestrais do gênero *Ginkgo*, semelhantes à espécie atual, com até 170 milhões de anos. Por apresentar propriedades terapêuticas, é uma das plantas mais empregadas em remédios caseiros ou em fitoterápicos em todo o mundo. Seu uso medicinal é milenar: registros chineses revelam que desde 2800 a.C. a planta era usada na medicina tradicional do país, em especial para o tratamento de doenças respiratórias. O extrato quimicamente complexo, resultante do uso da mistura de água e acetona, é composto por mais de quarenta substâncias, que apresenta concentrações mínimas de substâncias terapeuticamente ativas e elimina componentes indesejáveis que oferecem risco toxicológico. As sementes contêm o alcaloide ginkgotoxina, substância tóxica estruturalmente semelhante à vitamina B6. A ginkgotoxina, quando ingerida, pode provocar convulsões, perda da consciência e parada cardiorrespiratória. A vitamina B6 participa de reações enzimáticas importantes do metabolismo de aminoácidos e da biossíntese de neurotransmissores como a dopamina, a serotonina e o ácido gama-aminobutírico (Gaba).



(ginkgotoxina)



(piridoxina -
vitamina B6)



(Gaba)

Com base nas informações apresentadas, assinale a alternativa correta.

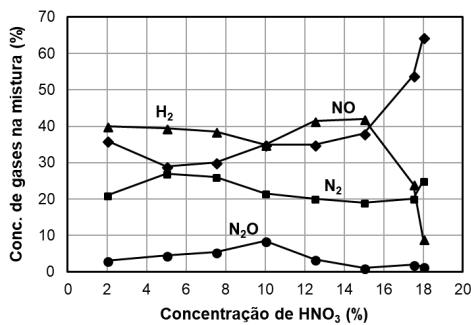
- a) As funções orgânicas oxigenadas presentes na ginkgotoxina são éter, álcool e cetona.
- b) A ginkgotoxina e a vitamina B6 têm a mesma fórmula molecular.
- c) O solvente utilizado para se extrair o complexo das substâncias é uma substância pura.



- d) O Gaba é uma substância de função mista que pertence à classe dos aminoácidos.
- e) Ginkgotoxina e piridoxina são insolúveis em água, enquanto o Gaba é muito solúvel em água.

QUESTÃO 02

Um dos principais contaminantes da água para o consumo humano são os cátions alcalino-terrosos, que lhe conferem a dureza, sendo assim é indispensável à remoção desses para o atendimento aos padrões de potabilidade. Quando o magnésio reage com uma solução de HNO_3 é formada uma mistura gasosa constituída por hidrogênio, nitrogênio, monóxido de nitrogênio e óxido de dinitrogênio, cuja composição é dependente da concentração de ácido nítrico utilizada. O gráfico abaixo mostra como essa composição (em porcentagens molares) varia com a concentração da solução de ácido (SULCIUS, A. Journal of Chemical Education, v.92, p. 1971–1972, 2015):



Sobre as reações citadas e o gráfico mostrado, analise as afirmativas abaixo e assinale a correta:

- a) Apenas a reação de produção de $\text{H}_2(\text{g})$ e $\text{N}_2(\text{g})$ correspondem a reações de oxirredução.
- b) Utilizando concentrações de ácido nítrico entre 2 % e 18 %, a reação que envolve a redução do nitrogênio de um número de oxidação +5 para +1 é aquela com formação de menor % de produto.
- c) Na reação, ao utilizar a concentração de 10 % de ácido nítrico, pode se afirmar que a diferença de potencial padrão da reação de produção de gás hidrogênio é igual àquela da reação de produção de monóxido de nitrogênio, uma vez que as concentrações destes gases são iguais na composição da mistura gasosa produzida.
- d) Os dados apresentados no gráfico possibilitam concluir que utilizando



concentração acima de 16 % de ácido nítrico a reação com a produção de NO é aquela termodinamicamente mais favorável.

- e) Através apenas do cálculo das diferenças de potenciais padrão das reações de produção dos gases (hidrogênio, nitrogênio, monóxido de nitrogênio e óxido de dinitrogênio) pode-se prever qual ou quais os produtos termodinamicamente mais favoráveis.

QUESTÃO 03

Há muitos sais que são solúveis em água como, por exemplo, o cloreto de sódio e o cloreto de magnésio que se encontram presentes na água do mar. Uma amostra de 0,930 g de uma mistura de NaCl e MgCl_2 foi dissolvida em água. A adição de excesso de $\text{AgNO}_3\text{(aq)}$ fez com que todos os íons cloreto precipitassem como $\text{AgCl}\text{(s)}$. A massa do precipitado seco foi 2,676 g. A partir desses dados, qual foi a porcentagem em massa de NaCl na mistura original?

- a) 45,7 % b) 16,9 % c) 29,2 % d) 23,8 % e) 39,8 %

QUESTÃO 04

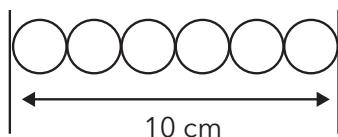
A formação de um sólido a partir de líquidos e/ou de gases é uma das evidências de que ocorreu uma reação química. Para demonstrar tal evidência, um recipiente de 2,5 L que contém amônia gasosa a 0,78 atm e 18,5 °C foi conectado em outro recipiente de 1,4 L com cloreto de hidrogênio gasoso a 0,93 atm e 18,5 °C, respectivamente. Sabe-se que a combinação desses gases leva a formação de cloreto de amônio sólido, logo, qual a quantidade aproximada de massa formada desse composto, o gás que sobrou nos recipientes conectados e a sua pressão?

- a) 1,44 g; amônia; 0,166 atm.
b) 3,19 g; cloreto de hidrogênio; 0,332 atm.
c) 1,44 g; cloreto de hidrogênio; 0,332 atm.
d) 1,44 g; amônia; 0,332 atm.
e) 2,91 g; amônia; 0,166 atm.



QUESTÃO 05

As dimensões de átomos, íons e comprimentos de ligação situam-se na faixa de 10-10 m, que equivale 1 Å (ângstrom) ou 100 pm (picômetro). Por exemplo, o raio covalente do hidrogênio é de 74 pm. Suponha que os átomos de hidrogênio possam ser dispostos lado a lado em uma única linha, conforme sugerido no diagrama abaixo:



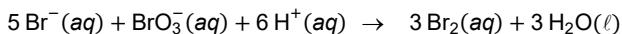
Qual é a massa de uma linha de átomos de hidrogênio com exatamente 10 cm de comprimento?

- a) $7,4 \times 10^{-11}$ g b) $7,4 \times 10^{-10}$ g c) $2,3 \times 10^{-15}$ g
d) $1,1 \times 10^{-21}$ g e) $1,1 \times 10^{-15}$ g

QUESTÃO 06

O conhecimento e o estudo da velocidade das reações são de grande interesse industrial, pois permitem reduzir custos e aumentar a produtividade dos processos fabris. Sabe-se que as reações químicas ocorrem com velocidades diferentes e estas podem ser alteradas.

Para exemplificar, considere a reação abaixo representada:



A representação matemática de velocidade desta reação é:

$$v = k[\text{Br}^-][\text{BrO}_3^-][\text{H}^+]^2$$

Assim sendo, para esse caso, qual afirmação está correta?

- a) A ordem geral é 12.
b) Dobrando a concentração de Br^- e BrO_3^- e reduzindo a metade da concentração de H^+ a velocidade de reação não se altera.
c) A unidade da constante de velocidade, k , é mol $\text{dm}^{-3} \text{s}^{-1}$.
d) Uma alteração na concentração de Br^- ou BrO_3^- não afeta a velocidade de reação.
e) Dobrando a concentração de Br^- ou BrO_3^- e reduzindo a metade da concentração de H^+ a velocidade de reação não se altera.





QUESTÃO 07

O Fleróvio ($\text{F}\ell$) é um elemento químico artificial, de número atômico 114, criado em laboratório e na Tabela Periódica está situado imediatamente abaixo do chumbo. Até o momento, cientistas nucleares conseguiram sintetizar apenas alguns átomos do elemento 114 e, portanto, a aparência física de uma amostra maior ainda não é conhecida. Com base na sua posição na Tabela Periódica, o elemento 114 é mais provável que seja um:

- a) Metal cinza-prateado.
- b) Líquido volátil avermelhado.
- c) Gás verde amarelo pálido.
- d) Cristal incolor.
- e) Sólido em pó preto.

QUESTÃO 08

Visto que o petróleo é um combustível não renovável e que contribui para a poluição do meio ambiente, várias indústrias e centros de pesquisas têm se mobilizado na busca por novas fontes de energia combustível. É nesse contexto que surge o hidrogênio combustível, considerado como o combustível do futuro, por ser renovável, inesgotável e principalmente por não liberar gases tóxicos para a atmosfera. Abaixo têm-se algumas vantagens do combustível hidrogênio:

- ✓ Utilização de motores elétricos no lugar de motores a combustão, minimizando a poluição do meio ambiente;
- ✓ Seu processo de geração de energia é descentralizado, não sendo necessária a construção de hidrelétricas;
- ✓ A geração de energia por meio de pilhas à combustível é mais eficiente do que a obtida pelos processos tradicionais.

A reação abaixo representada indica a possibilidade de obtenção de hidrogênio a partir do monóxido de carbono:



Analisando os dados da reação acima, afirma-se:

- I) Um aumento da pressão total sobre o sistema não altera o estado de equilíbrio;
- II) Uma diminuição da temperatura favorece o aumento na produção de gás hidrogênio;
- III) O valor de $K_p > K_C$ nas condições dadas;
- IV) A concentração final de cada componente do sistema, em equilíbrio,



quando se misturam um mol de cada um dos reagentes com dois mols de cada um dos produtos, na temperatura da experiência, considerando um balão volumétrico de 1 "L" é:

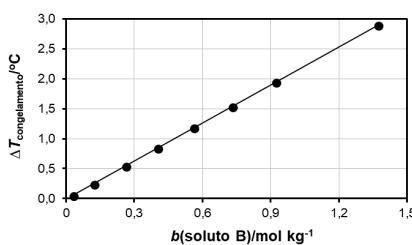
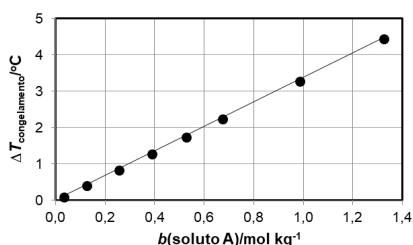
$$[\text{CO}] = [\text{H}_2\text{O}] = 0,46 \text{ mol L}^{-1} \text{ e } [\text{CO}_2] = [\text{H}_2] = 2,54 \text{ mol L}^{-1}$$

Estão corretas as afirmações:

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

QUESTÃO 09

Os efeitos dos solutos nas propriedades físicas da água podem ser vistos em algumas situações comuns e de fácil compreensão, como por exemplo, ao evitar o congelamento da água nos radiadores de carros em lugares muito frios. Os gráficos abaixo foram construídos após a avaliação da variação na temperatura de congelamento de duas soluções aquosas: uma constituída pelo soluto **A** e outra constituída pelo soluto **B**.



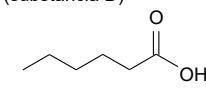
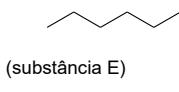
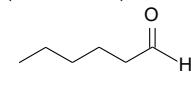
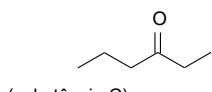
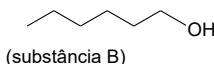
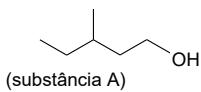
Considerando as informações contidas nos gráficos pode-se afirmar que os solutos **A** e **B** eram respectivamente:

- a) Brometo de cálcio e cloreto de férrico.
- b) Cloreto de potássio e sulfato de sódio.
- c) Glicose e cloreto de sódio.
- d) Sacarose e glicose.
- e) Iodeto de potássio e sacarose.



QUESTÃO 10

Nos laboratórios químicos são usadas muitas substâncias como solventes, reagentes ou intermediários químicos, de acordo com as atividades práticas a serem desenvolvidas. Algumas dessas substâncias têm suas fórmulas estruturais apresentadas a seguir:



Com relação a essas substâncias, assinale a alternativa INCORRETA:

- a) As substâncias A e B são isômeros constitucionais esqueletais; as substâncias C e D são isômeros constitucionais funcionais.
- b) A reação entre as substâncias B e F produz um éster com o nome sistemático hexanoato de hexila.
- c) A ordem crescente de polaridade dessas substâncias é F < B < A < D < C < E.
- d) A substância A apresenta temperaturas de fusão e de ebulição menor que a substância B.
- e) A substância D pode estabelecer equilíbrio tautomérico com o hex-1-en-1-ol.

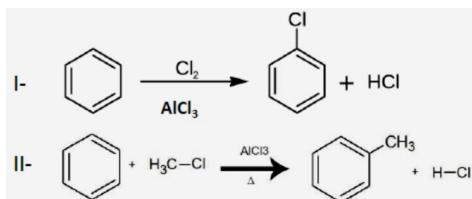


B

PARTE B - QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS

QUESTÃO 11

A primeira pessoa a isolar o benzeno foi Michael Faraday, em 1825. Contudo, só em 1834, através de Eilhardt Mitscherlich, é que se descobriu que o benzeno seria constituído por seis átomos de carbono e seis átomos de hidrogênio. Em 1865 chegou-se à estrutura proposta por Friedrich August Kekulé, através de um sonho, no qual uma cobra mordia a própria cauda. Com relação ao benzeno e suas reações, observe:



Diante disso, resolva os seguintes itens:

a) O mecanismo das reações com benzeno ocorre nas seguintes etapas:

1º passo: reação do catalisador + reagente $\rightarrow \text{E}^+ + \text{Nu}^-$

2º passo: ataque de E^+ ao anel benzênico \rightarrow carbocáton

3º passo: reação do carbocáton + $\text{Nu}^- \rightarrow$ produtos

Desenvolva o mecanismo para a reação I.

b) Os produtos obtidos em ambas as reações apresentam os grupos substituintes: $\bullet\text{CH}_3$ e $\bullet\text{Cl}$. O $\bullet\text{CH}_3$ é um grupo ativante e, portanto, orientador *ortho*, *para*-dirigente. Embora o $\bullet\text{Cl}$ também seja um orientador *ortho*, *para*-dirigente, atua como desativante. Justifique este comportamento do radical cloro.

c) Indique os produtos formados na cloração do tolueno na presença de luz, indicando o tipo de reação que ocorre.

d) Utilizando-se 7,8 kg de benzeno com igual quantidade de cloreto de metila, que quantidade de tolueno, em quilogramas, se obtém considerando um rendimento de 80 %?



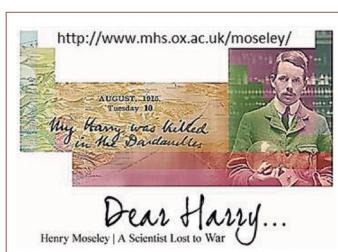
e) Observe a tabela abaixo:

Substância	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de ebulação (°C)	Polaridade
Clorobenzeno	45	132	Baixa
Metilbenzeno	-93	110,6	-

Justifique as propriedades físicas dos dois produtos obtidos.

QUESTÃO 12

Henry G. J. Moseley (1887-1915), físico inglês, foi declarado por Rutherford como seu aluno mais talentoso. Ele estabeleceu o conceito de número atômico ao estudar os raios X emitidos pelos elementos químicos. Os raios X emitidos por alguns elementos têm os seguintes comprimentos de onda:



Elemento	Comprimento de ondas (Å)
Ne	14,610
Ca	3,358
Zn	1,435
Zr	0,786
Sn	0,491

a) Calcule a frequência, v , dos raios X emitidos por cada um dos elementos, em Hz.

Dados: Constante da velocidade da luz, $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$.

b) Desenhe e analise o gráfico da raiz quadrada de v versus número atômico do elemento.

c) Explique como a curva do item (b) permitiu a Moseley prever a existência de elementos ainda não descobertos.

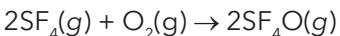
d) Use o resultado do item (b) para prever o comprimento de onda dos raios X emitidos pelo elemento ferro.

e) Se um determinado elemento emite raios X com um comprimento de onda de 0,980 Å, qual seria esse elemento?



QUESTÃO 13

O tetrafluoreto de enxofre (SF_4) reage vagarosamente com oxigênio (O_2) para formar monóxido de tetrafluoreto de enxofre (SF_4O), de acordo com a reação representada a seguir:



- Escreva a estrutura de Lewis para SF_4O , na qual as cargas formais de todos os átomos sejam iguais a zero.
- Determine o arranjo estrutural de SF_4O e defina qual é a geometria molecular mais provável baseada nesse arranjo.
- Use as entalpias médias de ligação fornecidas na tabela abaixo para calcular a entalpia de reação e indique se a reação é endotérmica ou exotérmica.

Ligaçāo	Entalpia(kJ/mol)
S=O	523
O=O	495
S-F	327
O-F	190
F-F	155
O-O	146

- A reação do enxofre e flúor forma vários compostos diferentes, inclusive o tetrafluoreto de enxofre e o hexafluoreto de enxofre que podem ser precursores para o monóxido de tetrafluoreto de enxofre. A decomposição de uma amostra de tetrafluoreto de enxofre produz 4,43 g de flúor e 1,87 g de enxofre, enquanto que a decomposição de uma amostra de hexafluoreto de enxofre produz 4,45 g de flúor e 1,25 g de enxofre. Mostre que os dados são consistentes com a lei de proporções múltiplas.
- O decafluoreto de dissulfeto é intermediário em reatividade entre SF_4 e SF_6 . Ele se decompõe a 150 °C resultando nestes fluoretos monossulfurados. Escreva uma equação balanceada para esta reação e identifique o estado de oxidação de enxofre em cada composto.





QUESTÃO 14

O grau de dissociação, α , é definido como a fração de reagente que se decompõe, quando a quantidade inicial de reagente é n e a quantidade em equilíbrio é n_{eq} , então $\alpha = \frac{n-n_{eq}}{n}$. A energia de Gibbs padrão de reação para a decomposição $H_2O(g) \rightarrow H_2(g) + \frac{1}{2} O(g)$ é $+118,08 \text{ kJ mol}^{-1}$ a 2300 K .

- a) Calcule a constante de equilíbrio a partir da energia de Gibbs padrão de reação no equilíbrio pela equação $\Delta G_m^\circ = -RT\ln K$.

Dado da constante dos gases: $R=8,314 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

b) Mostre que $\alpha = \left(\frac{2^{1/2}K}{p^{1/2}} \right)^{2/3}$

- c) Calcule o grau de dissociação de H_2O a 2300 K e $1,00 \text{ bar}$.

- d) Calcule as frações molares das substâncias no equilíbrio.

- e) O grau de dissociação aumentará ou diminuirá, se o valor da pressão for duplicado na mesma temperatura? Além do cálculo, qual o efeito que justifica que mantem o equilíbrio?

QUESTÃO 15

Com base em medidas experimentais e cálculos de mudanças de entalpia, o químico suíço G. H. Hess sugeriu em 1840, que para uma dada reação, a variação de entalpia é sempre a mesma, esteja essa reação ocorrendo em uma ou em várias etapas (Lei de Hess). Para exemplificar, em um experimento para estimar a entalpia molar padrão de formação de butano (a partir de seus elementos), os seguintes valores foram determinados por calorimetria:

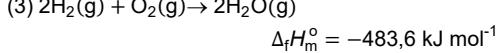
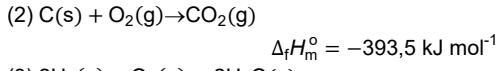
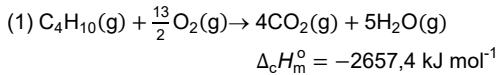


Figura 1. Nesta ilustração é mostrada o transporte de tijolos do chão para o segundo piso por dois caminhos diferentes, sendo: (i) o primeiro, os tijolos são transportados por uma esteira vertical para o terceiro piso e carregado descendo uma escada até o segundo piso e (ii) o segundo, os são transportados por uma escada até o segundo piso em uma única etapa. Em ambos os casos, o resultado é o mesmo (Jenkins, F. Nelson Chemistry Alberta 20-30, 2016).

Considerando os dados acima:



- a) Qual é a variação de entalpia molar padrão de formação do butano?
- b) A partir dos dados das reações de combustão e de formação faça um diagrama de entalpia representando a formação do butano.
- c) A partir dos dados de entalpias de ligação e mudança de estado físico estime a entalpia de formação para 1 mol de butano?

Tipo de Ligação	$\Delta H_m^\circ / \text{k J mol}^{-1}$
C-C	346,8
C-H	413,4
H-H	436,0
Mudança de estadofísico	
C(grafita, s) → C(g)	716,7

- d) Qual o erro percentual observado para a entalpia de formação de 1 mol de $\text{C}_4\text{H}_{10}(g)$ estimada no item (a) e (c), respectivamente? A que você atribuiria tal erro?

Dado Tabelado: $\Delta_f H_m^\circ(\text{C}_4\text{H}_{10}, g) = -126,15 \text{ kJ mol}^{-1}$ (Atkins, P.; Paula, J. Physical-Chemical, 2006).

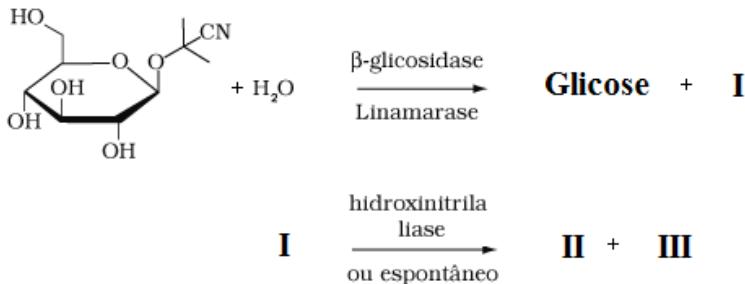
- e) O butano é o principal componente do GLP (gás liquefeito de petróleo), conhecimento como gás de cozinha. Atualmente, o valor comercial médio de um botijão de gás de 13 kg é de R\$ 70,00, e ocupa o volume de 31 litros. Considere que uma doméstica comprou um botijão de gás para seu consumo em um fogão a gás, após certo período não se conseguia produzir chama no fogão a 25°C . Com base nas informações acima, calcule a massa de GLP retido no botijão e qual a perda financeira na substituição do mesmo (considere que esse GLP seja composto apenas de butano).



QUESTÃO 16

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma importante fonte energética na dieta de milhões de pessoas e de animais nos trópicos. No processo de industrialização das raízes dessa planta, origina-se a manipueira, um líquido tóxico, de aspecto leitoso. A manipueira é a água de constituição da raiz gerada no momento da prensagem da massa ralada para a fabricação da farinha de mesa ou extração da fécula. Uma tonelada de mandioca prensada gera, em média, trezentos litros de manipueira. Esse resíduo contém elevada concentração de matéria orgânica, principalmente, de amido, de glicose e de proteínas. Além do grande potencial poluente, existe também o problema da toxidez, principalmente, por causa de um glicosídeo denominado linamarina. Por hidrólise, a degradação dessa substância origina a glicose ($C_6H_{12}O_6$), a acetona e o ácido cianídrico, devendo ser tratados adequadamente todos os resíduos e efluentes gerados no processo. Atualmente, alguns estudos estão sendo realizados para o reaproveitamento desse resíduo, atendendo aos princípios de sustentabilidade. A respeito desses produtos, resolva os itens a seguir:

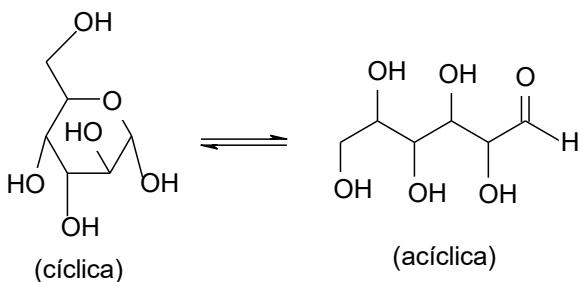
- a) No esquema reacional para a degradação da linamarina na manipueira, proposto abaixo, represente a fórmula estrutural das substâncias I, II e III.



- b) Escreva o nome sistemático das substâncias I, II e III
- c) Considerando que o cianeto presente na manipueira pode reagir com a amônia, formando o respectivo sal e o que o mesmo é um insumo para a produção da uréia, determine a constante de hidrólise e o valor do pH de uma solução aquosa 0,1 mol.L⁻¹ de cianeto de amônio. Dados: $K_b = 1,76 \cdot 10^{-5}$; $p_{K_b} = 4,75$; $K_a = 6,20 \cdot 10^{-10}$; $p_{K_a} = 9,21$.
- d) Com base nos princípios da Química Verde e da sustentabilidade, indique duas formas de aproveitamento da manipueira. Justifique sua resposta.



- e) Sem indicação da orientação estereoespecífica, a glicose existe nas seguintes formas:



Considerando a forma acíclica, determine o número de carbonos assimétricos presentes na molécula e a quantidade de pares de enantiômeros que podem ser formados.

"O reator da economia moderna não é a fazenda, não é a fábrica, não é o banco. É a escola."

Peter Drucker, consultor americano





Capítulo 4.3 Resultados

A

Olimpíada Brasileira de Química Modalidade A - Resultado

O U R O

NOME	CIDADE	UF	ESCOLA
Jurandi Samuel Almeida Campelo	Fortaleza	CE	Farias Brito
Pedro Theodoro Capella	São Paulo	SP	Bandeirantes
Thiago Oliveira Sousa	Fortaleza	CE	Farias Brito
Ygor de Santana Moura	Fortaleza	CE	Ari de Sá Cavalcante
Bruno Dias do Nascimento	Fazenda Rio Grande	PR	Acesso
João Paulo Calisto Barbosa	São Paulo	SP	Objetivo Integrado
Eliane de Sá Cavalcante P. Neta	Fortaleza	CE	Farias Brito
Angelo Campregher Ruiz	São Paulo	SP	Objetivo Integrado
Joaquim Miguel Moreira Santiago	Fortaleza	CE	Ari de Sá

P R A T A

NOME	CIDADE	UF	ESCOLA
Mattias Anders Silva Larsson	Campinas	SP	Colégio Etapa
João Vitor Lustosa Lima	Fortaleza	CE	Master
Gustavo Baracat Alvares Martins	São Paulo	SP	C.I. Objetivo Tatuapé
Lucas Yutaka Kuroishi	São Paulo	SP	Colégio Etapa
Yan Benevinuto Sabóia	Fortaleza	CE	Ari de Sá
Luiz Felipe Sousa Dias	Fortaleza	CE	Ari de Sá
Yan Benevinuto Sabóia	Fortaleza	CE	Ari de Sá
Gustavo Monteiro P. de Oliveira	Salvador	BA	Colégio Anchieta
Willian Fraga Azevedo	Salvador	BA	Impacto
Gildo Luiz de Sales Neto	Mossoró	RN	IFRN - Mossoró
Raul de Castro Cunha Claudino	Fortaleza	CE	Farias Brito
Vinícius de Alcântara Névoa	Goiânia	GO	Arena
Stelios Athanássios M. C. B. Karvanis	Teresina	PI	Instituto Dom Barreto
Isaque Sathler Sulz	Ipatinga	MG	Fibonacci
Gabriel Oliveira Mota	Montes Claros	MG	Padrão Internacional
Robson Santos Luz Filho	Teresina	PI	Instituto Dom Barreto
Alexandre Lima Fernandes	Fortaleza	CE	Farias Brito
Júlia Stancioli Paiva	Belo Horizonte	MG	Bernoulli
Pedro Jatoba Arteiro	Recife	PE	Santa Maria



João Henrique Oliveira Fontes	Rio de Janeiro	RJ	Colégio Militar
Pedro Arthur Sales Rebouças	Fortaleza	CE	Master
Miguel Vieira Pereira	Valinhos	SP	Etapa
Lucas Muller Régis de Oliveira	Natal	RN	CEI - Zona Sul
Fabrício Ilich Machado Nunes	Teresina	PI	Sist. Einstein de Ensino
Gustavo Araújo Morais	Fortaleza	CE	7 de Setembro
Matheus Henrique G. de Souza	Ipatinga	MG	Esc. Educação Criativa
Ricardo Chiquetto do Lago	São Paulo	SP	Vital Brazil
Fábio Donola Pinheiro C. de Castro	Rio de Janeiro	RJ	PH

BRONZE

NOME	CIDADE	UF	ESCOLA
Pâmela Oliveira de Carvalho	Fortaleza	CE	Ari de Sá
Léo Rocha Munguba	Fortaleza	CE	7 de Setembro
Lucas Arada Alves	São Paulo	SP	Agostiniano São José
Paulo Arley Cassiano da Silva	Fortaleza	CE	Ari de Sá Cavalcante
Antônio Cauã Farias Telles Melo	Fortaleza	CE	Farias Brito
Arthur Mendes Pereira	Fortaleza	CE	Farias Brito
Gabriel Pereira	Fortaleza	CE	Colégio Militar
Ana Tércia Mendes Carneiro	Fortaleza	CE	Farias Brito
Gabriel Stephano Santos	São Paulo	SP	Objetivo Integrado
Victoria da Costa Gonçalves	São Paulo	SP	Objetivo Integrado
Matheus Ernesto Martins de Paula	Barbacena	MG	EPCAR
Rafael Silva de Oliveira	Fortaleza	CE	Master
Gabriel Brasileiro de Sousa	Fortaleza	CE	Farias Brito
Maria Eduarda Mesquita Magalhães	Fortaleza	CE	Farias Brito
Júlia Alves de Sá	Fortaleza	CE	Teleyos
João Vítor Pereira de Arruda	Recife	PE	Cognitivo
Norton Hugo Guimarães G. Oliveira	Viçosa	MG	CAP - COLUNI
Ilo de Vasconcelos Ximenes Júnior	Limoeiro	PE	3o. Milênio
Caio Andrade de Oliveira	Fortaleza	CE	Ari de Sá Cavalcante
Felipe Pinto Coelho Nuti	Ribeirão Preto	SP	FAAP
Bruno Berganholi Dias	Belo Horizonte	MG	Santo Antônio
Jônatas Girão de Sousa B. Oliveira	Fortaleza	CE	7 de Setembro
Gabriel Telles Missailidis	São Paulo	SP	C. I. Objetivo Tatuaçupe
Luiz Alexandre Silva de Paula Soares	Manaus	AM	Adalberto Valle
Bruno Gomes Peixoto de Azevedo	Rio de Janeiro	RJ	Escola Parque Barra
Livia Gomes Feitosa Teles	Teresina	PI	CEV Colégio

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



Capítulo 4.4 Resultados

B

Olimpíada Brasileira de Química Modalidade B - Resultado

OURO

NOME	CIDADE	UF	ESCOLA
Vinícius Figueira Armelin	Valinhos	SP	Etapa
Bruno Gabriel Motta Rodrigues	Rio de Janeiro	RJ	SEI
João Víctor Moreira Pimentel	Fortaleza	CE	Farias Brito
Thiago Lopes de Araujo	Rio de Janeiro	RJ	Sistema Elite
Ivna de Lima Ferreira Gomes	Fortaleza	CE	Farias Brito
Vinícius de Galiza Vieira	Fortaleza	CE	Farias Brito
Matheus Sousa Rego da Silva	Fortaleza	CE	Farias Brito
Tiago da Silva Henrique	Florianópolis	SC	IFSC
Orisvaldo Salviano Neto	Fortaleza	CE	Ari de Sá
Anne Feng Cai	Fortaleza	CE	Ari de Sá

PRATA

NOME	CIDADE	UF	ESCOLA
Matheus Vinícius de M. Fontoura	Fortaleza	CE	Farias Brito
Frédison Soares da Silva Júnior	Fortaleza	CE	Ari de Sá
Estevão da Silva Neto	Fortaleza	CE	Farias Brito
Ana Caroline Tavares Veras	Fortaleza	RJ	Master
João Pedro Guedes Rodrigues	Rio de Janeiro	RJ	Pensi Tijuca II
Andre Luiz Fernandes Vidal	Fortaleza	CE	Farias Brito
Samara Cavalcante Lemos	Fortaleza	CE	Ari de Sá
Juliano Pinto Ribeiro Filho	Fortaleza	CE	Farias Brito
Gustavo Marin Goulart	Rio de Janeiro	RJ	Sistema Elite
Mathias Stahl Kavai	Valinhos	SP	Etapa
Yovan Pinto de Carvalho Junior	Salvador	BA	Militar
Bernard Reznik	Rio de Janeiro	RJ	Pensi Tijuca II
Ricardo Antônio Gomes Medeiros	Goiânia	GO	Colégio WR
Davi Xie	Fortaleza	CE	Farias Brito
Ester de Sales Rabelo	Fortaleza	CE	Ari de Sá
Iahn Jorge Soares	Rio de Janeiro	RJ	PH



Emerson Kennedy R. de Andrade Filho	Natal	RN	IFRN
Henrique Barros Oliveira	Salvador	BA	Antônio Vieira
Gabriel Jannuzzi Marinho	Rio de Janeiro	RJ	SEI

BRONZE

NOME	CIDADE	UF	ESCOLA
Guilherme Gomes Arcencio	Ribeirão Preto	SP	Santa Ursula
Eduardo Augusto Pereira Fischer	Jaragua do Sul	SC	Bom Jesus
David Oliveira Boitar	Goiânia	GO	Colégio WR
André Souza Abreu	Patos de Minas	MG	IF do Triângulo Mineiro
Gabriel Alonso dos Santos	Salvador	BA	Colégio Militar
Paulo Otávio Marzochio Sestini	Votuporanga	SP	Piconzé Centro Educ.
Gabriel Mazur	Goiânia	GO	Degraus
Washington Camatari Junior	Curitiba	PR	Senhora de Fátima
Júlia Fernanda Carvalho Sá	Guarulhos	SP	Mater Amabilis
Luis Victor Porto Santos	Aracaju	SE	Amadeus
David Afonso Borges dos Santos	Goiânia	GO	Arena
Carlos Eduardo S. de Magalhães B. Gomes	Rio de Janeiro	RJ	PH
Matheus Gambôa dos Santos	Recife	PE	Militar
Daniel Jantorno Alves da Rocha	Rio de Janeiro	RJ	PH
João Pedro Wardani de Castro	Ponta Grossa	PR	Sagrada Família
Vinicius Ballestrin da Cruz	Aracaju	SE	Amadeus
João Vitor Chau Bernardino	Valinhos	SP	Etapa
André Eduardo Meneses do Nascimento	Natal	RN	CEI
Bernardo Coutinho	Brasília	DF	Leonardo da Vinci
Daniel Victor Carrijo	Goiânia	GO	Simbios
Amarylis Lins Torres	Recife	PE	Núcleo
Leonardo da Cunha Menegon	Santo André	SP	Objetivo
Carlos Ranieri Jiano B. Novaes Fagundes	Brasília	DF	Olimpo
João Gabriel de Lima	Limoeiro	PE	3o. Milênio
Vinícius Schaedler Damin	Toledo	PR	CE Pres. Castelo Branco
Clarissa Domingues Braga	Belo Horizonte	MG	Bernoulli
Luciano Germano Maximo Junior	Aracaju	SE	Master
Emmanuel Alves Garcia Vaz Simões	Uberaba	MG	Cenecista José Ferreira
Murilo Ferreira Alves Batista	Aracaju	SE	Amadeus
Jaime Guilherme Loureiro Breda	Vila Velha	ES	IFES

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



Capítulo 5.1 Exames Fase única



INSTRUÇÕES

1. Escreva o seu código nos locais indicados em todas as páginas da prova.
2. Você tem 4 horas para resolver a prova.
3. A prova consta de 20 questões do tipo múltipla escolha e 10 problemas analítico-dissertativos.
4. Cada **questão de múltipla escolha** contém cinco alternativas, das quais somente uma deve ser assinalada.
5. Utilize somente o espaço destinado a cada questão para a resolução dos **problemas**.
6. Se precisar de papel para rascunho, use o verso das folhas de sua prova.
7. Os rascunhos não serão considerados para efeito de pontuação.
8. Cada questão de múltipla escolha será pontuada considerando os seguintes níveis: Nível I - 1,0 ponto, Nível II - 2,5 pontos e Nível III - 4,0 pontos.
9. Cada problema equivale a 10 pontos.
10. Use somente caneta preta ou azul e o tipo de calculadora especificada no edital.
11. Se tiver necessidade de ir ao banheiro, levante a mão e então será acompanhado até lá.
12. Ao ser informado do final do período de prova, coloque a prova em cima da mesa e aguarde. Se não atender o aviso de final de prova ficará com zero ponto neste exame.

QUESTÕES OBJETIVAS - PARTE 1 - QUÍMICA GERAL

QUESTÃO 01

São apresentados os seguintes valores para as quatro primeiras energias de ionização (EI) e a afinidade eletrônica (AE) de três elementos desconhecidos X, Y e Z, ambas em $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Elemento	1 ^a EI	2 ^a EI	3 ^a EI	4 ^a EI	AE
X	899,5	1757	14849	21006	0
Y	1314	3388	5300	7469	-141
Z	1681	3374	6050	8407	-328

Fonte: www.webelements.com



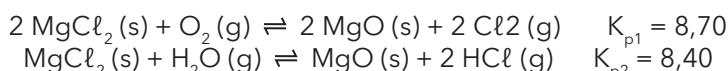
Sabendo que os dados apresentados se referem à elementos do 2º período, pode-se afirmar que os elementos X, Y e Z, são, respectivamente:

- a) Be, O e F b) Be, Li e B c) N, O e F d) Be, O e C e) Xe, Ne e C

Nível II

QUESTÃO 02

Sabendo que a 973,15 K:

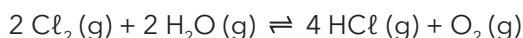


Dados as entalpias padrão de formação ($\Delta_f H^\circ$) para cada composto a 25 °C:

Composto	$\Delta_f H^\circ / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	Composto	$\Delta_f H^\circ / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
$\text{MgCl}_2(\text{s})$	- 641,62	$\text{MgO}(\text{s})$	- 601,24
$\text{HCl}(\text{g})$	- 92,31	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	- 241,83

Fonte: NIST: <https://webbook.nist.gov>

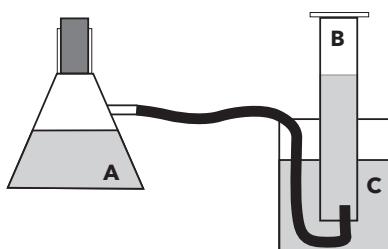
Considerando que a entalpia de formação seja independente da temperatura pode-se estimar que a constante de equilíbrio para a reação abaixo a 25 °C é de:



- a) $1,54 \times 10^{-15}$ b) $1,01 \times 10^{-13}$ c) $7,64 \times 10^{-13}$ d) $7,75 \times 10^{13}$ e) $6,51 \times 10^{14}$

QUESTÃO 03

Uma mistura de 2,89 g de cobre e zinco pulverizados reage com uma solução de ácido clorídrico em excesso em um kitassato **A**. O gás produzido foi borbulhado em uma proveta **B** completamente preenchida por água destilada invertida e submersa em um béquer **C**, como mostrado no esquema abaixo.





Nas condições de 1,000 atm e 300,0 K, o gás produzido deslocou 385,0 mL de água da proveta. Este gás foi separado e estocado com 0,5000 g de um agente dessecante, cuja a massa foi monitorada e estabilizada em 0,5118 g. Considerando o comportamento de um gás ideal e que $R = 0,08206 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$, qual a composição percentual em massa de cobre na mistura?

- a) 13,1 % b) 33,9 % c) 35,4 % d) 64,6 % e) 66,1%

Nível III

QUESTÃO 04

Uma solução de HCl comercial tem densidade de $1,147 \text{ g mL}^{-1}$ e título em massa de 0,300 a 25°C . Uma **solução A** foi preparada transferindo-se 1,06 mL de HCl para um balão volumétrico de 100 mL, aferindo-se o volume com água destilada. Após preparada foi retirada uma alíquota de 10,0 mL da **solução A** e transferida para um novo balão de 100,0 mL, aferindo-se o volume com água destilada novamente, obtendo-se uma **solução B**. Retira-se então uma alíquota de 10,0 mL da **solução B**, transferindo para um balão de 100,0 mL, originando uma **solução C**. Este processo de diluição sucessiva continua sendo repetido a cada nova solução formada, originando as **soluções D, E, F, G e H**, nessa ordem. Qual o pH da **solução H** a 25°C ?

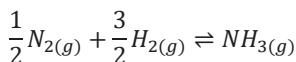
- a) 9,15 b) 8,00 c) 6,98 d) 6,00 e) 4,85

PARTE 2 - FÍSICO-QUÍMICA

Nível I

QUESTÃO 05

No equilíbrio químico mostrado abaixo, a mistura é de gases reais. Marque a alternativa que representa o cálculo correto da constante de equilíbrio, sabendo que v_i , ϕ_i e f^o são o coeficiente estequiométrico, o coeficiente de fugacidade e a fugacidade padrão, respectivamente.





- a) $K = \prod P_i^{v_i}$, em que $P_i = \frac{n_i RT}{V}$
- b) $K = \prod (\phi_i P_i)^{v_i}$
- c) $K = \prod P_i^{v_i}$, em que P_i é a pressão do gás real
- d) $K = \prod \frac{(\phi_i P_i)^{v_i}}{f^o}$
- e) $K = \prod \frac{(\phi_i)(P_i)^{v_i}}{f^o}$

Nível II

QUESTÃO 06

A figura ao lado mostra um esquema de uma máquina térmica, onde **A** representa a câmara de combustão que está em contato com uma câmara **B** completamente preenchida por 200 gramas de água no estado líquido a 30,00 °C. A água está comprimida por um pistão **C** de base circular de área 2.500 cm², móvel e sem atrito. As duas câmaras são separadas por uma fronteira diatérmica entre si e por uma fronteira adiabática da vizinhança. Sabe-se que a queima de uma amostra de etanol, consegue fazer a água ferver e erguer o pistão 60 cm de sua altura inicial contra uma pressão constante de 1 atm. Considerando que todo o calor da combustão foi absorvido pela água, e o comportamento ideal para os gases envolvidos, é possível determinar que a quantidade em gramas de etanol queimado a pressão constante foi de:

Dados

$$c_{\text{(água líquida)}} = 54,18 \text{ J g}^{-1}$$

$$\Delta_{\text{vap}} H^\circ (\text{H}_2\text{O}) = 2264,7 \text{ J g}^{-1}$$

$$1 \text{ atm L} = 101,325 \text{ J}$$

$$\Delta_{\text{Comb}} H^\circ (\text{Etanol}) = 1300 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$M_{(\text{Etanol})} = 46,07 \text{ g mol}^{-1}$$

- a) 0,54 g b) 2,07 g c) 16,05 g d) 18,66 g e) 37,33 g

QUESTÃO 07

A produção de misturas azeotrópicas é possível com mistura de líquidos em composições definidas. Considere duas misturas azeotrópicas: (I) água e etanol; (II) água e metoxietano, com temperaturas de ebulação de 78,17 °C e 73,40 °C, respectivamente. As temperaturas de ebulação da água, etanol e metoxietano são 100,0 °C, 78,30 °C e 79,60 °C, respectivamente. Com base nas informações é possível afirmar que:

- a) Os diagramas de temperatura vs composição das misturas apresentam pontos de ebulação máximos.

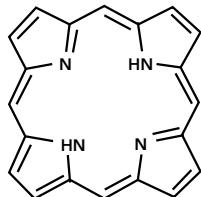


- b) Os componentes da mistura II apresentam interações moleculares mais fortes que os componentes da mistura I, pois a mistura II apresenta maior pressão de vapor.
- c) A pressão de vapor da mistura I é menor que da mistura II.
- d) As informações não estão corretas, pois as ligações de hidrogênio presentes na mistura I deveriam proporcionar menor temperatura de ebulição que a mistura II.
- e) Como qualquer mistura, a temperatura de ebulição da mistura I irá variar de 78,17 °C a 78,30 °C.

Nível III

QUESTÃO 08

A porfirina está presente em muitas proteínas e sua estrutura está apresentada abaixo. O grupo cromóforo dessa estrutura é composto por 26 elétrons π . A porfirina pode ser considerada como uma caixa bidimensional quadrada de comprimento de 1000 pm. Considerando o modelo da partícula na caixa é possível prever que uma transição eletrônica HOMO \rightarrow LUMO em termos de (n_x, n_y) que ocorre é:



Estrutura da porfirina

- a) (1;1) \rightarrow (1;2) b) (2;1) \rightarrow (2;2) c) (3;3) \rightarrow (3;4) d) (3;2) \rightarrow (4;2) e) (4;2) \rightarrow (4;3)



PARTE 3 - QUÍMICA INORGÂNICA

Nível I

QUESTÃO 09

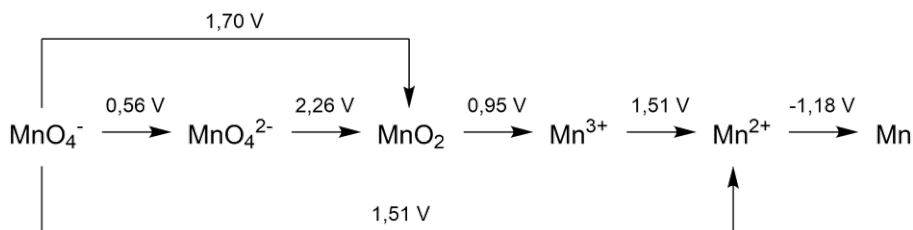
Considerando o complexo $\text{trans}-[\text{Ru}(\text{CN})_2(\text{NH}_3)_4]$ e a teoria do campo cristalino, e o desdobramento dos orbitais d. Qual seria dentre os orbitais d do rutênio aquele que ocupa o terceiro nível mais energético?

- a) d_{xy} b) d_{xz} c) d_{yz} d) d_z^2 e) $d_x^{2-}d_y^2$

Nível II

QUESTÃO 10

A partir do diagrama de Latimer abaixo, encontre a resposta certa.



- a) O mais estável é o Mn. b) As espécies Mn³⁺ e Mn comprovam à Mn²⁺.
c) A espécie MnO₄⁻ é o agente redutor mais forte. d) O íon Mn²⁺ é um agente oxidante.
e) A espécie MnO₂ desproporciona à Mn³⁺.

QUESTÃO 11

Escolha a alternativa que corretamente prevê quantas ligações π existem nas seguintes moléculas ou íons a seguir: O₂; N₂; NO; NO⁺; NO⁻.

- a) 1;2;1;2;1 b) 2;2;1;1;0 c) 2;2;2;2;2 d) 1;2;0;2;1 e) 1;2;2;0;1



Nível III

QUESTÃO 12

Carbureto, palavra que deu origem aos carburadores nos automóveis sem injeção eletrônica, vem do tempo em que pedras brancas, por exemplo o carbeto de cálcio, eram utilizados como fonte de combustível ao fazê-las reagir com água. Qual das alternativas abaixo contém o combustível resultante da reação da água com as pedras brancas.

- a) Querosene b) $\text{HC} \equiv \text{CH}$ c) H_3COH
d) Carvão micropulverizado e) Gasolina impura

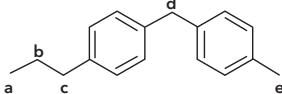
PARTE 4 - QUÍMICA ORGÂNICA

Nível I

QUESTÃO 13

Para a substância abaixo, os hidrogênios alquílicos são designados com letras, indique a ordem crescente adequada para a possível abstração de cada um deles por Br radicalar.

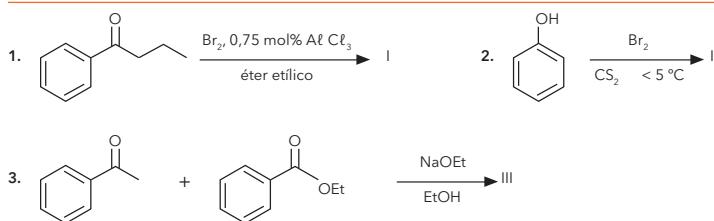
- a) a, b, c, d, e
b) e, d, c, b, a
c) c, a, d, b, e
d) a, b, e, c, d
e) e, c, d, b, a



Nível II

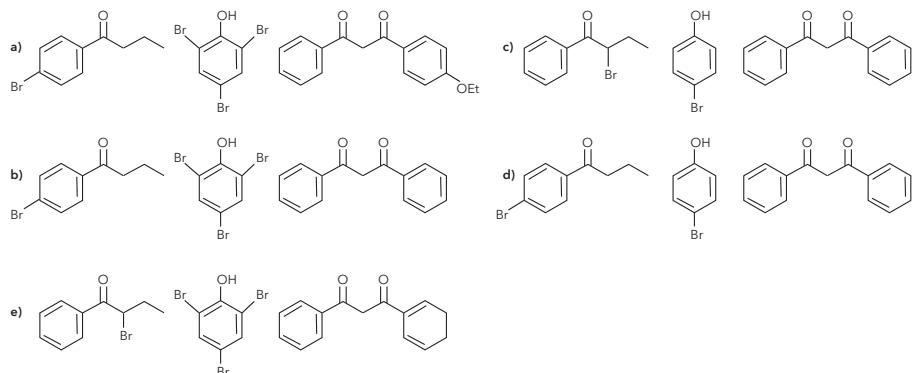
QUESTÃO 14

Analise as reações abaixo:





Assinale a opção que apresenta as estruturas das substâncias I, II e III, respectivamente



QUESTÃO 15

Considerando que o ácido maleico é o isômero cis e o ácido fumárico é o isômero trans com fórmula $\text{H}_2\text{OCCH}=\text{CHCO}_2\text{H}$, assinale a opção correta:

- a) O valor do pK_{a_1} do ácido maleico é menor do que o valor do $\text{pK}_{\text{a}1}$ do ácido fumárico.
- b) O ácido fumárico pode sofrer desidratação intramolecular liberando uma molécula de água e produzindo um anidrido.
- c) O ácido fumárico pode formar ligação de hidrogênio intramolecular entre o oxigênio da carbonila do grupo carboxila e o hidrogênio da hidroxila do outro grupo carboxila.
- d) O ácido fumárico é mais solúvel em água do que o ácido maleico devido a maior capacidade de formar ligações de hidrogênio com a água.
- e) O ácido maleico e o ácido fumárico possuem o mesmo pK_{a} e são considerados ácidos fracos.

Nível III

QUESTÃO 16

Os espectros de massas das substâncias ciclo-hex-2-enol e ciclo-hex-3-enol são muito diferentes apesar de apresentar rotas de fragmentação muito semelhantes. Indique quais fragmentações pertencem ao ciclo-hex-3-enol.

- a) 97, 80, 69 b) 97, 83, 70 c) 80, 70, 69 d) 80, 69, 54 e) 97, 70, 69





PARTE 5 - QUÍMICA ANALÍTICA

Nível I

QUESTÃO 17

Em um laboratório de química torna-se imprescindível o conhecimento de vidrarias e materiais para a realização de diversos procedimentos. Nesse sentido, faça a correlação da coluna da esquerda com a coluna da direita, assinalando a sequência numérica correta.

- | | |
|----------------------|---------------------------|
| 1. Filtração à vácuo | () Estufa |
| 2. Secagem | () Funil de Büchner |
| 3. Medidas de volume | () Condensador |
| 4. Destilação | () Almofariz e pistilo |
| 5. Trituração | () Proveta |
- a) 1, 2, 4, 3 e 5 b) 2, 1, 4, 5 e 3 c) 5, 1, 2, 4 e 3
d) 1, 3, 2, 5 e 4 e) 2, 5, 1, 3 e 4

Nível II

QUESTÃO 18

Um professor solicitou aos alunos para separar os componentes de uma amostra que continha três cátions: Hg^{2+} , Hg^{2+} e Fe^{3+} e informou que o seguinte procedimento deveria ser executado:

- I) Acidificar a amostrar com HCl 6,0 mol L^{-1} , agitar, centrifugar e separar o precipitado (identificando o cátion A) da solução sobrenadante;
- II) Ao sobrenadante resultante do item anterior adicionar mais algumas gotas de HCl 6,0 mol L^{-1} e algumas gotas de tioacetamida ($\text{C}_2\text{H}_5\text{NS}$), agitar, aquecer brevemente, centrifugar e separar o precipitado (identificando o cátion B) da solução sobrenadante;
- III) Ao sobrenadante resultante do procedimento anterior, acrescentar NH_3 15 mol L^{-1} até basificar o meio e mais 5 gotas em excesso, agitar, centrifugar e recolher, o sólido resultante identificado o cátion C. (consulte a tabela de solubilidade no final da prova).



No final da aula os alunos apresentaram a identificação dos três cátions A, B, e C, os quais respectivamente são:

- a) Fe^{3+} , Hg^{2+} e Hg_2^{2+}
- b) Hg^{2+} , Hg_2^{2+} e Fe^{3+}
- c) Hg_2^{2+} , Fe^{3+} e Hg^{2+}
- d) Hg_2^{2+} , Hg^{2+} e Fe^{3+}
- e) Fe^{3+} , Hg_2^{2+} e Hg^{2+}

QUESTÃO 19

Com relação aos ácidos, bases e ao pH, marque a alternativa correta:

- a) Os limites possíveis da escala de pH se situam entre os valores de zero a 14.
- b) A soma entre pH e pOH será sempre igual a 14.
- c) Comparando dois ácidos fracos podemos afirmar que para soluções de mesma concentração, quanto maior o valor de K_a do ácido menor será o valor do pH da sua solução.
- d) Em solução aquosa os halogênios são todos ácidos fortes.
- e) Os produtos de uma reação entre um ácido e uma base são ácidos e bases.

Nível III

QUESTÃO 20

Com relação a cromatografia marque a alternativa incorreta:

- a) A cromatografia pode ser considerada como uma técnica de separação.
- b) Constituem tipos de cromatografia: de adsorção, de partição, de troca iônica, de exclusão molecular e de afinidade.
- c) Os fatores que contribuem para uma eficiente separação pela cromatografia são: diferença nos tempos de eluição entre os picos (quanto mais afastados, melhor sua separação) e o alargamento dos picos (quanto mais largos os picos, melhor sua separação).
- d) Uma das principais causas do alargamento das bandas na cromatografia é a difusão.
- e) A técnica cromatográfica sempre envolve uma fase móvel e uma fase estacionária.





QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS

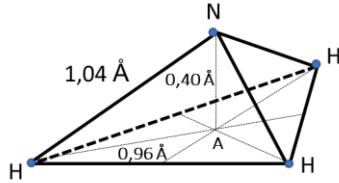
QUÍMICA GERAL

PROBLEMA 1

Item	a	b	c	Total
Pontos	3	3	4	10

Utilizando o modelo de repulsão dos pares de elétrons da camada de valência (RPECV), responda:

- Considerando que a molécula do metano é apolar, ou seja, $|\vec{\mu}_R|=0$, prove que o ângulo H-C-H precisa ser 109,47 °.
- A geometria molecular da amônia equivale a uma pirâmide de 0,40 Å de altura e sua base corresponde a um triângulo equilátero de 1,67 Å de lado. A altura intercepta a base da pirâmide em **A**, como mostrado na figura ao lado. A distância de **A** ao átomo hidrogênio é de 0,96 Å. Sabendo que o comprimento de ligação N-H vale 1,04 Å e o momento de dipolo da molécula é de 1,87 Debye (D), determine o caráter iônico da ligação N-H.



Dados:

Carga do elétron: $1,60 \times 10^{-19}$ C.

$$\text{Fórmula: } |\vec{\mu}| = q \cdot d$$

$$1,00 \text{ D} = 3,34 \times 10^{-30} \text{ C m.}$$

Uma amostra de 1,2-dicloroeteno ($\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$) líquido foi aquecida até 120 °C, entrando em ebulição em 60,5 °C. A temperatura foi mantida constante em 120 °C por algumas horas. Em seguida, o composto foi resfriado, no entanto, a condensação ocorreu à 47,5 °C. Desenhe as possíveis estruturas de Lewis para o 1,2-dicloroeteno e explique a divergência das temperaturas de ebulição e condensação do ponto de vista reacional e de forças intermoleculares.



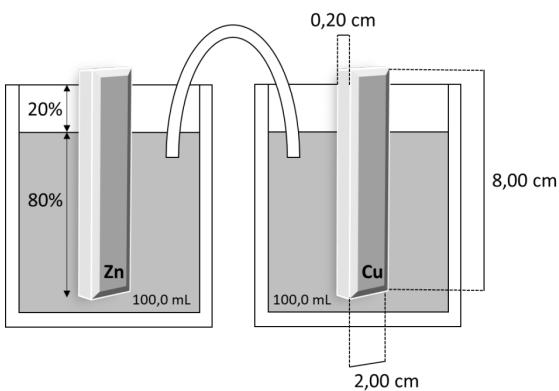
PROBLEMA 2

Item	a	b	c	d	Total
Pontos	2	3	2	3	10

Durante um projeto de feira de ciências utilizou-se pilhas de Daniell para alimentar um motor que levantará um muro de massa 20,0 g a 10,0 cm de altura em uma maquete. Para tanto existia no laboratório 4 células que podem ser utilizadas:

- I. Semicélula Cu/Cu²⁺ (0,500 mol L⁻¹)
- II. Semicélula Cu/Cu²⁺ (0,100 mol L⁻¹)
- III. Semicélula Zn/Zn²⁺ (0,100 mol L⁻¹)
- IV. Semicélula Zn/Zn²⁺ (0,00100 mol L⁻¹)

Em cada uma das semicélulas, o eletrodo era placa retangular de 2,00 cm de largura, 8,00 cm de altura e 0,20 cm de espessura com 80,0 % da altura imersas em 100,0 mL de solução. Sabendo que as densidades dos metais na condição do experimento são 8,89 g cm⁻³ para o cobre e 7,10 g cm⁻³ para o zinco, como mostrado na figura a seguir.



Dados:

$$E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,342 \text{ V}$$

$$E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,762 \text{ V}$$

- a) Sabendo que o motor será alimentado por uma bateria composta por 10 pilhas de Daniell em série, qual será a voltagem máxima produzida



por uma bateria e a partir da combinação de quais semicélulas ela será formada?

- O que ocorrerá primeiro: a solução de Cu^{2+} descorar ou a placa de zinco perder o contato com a solução de Zn^{2+} ? Justifique através de cálculos.
- Qual o trabalho elétrico máximo produzido por essa célula unitária até ela parar de funcionar, considerando que a única reação que ocorre é $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{Zn}(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) + \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$?
- Qual será a massa de cobre depositada sobre o eletrodo ao final do funcionamento da célula unitária e qual será a concentração final da solução de Zn^{2+} ?

Constantes $F = 96.485 \text{ C mol}^{-1}$

Fórmulas:

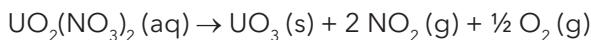
$$E = E^\circ - \frac{0,0592}{n} \log Q \quad \Delta G = -nFE$$

FÍSICO-QUÍMICA

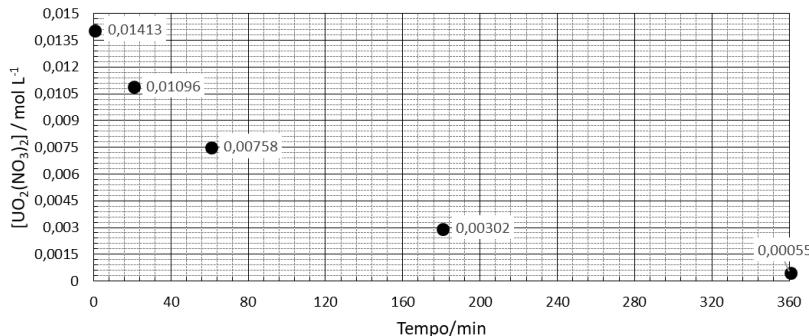
PROBLEMA 3

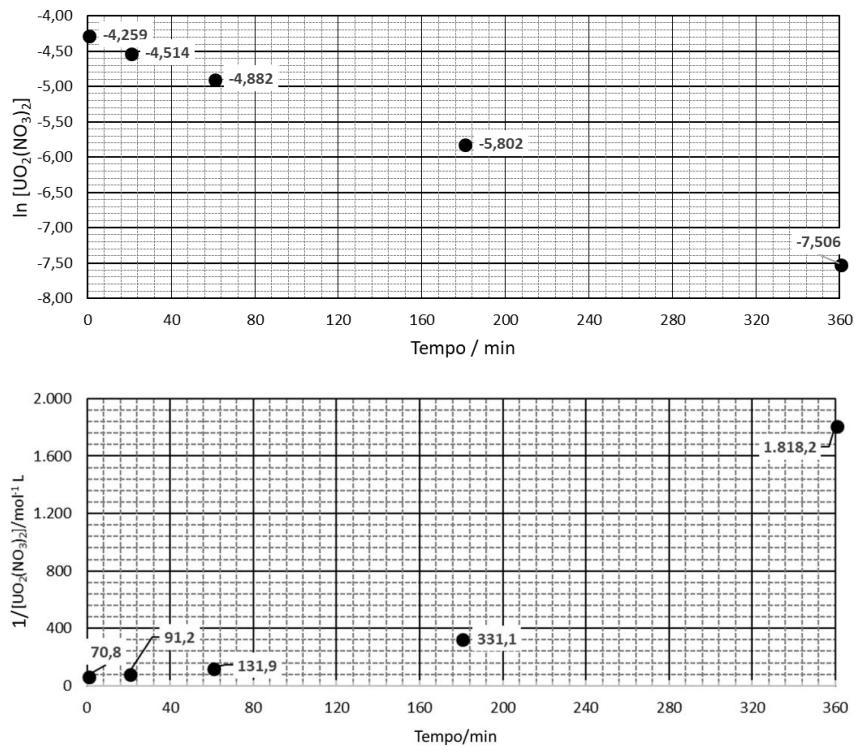
Item	a	b	c	d	Total
Pontos	2	2	3	3	10

O nitrato de uranila se decompõe de acordo com a seguinte equação:



Os gráficos a seguir mostram os resultados para esta decomposição de $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ em função do tempo a 25 °C.





Na tabela a seguir são mostrados as concentrações de $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ a 350 °C:

t/min	0	6,0	10,0	17,0	30,0
$[\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2]/\text{mol L}^{-1}$	0,03802	0,02951	0,02089	0,01259	0,00631

- A partir dos gráficos, determine a ordem de reação em relação ao $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ a 25 °C
- Determine a constante de velocidade para a reação a 25 °C.
- Determine o valor para a energia de reação, supondo que a constante A de Arrhenius seja independente da temperatura.
- Supondo que o mecanismo permaneça o mesmo e que um experimento comece com $[\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2]_0$ de 0,5000 mol L⁻¹, calcule a concentração de nitrato de uranila após 8 horas de reação a 500 °C.



PROBLEMA 4

Item	a	b	Total
Pontos	7	3	10

Considere a mistura líquida de 60,0 g de acetona (C_3H_6O) com 40,0 g de clorofórmio ($CHCl_3$). Nestas condições, a temperatura de ebulição da acetona é 331,60 K e $CHCl_3$ não é volátil. Sabendo que a temperatura de ebulição da acetona pura e o calor de vaporização são respectivamente 329,15 K e 29,646 kJ mol⁻¹.

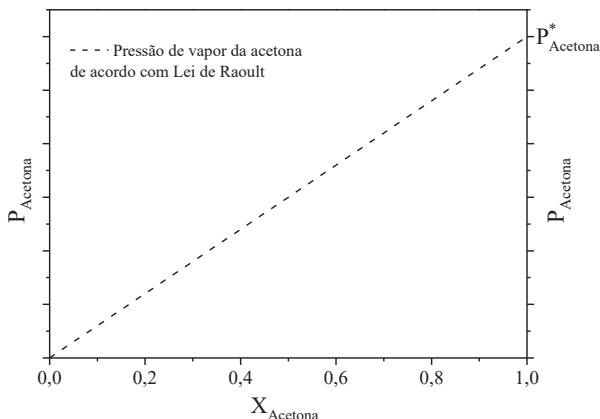
Dados:

$$\ln a = \frac{\Delta G_{vap}}{RT}$$

$$\left[\frac{\partial(\Delta G/T)}{\partial T} \right]_P = -\frac{\Delta H}{T^2}$$

- Determine o coeficiente de atividade da acetona.
- O gráfico abaixo mostra o comportamento da pressão de vapor da acetona com a composição em uma solução ideal. $P_{Acetona}^*$ é a pressão de vapor da acetona pura. Com base nos dados fornecidos da mistura entre acetona e clorofórmio, esboce a curva da pressão de vapor da acetona contra a composição da mistura no gráfico abaixo. Explique.

Resposta:





QUÍMICA INORGÂNICA

PROBLEMA 5

Item	a	b	c	Total
Pontos	2	3	5	10

Sabe-se que dióxido de carbono e SiO_2 , são compostos de elementos da família 14 da tabela periódica. Dióxido de carbono é sólido a temperaturas menores que -78°C , acima desta temperatura ocorre a sublimação quando a pressão é de 1 atm. O SiO_2 funde numa temperatura de 1710°C .

- Explique a razão desta grande diferença entre carbono e silício sabendo-se que ambos estão no mesmo grupo e se esperaria que tivessem propriedades semelhantes.
- Quais orbitais participam nas ligações no CO_2 e no SiO_2 , discutindo como as ligações acontecem (σ ou π) e com que eficiência, sabendo-se que os raios covalentes do carbono e do silício são $0,77\text{ \AA}$ e $1,17\text{ \AA}$, respectivamente e que o raio covalente do oxigênio é $0,74\text{ \AA}$.
- Utilizando a TOM, monte um diagrama de orbitais moleculares, simplificado (sem uso da teoria de grupo), para a molécula do dióxido de carbono e outro para um silício ligando-se aos átomos de oxigênio.

PROBLEMA 6

Item	a	b	Total
Pontos	5	5	10

De acordo com Alfred Werner (prêmio Nobel em Química de 1913), em suas anotações de época, ele sintetizou os complexos Práseo, $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$ de cor verde e o Vióleo, $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$ de cor violeta.

- Desenhe as fórmulas estruturais e a notação atual da fórmula dos dois complexos, (não há necessidade de identificá-los pelos nomes dados por A. Werner).
- Como fica o desdobramento dos orbitais d e a distribuição dos elétrons, utilizando a teoria do campo cristalino para o complexo mais simétrico. Considere o efeito de Jahn-Teller, se houver.



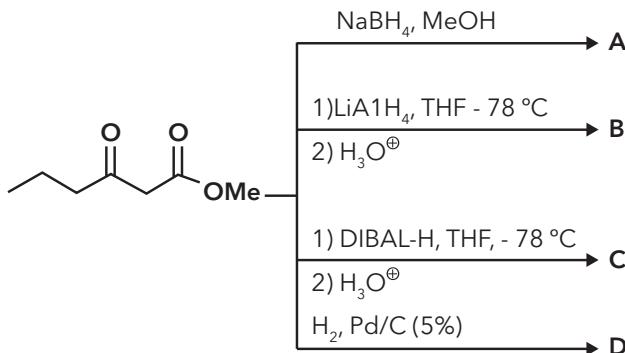


QUÍMICA ORGÂNICA

PROBLEMA 7

Item	a	b	Total
Pontos	4	6	10

As diferentes reações de redução podem ser realizadas por diferentes reagentes e condições reacionais como a hidrogenação catalítica, redução com complexos de hidretos, redução por eletrorredução, redução com metais e com não metais promovendo a redução de uma variedade de grupos funcionais. Com relação ao esquema abaixo, responda os itens:



- Escreva a estrutura das substâncias A, B, C e D.
- Proponha estruturas para todos os estereoisômeros possíveis para a substância A, indicando a configuração absoluta de cada centro estereogênico como R ou S. Escreva a nomenclatura de todos os estereoisômeros propostos.

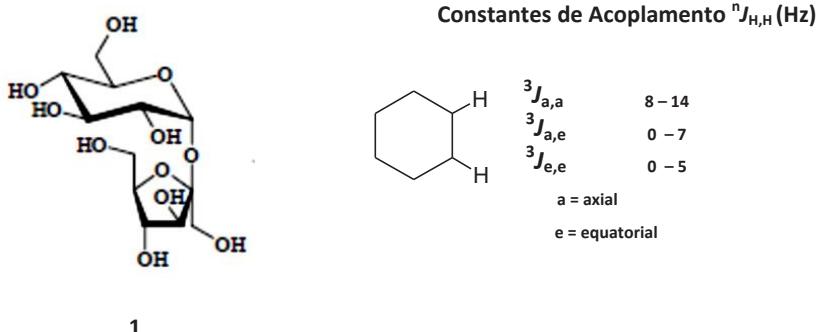
PROBLEMA 8

Item	a	b	c	d	e	Total
Pontos	3	2	1	1	3	10

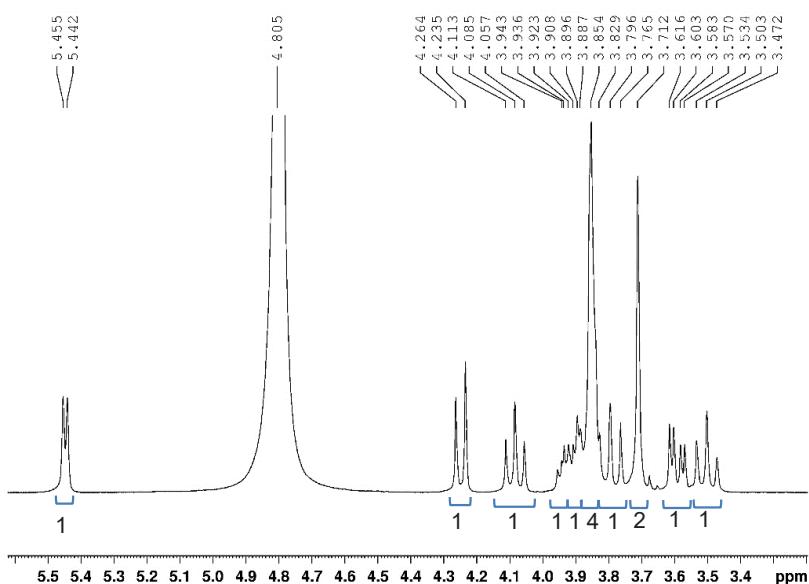
A sacarose (1) é um dissacarídeo que produz glicose e frutose após hidrólise. A mistura 1:1 de glicose e frutose é conhecida como açúcar invertido devido à inversão do sinal da rotação ótica durante a hidrólise. A seguir é mostrado o espectro de RMN ¹H da sacarose em D₂O num espectrômetro



de 300 MHz. As integrações estão representadas por números inteiros abaixo dos sinais.



Espectro de RMN 1H da sacarose em D_2O (300 MHz)



- A sacarose não é um açúcar redutor e não sofre mutarrotação. Explique.
- Indique o valor de deslocamento químico (δ_H) do hidrogênio do carbono anomérico (C-1) da sacarose. Calcule o valor da constante de acoplamento (${}^3J_{1,2}$) em Hz.
- Mostre as estruturas dos anômeros β -D-glicopiranose e α -D-glicopiranose. A sacarose apresenta qual destes anômeros?



- d) O sinal de menor deslocamento químico do espectro de RMN ^1H da sacarose refere-se ao hidrogênio ligado ao C-4. Explique por que este sinal aparece como triploto.
- e) Calcule a intensidade do campo magnético B_0 em Tesla do espetrômetro utilizado para a obtenção do espectro da sacarose, sabendo-se que a razão giromagnética (γ) é $26,75 \times 10^7 \text{ rad T}^{-1} \text{ s}^{-1}$ e ν , a frequência de precessão nuclear.

$$\nu = \frac{\gamma B_0}{2\pi}$$

QUÍMICA ANALÍTICA

PROBLEMA 9

Item	a	b	Total
Pontos	5	5	10

Em um laboratório foi analisada uma amostra de 250 mg de massa de pão para verificar se continha eventualmente bromato de potássio (KBrO_3). A amostra foi solubilizada com 100 mL de água destilada. Foi retirada uma alíquota de 25 mL desta solução e titulada com uma solução de 0,01 mol L $^{-1}$ de nitrato de prata (AgNO_3), sendo gasto 5 mL desta solução.

- a) Calcule o teor percentual (m/m) do bromato de potássio na alíquota que foi titulada.
- b) Calcule a concentração em g L $^{-1}$ do bromato de potássio na amostra.

PROBLEMA 10

Item	a	Total
Pontos	10	10

Ao analisar a concentração de Cl^- (mol L $^{-1}$) por potenciometria, um químico construiu uma curva padrão com os seguintes dados obtidos pela imersão do eletrodo seletivo de Cl^- em soluções padrões (mantidas em uma força iônica constante de 0,1 mol L $^{-1}$ de NaNO_3)



[Cl ⁻]/mol L ⁻¹	E/mV
1 × 10 ⁻⁵	100,0
1 × 10 ⁻⁴	41,5
1 × 10 ⁻³	-17,0
1 × 10 ⁻²	- 75,5

- a) A amostra desconhecida em análise apresentou o potencial de 26,0 mV, qual a concentração (mol L⁻¹) de Cl⁻ na amostra em questão?

Tabela de solubilidade em água

Regra	Exceções
Os nitratos e acetatos são geralmente solúveis	O acetato de prata é moderadamente insolúvel.
Os compostos dos metais alcalinos e do íon amônio são geralmente solúveis.	Alguns que são moderadamente insolúveis são formados por K, Na e Mg.
Os fluoretos são geralmente insolúveis.	Fluoretos dos metais alcalinos, íon amônio, Ag(I); Al(III); Sn(II) e Hg(I).
Os cloreto, brometos e iodetos são geralmente solúveis.	Os halatos de Ag(I); Hg(I) e Pb(II); HgI ₂ ; BiOCl e SbOCl.
Os sulfatos são geralmente solúveis.	PbSO ₄ , SrSO ₄ , BaSO ₄ , CaSO ₄ e Hg ₂ SO ₄ são moderadamente insolúveis.
Os carbonatos e os sulfitos são geralmente insolúveis.	Os de metais alcalinos e do amônio.
Os sulfetos são geralmente insolúveis.	Os dos metais alcalinos e do amônio.
Os hidróxidos são geralmente insolúveis.	Os dos metais alcalinos e do amônio. Os hidróxidos de Ba, Sr e Ca são moderadamente solúveis.





Capítulo 5.3 Resultados



Resultado Final

Classificação Geral			
Classif.	Nome	Estado	Pontuação
1	Gabriel Ferreira Gomes Amgarten	São Paulo	x
2	Gabriel Pineschi Braun	Rio de Janeiro	x
3	José Marques Neto	Ceará	x
4	Lucas de Sousa de Oliveira	São Paulo	64,0
5	Bernardo Jordão Martins Miranda	Rio de Janeiro	58,4
6	Vitor Hugo Regulin	São Paulo	55,9
7	João Pedro Bessa de Souza	Ceará	54,8
8	Elena Iraê Almeida Hummel Pimenta Santos	São Paulo	52,8
9	Otávio Aguiar de Souza	São Paulo	52,7
10	Júlio César Aparecido Inácio	São Paulo	46,3
11	Joao Mateus Araujo Facanha	Ceará	44,8
12	Guilherme Obeid	São Paulo	44,6
13	Bernardo Dias Fróes Píramo de Souza	Distrito Federal	43,6
14	Rafaela Carvalho de Andrade	Rio Grande do Sul	42,5
15	André Anversa Oliveira Reis	São Paulo	42,4
16	Igor Freitas Figueiredo	Distrito Federal	38,3
17	Ariane Cristina Boechie Carvalho	Distrito Federal	37,8
18	André Cavalcante Salmito	Ceará	35,1
19	Diogo Puga Reis	Rio de Janeiro	35,0
20	Uesley Vieira Alves	Bahia	34,7



Modalidade: Química Geral

Classif.	Nome	Estado	Pontuação
1	Gabriel Ferreira Gomes Amgarten	São Paulo	x
2	Gabriel Pineschi Braun	Rio de Janeiro	x
3	João Pedro Bessa de Souza	Ceará	x
4	Guilherme Obeid	São Paulo	18,7
5	André Soares Alves	Sergipe	14,5
6	Igor Freitas Figueiredo	Distrito Federal	13,8
7	Otávio Aguiar de Souza	São Paulo	13,2
8	Diogo Puga Reis	Rio de Janeiro	12,0
8	Fabiano Souza Palgrossi	São Paulo	12,0
9	Julia Grazielly Macedo	Rio de Janeiro	11,6
10	José Marques Neto	Ceará	11,0
11	Renan Lucas da Silva Custódio	Ceará	10,8
12	Ariane Cristina Boechie Carvalho	Distrito Federal	10,0
12	Júlio César Aparecido Inácio	São Paulo	10,0
13	Francisco Mateus Gomes do Nascimento	Ceará	9,5
14	André Anversa Oliveira Reis	São Paulo	9,2
15	Uesley Vieira Alves	Bahia	8,7
16	Elena Iraê Almeida Hummel Pimenta Santos	São Paulo	8,5
17	Meroly Stella Solim Alba	São Paulo	8,4
18	Lucas de Sousa de Oliveira	São Paulo	8,2
18	Cecília Maria Bezerra de Araújo	Roraima	8,2
18	Jonatas de Oliveira Souza Silva	Sergipe	8,2
19	Bernardo Dias Fróes Píramo de Souza	Distrito Federal	8,1
20	Renato Alexandre Polins Junior	São Paulo	7,9

Modalidade: Físico-Química

Classif.	Nome	Estado	Pontuação
1	Bernardo Dias Fróes Píramo de Souza	Distrito Federal	x
2	Gabriel Ferreira Gomes Amgarten	São Paulo	x
3	Gabriel Pineschi Braun	Rio de Janeiro	x
4	José Marques Neto	Ceará	14,6
5	Lucas de Sousa de Oliveira	São Paulo	14,0



6	Vitor Hugo Regulin	São Paulo	13,5
7	Júlio César Aparecido Inácio	São Paulo	11,3
8	Gabriel Gomes Leal	Bahia	10,2
9	João Pedro Vieira Lima	Distrito Federal	9,4
10	Elena Iraê Almeida Hummel Pimenta Santos	São Paulo	8,8
11	Otávio Aguiar de Souza	São Paulo	8,5
12	Kássia Teixeira da Silva	Ceará	8,3
13	Christian Rocque Souto Maior	São Paulo	8,2
14	Ariane Cristina Boechie Carvalho	Distrito Federal	7,8
15	Meroly Stella Solim Alba	São Paulo	7,5
15	Ysa Beatriz Dantas Marinho	Rio Grande do Norte	7,5
15	Rafael de Godoi Machado	São Paulo	7,5
15	Bernardo Jordão Martins Miranda	Rio de Janeiro	7,5
15	Klycia Ramos Rebouças	Roraima	7,5
15	Pedro Vinicius Matias Pires	Rio Grande do Norte	7,5
15	Josué da Cruz de Souza	Rio Grande do Norte	7,5
15	Glauciene Sodré Fernandes	Mato Grosso	7,5
16	Joel Leitão Nascimento	Ceará	7,2
16	Yago Silva de Oliveira	Distrito Federal	7,2
17	André Anversa Oliveira Reis	São Paulo	6,8
17	Beatriz Cavalcante Keller	São Paulo	6,8
18	Renato Alexandre Polins Junior	São Paulo	6,5
19	Eduardo Reis Martins Oliveira da Silva	Tocantins	6,4
20	Guilherme Obeid	São Paulo	6,3

Modalidade: Química Inorgânica

Classif.	Nome	Estado	Pontuação
1	Bernardo Jordão Martins Miranda	Rio de Janeiro	x
2	Gabriel Ferreira Gomes Amgarten	São Paulo	x
3	Gabriel Pineschi Braun	Rio de Janeiro	x
4	Francisco Mateus Gomes do Nascimento	Ceará	15,1
5	Lucas de Sousa de Oliveira	São Paulo	14,3
6	Rick de La Martini Pereira da Penha	Maranhão	13,7
7	Rafaella Carvalho de Andrade	Rio Grande do Sul	13,5



8	Thomaz de Andrade Costa	Rio de Janeiro	13,0
8	Thiago Izidoro Silva Santos	Rio Grande do Norte	13,0
9	Otávio Aguiar de Souza	São Paulo	12,5
10	Yago Silva de Oliveira	Distrito Federal	12,0
11	José Marques Neto	Ceará	11,5
11	André Anversa Oliveira Reis	São Paulo	11,5
11	João Victor Botassio	São Paulo	11,5
12	Uesley Vieira Alves	Bahia	11,0
13	Júlio César Aparecido Inácio	São Paulo	10,5
14	Joao Mateus Araujo Facanha	Ceará	10,0
14	Marco Lázaro de Sousa Batista	São Paulo	10,0
15	Guilherme Obeid	São Paulo	9,7
16	Christian Rocque Souto Maior	São Paulo	9,0
16	Gabriel Ali Atta Diab	Distrito Federal	9,0
16	Josivaldo Araújo Gomes	Ceará	9,0
17	Ricardo Jadson da Silva Nascimento	Ceará	8,3
18	Rayssa Oliveira do Nascimento	Rio de Janeiro	8,0
19	João Pedro Bessa de Souza	Ceará	7,5
19	Sandro Carlos Pimenta Francelino	Roraima	7,5
20	Fábio Daniel Tavares	São Paulo	7,0
20	Kássia Teixeira da Silva	Ceará	7,0
20	Yasmin Thaise Lisboa da Veiga	São Paulo	7,0
20	Henrique Pereira do Carmo de Carvalho	São Paulo	7,0

Modalidade Química: Orgânica

Classif.	Nome	Estado	Pontuação
1	Gabriel Ferreira Gomes Amgarten	São Paulo	x
2	Gabriel Pineschi Braun	Rio de Janeiro	x
3	Vitor Hugo Regulin	São Paulo	x
4	Enzo Matheus Carmo da Silva	Distrito Federal	1 0,5
5	Renan Bernard Glória Caetano	Goiás	10,0
6	Rayssa Oliveira do Nascimento	Rio de Janeiro	8,8
7	José Marques Neto	Ceará	8,5
7	Neilyane de Paula Fernandes	Ceará	8,5



8	André Anversa Oliveira Reis	São Paulo	7,5
8	Caio Rômulo Freitas Silva	Ceará	7,5
9	Júlio César Aparecido Inácio	São Paulo	7,0
9	Marco Lázaro de Sousa Batista	São Paulo	7,0
10	Igor Freitas Figueiredo	Distrito Federal	6,5
10	Beatriz Cavalcante Keller	São Paulo	6,5
10	Lara Tamires Pereira de Sousa dos Santos	São Paulo	6,5
10	Arthur Melo de Oliveira	Rio de Janeiro	6,5
10	Dayanne Souza da Silveira Santos	Sergipe	6,5
10	Josevan Lima Pereira	Roraima	6,5
11	Cecília Maria Bezerra de Araújo	Roraima	6,0
11	José Nilton Silva Gomes	Acre	6,0
11	Jackiely dos Santos Silva	Roraima	6,0
11	Lúcio Rocha de Lima	Amapá	6,0
11	Mateus Veras Pereira	Maranhão	6,0
11	Rafael Gonçalves Padilha	Mato Grosso do Sul	6,0
12	Elena Iraê Almeida Hummel Pimenta Santos	São Paulo	5,5
12	Joao Mateus Araujo Facanha	Ceará	5,5
12	João Victor Botassio	São Paulo	5,5
12	Ana Carolina de Oliveira Melo	Goiás	5,5
13	Fabiano Souza Palgrossi	São Paulo	5,0
13	Klycia Ramos Rebouças	Roraima	5,0
13	Thales Matheus Caetano Santos da Silva	Rio de Janeiro	5,0
13	Camila Vicente de Farias	Rio de Janeiro	5,0
13	Hugo Cardoso Crispim	Rio Grande do Norte	5,0
13	Andrielle Naiara Silva Costa	Mato Grosso	5,0
14	Sara Jessica Marciano	Ceará	4,5
14	André Baroni Lacava	Distrito Federal	4,5
14	Hugo Oliveira Rodrigues Poley Malacco	Distrito Federal	4,5
14	Henrique Pereira do Carmo de Carvalho	São Paulo	4,5
14	Fraciela Arenhart Soares	Rio Grande do Sul	4,5
14	Adriele Ribeiro dos Santos	São Paulo	4,5
15	Bernardo Jordão Martins Miranda	Rio de Janeiro	4,3



16	Uesley Vieira Alves	Bahia	4,0
16	Lucas de Sousa de Oliveira	São Paulo	4,0
16	Ysa Beatriz Dantas Marinho	Rio Grande do Norte	4,0
16	Ricardo Jadson da Silva Nascimento	Ceará	4,0
16	Thomaz de Andrade Costa	Rio de Janeiro	4,0
16	Rafaela Carvalho de Andrade	Rio Grande do Sul	4,0
16	Kássia Teixeira da Silva	Ceará	4,0
16	Nathalia Rodrigues da Silva	São Paulo	4,0
16	Eduardo Reis Martins Oliveira da Silva	Tocantins	4,0
16	Victor Freitas de Jesus	Rio de Janeiro	4,0
16	Alencar Louredo Lopes Evangelista	Goiás	4,0
16	João Paulo Schneider Bither Vieira	São Paulo	4,0
17	Jéssica Carol de Jesus	São Paulo	3,8
18	Jonatas de Oliveira Souza Silva	Sergipe	3,5
18	Clairton Araújo da Costa Sousa	Ceará	3,5
18	Beatriz Batista de Assumpção	Distrito Federal	3,5
18	Diego Del Fabro Kunzler	Rio Grande do Sul	3,5
18	Luiz Henrique Butzke	Rio Grande do Sul	3,5
18	Alane de Souza	Rio de Janeiro	3,5
18	Yasmin Thaise Lisboa da Veiga	São Paulo	3,5
18	Francisco Eduardo Holanda Lima	Ceará	3,5
18	Giovanna de Paula Costa	São Paulo	3,5
18	Josué da Cruz de Souza	Rio Grande do Norte	3,5
19	Sandro Carlos Pimenta Francelino	Roraima	3,0
19	Bárbara Amaral Novaes	São Paulo	3,0
19	Carlos Augusto Leal Dantas	Rio Grande do Norte	3,0
20	Guilherme Obeid	São Paulo	2,5

Modalidade: Química Analítica

Classif.	Nome	Estado	Pontuação
1	Elena Iraê Almeida Hummel Pimenta Santos	São Paulo	x
2	Gabriel Ferreira Gomes Amgarten	São Paulo	x
3	José Marques Neto	Ceará	x
4	Lucas de Sousa de Oliveira	São Paulo	23,5

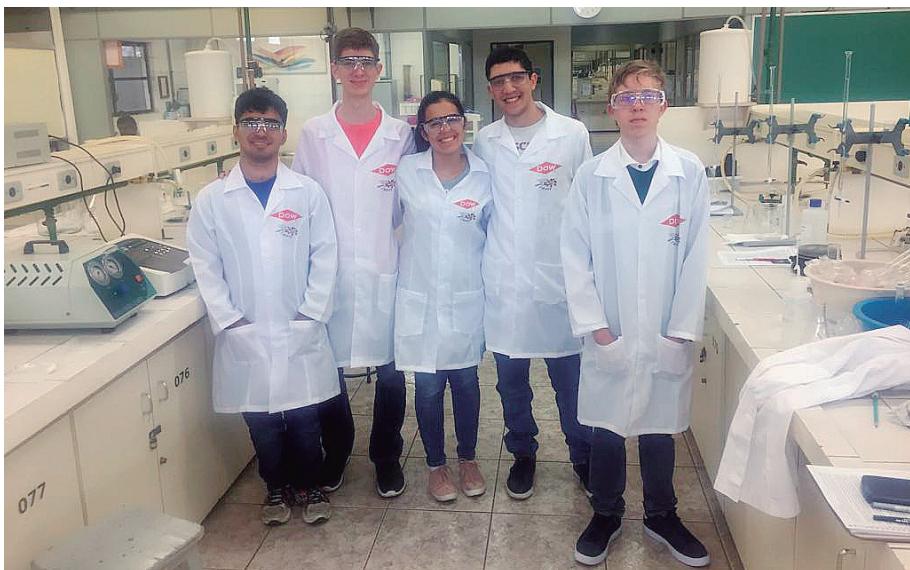


5	Bernardo Dias Fróes Píramo de Souza	Distrito Federal	20,0
6	Bernardo Jordão Martins Miranda	Rio de Janeiro	19,5
6	Neilyane de Paula Fernandes	Ceará	19,5
7	João Pedro Bessa de Souza	Ceará	19,0
8	Ariane Cristina Boechie Carvalho	Distrito Federal	17,5
9	André Cavalcante Salmito	Ceará	17,0
9	Sara Jessica Marciano	Ceará	17,0
10	Diogo Puga Reis	Rio de Janeiro	16,5
10	Camila Vicente de Farias	Rio de Janeiro	16,5
11	Otávio Aguiar de Souza	São Paulo	16,0
12	Joao Mateus Araujo Facanha	Ceará	15,5
13	Vitor Hugo Regulin	São Paulo	15,0
13	Rafaela Carvalho de Andrade	Rio Grande do Sul	5,0
13	Hugo Cardoso Crispim	Rio Grande do Norte	15,0
13	Caio Rômulo Freitas Silva	Ceará	15,0
14	Igor Shenayder Santos Machado	São Paulo	13,5
15	Gabriel Pineschi Braun	Rio de Janeiro	12,5
15	Henrique Pereira do Carmo de Carvalho	São Paulo	12,5
15	Franciela Arenhart Soares	Rio Grande do Sul	12,5
15	Lara Tamires Pereira de Sousa dos Santos	São Paulo	12,5
16	Thales Matheus Caetano Santos da Silva	Rio de Janeiro	11,5
17	Beatriz Batista de Assumpção	Distrito Federal	11,0
17	Fernanda de Jesus Melo	Sergipe	11,0
17	Giovanna de Paula Costa	São Paulo	11,0
18	Julia Grazielly Macedo	Rio de Janeiro	10,0
18	Alan Chequim Alonso	Rio Grande do Sul	10,0
19	Antonio Carlos Magalhães Nichele	Rio Grande do Sul	9,5
20	Igor Freitas Figueiredo	Distrito Federal	9,0
20	Andrielle Naiara Silva Costa	Mato Grosso	9,0



Capítulo 6 Seletiva

PROCESSO SELETIVO PARA OLIMPÍADAS INTERNACIONAIS



Orisvaldo, Vinícius, Ivna, Bruno e João Victor em treinamento no Instituto de Química da UNICAMP.

O processo seletivo para a escolha dos estudantes que representam o Brasil nas duas olimpíadas internacionais que tem início em janeiro de cada ano com a participação dos estudantes medalhados ouro, prata e bronze, na olimpíada realizada no ano anterior, isto é, resultado da Fase II dessa olimpíada.

Outras três fases tomam parte desse processo, a primeira delas, Fase IV, consta de um exame que avalia conhecimentos de laboratório. Os participantes assistem ao vídeo com demonstrações de experimentos e finalizam com o questionário respondido. Classificam-se para a fase seguinte um mínimo de 15 estudantes que participam de um curso de aprofundamento em uma universidade parceira (Fase V) e prosseguem com um exame de avaliação teórica (Fase VI). Os cinco mais bem classificados ao final dessa fase fazem um treinamento laboratorial na UNICAMP e quatro deles comporão a equipe brasileira na International Chemistry Olympiad e na Olimpíada Ibero-americana de Química.





Capítulo 6.1 Fase IV

PROGRAMA NACIONAL OLIMPÍADAS DE QUÍMICA OLIMPÍADA BRASILEIRA DE QUÍMICA - 2017 FASE IV

Resultado da Prova Experimental - 2018

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

Nome	Cidade	UF	Escola	Escore Fase III	Escore Fase IV	Média Final
Vinícius Figueira Armelin	Valinhos	SP	Etapa	100,0	100	100,0
Ivna de Lima Ferreira Gomes	Fortaleza	CE	Farias Brito	92,75	100	95,65
João Víctor Moreira Pimentel	Fortaleza	CE	Farias Brito	90,15	100	94,09
Orisvaldo Salviano Neto	Fortaleza	CE	Ari de Sá	87,71	98,5	92,03
Samara Cavalcante Lemos	Fortaleza	CE	Ari de Sá	85,74	100	91,44
Bruno Gabriel Motta Rodrigues	Rio de Janeiro	RJ	Colégio Militar	83,30	94,0	87,58
Vinícius de Galiza Vieira	Fortaleza	CE	Farias Brito	83,14	94,0	87,48
Estevão da Silva Neto	Fortaleza	CE	Farias Brito	82,10	95,5	87,46
Matheus Sousa Rêgo da Silva	Fortaleza	CE	Farias Brito	85,70	86,5	86,02
Brenno Silva Cardoso	São Paulo	SP	Etapa	82,15	88,0	84,49
Joaquim Miguel M. Santiago	Fortaleza	CE	Ari de Sá	78,23	88,0	82,14
Ester de Sales Rabelo	Fortaleza	CE	Teleyos	72,04	95,5	81,42
Anne Feng Cai	Fortaleza	CE	Ari de Sá	73,04	92,5	80,82
Juliano Pinto Ribeiro Filho	Fortaleza	CE	Farias Brito	79,75	80,5	80,05
Ana Caroline Tavares Veras	Fortaleza	CE	Master Bezerra	77,54	80,5	78,72
Ygor de Santana Moura	Fortaleza	CE	Ari de Sá	73,56	85,0	78,14

Lista completa desse resultado pode ser vista em
<http://www.obquimica.org/resultados/download/166>

Os estudantes acima relacionados foram convocados para participar do Curso de Aprofundamento e Excelência em Química ministrado na Universidade Federal de Minas Gerais no período de 12 a 23.03.2018.



Capítulo 7 Fase IV

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE QUÍMICA 2017 FASE IV - PROVA EXPERIMENTAL EM VÍDEO PROCESSO SELETIVO PARA AS OLIMPÍADAS INTERNACIONAIS DE QUÍMICA

Vídeo exibido em 26.01.2018, às 14h

Nome: _____

e-mail: _____

Código: _____

Caro estudante,

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 7 (sete) questões, que abrangem as 7 (sete) 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. Leia as perguntas relativas a cada experimento, constantes nesta folha, e escreva as respostas nas folhas oficiais de respostas, nos espaços destinados a cada questão.
5. Os resultados desse exame serão encaminhados para o seu coordenador (e também diretamente para você, caso tenha e-mail). Veja o resultado, também, na internet em www.obquimica.org (clique em novidades).

QUESTÃO 1 - (Situação experimental 1)

Sabendo que as amostras testadas são constituídas por chumbo ou cádmio. Identifique o metal das barras A e B, determine as densidades e os raios atômicos para as amostras testadas.





Capítulo 7 Fase V

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE QUÍMICA - 2017 FASE V

CURSO DE EXCELÊNCIA E APROFUNDAMENTO EM QUÍMICA

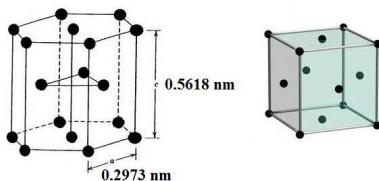


O Curso de Aprofundamento e Excelência em Química, em 2018, foi realizado de 12 a 23 de março de 2018 no Departamento de Química da UFMG. Com uma equipe de dezoito professores doutores o curso foi ministrado para dezesseis estudantes oriundos de três diferentes estados. Esse grupo de estudantes foi recrutado dentre aqueles mais bem classificados após aplicação da Fase IV da olimpíada, levando em consideração a média ponderada calculada com os resultados das fases II e IV.

Os estudantes convocados foram: Ana Caroline Tavares Veras, Anne Feng Cai, Ester de Sales Rabelo, Estevão da Silva Neto, Ivna de Lima Ferreira Gomes, João Víctor Moreira Pimentel, Joaquim Miguel Moreira Santiago, Juliano Pinto Ribeiro Filho, Matheus Sousa Rêgo da Silva, Orisvaldo Salviano Neto, Samara Cavalcante Lemos, Vinícius de Galiza Vieira, Ygor de Santana Moura, todos do Ceará, Brenno Silva Cardoso e Vinícius Figueira Armelin, de São Paulo e Bruno Gabriel Motta Rodrigues do Rio de Janeiro.



Dados: Estruturas cristalinas: Cádmio: HC = hexagonal compacta; chumbo = cúbica de face centrada. Massas molares (g/mol): Cd= 112,40 e Pb= 207,20



QUESTÃO 2 - (Situação experimental 2)

Responda ao que se pede:

- A) Equacione reação química do processo apresentado, comentando sobre a natureza termoquímica do processo e apresentando a estrutura química do produto obtido.
- B) Por que foi adicionada água quente à mistura reacional?

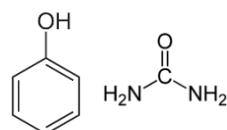
QUESTÃO 3 - (Situação experimental 3)

No experimento foram utilizados anilina e ciclohexeno, ambos em CCl_4 . Equacione as reações apresentadas, identificando cada um dos compostos (A e B) e explicando sua conclusão.

QUESTÃO 4 - (Situação experimental 4)

No experimento, foram utilizadas as substâncias utilizadas ao lado. Identifique-as, justificando sua resposta.

Dado: pKa azul de bromotimol: 7,1; pKa verde bromocresol: 4,7



QUESTÃO 5 - (Situação experimental 5)

Identifique a ferramenta analítica utilizada e comente sobre a pureza enantiomérica da amostra.

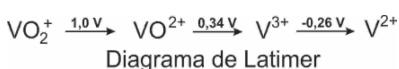
QUESTÃO 6 - (Situação experimental 6)

Identifique o equipamento apresentado, comentando sobre a sua utilização e a função da bomba de vácuo.

QUESTÃO 7 - (Situação experimental 7)

Utilize o diagrama de Latimer para equacionar as transformações apresentadas, em meio ácido, determinar a diferença de potencial e a energia livre de Gibbs de cada etapa e comentar sobre a espontaneidade de cada etapa.

Dado: $E^\circ_{\text{red}}(\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$.



Dado: $E^\circ_{\text{red}}(\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$.



Capítulo 8 Fase VI

CADERNO DE PROBLEMAS

INSTRUÇÕES

1. O caderno de problemas tem 21 páginas, e o caderno de respostas tem 28 páginas.
2. As questões são idênticas nos textos do caderno de problemas e do de respostas.
3. Certifique-se de inserir seu código em todas as folhas do caderno de respostas.
4. 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.
5. Escreva os cálculos relevantes nas caixas apropriadas quando necessário. Se você fornecer apenas o resultado final para questões complicadas, você não receberá pontos.
6. Use o verso das folhas do caderno de problemas se você precisar de rascunhos.
7. 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.
8. É permitido o uso de calculadora.
9. Esta prova tem duração de 5 horas.
10. Você pode ficar com o caderno de problemas.

Constantes físicas, Unidades, Fórmulas e Equações

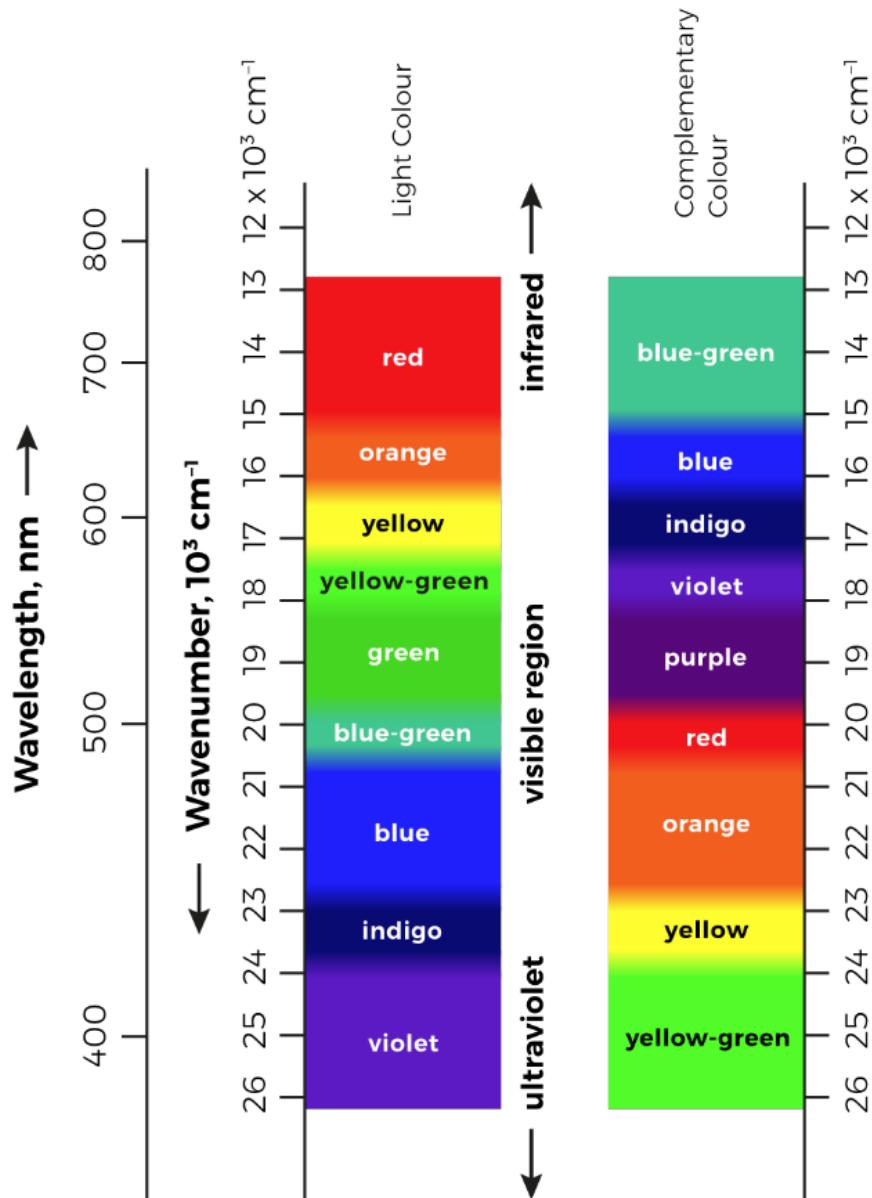
Constante universal dos gases	$R = 8,3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 0,08205 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Pressão padrão	$p^{\circ} = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$
Pressão atmosférica	$1 \text{ atm} = 1,01325 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$
Pi	$\pi = 3,14$
Mudança de base em logaritmos	$\log x = \frac{1}{\ln 10} \ln x$
Zero na escala Celsius	273,15 K
Angstrom	$1\text{\AA} = 10^{-10} \text{ m}$
Massa do elétron	$m_e = 9,1094 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Constante de Avogadro	$N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Unidade de massa atômica	$1 \text{ uma} = 1,661 \times 10^{-27} \text{ kg}$
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	$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ Js}$
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	$pV = nRT$
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
Entalpia	$H = U + pV$
Energia de Gibbs	$G = H - TS$
Energia de Gibbs	$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$
Energia de Gibbs	$\Delta G^\circ = RT \ln K = -z F E_{\text{cel}}^\circ$
Quociente da reação para uma reação $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$	$Q = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$
Variação de entropia	$\Delta S = \frac{q_{\text{rev}}}{T}$, onde q_{rev} é o calor para um processo
Quantidade de calor para capacidade calorífica molar independente da temperatura	$q = n C_m \Delta T$
Equação de Van't Hoff	$\frac{d \ln K}{dt} = \frac{\Delta_r H_m}{RT^2} \Rightarrow -\frac{\Delta_r H_m}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$
Equação de Henderson-Hasselbach	$\text{pH} = \text{pK}_a + \log [\text{A}]/[\text{HA}]$
Equação de Nernst-Peterson	$E = E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln \frac{C_{\text{ox}}}{C_{\text{red}}} = E^\circ + \frac{0.059 \text{ V}}{n} \log \frac{C_{\text{ox}}}{C_{\text{red}}}$
Equação de Nernst-Peterson	$E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln Q = E^\circ - \frac{0.059 \text{ V}}{n} \log Q$
Energia do fóton	$E = h \cdot c \cdot \lambda^{-1}$
Relação entre energia em eV e em J	$E[\text{eV}] = E[\text{J}]/q_e$
Lei de Lambert-Beer	$A = \log I_0/I = \varepsilon \cdot b \cdot C$
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	$k = A e^{-E_a/RT}$



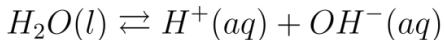
ESPECTRO DA LUZ VISÍVEL



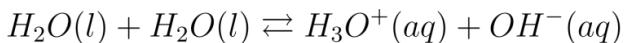


QUESTÃO 1 | 12% DO TOTAL

A água sofre um processo de auto ionização que pode ser descrito pela equação



ou pela reação de troca de íons hidrogênio, conforme representado a seguir



A extensão dessa reação é pequena, e a constante de ionização, comumente chamada de constante do produto iônico da água, é

$$K_w = a_{H^+} a_{OH^-} / a_{H_2O}$$

em que a atividade da água líquida é igual a 1 (a_{H_2O}).

A partir do conhecimento de K_w e de sua dependência com a temperatura, as grandezas termodinâmicas

ΔrG° , ΔrH° e ΔrS° , para a reação de ionização padrão podem ser calculadas.

A dependência da constante do produto iônico da água (K_w) com a temperatura foi determinada

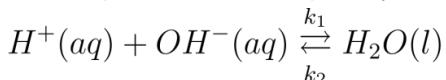
experimentalmente [J. Chem. Educ., 45, 231 (1968)] e se ajusta à seguinte equação

$$\log K_w(T) = 948,876 - \frac{24746,26\text{ K}}{T} - 405,8639 \log(T/\text{K}) + 0,487961(T/\text{K}) - 0,0002371 (T^2/\text{K}^2) \quad 283,15\text{ K} < T < 428,15\text{ K}$$

1.1.1. Calcule os valores de ΔrG° , ΔrH° e ΔrS° para essa reação a 60 °C .

1.1.2. Calcule o pH da água líquida pura a 60 °C.

A composição de um sistema em equilíbrio depende da temperatura. Esse fato é usado para calcular as constantes de velocidade de uma reação ultrarrápida. Considere a reação de neutralização representada a seguir.



Quando uma descarga abrupta de um capacitor de alta voltagem, cerca de 1 μs , atravessa uma solução, ocorre um aumento de temperatura de T_1 para T_2 (tipicamente a diferença $T_2 - T_1$ está entre 3 K e 10 K). Essa técnica é conhecida como método de relaxação, e o significado científico de relaxação é a aproximação do sistema para um novo estado de equilíbrio depois que ele é perturbado. As constantes de velocidade da reação de neutralização são determinadas por meio de métodos de relaxação com um salto de temperatura, como descrito acima.





1.2.1. Sabendo que, a 25 °C, $k_1 = 1,4 \times 10^{11} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ e $\rho_{H_2O} = 1,000 \text{ g cm}^{-3}$, determine o valor de k_2 .

A relaxação pode ser descrita por meio de uma nova variável, x , que representa o desvio da concentração de uma espécie em relação ao novo estado de equilíbrio:

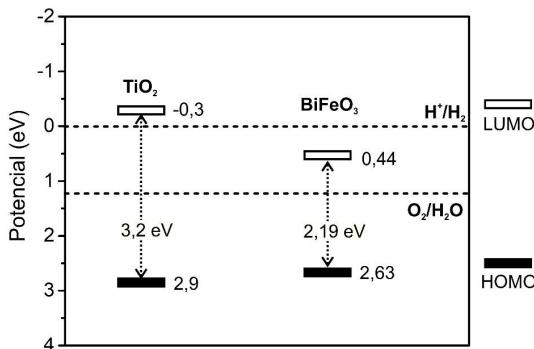
$$x = [H_2O]_{eq} - [H_2O] = [OH^-] - [OH^-]_{eq} = [H^+] - [H^+]_{eq}$$

1.3.1. Determine a expressão para variação de x com o tempo (dx/dt) em função de x e das concentrações das espécies no novo equilíbrio. Considere que o termo em x^2 é desprezível.

1.3.2. O tempo de relaxação é definido como o tempo que o desvio da concentração de uma espécie em relação ao novo equilíbrio (x) leva para cair até 1/e do seu valor inicial. Determine o tempo de relaxação para a reação de neutralização.

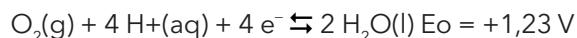
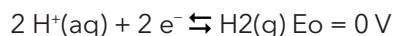
QUESTÃO 2 | 12% DO TOTAL

Dispositivos fotoeletroquímicos tem sido largamente utilizados em diversas aplicações como a geração de energia elétrica, produção de hidrogênio, degradação de poluentes orgânicos, ou redução de gás carbônico e metais pesados. Essas células fotoeletroquímicas são baseadas no uso de compostos semicondutores, em que a incidência de radiação com energia suficiente permite que elétrons dos orbitais moleculares ocupados de mais alta energia (HOMO) sejam excitados para os orbitais moleculares não ocupados de mais baixa energia (LUMO). Esta transição eletrônica leva a formação de “buracos” de carga positiva nos orbitais HOMO, e elétrons excitados nos orbitais LUMO. O diagrama abaixo mostra, de maneira simplificada, os níveis de energia de dois semicondutores clássicos, o TiO_2 e o $BiFeO_3$.





Células fotoeletroquímicas para redução de metais presentes em solução podem ser construídas a partir de dois recipientes contendo eletrólitos, interligados por uma ponte salina para condução de íons H⁺. O cátodo é constituído por uma placa de platina, e o ânodo por um eletrodo metálico inerte (p.ex. Au) recoberto por uma fina camada do material semicondutor. No lado anódico é adicionado um reagente de sacrifício (p.ex. metanol) que tem o papel de fornecer elétrons aniquilando os “buracos” (cargas positivas) formados no eletrodo semicondutor. No lado catódico, íons de diferentes metais (Pb²⁺, Cd²⁺, Zn²⁺, Ag⁺) estão presentes no eletrólito. Valores de potenciais padrão de redução são mostrados abaixo:



2.1.1. Para cada um dos semicondutores representados no diagrama acima, calcule o comprimento de onda máximo da radiação necessária para promover a excitação de elétrons entre os níveis HOMO/LUMO.

2.1.2. Considere agora duas células fotoeletroquímicas para redução de metais, construídas como explicado acima e baseadas em eletrodos de TiO₂ ou BiFeO₃. Qual(is) célula(s) pode(m) operar por meio do uso de radiação ultravioleta? Qual(is) célula(s) pode(m) operar através do uso de radiação na região do visível (400 - 700 nm)?

Durante a operação das células fotoeletroquímicas, ambos os eletrodos são interligados por um condutor (fio) metálico. A radiação incidente promove a excitação de elétrons para o estado LUMO. Os “buracos” formados são consumidos pelo reagente de sacrifício, enquanto os elétrons excitados são levados pelo condutor metálico até o cátodo de platina. No cátodo, estes elétrons podem promover a redução das espécies metálicas presentes em solução.

2.2.1. Considere que uma célula formada por TiO₂ no ânodo é submetida à radiação ultravioleta. Quais metais você espera que sejam reduzidos no cátodo?

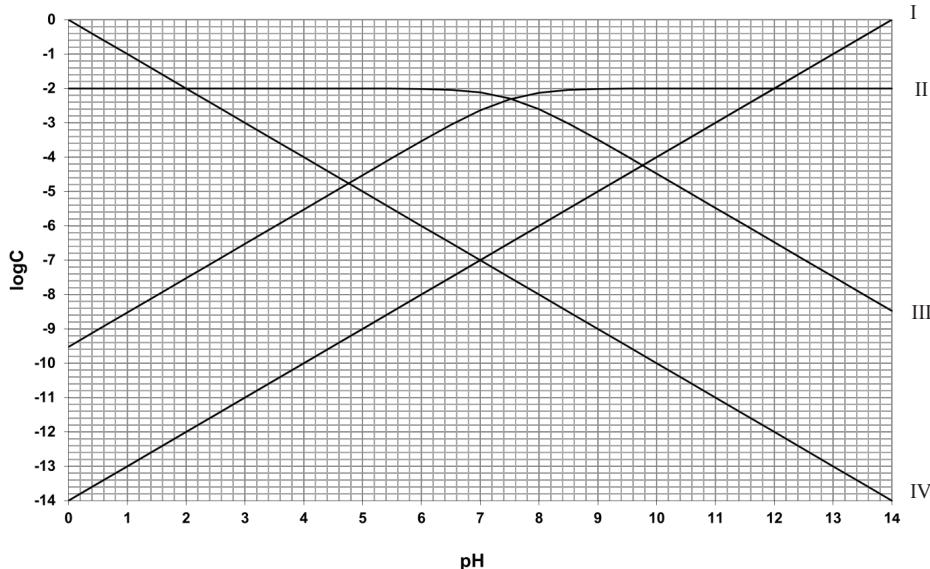
2.2.2. Considere agora que a célula formada por TiO₂ no ânodo é submetida à radiação na região do visível. Quais metais você espera que sejam reduzidos no cátodo?



- 2.2.3.** Considere que uma célula formada por BiFeO_3 no ânodo é submetida à radiação ultravioleta. Quais metais você espera que sejam reduzidos no cátodo?
- 2.2.4.** Considere agora que a célula formada por BiFeO_3 no ânodo é submetida à radiação na região do visível. Quais metais você espera que sejam reduzidos no cátodo?

QUESTÃO 3 | 12% DO TOTAL

Soluções de hipoclorito de sódio 0,01 mol L⁻¹ (NaClO ; $K_a = 3,0 \times 10^{-8}$) são amplamente utilizadas na composição de produtos comerciais para desinfecção e alvejamento. A capacidade de desinfecção máxima ocorre quando há quantidades equimolares das espécies HClO e ClO^- . O diagrama logaritmo da concentração de todas as espécies do hipoclorito em meio aquoso ($\log C$) em função do pH está representado abaixo.



- 3.1.1.** Associe cada espécie química à sua respectiva representação (I, II, III, IV) no diagrama logaritmo.

A partir do diagrama logaritmo pede-se:

- 3.2.1.** O pH da solução aquosa 0,01 mol L⁻¹ de NaClO e as concentrações (mol L⁻¹) de todas as espécies presentes.
- 3.2.2.** O pH ótimo para se obter a máxima capacidade de desinfecção.



3.3.1. A partir do balanço de cargas e balanço de massas calcule pH da solução de 0,01 mol L⁻¹ de NaClO.

Demonstre a validade da(s) aproximação(ões) efetuada(s), e considere erro máximo de 5%.

3.4.1. Calcule o volume (L) da solução aquosa 0,01 mol L⁻¹ de NaClO que deverá ser adicionado a um reservatório cilíndrico de diâmetro 2,0 m contendo água até a altura de 2,5 m para que a concentração de NaClO seja de 1,0 mg L⁻¹.

QUESTÃO 4 | 12% DO TOTAL

Atualmente, as ligas com memória de forma (SMAs, do inglês *Shape Memory Alloys*) têm encontrado inúmeras aplicações nas indústrias: automotiva, aeroespacial, robótica e eletrônica, devido às suas capacidades únicas de efeito de memória de forma e superelasticidade. Dentre as SMAs, destacam-se as ligas de níquel e titânio, denominadas *nitinóis*, que também apresentam aplicações biomédicas devido à alta resistência à corrosão, boa biocompatibilidade, entre outras qualidades. No trabalho de Ding et al. (2018) são utilizados dados experimentais de potenciais químicos de íons em solução aquosa e resultados de cálculos teóricos de potenciais químicos de sólidos para a obtenção dos diagramas de Pourbaix para as ligas de níquel e titânio: NiTi, Ti₂Ni e Ni₃Ti. As Figuras abaixo apresentam tais diagramas (as espécies têm atividade unitária; os diagramas se encontram nas mesmas escalas de potencial e pH):

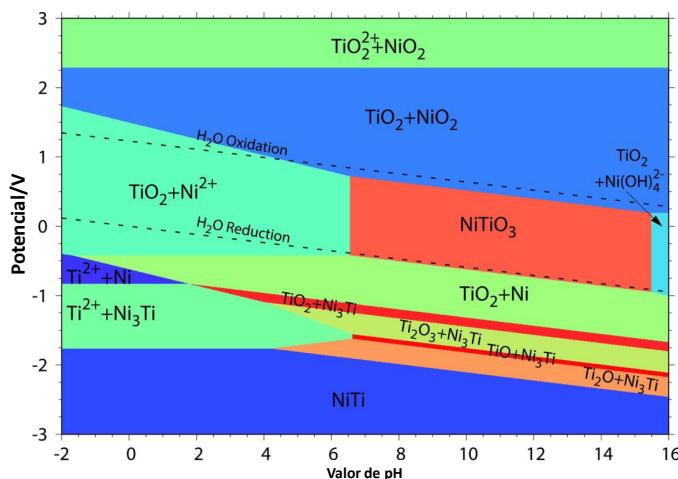


Figura 1: Diagrama de Pourbaix do sistema NiTi-H₂O a 25 °C.

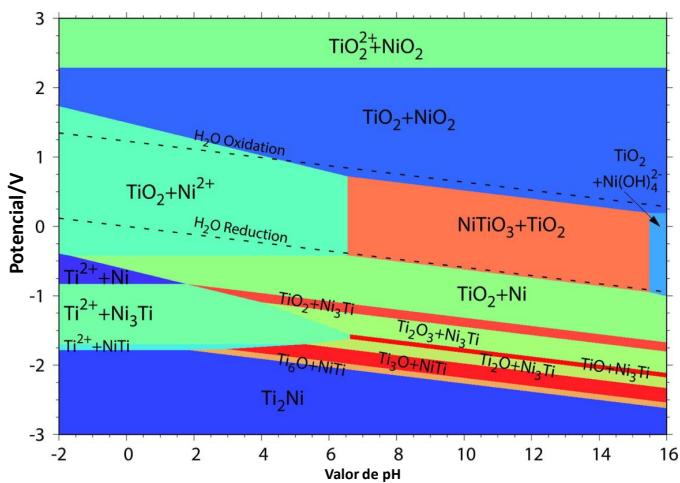


Figura 2: Diagrama de Pourbaix do sistema $\text{Ti}_2\text{Ni}-\text{H}_2\text{O}$ a 25°C .

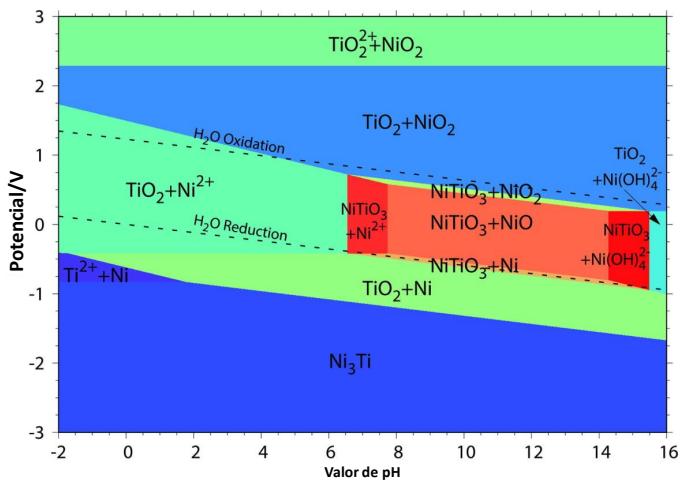
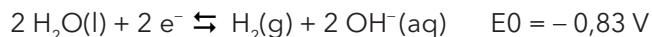


Figura 3: Diagrama de Pourbaix do sistema $\text{Ni}_3\text{Ti}-\text{H}_2\text{O}$ a 25°C .

- 4.1. Escreva a equação química associada à linha, comum aos três diagramas, cujo potencial é independente do pH e possui valor de aproximadamente $+2,25\text{V}$.
- 4.2. Escreva as expressões matemáticas (potencial em função do pH) para as linhas relacionadas à oxidação/redução da água. Identifique as regiões de estabilidade (abaixo da linha de redução, entre as linhas e acima da linha de oxidação) dos participantes das reações, ou seja, os gases oxigênio, hidrogênio e a água líquida.

**Dados:**

- 4.3.** Diante da análise dos diagramas, assinale V para VERDADEIRO e F para FALSO nas seguintes afirmações abaixo:

- I- Os diagramas indicam que o aumento da fração molar do titânio promove uma maior estabilidade à corrosão da liga nitinol ()
- II- O potencial do equilíbrio de dissolução da liga NiTi é cerca de -1,75 V, em condições ácidas ()
- III- A corrosão das ligas nitinóis em meio ácido inicia pela dissolução do titânio seguida pela dissolução do níquel ()
- IV- Os diagramas evidenciam que em meio neutro ou alcalino, quando o potencial é baixo, há a formação de diversos óxidos que provavelmente promovem passivação na liga ()

- 4.4.** A partir dos diagramas de Frost para o Titânio e o Níquel (em pH 0 e 14), mostrados abaixo, desenhe os diagramas de Latimer das espécies, incluindo todas as "setas" possíveis. (ATENÇÃO: Estime os potenciais, a partir dos gráficos com o auxílio de uma régua e utilize uma casa decimal)

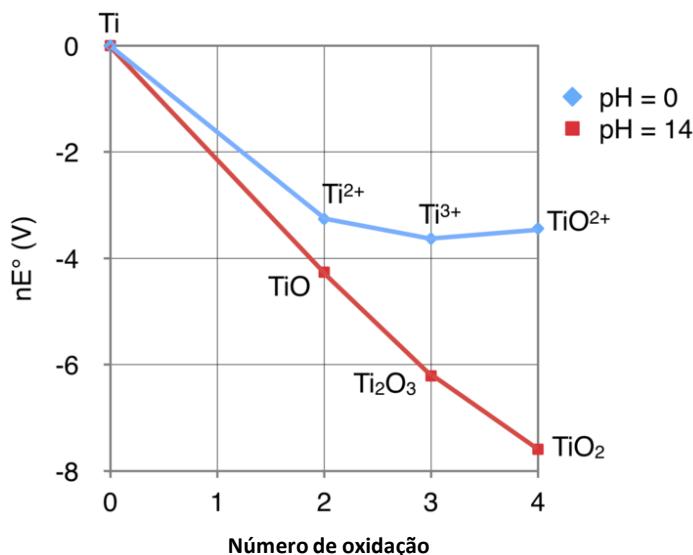


Figura 4: Diagrama de Frost para o Titânio.

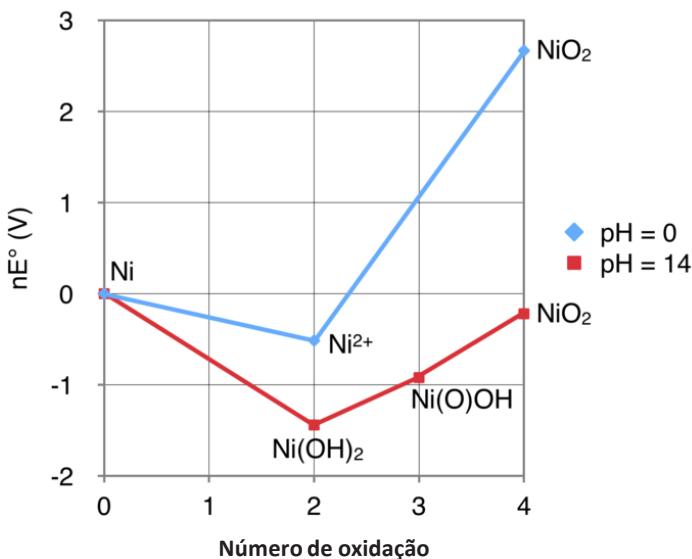


Figura 5: Diagrama de Frost para o Níquel.

QUESTÃO 5 | 8% DO TOTAL

Uma das estruturas cristalinas mais frequentes para óxidos que contém metais de transição é aquela do mineral perovskita, cuja célula unitária cúbica é mostrada na Fig. 1.

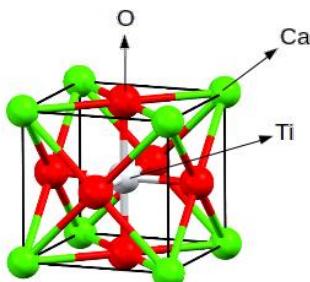


Figura 1. A estrutura cristalina do mineral perovskita. Esfera cinza: átomo de titânio (Ti); esferas verdes: átomos de cálcio (Ca); esferas vermelhas: átomos de oxigênio (O).

5.1.1. Determine a fórmula mínima do mineral perovskita.

5.1.2. Qual é o número de coordenação de cada átomo na estrutura, considerando apenas os primeiros vizinhos mais próximos, e os primeiros e segundos vizinhos mais próximos?



5.1.3. Calcule o valor da razão de raios iônicos $\frac{r_{Ca}+r_O}{r_{Ti}+r_O}$ na estrutura da perovskita.

Os raios iônicos do Ca^{2+} e do O^{2-} são 1,34 Å e 1,40 Å respectivamente.

5.2.1. Calcule o parâmetro de rede (em Å) da célula unitária da perovskita.

5.2.2. Calcule o raio iônico (em Å) do Ti nessa estrutura.

5.2.3. Calcule a eficiência do empacotamento cristalino da célula unitária.

5.2.4. Calcule a densidade do mineral perovskita.

Em todos os compostos que assumem a estrutura cristalina da perovskita, um dos cátions (digamos A) é comparável em tamanho ao ânion O^{2-} , enquanto que o outro (digamos B) é consideravelmente menor. Isso é esperado porque essas estruturas podem ser vistas como um arranjo de empacotamento compacto formada pelos cátions A e pelos ânions O^{2-} . Os cátions menores B, por sua vez, ocupam as posições intersticiais.

O raio iônico do Fe^{2+} é 0,92 Å.

5.3.1. Preveja se o composto no qual B é o cátion Fe^{2+} tem ou não a estrutura da perovskita. Justifique com os cálculos.

QUESTÃO 6 | 7% DO TOTAL

6.1. Em 2000, um grupo de pesquisadores estudou as estruturas moleculares de fluoretos da terceira série de transição: WF_6 , ReF_6 , OsF_6 , IrF_6 , and PtF_6 (Richardson, A. D.; Hedberg, K.; Lucier, G. M. Inorganic Chemistry. v. 39 (13), 2787-2793, 2000).

Considerando a Teoria de Campo Cristalino (TCC), complete o quadro a seguir com as seguintes informações: configuração eletrônica do complexo segundo a TCC, energia de estabilização do campo cristalino (EECC, em função de Δo e P) e se ocorre ou não efeito Jahn-Teller (sim ou não).

Complexo	Configuração	Eletrônica	EECC Efeito Jahn-Teller
WF_6			
ReF_6			
OsF_6			
IrF_6			
PtF_6			





- 6.2.** Para os complexos que apresentam distorção da estrutura octaédrica no item 6.1., complete o quadro a seguir com as seguintes informações: fórmula do complexo, tipo de distorção (alongamento ou compressão), energia de estabilização do campo cristalino (EECC, em função de Δ , P, δ_1 e δ_2).

Complexo	Tipo de distorção	EECC

- 6.3.** Em 2007 a espécie química Mg_2NaNiH_6 foi sintetizada (Kadir, K.; Norréus, D. Inorganic Chemistry. v. 46 (6), 2220-2223, 2007). Ela contém o seguinte íon complexo: $[NiH_4]^{4-}$.

Considerando a TCC, faça o diagrama de energia correspondente e calcule a EECC em função de Δ e P. Indique se essa espécie é paramagnética ou diamagnética.

- 6.4.** Em 2006 um grupo de pesquisadores investigou as transições eletrônicas para o complexo $[V(\text{ureia})_6](\text{ClO}_4)_3$, em que a ureia se coordena pelo átomo de oxigênio (Beaulac, R. et al. Inorganic Chemistry. v. 45 (8), 3399-3407, 2006). A transição eletrônica d-d para esse complexo ocorre em aproximadamente 14.100 cm^{-1} , e é caracterizada por uma banda de absorção alargada.

Considerando a TCC, indique a cor do complexo e faça o respectivo diagrama de energia. Explique o motivo para a presença de uma banda alargada.

- 6.5.** O acetato de cobalto(III) em solução aquosa existe na forma de complexos com diferentes formas de coordenação (Jiao, X.-D.; Metelski, P. D.; Espenson, J. H. Inorganic Chemistry. v. 40 (13), 3228-3233, 2001). A reação entre uma solução aquosa de acetato de cobalto(III) e uma solução aquosa de ácido bromídrico gera brometo de cobalto(II) e ácido acético, ambos em solução aquosa, e bromo elementar líquido.

Escreva a equação química balanceada, com os menores coeficientes esteiométricos inteiros, que representa o processo descrito.

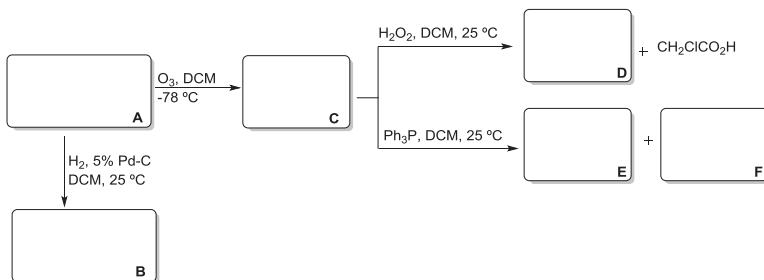
- 6.6.** A espécie $[\text{CuCl}_5]^{3-}$ pode apresentar as geometrias bipirâmide trigonal ou piramidal de base quadrada (Rakitin, Y. V. et al. Russian Journal of Coordination Chemistry. v. 33 (12), 891-895, 2007).

Faça o diagrama de energia que representa o desdobramento dos orbitais d para esse complexo em ambas as geometrias e indique se o mesmo é paramagnético ou diamagnético.



QUESTÃO 7 | 12% DO TOTAL

Um composto **A** (fórmula molecular $C_8H_{14}C_{l_2}$), opticamente ativo, foi submetido à hidrogenação catalítica na presença de paládio, sendo convertido no composto **B** (fórmula molecular $C_8H_{16}C_{l_2}$), opticamente inativo. A reação de **A** com ozônio resultou na formação do intermediário **C**, que ao ser tratado com peróxido de hidrogênio levou à formação de ácido cloroacético e de um ácido carboxílico opticamente ativo **D**. O tratamento do intermediário **C** com trifenilfosfina resultou na formação dos produtos **E** e **F**.



- 7.1. Considerando que o composto **D** apresenta configuração absoluta *R*, desenhe as fórmulas estruturais, com as estereoquímicas corretas, para os compostos **A**, **B**, **D**, **E** e **F**.
- 7.2. Represente a fórmula estrutural e o mecanismo para a formação do intermediário **C**.
- 7.3. A reação do composto **A** com quantidade catalítica de OsO_4 e excesso de peróxido de hidrogênio resultou na formação de um par de diasteroisômeros **G** e **H**. Represente as fórmulas estruturais para esses compostos, indicando as configurações absolutas (*R*, *S*) de todos os centros assimétricos.

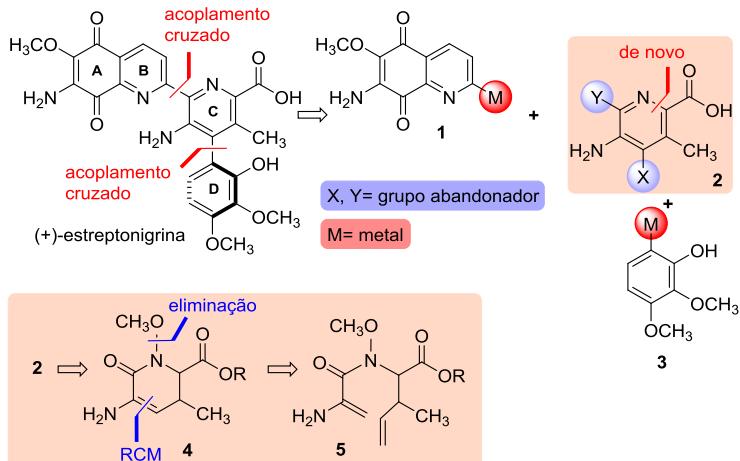
QUESTÃO 8 | 12% DO TOTAL

A estreptonigrina é um antibiótico antitumoral isolado de *Streptomyces flocculus* em 1959 por Rao e Cullen. Sua estrutura foi estabelecida por Rao, Biemann e Woodward em 1963 por meio de análises espectroscópicas e por degradação química. Devido a sua estrutura complexa apresentar um desafio para os químicos orgânicos sintéticos, aliada às suas atividades biológicas, diversas sínteses para esse composto foram relatadas. A estratégia mais eficiente é baseada na análise retrossintética apresentada no esquema 1, que envolve duas etapas de acoplamento cruzado entre as subestruturas **1**, **2** e **3**. A estrutura **2** deve ser preparada a partir de **5** que deve inicialmente ser convertido em **4** por meio de uma reação de



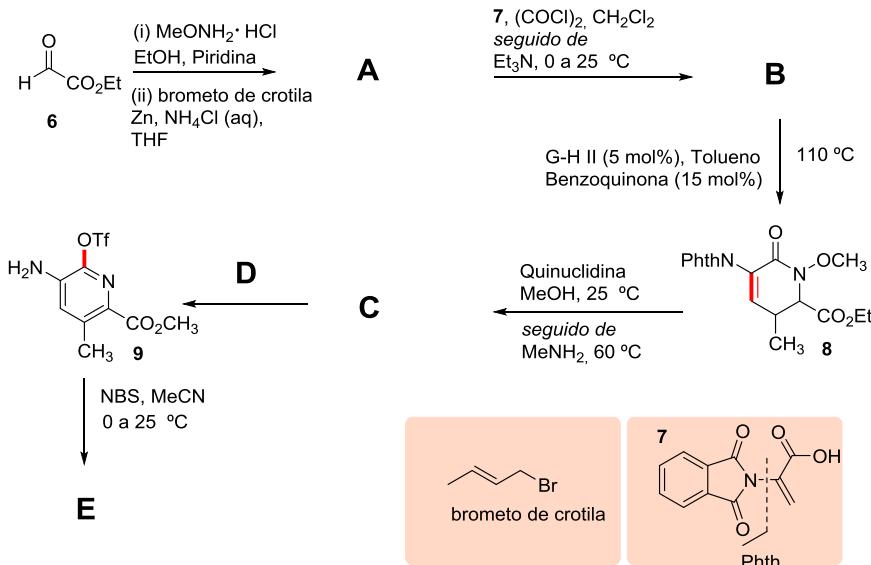


metátese por fechamento de anel (RCM, do inglês Ring-Closing Metathesis) utilizando o catalisador de Hoveyda-Grubbs de segunda geração (G-H II).

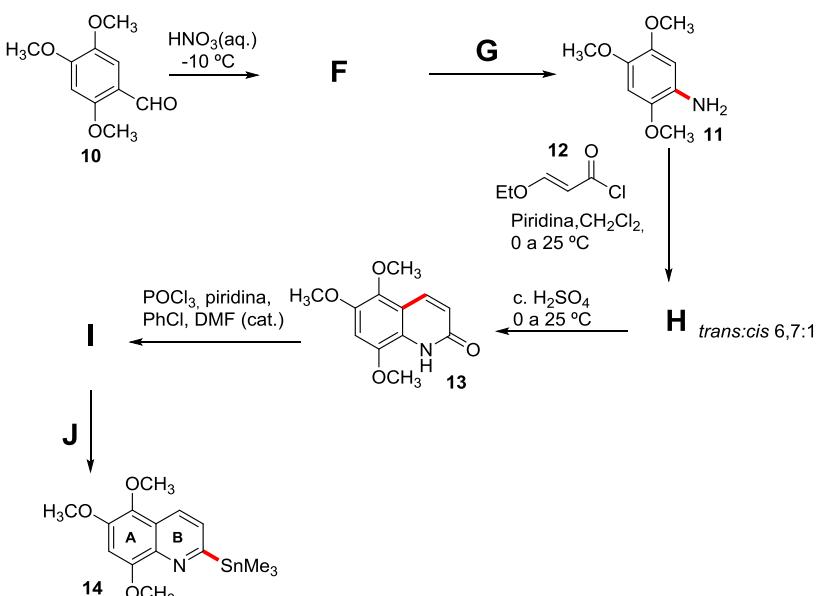


Esquema 1 - Retrosíntese para a estreptonigrina

As sínteses dos fragmentos **1** e **2** são indicadas nos esquemas 2 e 3.



Esquema 2 - Síntese do fragmento com núcleo piridínico



Esquema 3 - Síntese do fragmento com núcleo quinolína

- 8.1. Escreva as fórmulas estruturais dos produtos e dos reagentes **A-J**.
- 8.2. Na conversão de **A** em **B** qual outro reagente poderia ser utilizado em substituição ao $(\text{COCl})_2$?
- 8.3. Represente a fórmula do composto intermediário obtido pelo tratamento de **6** com MeONH_2HCl e do composto resultante da reação de brometo de crotila com zinco.
- 8.4. Para o composto **H** represente as fórmulas dos dois isômeros e mostre as etapas do mecanismo de sua conversão em **13**. Neste caso represente apenas o mecanismo para um dos isômeros.

Códigos:

Tf²O - anidrido trifílico

HFIPA - hexafluoroisopropanol.

DTBMP - 2,6-di-*tert*-butil-4-metilpiridina

NBS - *N*-bromossuccinimida



QUESTÃO 9 | 13% DO TOTAL

A substituição isotópica afeta as propriedades físico-químicas de moléculas e tem sido rotineiramente aplicada para avaliar equilíbrios e mecanismos de reações. A questão a seguir versa sobre a aplicação dessa técnica na avaliação da transferência de íons hidrogênio e interações entre bases nucleotídicas de adenina (A) e uracila (U) no ácido ribonucléico (RNA) (Figura 1).

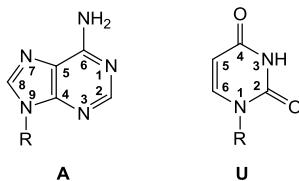


Figura 1. Fórmulas estruturais das bases nucleotídicas A e U ligadas a uma unidade ribose-fosfato (R).

Um modelo comum utilizado para avaliar a interação entre fitas de ácidos nucléicos é formado por fitas homogêneas de RNA do tipo poly(A) e poly(U); 30 nucleotídeos em cada ácido nucléico. Essa interação é perturbada pelo pH do meio, sendo governada pelos equilíbrios ácido-base com valores de pK_a de 3,5 e 9,2 para adenina e uracila, respectivamente.

- 9.1.1. Escreva os equilíbrios ácido-base para adenina e uracila, mostrando a fórmula estrutural de cada espécie.
- 9.1.2. Baseado nos valores de pK_a para adenina e uracila, calcule em qual pH a interação entre as fitas poly(A) e poly(U) deve ser máxima.

Medidas de temperatura de fusão (T_f) constituem o método padrão para avaliar a interação entre duas fitas de ácidos nucléicos. Tais experimentos são conduzidos mediante a determinação da absorvância de uma solução de ácido nucléico em função da temperatura (Figura 2).

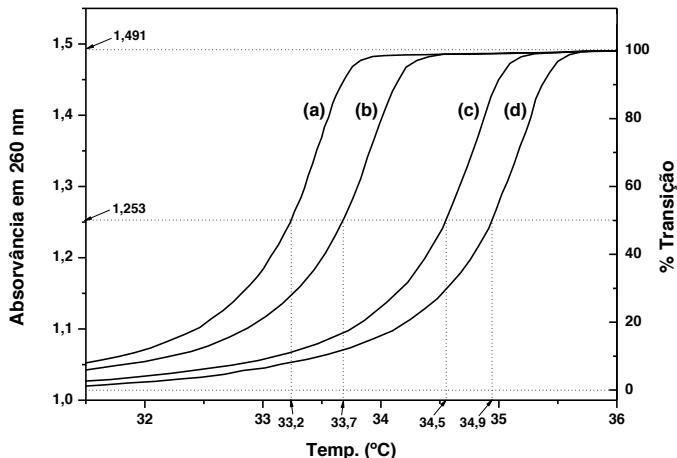




Figura 2. Curvas para determinação de temperatura de fusão para uma mistura equimolar de poly(A) e poly(U). A “% Transição” refere a extensão da condição de equilíbrio entre dois estados. Concentração de poly(A) de 1,96 µM, pH 7,0 (tampão fosfato 5 mM) em diferentes soluções: (a) 100% H₂O; (b) 25% D₂O em H₂O; (c) 75% D₂O em H₂O; (d) 100% D₂O. Valores indicativos são apresentados em cada eixo.

A variação da absorvância é uma função da concentração de espécies no meio, do caminho ótico da cela de medição e absortividade molar (ϵ) das espécies presentes no meio. A absortividade molar por nucleotídeo de adenina (nct_A) em uma fita simples de poly(A) é $\epsilon/nctA = 15,4 \text{ cm}^{-1}/\text{mM}$ em 260 nm.

Considere a Figura 2, que apresenta as curvas utilizadas para determinação da temperatura de fusão para uma mistura equimolar de poly(A) e poly(U); 30 nucleotídeos em cada ácido nucléico. A concentração utilizada de poly(A) no experimento foi 1,96 µM e o caminho ótico da cela de medição foi de 1 cm.

9.2.1. Escolha o valor de absorvância mais adequado no gráfico e calcule a absortividade molar de poly(U). Despreze nos seus cálculos o efeito da temperatura sobre a absortividade molar.

9.2.2. Calcule quantidade de luz transmitida em % pela fita dupla de poly(A). poly(U) nas condições apresentadas na Figura 2.

Conforme observado na Figura 2, a temperatura de fusão (T_f) varia em função da concentração de D₂O em H₂O.

9.3.1. Construa um diagrama de energia em concordância com a observação acima. Indique no diagrama as energias relacionadas as transições em H₂O e D₂O.

A Tabela 1 apresenta os dados de δT_f em diferentes concentrações de K⁺. Note que $\delta T_f = T_f^D - T_f^H$, onde D e H referem às medidas realizadas em 100% H₂O e 100% D₂O, respectivamente.

Tabela 1. Dependência de δT_f (°C) em diferentes concentrações molares de íon potássio.

Log [K ⁺]	δT_f
-2,38	2,6
-1,92	1,6
-1,18	0,3

9.4.1. Considerando os dados na Tabela 1, calcule a diferença de energia ($\Delta G^\circ_{H_2O} - \Delta G^\circ_{D_2O}$) em J.molécula⁻¹ nas concentrações mais baixa e elevada de K⁺.





9.4.2. Determine a razão entre as constantes de força entre as concentrações mais baixa e elevada de K⁺.

O aquecimento da adenina e seus derivados em D₂O sob condições alcalinas (pH > 10) promove a substituição do hidrogênio na posição 8 por deutério. Essa reação é reversível se o composto enriquecido isotopicamente é transferido para uma solução com H₂O somente.

9.5.1. Considere o dito acima e represente passo-a-passo a reação de enriquecimento da adenina com deutério. Mostre as fórmulas estruturais de todas as espécies e intermediários na reação.

O composto enriquecido pode ser obtido similarmente com trítio na posição 8. A velocidade de substituição de trítio por íon hidrogênio tem uma constante de $3,18 \times 10^{-3} \text{ h}^{-1}$ em pH 11 a 37 °C.

9.6.1. Sabendo que a frequência de estiramento de uma ligação C-H é 3000 cm⁻¹, estime a constante de velocidade para a substituição de deutério por íon hidrogênio sob as mesmas condições.

"O insucesso é apenas uma oportunidade para recomeçar com mais inteligência."

Henry Ford



Capítulo 8 Resultado Fase VI

Olimpíada Brasileira de Química - 2017 Fase VI Resultado da Prova Final - 2018

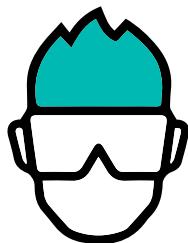
Relação dos estudantes convocados para a Olimpíada Internacional de Química - 50th IChO

Nome	Cidade	UF	Resultado Fase IV	Nota Fase VI	Escore Fase VI	Resultado Final
Vinícius Figueira Armelin	São Paulo	SP	100,00	87,62	100,00	100,00
Ivna de Lima Ferreira Gomes	Fortaleza	CE	95,65	73,22	83,56	87,59
João Víctor Moreira Pimentel	Fortaleza	CE	94,09	72,27	82,48	86,35
Orisvaldo Salviano Neto	Fortaleza	CE	92,03	59,78	68,22	76,16
Bruno Gabriel Motta Rodrigues	Rio de Janeiro	RJ	87,58	61,20	69,84	75,76
Estevão da Silva Neto	Fortaleza	CE	87,46	58,59	66,87	73,73
Ester de Sales Rabelo	Fortaleza	CE	81,42	59,70	68,13	72,56
Joaquim Miguel M. Santiago	Fortaleza	CE	82,14	57,35	65,45	71,01
Samara Cavalcante Lemos	Fortaleza	CE	91,44	51,52	58,80	69,68
Ana Caroline Tavares Veras	Fortaleza	CE	78,72	55,54	63,39	68,50
Anne Feng Cai	Fortaleza	CE	80,82	53,59	61,16	67,72
Ygor de Santana Moura	Fortaleza	CE	78,14	49,98	57,04	64,07
Juliano Pinto Ribeiro Filho	Fortaleza	CE	80,05	48,91	55,82	63,90
Brenno Silva Cardoso	São Paulo	SP	84,49	46,36	52,91	63,44
Matheus Sousa Rêgo da Silva	Fortaleza	CE	86,02	38,03	43,40	57,61
Vinícius de Galiza Vieira	Fortaleza	CE	87,48	36,50	41,65	56,93

1. Os QUATRO primeiros classificados serão convocados para representar o Brasil na olimpíada internacional que acontecerá na Rep. Tcheca & Eslováquia.
2. Conforme o art. 3º do Regulamento da OBQ, o quinto colocado poderá ser convocado para integrar a equipe brasileira na olimpíada Iberoamericana que acontecerá em **El Salvador**.
3. Os estudantes assinalados em **NEGRITO** participarão de treinamento laboratorial, no início de julho, na UNICAMP.



Capítulo 9 Prova Teórica



International Chemistry Olympiad
SLOVAKIA & CZECH REPUBLIC

BACK TO WHERE IT ALL BEGAN

Sumário

Instruções.....	2
Constantes físicas e equações	3
Problema 1. DNA	5
Problema 2. Repatriação de restos mortais na Idade Média	10
Problema 3. Surgimento da mobilidade à base de eletricidade.....	18
Problema 4. Cromatografia em coluna de cobre radioativo.....	24
Problema 5. Uma granada boêmia.....	28
Problema 6. Vamos cultivar cogumelos!.....	34
Problema 7. Cidofovir	40
Problema 8. Cariofileno	47



BRA-4

OLIMPIADA INTERNACIONAL DE QUÍMICA / ESLOVÁQUIA & REPÚBLICA TCHÉCA, 2018



Instruções

- Esta prova teórica contém **56** páginas, incluindo a capa.
- Você pode iniciar a prova assim que ouvir a ordem **Start**.
- Você tem **5 horas** para completar a prova.
- Todos os resultados e respostas devem ser escritos de forma clara, **com caneta esferográfica e nos espaços reservados**. Respostas escritas foras das caixas de resposta não serão pontuadas.
- Você tem 3 folhas de papel em branco para usar como rascunho. Se necessitar de mais utilize a parte de trás das folhas desta prova. Lembre-se que **respostas fora dos espaços reservados não serão pontuadas**.
- A Tabela Periódica dos elementos e a tabela de cores não fazem parte deste caderno de problemas, mas serão fornecidas separadamente.
- Utiliza apenas a caneta esferográfica e a calculadora fornecidas.
- Encontra-se disponível a **versão oficial em inglês desta prova**. Ela pode ser solicitada para esclarecimento de algum detalhe.
- Se necessitar sair da sala (para ir ao banheiro, comer ou beber) levante o cartão azul da IChO. Um supervisor irá até você para acompanhá-lo.
- O supervisor informará quando faltarem 30 minutos para que o sinal de **Stop** seja dado.
- Você deve terminar imediatamente de trabalhar assim que ouvir o sinal de **Stop**. Se não terminar de escrever sua prova será anulada.
- Após ser dada a ordem de **Stop**, coloque sua prova no envelope e aguarde no seu lugar até que o supervisor venha recolher o envelope.





BRA-4

OLIMPIÁDA INTERNACIONAL DE QUÍMICA / ESLOVÁQUIA & REPÚBLICA TCHÉCA, 2018



Constantes físicas e equações

Constante de Avogadro:	$N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante universal dos gases ideais:	$R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Velocidade da Luz:	$c = 2,998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Constante de Planck:	$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Constante de Faraday:	$F = 9,6485 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$
Pressão Padrão:	$p = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$
Pressão Normal (atmosférica):	$p_{\text{atm}} = 1,01325 \times 10^5 \text{ Pa}$
Zero na escala Celsius:	273,15 K
Massa do elétron:	$m_e = 9,109 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Unidade de massa atômica:	$u = 1,6605 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Ångström:	$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$
Elétron-volt:	$1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$
Watt:	$1 \text{ W} = 1 \text{ J s}^{-1}$

Equação dos gases Ideais:	$pV = nRT$
1ª lei da Termodinâmica:	$\Delta U = q + W$
Potência de entrada num dispositivo elétrico (<i>power input for electrical device</i>):	$P = UI$ onde U é a voltagem e I a corrente elétrica

Entalpia:	$H = U + pV$
Energia livre de Gibbs:	$G = H - TS$
	$\Delta G^\circ = -RT \ln K = -zFE_{\text{cell}}^\circ$
	$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$

$$\text{Quociente da Reação Q para a reação } a A + b B \rightleftharpoons c C + d D: \quad Q = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$$

Variação da Entropia:	$\Delta S = \frac{q_{\text{rev}}}{T}$ onde q_{rev} é o calor para um processo reversível
Variação de Calor para c_m independente da temperatura:	$\Delta q = nc_m \Delta T$ onde c_m é a capacidade calorífica molar

**BRA-4**

OLIMPIADA INTERNACIONAL DE QUÍMICA / ESLOVÁQUIA & REPÚBLICA TCHECA, 2018



Equação de Van't Hoff:

$$\frac{d \ln K}{dT} = \frac{\Delta_r H_m}{RT^2} \Rightarrow \ln\left(\frac{K_2}{K_1}\right) = -\frac{\Delta_r H_m}{R}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)$$

Equação Henderson–Hasselbalch:

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

Equação de Nernst–Peterson:

$$E = E^\circ - \frac{RT}{zF} \ln Q$$

Energia de um fóton:

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

Relação entre E e eV em J:

$$E/eV = \frac{E/J}{q_e/C}$$

Lei de Lambert–Beer:

$$A = \log \frac{I_0}{I} = \varepsilon/c$$

Comprimento de onda:

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

Massa reduzida μ para a molécula AX:

$$\mu = \frac{m_A m_X}{m_A + m_X}$$

Energia do oscilador harmônico:

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

Equação de Arrhenius:

$$k = A e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

Lei das velocidades na forma integrada:

Ordem Zero:

$$[A] = [A]_0 - kt$$

1^a ordem:

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

2^a ordem:

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



BRA-4

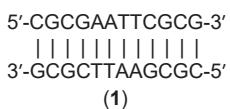
OLIMPIADA INTERNACIONAL DE QUÍMICA / ESLOVÁQUIA & REPÚBLICA TCHÉCA, 2018



Problema Teórico 1	Questão	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	Total
	Pontos	5	5	4	12	12	24	62
7% do total	Pontuação							

PROBLEMA 1 | DNA

As sequências palindrômicas são uma interessante classe de DNA. Num DNA de dupla cadeia (fita dupla) (dsDNA) palindrômico, a sequência de uma das cadeias lida na direção 5'→3' é igual à lida na cadeia complementar também na direção 5'→3'. Ou seja, um dsDNA palindrômico consiste em duas cadeias iguais que são complementares uma da outra. Um exemplo destas sequências é o chamado dodecanucleotídeo Drew-Dickerson (1):



- 1.1** Quantas diferentes sequências palindrômicas de dodecanucleotídeos de DNA de cadeia dupla (dsDNA) existem (i.e., espécies de dsDNA com doze pares de bases)?

- 1.2** Quantas diferentes sequências palindrômicas de undecanucleotídeos de DNA de cadeia dupla (dsDNA) existem (i.e., espécies de dsDNA com onze pares de bases)?

A temperatura de fusão do dsDNA, T_m , é definida como sendo a temperatura na qual 50% da quantidade inicial de DNA de dupla cadeia é dissociada em cadeias separadas.

- 1.3** Considere o dodecanucleotídeo Drew-Dickerson (1). Assuma que o par G-C contribui mais para a estabilidade do DNA de cadeia dupla que o par A-T. Calcule a probabilidade da T_m aumentar quando uma base é retirada aleatoriamente e substituída pelo par de bases G-C.

Probabilidade



Iremos agora analisar termodinamicamente a formação do DNA de dupla hélice (*double-helical DNA*) a partir de cadeias simples e a sua dependência com o tamanho da cadeia de DNA e com a temperatura. A constante de equilíbrio de associação de duas cadeias simples para formar dsDNA difere no caso da formação de dsDNA com sequência palindrômica e não-palindrômica. Uma solução de dsDNA com uma concentração inicial cinit = $1,00 \times 10^{-6}$ mol dm⁻³ foi aquecida a T_m e o equilíbrio foi alcançado.

- 1.4** Calcule a constante de equilíbrio de **associação** da cadeia simples na temperatura T_m para as sequências de DNA palindrômica e não-palindrômica.

Sequência não-palindrômica de dsDNA

Cálculos:

$$K =$$

Sequência palindrômica de dsDNA

Cálculos:

$$K =$$

A contribuição mínima para a energia livre de Gibbs da associação de duas cadeias simples para formar dsDNA foi estimada para uma certa faixa de condições experimentais, e resultou em 6,07 kJ mol⁻¹ por par de G-C, e -1,30 kJ mol⁻¹ por par de A-T presente no dsDNA.

- 1.5** Quantos pares de bases há no oligonucleotídeo de dsDNA **mais curto** que tem T_m acima de 330 K? A este valor de T_m , considere os valores seguintes para as constantes de equilíbrio de associação de cadeias simples para formar o dsDNA: $K_{np} = 1,00 \times 10^6$ para a sequência não-palindrômica e $K_p = 1,00 \times 10^5$ para a sequência palindrômica. O oligonucleotídeo mais curto é palindrômico ou não-palindrômico?

Cálculo do número de pares de bases:

O comprimento necessário de uma sequência não-palindrômica de dsDNA:

O comprimento necessário de uma sequência palindrômica de dsDNA:

O oligonucleotídeo mais curto é:

palindrômico (P)

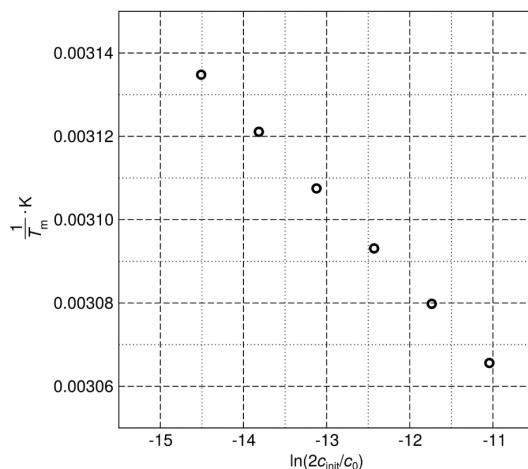
não-palindrômico (NP).

Finalmente, consideremos de forma simplificada que a contribuição dos pares de bases para a **associação** das cadeias de DNA é individual. Podemos considerar que a energia livre de Gibbs deste processo depende explicitamente da temperatura. A dependência do inverso de T_m do dodeca-nucleotídeo Drew-Dickerson (1) versus o logaritmo da concentração inicial





de dsDNA c_{init} é apresentada no gráfico seguinte. (Nota: a concentração padrão de $c_0 = 1 \text{ mol dm}^{-3}$ foi considerada. Tenha em consideração que no eixo Y do gráfico, os pontos, “.”, correspondem a vírgulas, “,”)



$c_{\text{init}} / 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$	0,25	0,50	1,00	2,0	4,0	8,0
T_m / K	319,0	320,4	321,8	323,3	324,7	326,2

- 1.6** Calcule a entalpia padrão ΔH° e a entropia padrão ΔS° da associação de duas cadeias simples para formar a sequência palindrômica do dodecanucleotídeo de Drew-Dickerson de cadeia dupla (**1**). Considere que ΔH° e ΔS° não variam com a temperatura.

Cálculos:

Problema Teórico 2	Questão	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	Total
	Pontos	1	4	4	2	6	10	17	14	58
8% do total	Pontuação									

PROBLEMA 2 | REPATRIAÇÃO DE RESTOS MORTAIS NA IDADE MÉDIA

À temperatura ambiente, a racemização é uma reação lenta. Como tal, pode ser usada para datar objetos biológicos e, além disso, para estudar sua história “térmica”. Iremos analisar a L-isoleucina (L-Ile) (ácido (2S,3S)-2-amino-3-metilpentanóico) como exemplo. Esta isomeriza no carbono- α e forma o ácido (2R,3S)-2-amino-3-metilpentanóico, também conhecido

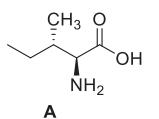


como D-*allo*-isoleucina. Como a configuração muda em apenas num dos dois centros estereogênicos, esse processo é chamado de epimerização, em vez de racemização.

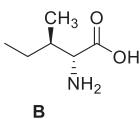
2.1 Assinale a(s) afirmação(ões) verdadeira(s).

- A D-*allo*-isoleucina e a L-isoleucina apresentam os mesmos valores de rotação específica, mas diferentes pontos de fusão.
- A D-*allo*-isoleucina apresenta o mesmo valor absoluto para a rotação específica que a L-isoleucina mas com sinal contrário. O ponto de fusão é o mesmo para ambos os isômeros.
- A D-*allo*-isoleucina e a L-isoleucina apresentam diferentes valores de rotação específica, mas o mesmo ponto de fusão.
- A D-*allo*-isoleucina e L-isoleucina apresentam diferentes valores de rotação específica e diferentes pontos de fusão.
- A D-*allo*-isoleucina não é opticamente ativa.

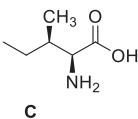
2.2 Associe cada configuração absoluta aos estereoisômeros de isoleucina (A-D).



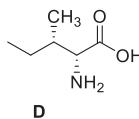
A



B



C



D

- 2S,3R (L-*allo*-isoleucina)
- 2R,3S (D-*allo*-isoleucina)
- 2S,3S (L-isoleucina)
- 2R,3R (D-isoleucina)

2.3 A constante de equilíbrio K_{ep} para a epimerização da L-isoleucina apresenta o valor de 1,38 (a 374 K). Considerando a energia livre de Gibbs molar da L-isoleucina $G^{\circ}_m = 0 \text{ kJ mol}^{-1}$, calcule as energias livre de Gibbs molares para todas as estruturas A-D da questão 2.2 a 374 K.

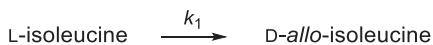
A	_____ kJ mol ⁻¹
B	_____ kJ mol ⁻¹
C	_____ kJ mol ⁻¹
D	_____ kJ mol ⁻¹



- 2.4** Considerando todos os centros estereogênicos existentes, escreva o número máximo de estereoisômeros que é possível para o tripeptídeo Ile-Ile-Ile.

O número de estereoisômeros é:

No início da reação de epimerização, podemos desconsiderar a reação inversa. A reação de epimerização segue uma cinética de primeira ordem:



O valor da constante de velocidade a 374 K é $k_1(374 \text{ K}) = 9,02 \times 10^{-5} \text{ h}^{-1}$ e a 421 K é de $k_1(421 \text{ K}) = 1,18 \times 10^{-2} \text{ h}^{-1}$.

Nos cálculos seguintes abreviaremos a concentração de L-isoleucina para [L] e de D-*allo*-isoleucina para [D].

Podemos definir a quantidade "de" (excesso diastereoisomérico) como:

$$de = \frac{[L] - [D]}{[L] + [D]} \times 100(\%).$$

- 2.5** Aquecendo a L-isoleucina durante 1943 horas a 374 K, qual será o valor de "de" para a L-isoleucina a) antes da ebulação e b) depois da ebulação?

a) antes da ebulação

Cálculos:

$$de = \quad \% \text{ (apresente o resultado com 3 algarismos significativos)}$$

b) após a ebulação

Cálculos:

$$de = \quad \% \text{ (apresente o resultado com 3 algarismos significativos)}$$

- 2.6** Calcule o tempo necessário para converter 10% da L-isoleucina em D-*allo*-isoleucina a 298 K.

Cálculos:

$$t = \text{_____ anos}$$

Na verdade, a reação inversa não pode ser desprezada. A cinética correta é expressa pela equação



Vamos definir o desvio da concentração a partir do seu valor no equilíbrio, $[L]_{eq}$

$$x = [L] - [L]_{eq}$$



É possível determinar que x varia com o tempo de acordo com a seguinte equação:

$$x = x(0) \times e^{-(k_1 + k_2)t},$$

onde $x(0)$ é o desvio do equilíbrio a $t = 0$ h.

2.7 Vamos ferver uma solução contendo $1,00 \text{ mol dm}^{-3}$ de L-isoleucina durante 1 943 horas a 374 K. A constante de velocidade para a reação direta é $k_1(374 \text{ K}) = 9,02 \times 10^{-5} \text{ h}^{-1}$, e o valor da constante de epimerização K_{ep} para L-isoleucina é 1,38 (a 374 K). Nos cálculos que efetuar use as seguintes abreviaturas: [L] para concentração de L-isoleucina e [D] para concentração de D-allo-isoleucina. Determine a) [L]eq, b) o excesso diastereoisomérico (de) após a ebólusão.

a) Cálculos:

[L]_{eq} = mol dm⁻³ (apresente o resultado com 3 algarismos significativos)

b) Cálculos:

de = % (apresente o resultado com 3 algarismos significativos)

Aminoácidos com um único centro quiral podem sofrer racemização, por exemplo a L-arginina racemiza de acordo com a equação:



O tempo de variação das concentrações é determinado pela expressão

$$\ln \frac{1 + \frac{[D]}{[L]}}{1 - \frac{[D]}{[L]}} = 2k_1 t + C$$

Onde [D] e [L] são as concentrações de D- e L-arginina no tempo t , k_1 é a constante de velocidade, e o termo C é estabelecido de acordo com as concentrações iniciais.

O imperador romano Lothar III morreu em 1137, durante a sua visita à Sicília. Para facilitar a repatriação dos restos mortais, o seu corpo foi imediatamente colocado em água fervente (373 K) durante algum tempo. Vamos estimar esse tempo com a ajuda de cálculos cinéticos. Sabe-se que a constante de velocidade, k_1 , que traduz a racemização da arginina presente nas proteínas, a 373 K e pH = 7, tem o valor de $5,10 \times 10^{-3} \text{ h}^{-1}$.

Para determinar a composição isomérica de arginina nos ossos de Lothar, é necessário começar por dissolver a arginina. Dessa forma, uma amostra dos ossos de Lothar foi hidrolisada em meio altamente ácido durante 4 horas e a 383 K. A razão determinada entre os isômeros foi de $\frac{[D]}{[L]} = 0,090$. O corpo da mulher de Lothar, Richenza, não foi fervido após a sua morte. Uma amostra dos ossos de Richenza foi tratada do mesmo modo e a razão obtida foi de $\frac{[D]}{[L]} = 0,059$. (Note que a racemização também ocorre durante o tratamento ácido, mas com uma constante de velocidade k_1 diferente de k_1).



- 2.8** Por quanto tempo o corpo do imperador Lothar III foi fervido em água no ano de 1137?

Nota: A racemização da arginina é um processo muito lento às temperaturas típicas de uma sepultura. Sabendo que os dois corpos (Lothar e Richenza) têm 880 anos, podemos considerar que a racemização natural é desprezível.

Cálculos:

$$T_{\text{fervura}} = \quad \text{h}$$

Problema Teórico 3 8% do total	Questão	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6
	Pontos	2	6	7	3	7	8
	Pontuação						
	Questão	3.7	3.8	3.9	3.10	3.11	Total
	Pontos	6	10	5	2	6	62
	Pontuação						

PROBLEMA 3 | SURGIMENTO DA MOBILIDADE À BASE DE ELETRICIDADE

Os meios de transporte contemporâneos dependem da queima de combustíveis fósseis, embora a eficiência dos motores de combustão reais seja inherentemente limitada e normalmente varia entre 20 e 40%.

- 3.1** Marque os fatores que podem aumentar a eficiência de um motor a combustão:

- Aumentando o atrito nas partes mecânicas do motor
- Aumentando a temperatura de queima do combustível no motor
- Diminuindo o intervalo de temperatura de trabalho do motor
- Aumentando a pressão de trabalho do vapor

As células de combustível representam uma maneira de melhorar a eficiência do motor nos veículos do futuro. Dessa forma, a eficiência do motor pode ser melhorada usando células de combustível à base de hidrogênio.

- 3.2** A entalpia padrão de formação da água líquida é $\Delta_f H^\circ (\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = -285,84 \text{ kJ mol}^{-1}$, e a entalpia padrão de combustão do isoctano é $\Delta_c H^\circ (\text{C}_8\text{H}_{18}, \text{l}) = -5065,08 \text{ kJ mol}^{-1}$ (ambas em 323,15 K). Calcule os valores de entalpia de combustão específica (por unidade de massa) de isoctano líquido puro e hidrogênio gasoso puro a 323,15 K.



$$\Delta_c H_f^\circ(C_8H_{18}) =$$

$$\Delta_c H_f^\circ(H_2) =$$

- 3.3** Calcule a força eletromotriz (FEM) padrão de uma célula de combustível usando oxigênio gasoso e hidrogênio, ambos gases ideais a 100 kPa e 323,15 K, para produzir água líquida. Use os seguintes dados de entropia para 323,15 K: $S^\circ(H_2O,l) = 70 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, $S^\circ(H_2,g) = 131 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, $S^\circ(O_2,g) = 205 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

Cálculos:

$$\text{FEM} = V$$

- 3.4** Determine a eficiência termodinâmica ideal (η) de uma célula de combustível que produz água líquida a 353,15 K. A esta temperatura, a entalpia de formação da água é $\Delta_f H^\circ(H_2O,l) = -281,64 \text{ kJ mol}^{-1}$ e a correspondente variação da energia livre de Gibbs da reação é $\Delta_f G^\circ = -225,85 \text{ kJ mol}^{-1}$.

$$\eta = \%$$

- 3.5** Uma instalação contendo um eletrolisador de membrana polimérica opera na voltagem de 2,00 V e é alimentada por uma usina de turbina eólica de 10,0 MW que funciona com potência máxima das 22 h às 6 h. A eletrólise produz 1090 kg de hidrogênio puro. Calcule o rendimento da eletrólise definido como a massa de hidrogênio produzido dividido pela sua massa teórica a ser produzida.

Cálculos:

$$\eta_{\text{eletrólise}} = \%$$

- 3.6** Calcule a massa de hidrogênio necessária para percorrer a distância entre Praga e Bratislava (330 km) a uma velocidade média de 100 km h⁻¹ com um carro equipado com um motor elétrico de 310 kW de potência e utilizando apenas 15% de sua potência máxima, em média. Considere que a eficiência da célula de hidrogênio para produção de energia elétrica seja de 75%, que a eficiência do motor elétrico seja de 95%, e que a variação da energia livre de Gibbs de combustão na célula de hidrogênio seja $\Delta_f G = -226 \text{ kJ mol}^{-1}$.

Cálculos:

$$m = \text{kg}$$

A baixa eficiência para a produção de hidrogênio e as questões de segurança relacionadas ao seu armazenamento impedem a disseminação da tecnologia de transporte baseada em hidrogênio. Células de combustível de hidrazina (N_2H_4) se constituem em uma alternativa adequada.

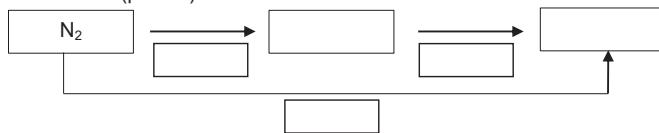


Os seguintes potenciais de redução padrão para sistemas de hidrazina aquosa estão disponíveis: (considerar pontos como vírgulas para E°)

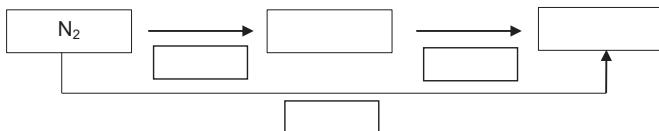
$N_2(g) + 5 H^+(aq) + 4 e^- \rightarrow N_2H_5^+(aq)$	$E^\circ = -0.23\text{ V}$
$N_2H_5^+(aq) + 3 H^+(aq) + 2 e^- \rightarrow 2 NH_4^+(aq)$	$E^\circ = +1.28\text{ V}$
$N_2(g) + 4 H_2O(l) + 4 e^- \rightarrow N_2H_4(aq) + 4 OH^-(aq)$	$E^\circ = -1.16\text{ V}$
$N_2H_4(aq) + 2 H_2O(l) + 2 e^- \rightarrow 2 NH_3(aq) + 2 OH^-(aq)$	$E^\circ = +0.10\text{ V}$
$2 H_2O(l) + 2 e^- \rightarrow H_2(g) + 2 OH^-(aq)$	$E^\circ = -0.83\text{ V}$

- 3.7** Preencha os seguintes diagramas de Latimer com as formas de hidrazina e amônia que prevalecem nas condições dadas e escreva o valor do potencial redox em cada seta representando a semi-reação eletroquímica. Registre todos os cálculos necessários.

a) Meio ácido ($pH = 0$)



b) Meio básico ($pH = 14$)



Cálculos:

Devido à toxicidade, odor e seu impacto ambiental, é extremamente inconveniente a produção de amônia em células de combustível.

- 3.8** Escreva a reação para a decomposição da hidrazina sob condições básicas produzindo (i) amônia e nitrogênio e (ii) nitrogênio e hidrogênio, e calcule as constantes de equilíbrio correspondentes em $T = 298,15\text{ K}$.

Equações para decomposição da hidrazina:

Cálculos:

Decomposição da hidrazina em NH_3 e N_2 em meio básico:

$$K =$$

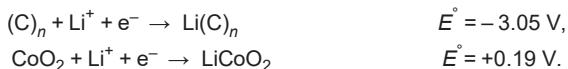
Decomposição da hidrazina em H_2 e N_2 em meio básico:

$$K =$$

As baterias recarregáveis à base de lítio são uma alternativa às células de combustível. As baterias de íons de lítio normalmente usam grafite em um dos eletrodos, nos quais os aglomerados de lítio se intercalam entre as fo-



lhas de grafite. O outro eletrodo é feito de óxido de cobalto e lítio, que pode absorver reversivelmente os íons de lítio que se movem de um eletrodo para o outro durante os processos de carga e descarga. As semi-reações relevantes para este sistema podem ser formalmente escritas como: (considerar pontos como vírgulas para E°).



- 3.9** Usando o formalismo dado acima, escreva a reação química global que ocorre na bateria durante o processo de **descarga**. Dê ainda os estados de oxidação do átomo de cobalto.

- 3.10** Marque as caixas para obter as afirmações corretas que são válidas para a **descarga** da bateria de lítio descrita na questão 3.9:

O eletrodo de $\text{Li}(\text{C})_n$ é o catodo porque os íons de lítio são aí reduzidos.
 anodo porque os átomos de lítio são aí oxidados.

O eletrodo de LiCoO_2 é o catodo porque os íons de cobalto são aí reduzidos.
 anodo porque os íons de cobalto são aí oxidados.

- 3.11** Considere que uma unidade de C_6 , uma unidade de CoO_2 e um átomo de Li formam a massa ativa de uma bateria necessária para transferir um elétron entre os eletrodos. Usando a FEM padrão correspondente, calcule a capacidade de carga reversível específica teórica (em mAh g^{-1}) [*theoretical specific reversible charge capacity*] e a densidade energética (em kWh kg^{-1}) para este modelo de bateria de íons de lítio relacionada a toda a massa da bateria ativa.

Cálculos:

Capacidade de carga (c_{qs}) = mAh g^{-1}

Cálculos:

Densidade energética (ρ_{el}) = kWh kg^{-1}



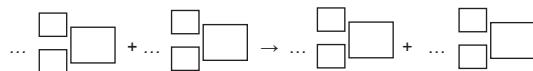


Problema Teórico 4	Questão	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	Total
	Pontos	2	5	1	2	7	2	3	2	24
6% do total	Pontuação									

PROBLEMA 4 | CROMATOGRAFIA EM COLUNA DE COBRE RADIOATIVO

^{64}Cu utilizado na tomografia por emissão de pósitrons é preparado pelo bombardeamento de um alvo de zinco com núcleos de deutério (também conhecido como alvo ativado).

- 4.1** Escreva a equação balanceada para o bombardeamento do núcleo de ^{64}Zn com núcleos de deutério, produzindo ^{64}Cu . Especifique os números atômicos e de massa correspondentes de todas as espécies. Desconsidere as cargas.



O alvo ativado é dissolvido em ácido clorídrico concentrado ($\text{HCl}(\text{aq})$) para dar uma mistura contendo íons Cu^{2+} e Zn^{2+} e seus respectivos complexos com cloro.

- 4.2** Calcule a fração molar das espécies de cobre com carga negativa em relação à quantidade de cobre preparada pela ativação do alvo de zinco. Considere $[\text{Cl}^-] = 4 \text{ mol dm}^{-3}$. Para as constantes globais de complexação, β , consulte a Tabela 1.

Antes de iniciar os cálculos, escreva as cargas nas caixas à direita das fórmulas:



Tabela 1. Constantes globais de complexação β das espécies de Cu (as cargas foram omitidas nas fórmulas). $\beta_i = \frac{[\text{CuCl}_i]}{[\text{Cu}] \cdot [\text{Cl}]^i}$.

i em $[\text{CuCl}_i]$				
	1	2	3	4
β_i	2,36	1,49	0,690	0,055

Cálculos:

Fração molar =

(resposta com 2 dígitos após a vírgula)



A mistura contendo íons Cu^{2+} e Zn^{2+} e seus respectivos complexos com cloro foi separada utilizando uma resina de troca aniônica. A resina seca, na forma de OH^- , foi dispersa em água e a suspensão foi transferida para uma coluna. Para ocupar todos os locais com íons Cl^- (ou seja, para obter a resina na forma de Cl^-), a resina foi lavada com ácido clorídrico e, em seguida, com água deionizada para lavar todos os íons Cl^- não ligados.

- 4.3** Antes da lavagem com ácido clorídrico, o sistema se encontrava na mesma temperatura do laboratório. A temperatura da coluna mudará durante a lavagem com ácido clorídrico?

- Não.
- Sim, a temperatura diminuirá.
- Sim, a temperatura aumentará.

A mistura contendo os íons Cu^{2+} e Zn^{2+} e os seus respectivos complexos com cloro foi transferida para a coluna preenchida com resina. Uma solução de ácido clorídrico foi usada como eluente.

Usando a fórmula experimental simples, é possível calcular quantidades que determinam as propriedades médias de eluição de ambas as espécies de cobre e de zinco na coluna.

O volume de retenção V_R (o volume da fase móvel em que 50% do composto foi eluído da coluna) pode ser calculado da seguinte forma:

$$V_R = D_g \times m_{\text{resina,seca,forma OH}} + V_0$$

- 4.4** Usando os coeficientes médios de distribuição de massa D_g (D_g (espécies de Cu) = $17,4 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$, D_g (espécies de Zn) = $78,5 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$), calcule os volumes de retenção V_R em cm^3 para ambas as espécies de cobre e zinco, considerando a massa de resina seca na forma de OH $m_{\text{resina,seca,forma OH}} = 3,72 \text{ g}$ e o volume vazio de uma coluna $V_0 = 4,93 \text{ cm}^3$.

Cálculos:

$$V_R(\text{espécies de Cu}) = \text{cm}^3 \text{ (resposta com 1 dígito após a vírgula)}$$
$$V_R(\text{espécies de Zn}) = \text{cm}^3 \text{ (resposta com 0 dígitos após a vírgula)}$$

Se você não encontrar uma resposta, use $V_R(\text{espécies de Cu}) = 49,9 \text{ cm}^3$ e $V_R(\text{espécies de Zn}) = 324 \text{ cm}^3$ para os cálculos seguintes.

Usando a fórmula experimental simples, a separação dos dois conjuntos de espécies, **A** e **B**, pode ser considerada completa se

$$V_{0,001}(\mathbf{A}) - V_{0,999}(\mathbf{B}) > 10V_c$$

onde $V_{0,001}$ é o volume da fase móvel em que 0,1% de **A** foi eluído da coluna, e $V_{0,999}$ é o volume da fase móvel em que 99,9% de **B** foi eluído da coluna.





$$V_{0,001}(A) = V_R(A) \times \left(1 - 6.91 \sqrt{d_p/L_c}\right)$$

$$V_{0,001}(B) = V_R(B) \times \left(1 - 6.91 \sqrt{d_p/L_c}\right)$$

$$V_{0,999}(B) = 2V_R(B) - V_{0,001}(B)$$

- 4.5** A partir de cálculos, verifique se as espécies de cobre foram completamente separadas das espécies de zinco. O volume da coluna foi preenchido com a resina intumescida (inchada) $V_c = 10,21 \text{ cm}^3$, o diâmetro da partícula de resina $d_p = 0,125 \text{ mm}$ e a altura da resina úmida, em estado intumescido, na coluna $L_c = 13,0 \text{ cm}$.

$$\begin{aligned} V_{0,001}(A) &= \text{cm}^3 \\ V_{0,999}(B) &= \text{cm}^3 \end{aligned}$$

É possível separar as espécies de cobre das espécies de zinco.

Verdadeiro Falso

- 4.6** Calcule o valor teórico da capacidade total de troca iônica da resina seca usada neste problema, $Q_{m,\text{teor}}$, em mmol g^{-1} . Considere os grupos tetra-alquilamônio os únicos responsáveis pela troca iônica da resina. Nenhum outro grupo contendo nitrogênio estava presente. A fração de massa de nitrogênio na resina seca foi de 4,83%.

$$Q_{m,\text{teor}} = \text{mmol g}^{-1} \text{ (resposta com 2 dígitos após a vírgula)}$$

Se você não encontrar uma resposta, use $Q_{m,\text{teor}} = 4,83 \text{ mmol g}^{-1}$ para os cálculos seguintes.

Na verdade, nem todos os grupos tetra-alquilamônio estão envolvidos na troca iônica. Para determinar a capacidade total do volume de troca iônica, Q_v , a coluna preenchida com 3,72 g de resina seca, convertida na forma de Cl^- , foi lavada com o excesso de solução de sulfato de sódio. O efluente foi coletado em um balão volumétrico de 500 cm^3 , que foi então preenchido com água até a marca. Uma alíquota de 100 cm^3 foi titulada potenciométricamente com $0,1027 \text{ mol dm}^{-3}$ de nitrato de prata. O volume da solução de nitrato de prata no ponto de equivalência foi de $22,20 \text{ cm}^3$. O volume da coluna cheia com a resina intumescida, V_c , foi de $10,21 \text{ cm}^3$.

- 4.7** Calcule o Q_v da resina intumescida em mmol de grupos tetra-alquilamônio ativados por cm^3 da resina intumescida.

$$Q_v = \text{mmol cm}^{-3} \text{ (resposta com 2 dígitos após a vírgula)}$$

Se você não encontrar uma resposta, use $Q_v = 1,00 \text{ mmol cm}^{-3}$ para os cálculos seguintes.

- 4.8** Calcule a fração molar (x) de grupos tetra-alquilamônio ativados envolvidos na troca iônica.

$$x = \text{ (resposta com 3 dígitos após a vírgula)}$$



Problema Teórico 5 8% do total	Questão	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9
	Pontos	3	3	1	5	3	2	4	1	2
	Pontuação									
	Questão	5.10	5.11	5.12	5.13	5.14	5.15	5.16	5.17	Total
	Pontos	5	7	3	2	6	1	1	1	50
	Pontuação									

PROBLEMA 5 | UMA GRANADA BOÊMIA

A granada boêmia (piropo) é uma famosa pedra semipreciosa de cor vermelho-sangue, da República Tcheca. A composição química das granadas naturais é expressa pela fórmula geral estequiométrica de $A_3B_2(SiO_4)_3$, onde A^{II} é um cátion divalente e B^{III} é um cátion trivalente. As granadas possuem uma célula unitária cúbica que contém 8 fórmulas por célula unitária (*8 formula units*). A estrutura compreende 3 tipos de poliedros: o cátion A^{II} ocupa uma posição dodecaédrica (é circundado por oito átomos de O), o cátion B^{III} ocupa uma posição octaédrica (é circundado por seis átomos de O) e Si^{IV} é circundado por quatro átomos de O dispostos em um tetraedro.

O mineral do tipo granada mais comum é a almandina com a fórmula de $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$. Seu parâmetro de célula unitária é $a = 11,50 \text{ \AA}$.

5.1 Calcule a densidade teórica da almandina.

$$\rho = \text{g cm}^{-3}$$

A granada boêmia apresenta a seguinte composição: $Mg_3Al_2(SiO_4)_3$. O composto puro é incolor e a cor das granadas naturais é proveniente dos cátions dos cromóforos - metais de transição que substituem os cátions do material hospedeiro. A cor vermelha da granada boêmia vem de traços de íons Cr^{III} nos sítios octaédricos e íons Fe^{II} nos sítios dodecaédricos.

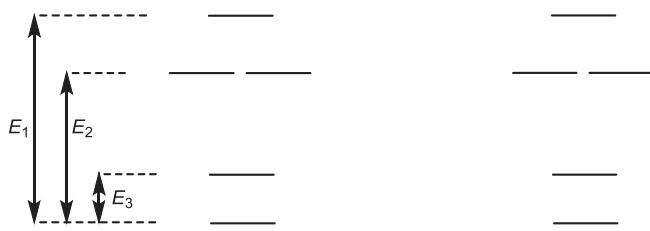
5.2 Faça os diagramas de desdobramento dos orbitais d de $[Cr^{III}O_6]^{oct}$ e os preencha com elétrons.

5.3 Identifique o(s) elemento(s) da primeira série de transição (4º período da tabela periódica) cujo(s) cátion(s) trivalentes, M^{III} , quando em arranjo **octaédrico**, é/são diamagnético(s) em "spin baixo" e paramagnético(s) em "spin alto".



- 5.4 A figura abaixo mostra o desdobramento dos orbitais d no campo cristalino dodecaédrico. Preencha os elétrons para o cromóforo $[\text{Fe}^{II}\text{O}_8]^{dod}$ em ambos os arranjos existentes.

a) arranjo em spin alto b) arranjo em spin baixo

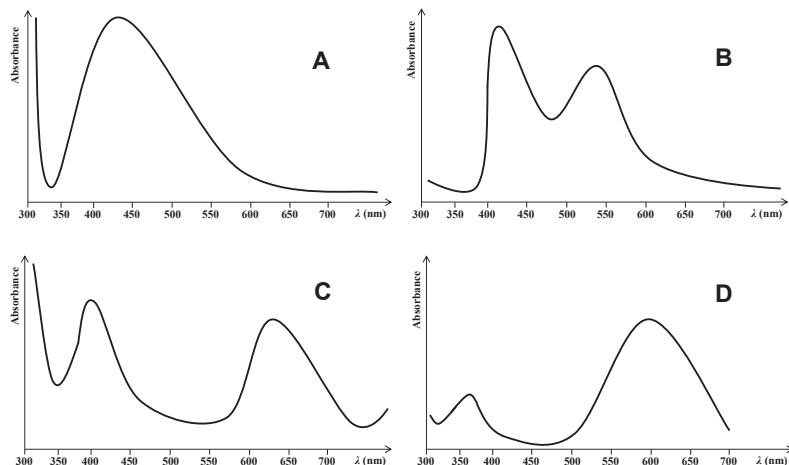


- 5.5 Mostre as inequações (ex: $P < E_1 + E_2 + E_3$) para a magnitude da energia de emparelhamento (P) em relação às energias E_1 , E_2 e E_3 para ambas os arranjos.

a) arranjo em spin alto: P
b) arranjo em spin baixo: P

- 5.6 Assumindo que $P > E_3$, identifique o(s) elemento(s) da primeira série de transição (4º período da tabela periódica) cujo(s) cátion(s) divalente(s) M^{II} , quando em arranjo **dodecaédrico**, é/são diamagnético(s) em "spin baixo" e paramagnético(s) em "spin alto".

As figuras abaixo mostram o espectro de absorção simplificado de quatro minerais coloridos: granada boêmia vermelho-sangue, uvarovita verde, safira azul e citrino amarelo-alaranjado.





5.7 Relacione os espectros com cada mineral.

Granada boêmia:
Uvarovita:

Safira:
Citrino:

5.8 Se iluminada com uma luz monocromática azul-esverdeada (**blue-green**), como se apresentará a granada boêmia?

Red (vermelha)	<input type="checkbox"/> Blue (azul)	<input type="checkbox"/> Yellow-orange (amarelo-alaranjada)	<input type="checkbox"/> Black (preta)
<input type="checkbox"/> Yellow (amarela)	<input type="checkbox"/> Blue-green (azul-esverdeada)	<input type="checkbox"/> Violet (violeta)	<input type="checkbox"/> White (branca)

A andradita é outro mineral do tipo granada; sua composição química é $\text{Ca}_3\text{Fe}_2(\text{SiO}_4)_3$. Uma substituição dupla de cátions - Ti^{IV} por Fe^{III} na posição octaédrica e Fe^{III} por Si^{IV} na posição tetraédrica - dá origem à chorlomita negra. Sua composição química pode ser expressa como $\text{Ca}_3[\text{Fe}, \text{Ti}]_2^{\text{oct}}([\text{Si}, \text{Fe}]^{\text{tet}}\text{O}_4)_3$.

5.9 Calcule a porcentagem de íons de Si^{IV} em uma amostra de chormolita que deve ser substituída por Fe^{III} , sabendo que 5% de íons Fe^{III} na posição octaédrica estão substituídos por Ti^{IV} .

$$p = \quad \%$$

A cor do mineral é causada por dois cromóforos: $[\text{Fe}^{\text{III}}\text{O}_6]^{\text{oct}}$ e $[\text{Fe}^{\text{III}}\text{O}_4]^{\text{tet}}$. Os íons centrais de ambos os cromóforos possuem igual número de elétrons desemparelhados.

5.10 Faça os diagramas de desdobramento dos orbitais d para ambos os cromóforos e preencha-os com elétrons.



O campo tetraédrico provoca um menor desdobramento que o campo octaédrico ($\Delta_{\text{tet}} = \frac{4}{9} \Delta_{\text{oct}}$). Surpreendentemente para o íon Fe^{III} , a energia para a primeira transição $d-d$ (embora muito fraca) para o cromóforo octaédrico é menor ($11\,000\,\text{cm}^{-1}$) do que para o tetraédrico ($22\,000\,\text{cm}^{-1}$).

5.11 Calcule a energia de emparelhamento (P), e os valores para os desdobramentos Δ^{oct} e Δ^{tet} . Considere que a energia de emparelhamento é igual em ambos os cromóforos.

$$\begin{aligned} P &= \quad \text{cm}^{-1} \\ \Delta^{\text{oct}} &= \quad \text{cm}^{-1} \\ \Delta^{\text{tet}} &= \quad \text{cm}^{-1} \end{aligned}$$

A granada sintética YAG (*Yttrium Aluminium Garnet*), usada em eletrônicos ópticos apresenta a seguinte composição: $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$. Sua estrutura é deriva-





da da estrutura geral de uma granada, $A_3B_2(SiO_4)_3$, substituindo as posições A, B e Si por íons Y^{III} e Al^{III} .

5.12 Com base em seu conhecimento acerca do raio iônico relativo, determine que cátion ocupa cada posição.

A: B: Si:

5.13 Para o uso na tecnologia LED, YAG é dopado com Ce^{III} . Determine os valores de x e y na fórmula de YAG em que 5% dos átomos de ítrio são substituídos por cério.

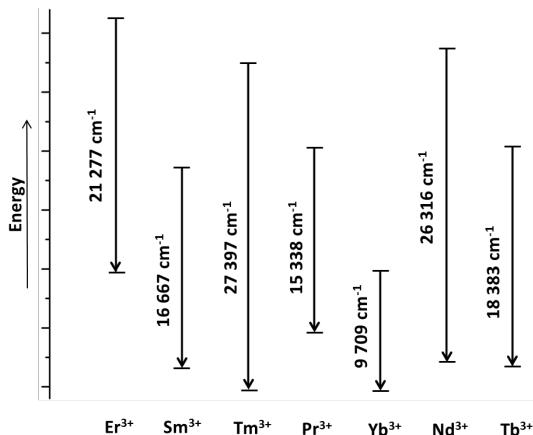


$$x = \quad y =$$

Se você não encontrar uma resposta, use $x = 2,25$ e $y = 0,75$.

5.14 A YAG dopada com Ce^{III} é preparada a partir da mistura de Y_2O_3 , Al_2O_3 e CeO_2 em uma atmosfera de H_2 . Use a fórmula obtida na questão 5.13 e escreva abaixo a equação balanceada para esta reação com os menores números inteiros possíveis para os coeficientes estequiométricos.

A dopagem da estrutura da YAG com íons de terras raras permite a produção de lasers com comprimento de onda para a radiação emitida variando da região de UV até o Infravermelho médio. No esquema abaixo, são mostradas as energias das transições $f-f$ simplificadas para alguns íons de terras raras selecionados.





5.15 Qual cátion possui a transição que corresponde à emissão de luz azul?

Er³⁺
 Yb³⁺

Sm³⁺
 Nd³⁺

Tm³⁺
 Tb³⁺

Pr³⁺

5.16 Calcule o comprimento de onda para esta luz emitida.

$\lambda =$ nm

5.17 Segundo uma lenda, Noé usou um bastão com uma pedra de granada para iluminação durante a sua viagem. Assumindo apenas o efeito de fotoluminescência, determine a cor da luz laser emitida pelo bastão se a pedra fosse a granada boêmia cor-de-sangue.

Red (vermelha) <input type="checkbox"/>	Yellow (amarela) <input type="checkbox"/>	Blue (azul) <input type="checkbox"/> Blue-green (azul-esverdeada) <input type="checkbox"/>	Yellow-orange (amarelo-alaranjada) <input type="checkbox"/> Violet (violeta) <input type="checkbox"/>	Black (preta) <input type="checkbox"/> White (branca) <input type="checkbox"/>
---	---	---	--	---

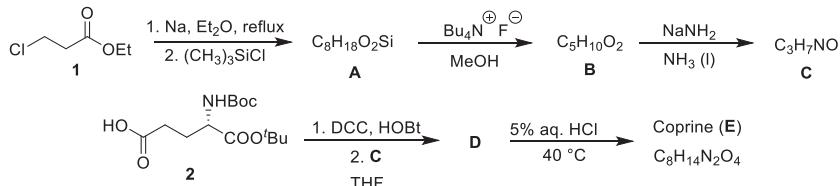
Problema Teórico 6	Questão	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	Total
	Pontos	18	4	8	3	4	12	16	3	68
7% do total	Pontuação									

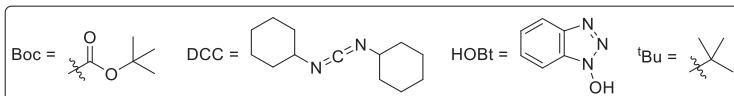
PROBLEMA 6 | VAMOS CULTIVAR COGUMELOS!

O cultivo de cogumelos é um dos tradicionais passatempos checos e eslovacos. Enquanto algumas das nossas espécies de cogumelos são comestíveis, outras não são comestíveis ou são venenosas.

O “Inky cap” (*Coprinopsis atramentaria*) é considerado comestível e delicioso. Contém um composto natural chamado coprina (**E**), que pode ser facilmente sintetizado a partir do 3-cloropropanoato de etila (**1**).

Observação: os esquemas das questões 6, 7 e 8 não foram traduzidos!

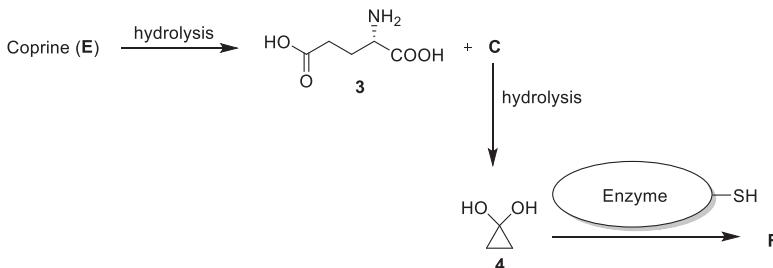




- 6.1** Desenhe as fórmulas dos compostos **A-E**, incluindo a estereoquímica, quando necessário. Dica: A primeira reação que produz o composto **A**, ocorre via um composto organometálico que, em seguida, cicliza.

A	B	C
D	E	

No corpo humano, a coprina sofre hidrólise para ácido L-glutâmico (**3**) e compostos C e 4, que são responsáveis pelos efeitos colaterais adversos da coprina. Eles inibem a enzima acetaldeído desidrogenase, que está envolvida no metabolismo do álcool. Quando a enzima é inibida, o acetaldeído formado pela álcool desidrogenase se acumula no corpo, causando fortes sintomas de ressaca (o chamado efeito antabuso). O sítio ativo da enzima contém um grupo SH de cisteína, que é bloqueado pelos compostos **C** ou **4**.

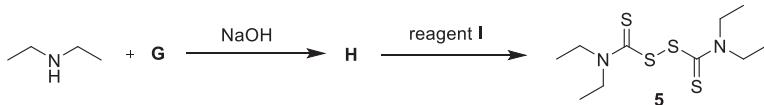


Enzyme = acetaldeído desidrogenase

- 6.2** Usando o pictograma da acetaldeído desidrogenase acima, desenhe a estrutura **F** da enzima inibida pelo composto **4**.

F

O nome efeito antabuso se origina do *antabuse* (**5**), a droga mais conhecida, usada no tratamento da dependência de álcool. Esta droga pode ser sintetizada segundo o seguinte esquema:





6.3 Desenhe as fórmulas dos compostos **G** e **H**. Dica: O composto **H** contém 5 átomos de carbono.

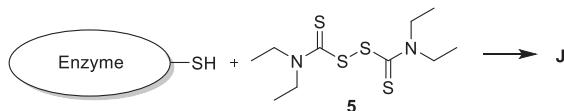
G

H

6.4 Da lista abaixo, assinale, todos os reagentes que podem ser usados como reagente I.

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Ácido <i>m</i> -cloroperbenzóico (<i>m</i> CPBA) | <input type="checkbox"/> H_2O_2 diluído |
| <input type="checkbox"/> Zn/ CH_3COOH | <input type="checkbox"/> NaBH_4 |
| <input type="checkbox"/> I_2 | <input type="checkbox"/> H_2SO_4 concentrado, quente |
| <input type="checkbox"/> K_2CO_3 , H_2O | <input type="checkbox"/> AlCl_3 |

O modo como o **antabuse** inibe a acetaldeído desidrogenase é semelhante ao efeito dos compostos **C** e **4**

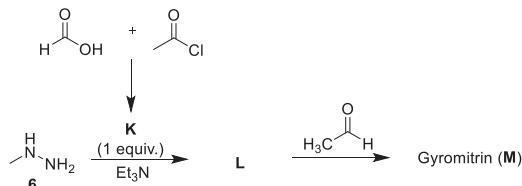


Enzyme = acetaldeído desidrogenase

6.5 Usando o pictograma da acetaldeído desidrogenase acima, desenhe a estrutura **J** da enzima inibida pelo **antabuse** (**5**). Dica: a estrutura deve conter três átomos de enxofre.

J

O "False morel" (*Gyromitra esculenta*) é outro cogumelo interessante. Embora tenha sido considerado comestível no passado (*esculentus* significa comestível em latim), há evidências claras de que este cogumelo é venenoso devido ao conteúdo de giromitrina (**M**). Este composto natural pode ser preparado a partir de *N*-metil-hidrazina (**6**)



6.6 Desenhe as estruturas dos compostos K-M.

K

L

M

No corpo humano, a giromitrina (**M**) hidrolisa e produz *N*-metil-hidrazina (**6**), que é fortemente hepatotóxica. A hidrólise da giromitrina (**M**) ocorre





logo que entra no meio ácido do estômago humano, onde ambos os grupos amida e imina são hidrolisados.

Vamos nos concentrar na hidrólise da porção amida dentro da molécula de giromitrina. O número de onda vibracional do estiramento de quantidade relevante da ligação C-N é de $1293,0\text{ cm}^{-1}$ e a superfície de energia potencial não altera significativamente a sua forma com o efeito de substituição do isótopo.

6.7 Calcule o efeito isotópico cinético hipotético mais alto possível à temperatura do corpo humano, $37\text{ }^{\circ}\text{C}$, para a reação de hidrólise, assumindo que ambos os átomos de nitrogênio e carbono foram substituídos, simultaneamente, ^{14}N pelo isótopo ^{15}N e ^{12}C pelo isótopo ^{13}C . Considere que apenas a energia vibracional do ponto zero afeta as constantes de velocidade. Suponha que as massas molares de todos os isótopos sejam valores inteiros. Em todas as etapas seguintes, considere cinco algarismos significativos.

6.8 Depois de fazer estas alterações isotópicas, as velocidades de hidrólise não são significativamente diferentes. Qual das alternativas a seguir é mais provável que seja a etapa determinante da velocidade?

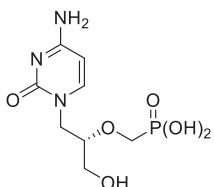
- Ataque nucleofílico da água à porção amídica protonada
- Clivagem da ligação C–N
- Protonação da molécula de giromitrina



Problema Teórico 7	Questão	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	Total
	Pontos	10	6	15	9	11	6	57
7% do total	Pontuação							

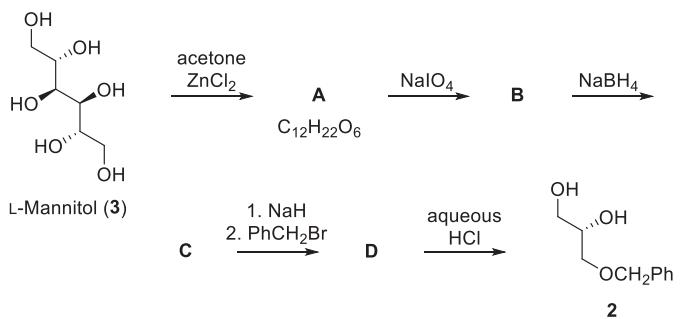
PROBLEMA 7 | CIDOFOVIR

Cidofovir (**1**), originalmente concebido e preparado pelo grupo do Professor Holy, na antiga Tchecoslováquia, é um análogo de nucleotídeo com atividade antiviral. É usado para tratar infecções virais, principalmente em pacientes com AIDS.



Cidofovir (**1**)

O intermediário chave na síntese do cidofovir é o diol opticamente puro **2**, que pode ser preparado a partir do L-mannitol (**3**).



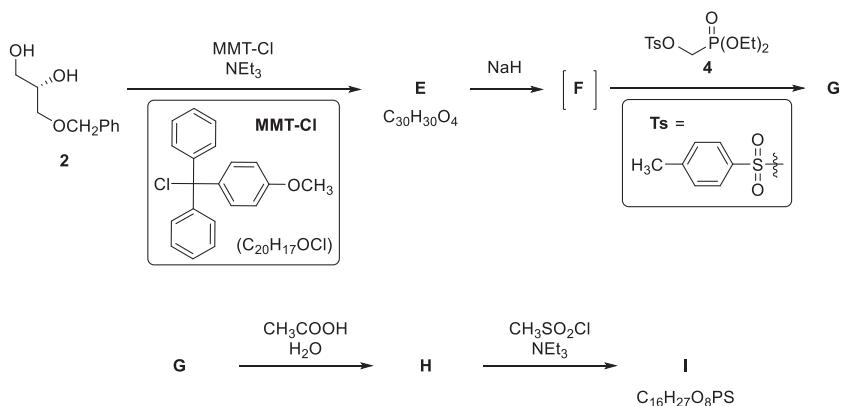
- 7.1** Desenhe as estruturas dos compostos **A-D**, incluindo a estereoquímica. Uma molécula de **A** produz duas moléculas de **B**.

A	$C_{12}H_{22}O_6$	B
C		D

- 7.2** Desenhe as formulas estruturais de todos os estereoisômeros alternativos do composto **3** que podem ser usados na mesma sequência de reações para formar somente o produto **2**.

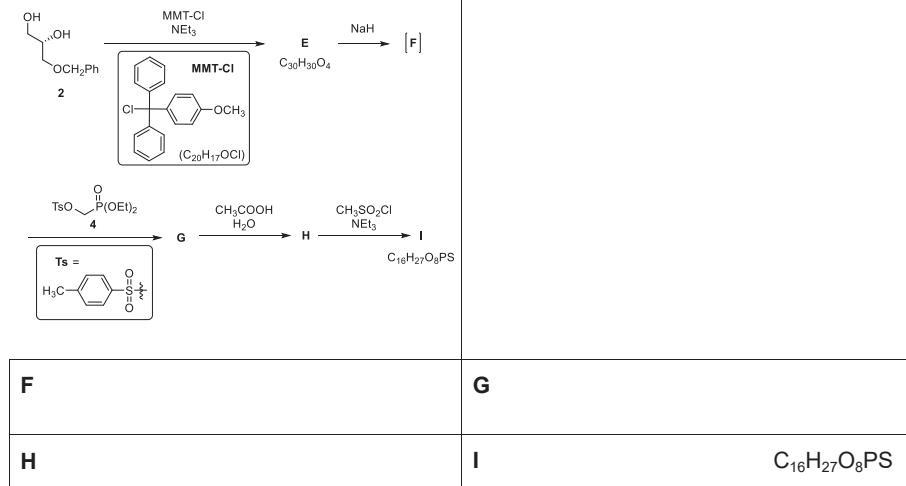


A seguir, o diol **2** é modificado para produzir o composto **I**. A síntese do fosfonato **4** usado para converter o composto **F** em **G** será discutida posteriormente.

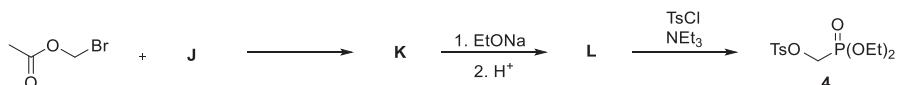


7.3 Desenhe as estruturas dos compostos **E-I**, incluindo a estereoquímica. Use a abreviação MMT para o grupo (4-metoxifenil)difenilmetil.

O mesmo esquema da página anterior, para facilitar a orientação.



O fosfonato **4** pode ser preparado de acordo com o seguinte esquema:

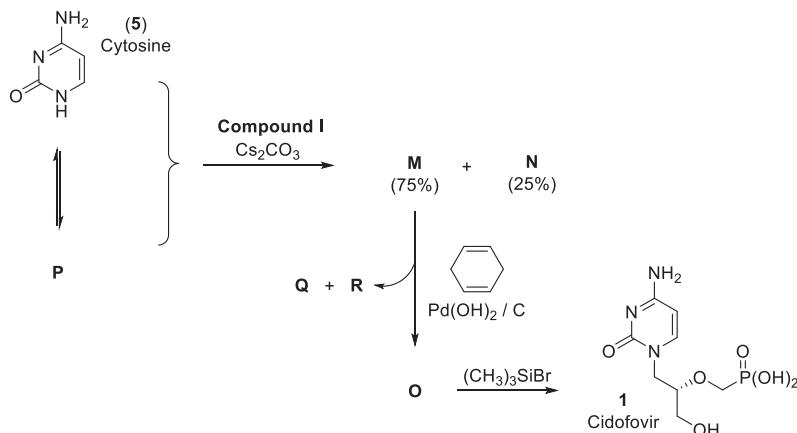




7.4 Desenhe as estruturas dos compostos **J-L**.

J	K
L	

A reação de **I** (da questão 7.3) com citosina (**5**) leva a uma mistura 3:1 dos compostos isoméricos **M** e **N**. A formação desses dois produtos pode ser entendida ao se perceber que a citosina (**5**) também pode existir como um tautômero aromático **P**. A reação de **M** com ciclohexa-1,4-dieno e hidróxido de paládio em carbono leva ao composto **O**. A porção éster fosfônico do composto **O** reage com bromotrimetilsilano para formar cidofovir (**1**).



- 7.5** Desenhe as estruturas dos dois isômeros, **M** e **N**, e do composto **O**, incluindo a estereoquímica, e a estrutura do tautômero aromático **P** da citosina (**5**). A transformação de **M** para **O** corresponde à remoção de um grupo protetor.

M (75%)	K (25%)
O	P

- 7.6** Desenhe as estruturas dos dois produtos secundários simples, **Q** e **R**, formados durante a conversão de **M** em **O**.

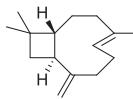
Q proveniente do ciclohexadieno	R proveniente do grupo protetor
--	--



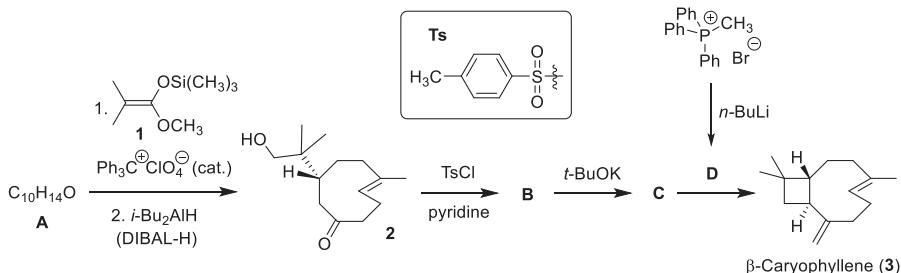
Problema Teórico 8	Questão	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	Total
	Pontos	14	14	2	16	6	8	9	6	75
9% do total	Pontuação									

PROBLEMA 8 | CARIOFILENO

A síntese do β -cariofileno parte de um único enantiômero da dienona **A**. A reação de **A** com o silyl ceteno acetal **1** seguida de redução imediata e tratamento (work-up) aquoso produz a cetona **2**. Este intermediário, então, sofre reação com cloreto de tosila, formando **B**. A ciclização básica deste composto produz **C**. Finalmente, a reação de **C** com o ilídeo **D** produz β -cariofileno.



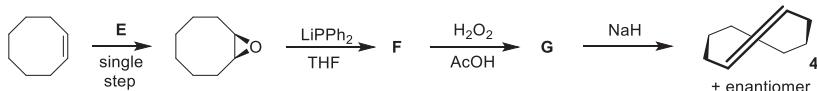
β -Caryophyllene (3)



- 8.1** Desenhe as estruturas dos compostos **A-D**, incluindo a apropriada estereoquímica. Dica: Na transformação $A \rightarrow 2$, o silyl ceteno acetal atua como um nucleófilo.

A $C_{10}H_{14}O$	B
C	D

Uma das ligações duplas em **2**, assim como em **3**, tem configuração *trans* e sua estrutura é suficientemente estável devido ao grande tamanho do anel. O *trans*-ciclo-octeno (4) é o menor anel que pode acomodar uma ligação dupla *trans*. Ele pode ser preparado de acordo com o seguinte esquema:





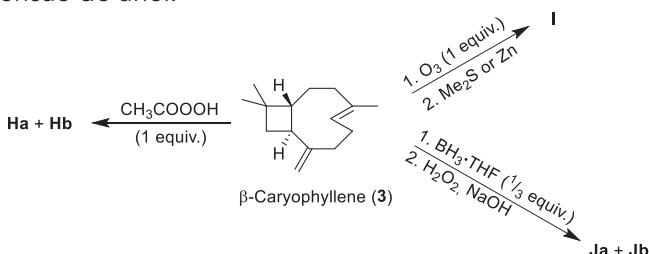
- 8.2 Desenhe a estrutura do reagente **E** e dos intermediários **F** e **G**, incluindo a estereoquímica apropriada. Para **F** e **G**, assinale a caixa com a opção correta.

E	F <input type="checkbox"/> aquiral <input type="checkbox"/> enantiômero puro <input type="checkbox"/> mistura racêmica <input type="checkbox"/> mistura de diastereoisômeros
G <input type="checkbox"/> aquiral <input type="checkbox"/> enantiômero puro <input type="checkbox"/> mistura racêmica <input type="checkbox"/> mistura de diastereoisômeros	

- 8.3 Desenhe a estrutura do enantiômero do cicloalceno **4**.



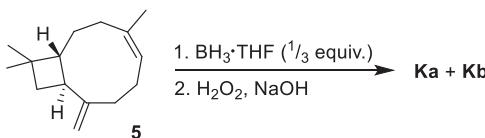
As duas ligações duplas no β -cariofileno exibem reatividades diferentes: a ligação dupla no anel (endocíclica) é mais reativa que a outra (exocíclica) devido à tensão do anel.



- 8.4 Desenhe as estruturas dos compostos **Ha + Hb**, **I** e **Ja + Jb**, incluindo a estereoquímica apropriada. Dica: **Ha + Hb** e **Ja + Jb** são pares de diastereoisômeros.

Ha + Hb
I
Ja + Jb

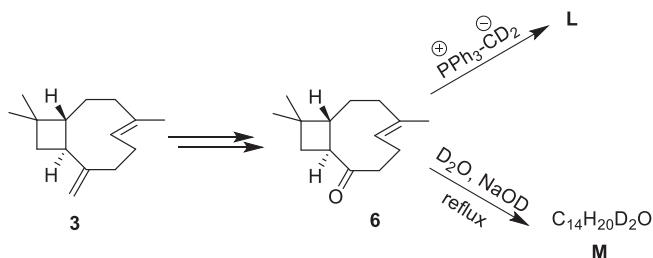
Curiosamente, as reatividades das ligações duplas são invertidas quando se usa o isocariofileno (**5**) em vez de β -cariofileno (**3**).



8.5 Desenhe as estruturas dos compostos **Ka** e **Kb**. Dica: **Ka + Kb** são um par de diastereoisômeros.

K_a + K_b

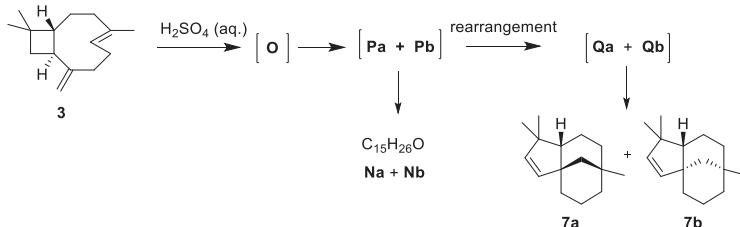
Os compostos marcados com isótopos são ferramentas inestimáveis para a investigação de mecanismo de reação, determinação de estrutura e estudos de espectrometria de massas ou espectroscopia de RMN. Vamos dar uma olhada na síntese de alguns análogos marcados de β -cariofileno.



8.6 Desenhe as estruturas dos compostos **L** e **M**, incluindo a estereoquímica apropriada.

L	M	C ₁₄ H ₂₀ D ₂ O
---	---	--

β -Cariofileno (**3**) sofre ciclização catalisada por ácido, o que leva a uma mistura complexa de produtos. Entre eles, o par de diastereoisômeros **Na + Nb** e o par de diastereoisômeros **7a + 7b** são os mais abundantes. A reação começa com a protonação da ligação dupla interna, mais reativa, que fornece o cátion O. Este cicliza, sem a clivagem da ligação simples carbono-carbono, para produzir os cátions tricíclicos diastereoisoméricos **Pa** e **Pb**, que sofrem hidratação para dar os álcoois alvo **Na** e **Nb**. Alternativamente, os cátions **Pa** e **Pb** se rearranjam com a clivagem de uma ligação simples carbono-carbono formando os cátions **Qa** e **Qb**, que desprotonam para formar os compostos **7a** e **7b**.





- 8.7 Desenhe as estruturas dos **três** intermediários **O**, **Pa**, **Qa** que levam ao diastereoisômero 7a, incluindo a estereoquímica apropriada.

O	Pa
Qa	

8. Desenhe as estruturas dos diastereoisômeros Na + Nb.

Na + Nb	C ₁₅ H ₂₆
---------	---------------------------------

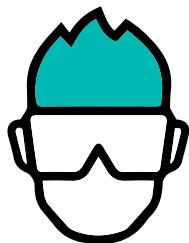
"Os pequenos atos que se executam são melhores que todos aqueles grandes que se planejam."

George C. Marshall





Capítulo 9 Prova Prática



50th IChO 2018

International Chemistry Olympiad
SLOVAKIA & CZECH REPUBLIC

BACK TO WHERE IT ALL BEGAN

PROBLEMAS EXPERIMENTAIS

Instruções Gerais

- Este caderno de exame experimental contém **28** páginas, incluindo a capa.
- Antes do início do exame, você terá 15 minutos adicionais para ler este caderno de exame. Não trabalhe, escreva ou calcule durante este tempo, caso contrário você será desclassificado.
- Você pode começar a trabalhar assim que o comando **Start** for dado.
- Você tem 5 horas para concluir o exame.
- Você pode trabalhar nas tarefas em qualquer ordem, mas, é recomendável iniciar pelo Problema P1.
- Todos os resultados e respostas devem ser claramente escritos com caneta, em suas respectivas áreas reservadas nos exames. Respostas escritas fora das caixas de resposta não serão pontuadas.
- Não use lápis ou marcador para escrever as respostas. Use apenas a caneta e a calculadora fornecidas.
- Você recebeu 3 folhas de papel de rascunho. Se precisar de mais, use o verso das folhas de exame. Lembre-se de que nada fora das áreas reservadas será pontuado.
- A versão oficial em inglês do caderno de exame está disponível mediante solicitação e serve apenas para esclarecimentos.
- Se você precisar sair do laboratório (para usar o banheiro ou tomar uma bebida ou lanche), informe seu ou sua assistente de laboratório. Ele ou ela virá para acompanhá-lo.



- Você deve seguir as regras de segurança fornecidas nos regulamentos da IChO. Se você violar as regras de segurança, receberá apenas uma advertência do assistente de laboratório. Quaisquer violações de regra de segurança, após a primeira advertência, resultarão em sua retirada do laboratório e em nota 0 (zero) para seu exame experimental.
- Produtos químicos e material de laboratório, salvo indicação em contrário, serão recarregados ou substituídos sem penalidade, apenas pelo primeiro item. Cada incidente adicional resultará na dedução de 1 ponto dos 40 pontos do exame prático.
- O assistente de laboratório dará um aviso 30 minutos antes do comando **Stop**.
- Você deve interromper seu trabalho imediatamente quando o comando **Stop** for anunciado. Trabalhar ou escrever por um minuto ou mais, após o comando **Stop**, levará à anulação do seu exame prático.
- Depois que o comando **Stop** for dado, um assistente de laboratório virá assinar sua folha de respostas. Depois que o assistente e você assinarem, coloque este caderno de exame de volta no envelope do exame e entregue-o junto com seus produtos e placas TLC, para pontuação.

Normas de segurança no laboratório

- Você deve usar um jaleco e mantê-lo abotoado. O calçado deve cobrir completamente o pé e o calcanhar.
- Sempre use óculos de segurança ou óculos de grau ao trabalhar no laboratório. Não use lentes de contato.
- Não coma nem beba no laboratório. Gomas de mascar não são permitidas.
- Trabalhe apenas na área demarcada. Mantenha sua área de trabalho e as áreas comuns de trabalho arrumadas.
- Não são permitidas experiências não autorizadas. Não é permitida nenhuma modificação das experiências.
- Não pipete com a boca. Use sempre um bulbo ou pera de borracha.
- Limpe imediatamente a bancada e o chão de qualquer material de vidro quebrado e derramamentos.
- Todos os resíduos devem ser descartados adequadamente para evitar contaminação ou ferimentos. Os resíduos não perigosos, solúveis / miscíveis em água, são elegíveis para descarte. Outros resíduos do laboratório devem ser descartados em um recipiente rotulado e com tampa.





Reagentes

Para todos os problemas

Reagentes	Etiqueta	Códigos de risco e segurança ¹
Água deionizada: Pisseta (Bancada) Frasco de Plástico (Bancada) Pote de Plástico (Capela)	Water	Não é perigoso

Para o Problema P1 (No cesto branco ou no local indicado)

Reagentes	Etiqueta	Códigos de risco e segurança ¹
Etanol , 100 cm ³ numa pisseta (bancada)	Ethanol	H225, H319
2-Acetonafona: ca. 0,002 g num frasco de vidro, padrão para TLC 0,500 g num frasco de vidro	Standard A Reactant A	H302, H315, H319, H335, H411
2,4-Dinitrofenil-hidrazina , contendo 33% (m/m) de água, 0,300 g num frasco de vidro		
Acetato de etila , 15 cm ³ num frasco de vidro âmbar	DNPH	H228, H302
Solução de água sanitária, contendo 4,7% de NaClO , 13,5 cm ³ em um frasco de vidro âmbar	Bleach	H290, H314, H400
Eluente para cromatografia em camada fina, hexano/ acetato de etila 4:1 (v/v), 5 cm ³ num frasco de vidro âmbar	TLC eluent	H225, H304, H315, H336, H411 ²
Solução aquosa de Na₂CO₃ a 5%, 20 cm ³ num frasco de plástico	5% Na ₂ CO ₃	H319
Solução aquosa de HCl a 20%, 15 cm ³ num frasco de plástico	20% HCl	H290, H314, H319, H335 e outros

Para o Problema P2 (no cesto verde)

Reagentes	Etiqueta	Códigos de risco e segurança ¹
8 mmol dm ⁻³ de luminol em 0,4 mol dm ⁻³ de solução aquosa de NaOH , 50 cm ³ num frasco de plástico	Luminol in NaOH	H290, H315, H319
Solução aquosa de CuSO₄ a 2,00 mmol dm ⁻³ , 25 cm ³ num frasco de plástico	Cu	Não é perigoso
Solução aquosa de H₂O₂ a 2,00 mmol dm ⁻³ , 12 cm ³ num frasco de plástico pequeno	H ₂ O ₂ conc.	H302, H315, H318
Solução aquosa de hidrocloreto de cisteína a 0,100 mol dm ⁻³ , 12 cm ³ num frasco de plástico pequeno	Cys conc.	Não é perigoso
Água , 50 cm ³ num frasco de plástico	Water	Não é perigoso

¹ Ver na página 3 a legenda para os códigos de risco e segurança (GHS hazard statements).

² Códigos de risco e segurança para o hexano.



Reagentes	Etiqueta	Frases de Perigo ¹
Amostra de água mineral , 400 cm ³ num frasco de plástico (bancada)	Sample	Não é perigoso
Solução aquosa contendo 3 mol dm ⁻³ NH ₄ Cl / 3 mol dm ⁻³ NH ₃ , 15 cm ³ num frasco de plástico	Buffer	H302, H319, H314, H400
NaCl , sólido, 10 g num frasco de plástico	NaCl	H319
Preto de Eriocromo T , indicador num frasco de plástico	EBT	H319
Azul de Bromotimol , solução de indicador num frasco de plástico (bancada)	BTB	H302, H315, H319
Solução padrão de etilenodiaminatetraacetato dissódico a $5,965 \times 10^{-3}$ mol dm ⁻³ , 200 cm ³ num frasco de plástico (bancada)	EDTA	H302, H315, H319, H335
Solução padrão de NaOH a 0,2660 mol dm ⁻³ , 250 cm ³ num frasco de plástico (bancada)	NaOH	H314
Resina de troca iônica fortemente ácida , na forma protonada (H ⁺), 50 cm ³ de resina após lavagem com água deionizada num frasco de plástico	Catex	H319

Material de laboratório

Para todos os problemas (na prateleira ou no local indicado)

Material partilhado	Quantidade
Lenços de papel	1 caixa para 2–4 estudantes
Cesto para papel utilizado (bancada, próximo da pia)	1 para 4 estudantes
Luvas de látex (capela)	1 caixa por laboratório
Material de uso individual	
Óculos de segurança	1
Suporte para pipetas (bancada)	1
Pera de borracha	1
Béquer de vidro, 100 cm ³ , contendo: caneta, colher de plástico, espátula, pinça, marcador, lápis e régua	1 (cada)

Para o Problema P1 (No cesto branco ou no local indicado)

Material partilhado	Quantidade
Lâmpada UV (capela)	1 para 12 estudantes
Sistema de vácuo (mangueira de vácuo equipado com válvula plástica, bancada)	1 para 2 estudantes



Material de uso individual	
Placa de aquecimento com agitação (bancada) com: Termômetro de contato, Placa de Petri de vidro com clipe metálico	1 (cada)
Suporte da placa (bancada) com: Garra pequena Garra grande	1 (cada)
Frasco de plástico rotulado Organic waste (resíduos orgânicos) (bancada)	1
Anel metálico com abertura	1
Balão de fundo redondo de 50 cm ³ com barra magnética	1
Proveta, 10 cm ³	1
Condensador de refluxo	1
Funil de separação com rolha, 100 cm ³	1
Erlenmeyer sem boca esmerilhada, 50 cm ³	1
Erlenmeyer sem boca esmerilhada, 25 cm ³	1
Erlenmeyer com boca esmerilhada, 50 cm ³	1
Funil de vidro	1
Kitasato, 100 cm ³	1
Anel de borracha para kitasato	1
Funil de vidro com placa sinterizada de porosidade S2 (etiqueta branca)	1
Funil de vidro com placa sinterizada de porosidade S3 (etiqueta laranja)	1
Béquer de vidro de 50 cm ³ com placa de Petri como tampa	1
Béquer de vidro, 150 cm ³	1
Capilar para TLC graduado, 5 µL	3
Bolsa plástica com fecho contendo 5 tiras de indicador de pH e 1 escala de pH	1
Bolsa plástica com fecho contendo 2 placas de TLC	1
Pipeta de Pasteur de vidro	4
Bulbo de borracha ou "chupeta" para pipeta de Pasteur	1
Frasco de vidro etiquetado Student code B para o produto da reação do halofórmio	1
Frasco de vidro etiquetado Student code C para o produto da reação com o reagente de Brady	1

Para o Problema P2 (No cesto verde ou no local indicado)

Material de uso individual	Quantidade
Cronômetro digital	1
Termômetro digital e cartão com a respectiva constante de calibração	1
Balão volumétrico, 50 cm ³	1
Pipeta volumétrica de 5 cm ³ (no suporte para pipetas,	1



bancada)	
Pipeta graduada de 5 cm ³ (no suporte para pipetas, bancada)	3
Pipeta graduada de 1 cm ³ (no suporte para pipetas, bancada)	2
Frasco de plástico etiquetado H ₂ O ₂ dil. para a diluição da solução estoque de H ₂ O ₂ , 50 cm ³	1
Frasco de plástico etiquetado Cys dil. para a diluição da solução estoque de hidrocloreto de cisteína, 50 cm ³	1
Tubo de ensaio preto, de plástico, 15 cm ³	1
Tubo para centrifuga sem tampa, 1,5 cm ³	1
Béquer de plástico, 25 cm ³	1
Erlenmeyer, 100 cm ³	1

Para Problema P3 (No cesto cinza ou no local indicado)

Material de uso individual	Quantidade
Suporte universal (bancada) com: Folha de papel branco Garra para bureta Bureta, 25 cm ³	1 (cada)
Pipeta volumétrica de 50 cm ³ (no suporte para pipetas, bancada)	1
Pipeta volumétrica de 10 cm ³ (no suporte para pipetas, bancada)	1
Funil de vidro	1
Proveta, 5 cm ³	1
Frasco para titulação (Frasco de fundo chato), 250 cm ³	2
Erlenmeyer, 250 cm ³	1
Funil de vidro com placa sinterizada de porosidade S1 (etiqueta azul)	1
Béquer de vidro, 100 cm ³	2
Béquer de vidro, 250 cm ³	1
Pipeta de Pasteur de plástico, pequena, não graduada	2
Pipeta de Pasteur de plástico, graduada	1
Bolsa plástica com fecho contendo 5 tiras de papel indicador de pH e 1 escala de pH	1
Bolsa plástica com fecho contendo 5 tiras de papel absorvente	1
Frasco de plástico rotulado Waste catex (resíduo catex) (Bancada)	1



BRA-3

OLIMPÍADA INTERNACIONAL DE QUÍMICA / ESLOVÁQUIA & REPÚBLICA TCHÉCA, 2018

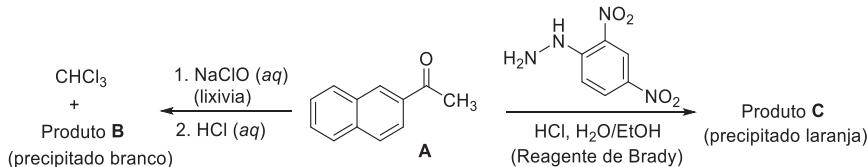


Problema Experimental P1 14% do total	Questão	1.1	1.2	Rendimento	Ponto de fusão	Total
	Pontos	4	16	20	10	50
	Pontuação					

PROBLEMA P1 REAÇÃO DO HALOFÓRMIO COM ÁGUA SANITÁRIA (LIXÍVIA)

Diversas reações e testes químicos foram desenvolvidos como forma de identificação de grupos funcionais em compostos orgânicos desconhecidos. Neste problema, são exploradas 2 dessas reações, a partir da 2-naftiletanona (**A**, 2-acetonaftona), em uma escala preparatória:

- A reação do halofórmio é uma transformação típica de metilcetonas que reagem com soluções aquosas básicas de hipo-haletos formando um ácido carboxílico (produto **B**) e um halofórmio (tri-halometano).
- A reação do reagente de Brady (solução ácida de 2,4-dinitrofenil-hidrazina) com o grupo carbonila de um aldeído ou de uma cetona forma um precipitado laranja (produto **C**), uma hidrazona.



P1.1 Desenhe as estruturas dos produtos **B** e **C**.

Produto **B**

Produto **C**

Notas:

- A pontuação total será baseada nos valores de R_f dos compostos **A** e **B** calculados a partir da placa de TLC (placa 1) submetida e na qualidade e quantidade de produto **B** e **C** entregues.
- A qualidade dos produtos será avaliada a partir da TLC e dos respetivos pontos de fusão.



- A quantidade de água sanitária fornecida não é suficiente para converter todo o reagente **A** no produto **B**. Você irá recuperar o reagente **A** que não reagiu através de uma extração ácido-base e isolá-lo após a reação com o reagente de Brady, como hidrazone **C**. A pontuação obtida será baseada nos rendimentos combinados de **B** e **C**.

Procedimento

I. Reação do Halofórmio

1. Ligue a placa de aquecimento e ajuste a rotação a 540 rpm. Mergulhe o termômetro no banho de água de modo a quase alcançar o fundo e ajuste a temperatura de aquecimento em 80 °C.
2. Transfira as 0,500 g de 2-acetonaftona do frasco de vidro etiquetado **Reactant A** para o balão de fundo redondo que contém a barra magnética. Meça, com a proveta, 3 cm³ do etanol contido na pisseta. Com uma pipeta de Pasteur de vidro, utilize, pouco a pouco, esses 3 cm³ de etanol para transferir para o balão de fundo redondo, de forma quantitativa, o reagente **A** remanescente.
3. Coloque o balão de fundo redondo no banho de água quente. Coloque o condensador (não é necessário ligar a água para refrigeração) e prenda-o na parte superior com uma garra, conforme mostrado na Figura 1. Deixe o composto **A** dissolver com a agitação.

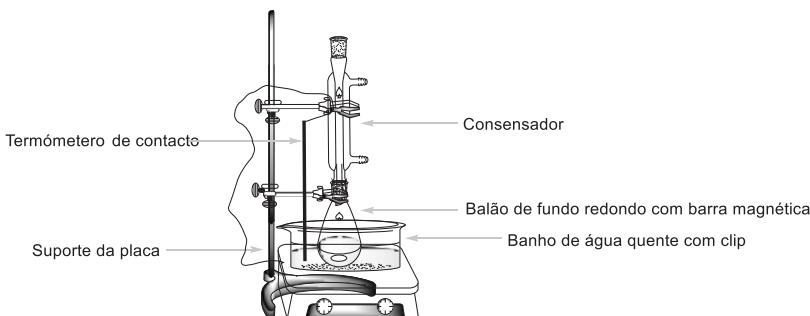


Figura 1. Esquema da montagem para o aquecimento da mistura reacional num banho de água quente.

4. Quando a temperatura do banho atingir a temperatura de 75 °C, adicione lentamente a solução de NaClO (**Bleach**, água sanitária) à mistura reacional através da abertura no topo do condensador, usando o funil de vidro pequeno. Aqueça a mistura reacional mantendo a agitação durante 60 min, a 75 - 80 °C.
5. Após esse período, desligue o aquecimento, afrouxe a garra superior e levante com cuidado o balão da reação até acima da água quente.





(Atenção! Toque apenas nas garras, o balão está quente). Deixe a mistura resfriar durante 15 minutos.

II. Tratamento da mistura reacional

- Coloque o funil de separação na argola de metal e coloque por baixo o Erlenmeyer de 50 cm³ sem boca esmerilhada. Usando um funil de vidro transfira a mistura reacional para o funil de separação. Utilize a pinça para retirar a barra magnética do funil de vidro. Meça 5 cm³ de acetato de etila (**EtOAc**), utilize-os para lavar o balão da reação e depois transfira para o funil de separação utilizando uma pipeta de Pasteur de vidro.
- Faça a extração e deixe que as fases se separem. Recolha a fase aquosa para o Erlenmeyer de 50 cm³ sem boca esmerilhada. Use o funil de vidro pequeno para transferir a fase orgânica para o Erlenmeyer de 25 cm³ através da abertura superior do funil de separação. Guarde ambas as fases!
- Usando um funil de vidro pequeno coloque a fase aquosa que está no Erlenmeyer de 50 cm³ de volta no funil de separação. Meça novamente 5 cm³ de acetato de etila e repita o processo de extração (passo anterior, II.2). Transfira do mesmo modo a nova fase orgânica para o Erlenmeyer de 25 cm³, combinando as fases orgânicas nesse Erlenmeyer. Guarde ambas as fases!
- Prepare a placa de TLC. Verifique-a antes de usar. As placas danificadas podem ser substituídas sem qualquer penalização. Utilize o lápis com leveza para desenhar a linha do ponto de aplicação e marcar as posições para cada amostra. Escreva no topo da placa o número 1 num círculo e o seu código de estudante (ver Figura 2). Dissolva a amostra fornecida de 2-acetonaftona (frasco etiquetado, **Standard A**) em cerca de 2 cm³ de etanol (volume aproximado de 1 pipeta de Pasteur de vidro cheia). Marque as posições das 3 amostras a serem aplicadas: **A**, **O1**, e **O2** (ver Figura 2). Aplique 1 µL (marca no capilar de 5 µL) do standard **A** e da fase orgânica obtida no passo II.3 (**O1**). A amostra **O2** será aplicada posteriormente.

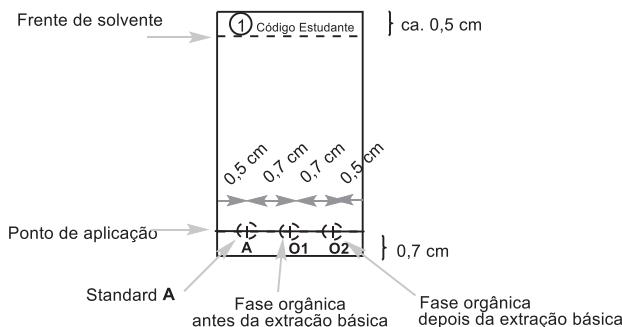


Figura 2. Instruções para preparação da placa de TLC.



5. Extraia duas vezes, com 5 cm^3 da solução de Na_2CO_3 a 5%, a fase orgânica combinada. Recolha a fase aquosa para o Erlenmeyer onde guardou a anterior (proveniente da primeira extração).
6. Lave a fase orgânica, que está no funil de separação, com 5 cm^3 de água deionizada. Transfira a fase aquosa para o mesmo Erlenmeyer que contém os extractos aquosos combinados. Transfira a fase orgânica (**O2**) através da abertura superior do funil de separação para o Erlenmeyer com boca esmerilhada de 50 cm^3 . Aplique $1\text{ }\mu\text{L}$ da solução **O2** na placa de TLC preparada no ponto II.4 (Placa 1).
7. Análise por TLC. Coloque cerca de 2 cm^3 do eluente (**TLC eluent**) no bêquer de vidro de 50 cm^3 . Insira com cuidado a placa de TLC e cubra o bêquer com a placa de Petri e deixe o eluente subir até aproximadamente $0,5\text{ cm}$ do topo da placa. Usando a pinça, retire a placa de TLC, marque a frente do solvente e deixe-a secar ao ar. Com a ajuda da lâmpada de UV disponível na capela visualize a placa e marque com o lápis todas as manchas visualizadas na placa de TLC. Calcule os valores de R_f do reagente **A** e do produto **B**. Guarde a sua placa de TLC na bolsa plástica com fecho.

Nota 1: O Produto **B** pode ficar retido na placa de TLC. Por isso evite aplicar excesso de amostra.

Nota 2: Em alguns casos 2 manchas adicionais de baixa intensidade referentes a produtos secundários podem ser detectados nas fases orgânicas combinadas **O1** e **O2**. Neste caso calcule o valor de R_f para a(s) mancha(s) mais intensa(s).

Nota 3: Se a fase orgânica **O2** ainda contiver tanto o reagente **A** quanto o produto **B**, repita a extração com a solução de Na_2CO_3 e a água deionizada (passos II.5 e II.6). Neste caso, efetue outra análise por TLC (Placa 2), após a nova extração, aplicando apenas o padrão **A** (standard **A**) e a fase orgânica **O2**. Escreva o número **2** num círculo e o seu código de estudante no topo desta placa de TLC. Use uma nova quantidade de eluente para eluir a placa de TLC 2.

P1.2 Responda às seguintes questões acerca da(s) placa(s) de TLC. Através da placa 1 calcule os valores de R_f do reagente **A** e do produto **B**. Apresente os resultados com 2 casas decimais.

Baseado na sua análise por TLC, a fase orgânica **O1** contém:



Baseado na sua análise por TLC, a fase orgânica **O1** contém:

	SIM	NÃO
Reagente A	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Produto B	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Baseado na sua análise por TLC, a fase orgânica final **O2** contém:

	SIM	NÃO
Reagente A	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Produto B	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Cálculo do $R_f(A)$

$$R_f(A) =$$

Cálculo do $R_f(B)$

$$R_f(B) =$$

III. Reação com o reagente de Brady

Atenção: Utilize luvas! O reagente de Brady mancha a pele e todas as superfícies. Lave qualquer respingo imediatamente com etanol! Troque as luvas se necessário.

Aqueça previamente o banho de água a 80 °C. Insira a barra magnética no Erlenmeyer de 50 cm³ com boca esmerilhada contendo a fase orgânica **O2** obtida no passo II.6 e adicione-lhe 0,300 g de 2,4-dinitrofenil-hidrazina (**DNPH**). Em uma proveta meça 10 cm³ de etanol. Usando uma pipeta de Pasteur, lave com etanol, o frasco de vidro contém **DNPH** (em cinco vezes de cerca de 2 cm³ cada, até utilizar todo o etanol medido) de modo a transferir todo o material para o Erlenmeyer. Coloque o Erlenmeyer no banho de água quente e monte o sistema semelhante ao representado na Figura 1. Através da abertura no topo do condensador e com auxílio do funil, adicione 3 cm³ da solução de HCl a 20%. Agite a mistura durante 2 min a 80 °C. O produto C, um sólido cristalino laranja começará a se formar. Desligue o aquecimento e levante com cuidado o Erlenmeyer até acima da água quente. (Atenção! Toque apenas nas garras, o Erlenmeyer está quente). Deixe a mistura resfriar durante 15 minutos e em seguida coloque o Erlenmeyer num banho de água fria (preparado com água da torneira colocada em um bêquer de 150 cm³).

IV. Isolamento dos produtos

- Verifique o pH da fase aquosa combinada obtida no passo II.6. Acidifique, cuidadosamente, adicionando a solução de HCl a 20% e agitando com o



bastão de vidro (serão necessários aproximadamente 2 cm³ da solução de HCl). No final o pH deve ser 2 (verifique com as tiras de papel indicador de pH). Será então formado um precipitado branco, o produto **B**.

2. Monte o sistema de filtração a vácuo (Figura 3) usando o funil de placa sinterizada com porosidade **S2** (etiqueta branca) e prenda-o ao suporte universal com auxílio de uma garra pequena. Conecte o kitasato ao sistema de vácuo. Despeje a suspensão do produto **B** (passo IV.1) para o funil de placa sinterizada, deixe o sólido assentar e abra a válvula de vácuo. Atenção: informe o assistente do laboratório antes e depois de mexer na válvula! Lave o sólido 2 vezes com 6 cm³ de água deionizada até que o pH das últimas gotas do filtrado alcancem o valor de aproximadamente 6. Após as lavagens mantenham o vácuo por mais 5 min para permitir uma pré-secagem do composto. Desconecte o sistema de vácuo e com o auxílio da espátula transfira o produto branco B para o frasco de vidro etiquetado Student code **B** e deixe-o aberto em cima da sua bancada para que seque. Descarte o filtrado na pia e lave o kitasato.

Nota: Tenha cuidado para não raspar com força a placa sinterizada do funil de vidro quando retirar o seu composto.

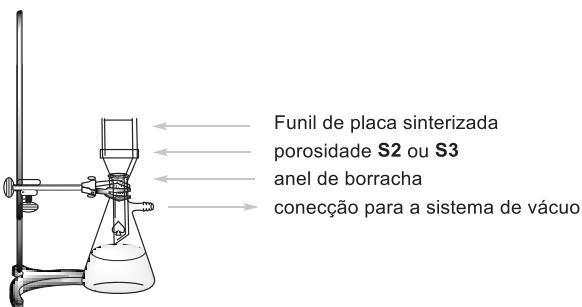


Figura 3. Esquema da montagem para a filtração a vácuo.

3. Monte o sistema de filtração a vácuo, usando o funil de placa sinterizada com porosidade **S3** (etiqueta laranja) semelhante ao executado no passo IV.2. Despeje o produto **C** (passo III) para o funil de placa sinterizada, espere 1 minuto e abra a válvula de vácuo. NÃO agite ou raspe o sólido durante a filtração e lavagem, senão o sólido poderá passar pelo filtro. Lave o sólido 3 vezes com 5 cm³ de etanol (15 cm³ no total) até as últimas gotas do filtrado atingirem pH neutro. Mantenha o vácuo por mais 5 min e depois desconecte-o. Com o auxílio da espátula transfira o produto laranja C para o frasco de vidro etiquetado **Student code C** e deixe-o aberto em cima da sua bancada para secar. Despeje o filtrado no frasco etiquetado como **Organic waste**.



Nota: Se o produto passar pelo filtro do funil de vidro, volte a filtrar a suspensão. Se o produto ainda continuar passando para o filtrado chame o assistente de laboratório.

O seu assistente de laboratório irá recolher os seguintes itens e assinar a sua folha de teste.

- Frascos de vidro com os seus produtos etiquetados **Student code B e C**
- Placa(s) de TLC no saco plástico com fecho etiquetado com o seu **código de estudante**.

Produto **B**

Produto **C**

Placa TLC 1

Placa TLC 2 (opcional)

Assinaturas:

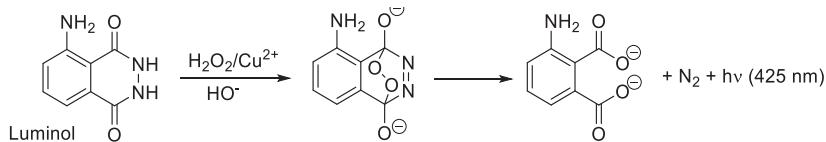
Estudante

Assistente de laboratório

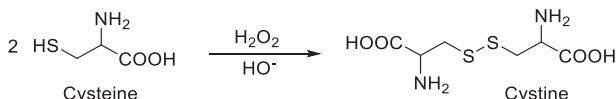
Problema Experimental P2 13% do total	Questão	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	Total
	Pontos	30	30	7	3	4	6	80
	Pontuação							

PROBLEMA P2 UMA BRILHANTE REAÇÃO-RELÓGIO

Luminol é uma conhecida fonte de quimioluminescência. Na presença de um catalisador redox adequado, por exemplo Cu^{2+} , ele pode reagir com agentes oxidantes, como H_2O_2 , formando produtos em estados eletrônicos excitados. Estes produtos liberam o excesso de energia através da emissão de uma luz azul:



Este procedimento pode ser modificado para se tornar uma reação-relógio, na qual, a luz aparece após um certo tempo de indução. Ao adicionar cisteína, $\text{Cu}(\text{II})$ é reduzido a $\text{Cu}(\text{I})$, e capturado em um complexo $\text{Cu}(\text{I})$ -cisteína que não favorece a oxidação do luminol. No entanto, a inibição é apenas temporária. Um ciclo de reações alimentadas pelo H_2O_2 leva à oxidação gradual da cisteína:



Eventualmente, toda a cisteína é consumida, o Cu(I) é reoxidado em Cu(II), e sua atividade catalítica é restaurada. Isso é indicado por um feixe de luz azul quimioluminescente. O tempo necessário para o feixe de luz aparecer pode ser usado para estudar as taxas de oxidação de cisteína catalisada por Cu.

Procedimento

Cuidado: Mantenha sempre todas as suas soluções e pipetas longe dos aquecedores!

Alterações de temperatura razoáveis não são um problema, porque seus resultados serão marcados com base nas temperaturas reais de reação que você reporta. Você não perderá nenhum ponto se seus dados forem gravados em várias temperaturas. No entanto, você deve evitar o calor excessivo, como por exemplo, colocando as soluções ou as pipetas perto de uma placa de aquecimento.

Nota: Escreva todos os valores com o número solicitado de algarismos significativos ou casas decimais. O arredondamento excessivo pode tornar impossível distinguir uma resposta correta de uma incorreta.

Estrutura geral do experimento

Na Parte I, você irá diluir duas soluções estoque que serão fornecidas como concentrados. Na Parte II, você medirá os tempos de reação da reação-relogio para dois conjuntos de concentrações diferentes, conforme definido na tabela abaixo:

	Volume no tubo de ensaio escuro			No tubo para centrífuga	
	Água	Luminol em NaOH	Cys dil.	Cu	H_2O_2 dil.
Conjunto #1	3,00 cm ³	2,50 cm ³	3,30 cm ³	0,50 cm ³	0,70 cm ³
Conjunto #2	3,30 cm ³	2,50 cm ³	3,30 cm ³	0,50 cm ³	0,40 cm ³

Recomenda-se que, antes de começar a medir os dados que serão submetidos a avaliação, você realize este experimento uma vez para se familiarizar com ele.



Como a velocidade de reação depende da temperatura, você deve registrar as temperaturas reais em todas os testes que realizar. As temperaturas nas misturas reacionais devem ser medidas IMEDIATAMENTE APÓS você registrar o tempo de reação necessário para produzir o feixe de luz azul.

Na avaliação dos dados, cada temperatura registrada no display do termômetro deve ser corrigida somando-a com a constante de calibração do termômetro. Essa constante está impressa em um pedaço de papel na cesta do Problema 2.

Dessa forma, o tempo reacional observado, $t(x\text{ }^{\circ}\text{C})$, na temperatura (corrigida) de $x\text{ }^{\circ}\text{C}$, deve ser convertido no tempo $t(25\text{ }^{\circ}\text{C})$ que deveria ser observado na temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Esta normalização dos tempos reacionais a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ é uma multiplicação simples de $t(x\text{ }^{\circ}\text{C})$ com um coeficiente de normalização $n_{x \rightarrow 25}$:

$$t(25\text{ }^{\circ}\text{C}) = n_{x \rightarrow 25} t(x\text{ }^{\circ}\text{C})$$

Os valores dos coeficientes de normalização $n_{x \rightarrow 25}$ correspondendo a várias temperaturas encontram-se listadas na Tabela P2 no final deste problema.

I. Diluição das soluções estoque concentradas

Soluções de H_2O_2 ($2,00\text{ mol dm}^{-3}$) e cisteína ($0,100\text{ mol dm}^{-3}$) são fornecidas como concentrados e identificadas como **H_2O_2 conc.** e **Cys conc.**, respectivamente. Usando a pipeta volumétrica de 5 cm^3 e o balão volumétrico de 50 cm^3 , dilua $5,00\text{ cm}^3$ de cada um dos concentrados para $50,00\text{ cm}^3$ utilizando água deionizada e armazene a solução diluída nos frascos identificados como **H_2O_2 dil.** e **Cys dil.**

Para medir os volumes da solução nas etapas a seguir, designe uma pipeta graduada para cada um dos frascos. As pipetas de 5 cm^3 são para **Luminol in NaOH**, **Cys dil.** e **Water**. As pipetas de 1 cm^3 são para Cu ($2,00\text{ mmol dm}^{-3}$) e **H_2O_2 dil.**

II. Procedimento para a reação-relógio

Nota: Leia atentamente a Seção II inteira antes de iniciar o experimento.

1. Coloque o tubo de ensaio preto no interior do Erlenmeyer, o qual servirá como suporte. Usando as pipetas designadas, adicione ao tubo os volumes estabelecidos para **Water**, e soluções de **Luminol in NaOH** e **Cys dil.**
2. Insira o pequeno tubo para centrífuga dentro o béquer de plástico pequeno e adicione os volumes estabelecidos para as soluções de Cu e **H_2O_2 dil.**
3. **Sem demora (Without delay)**, insira o tubo de centrífuga pequeno no interior do tubo de ensaio preto - **de forma cuidadosa e sem misturar** as duas soluções!



4. Feche o tubo de ensaio com a tampa de rosca. Certifique-se de que o tubo esteja bem fechado, porque você irá agitá-lo. **Cuidado: Não force a tampa além do seu ponto final**, porque o tubo poderá quebrar ou vazar. Se isso acontecer, você deve solicitar uma substituição imediatamente (as regras de penalidade serão aplicadas).
5. Prepare o cronômetro em sua mão, no modo “timing”. No momento em que você começar a agitar o tubo de teste, comece a cronometrar. Você deve agitar vigorosamente durante os primeiros 10 segundos, para que as duas soluções se misturem perfeitamente. É crucial que você não reduza esse tempo de agitação.
6. Retorne o tubo de ensaio para o Erlenmeyer, abra a tampa e observe a solução em seu interior. Utilize sua mão para inibir a luz natural e facilitar a visualização. Eventualmente, você verá um feixe de luz azul em toda a solução. Nesse momento, pare o cronômetro.
7. Imediatamente, insira a haste metálica do termômetro digital no tubo de ensaio preto. Aguarde até que a leitura se estabilize (normalmente 10 a 30 s) e registre o tempo de reação e a temperatura da reação.
8. Usando a pinça, remova o tubo de centrífuga pequeno do tubo de ensaio preto. Após cada experimento, esvazie e lave os dois tubos e seque-os bem, utilizando lenços de papel.

Dados obtidos e sua avaliação

P2.1 Na tabela a seguir, registre seus resultados experimentais de concentração para o conjunto #1 (set #1). Para a temperatura exibida no termômetro, adicione a constante de calibração do termômetro. Procure o valor do coeficiente de normalização $n_{x \rightarrow 25}$ para cada temperatura na Tabela P2 e calcule os tempos de reação normalizados para 25 °C. Em um caso improvável de que suas temperaturas não estejam listadas na Tabela P2, obtenha o valor de $n_{x \rightarrow 25}$ com o assistente de laboratório.

Nota: Assim como em uma titulação, a tolerância para valores corretos é de $\pm 0,1 \text{ cm}^3$; a tolerância para valores corretos dos tempos normalizados para a concentração do conjunto #1 é de $\pm 2,3 \text{ s}$.

(Faça quantas replicatas você julgar necessárias. Você não precisa preencher todas as linhas da tabela. A pontuação será concedida apenas em função do valor aceito que você submeter.)





	Replicata	Tempo de reação [s] 1 casa decimal	Temperatura mostrada [°C] 1 casa decimal	Temperatura corrigida [°C] 1 casa decimal	Tempo de reação Normalizado a 25 °C [s] 3 algarismos significativos
Conjunto #2	1				
	2				
	3				
Valor aceito para o tempo de reação normalizado para o conjunto #2 (set #2)					

P2.2 Na tabela a seguir, registre seus resultados experimentais, a temperatura corrigida e calcule os tempos de reação normalizados a 25 °C para o conjunto #2 (set #2).

Nota: Assim como em uma titulação, a tolerância para valores corretos é de $\pm 0,1 \text{ cm}^3$; a tolerância para valores corretos dos tempos normalizados para a concentração do conjunto #2 é de $\pm 3,0 \text{ s}$.

(Faça quantas replicatas você julgar necessárias. Você não precisa preencher todas as linhas da tabela. A pontuação será concedida apenas em função do valor aceito que você submeter.)

	Replicata	Tempo de reação [s] 1 casa decimal	Temperatura mostrada [°C] 1 casa decimal	Temperatura corrigida [°C] 1 casa decimal	Tempo de reação Normalizado a 25 °C [s] 3 algarismos significativos
Conjunto #2	1				
	2				
	3				
Valor aceito para o tempo de reação normalizado para o conjunto #2 (set #2)					

P2.3 Com base no procedimento e nas concentrações das soluções estoque (especificadas na lista de reagentes e na Parte I do Procedimento), calcule as concentrações iniciais de cisteína, cobre e H_2O_2 em ambos os conjuntos de concentração (#1 e #2).

Expresse os tempos de reação aceitos (t_1 e t_2) a partir de P2.1 e P2.2 em minutos e calcule as velocidades de reação correspondentes (v_1 e v_2), expressas como taxas de consumo de cisteína, em $\text{mmol dm}^{-3} \text{ min}^{-1}$. Assuma que a taxa de consumo da cisteína durante a reação é constante.

Caso você não consiga encontrar a resposta, utilize o valor de 11,50 para o Conjunto #1 e 5,500 para o Conjunto #2.



	Concentrações iniciais [mmol dm ⁻³] 3 algarismos significativos			Tempo de reação aceito [min] 4 algarismos significativos	Velocidade de reação [mmol dm ⁻³ min ⁻¹] 4 algarismos significativos
	Cisteína	Cobre [Cu]	H ₂ O ₂		
Conjunto #1					
Conjunto #2					

P2.4 Assuma que a equação de velocidade pode ser expressa como

$$v = k = [H_2O_2]^p$$

Use seus dados experimentais para calcular a ordem parcial de reação p em relação a H₂O₂. Registre sua resposta com 2 casas decimais e mostre seus cálculos.

Resposta: $p =$

Cálculos:

Uma expressão da lei de velocidade de consumo da cisteína que está mais próxima da realidade é mais complicada e assume a seguinte forma:

$$v = k_1[H_2O_2][Cu] + k_2[Cu]$$

P2.5 Usando os dados obtidos em P2.3, avalie a dependência de v sobre [H₂O₂] como uma função linear para encontrar a inclinação e o coeficiente linear da reta. Registre ambas as respostas com 4 algarismos significativos. Se você não conseguir encontrar a resposta, utilize o valor de 11,50 para ambos, tanto a quanto **b**.

Respostas (não inclua os cálculos, porém inclua as unidades):

$$v = a[H_2O_2] + b \quad a = \quad b =$$

P2.6 Utilize os valores numéricos obtidos em P2.5 para avaliar as constantes de velocidade k_1 e k_2 . Registre seus valores com 3 algarismos significativos.

Respostas (incluindo unidades):

$$k_1 = \quad k_2 =$$

Cálculos:



Tabela P2. Coeficientes de normalização $nx_{\rightarrow 25}$ para conversão dos tempos reacionais medidos a várias temperaturas para tempos representando reações a 25,0 °C.

Nota: Esta tabela está em formato de imagem não editável, de modo que não foi possível sua tradução. Considerar todos os pontos, (.) como vírgulas (,). Legenda: Set #1 = Conjunto #1; Set #2 = Conjunto #2.

Temp. °C	Set #1	Set #2
22.0	0.8017	0.8221
22.1	0.8076	0.8274
22.2	0.8135	0.8328
22.3	0.8195	0.8382
22.4	0.8255	0.8437
22.5	0.8316	0.8492
22.6	0.8377	0.8547
22.7	0.8438	0.8603
22.8	0.8500	0.8659
22.9	0.8563	0.8715
23.0	0.8626	0.8772
23.1	0.8690	0.8829
23.2	0.8754	0.8887
23.3	0.8818	0.8945
23.4	0.8884	0.9004
23.5	0.8949	0.9063
23.6	0.9015	0.9122
23.7	0.9082	0.9182
23.8	0.9149	0.9242
23.9	0.9217	0.9303
24.0	0.9285	0.9364
24.1	0.9354	0.9425
24.2	0.9424	0.9487
24.3	0.9494	0.9550
24.4	0.9564	0.9613
24.5	0.9636	0.9676
24.6	0.9707	0.9740
24.7	0.9780	0.9804
24.8	0.9852	0.9869
24.9	0.9926	0.9934
25.0	1.0000	1.0000
25.1	1.0075	1.0066
25.2	1.0150	1.0133
25.3	1.0226	1.0200
25.4	1.0302	1.0268
25.5	1.0379	1.0336
25.6	1.0457	1.0404

Temp. °C	Set #1	Set #2
25.7	1.0536	1.0474
25.8	1.0614	1.0543
25.9	1.0694	1.0613
26.0	1.0774	1.0684
26.1	1.0855	1.0755
26.2	1.0937	1.0827
26.3	1.1019	1.0899
26.4	1.1102	1.0972
26.5	1.1186	1.1045
26.6	1.1270	1.1119
26.7	1.1355	1.1194
26.8	1.1441	1.1268
26.9	1.1527	1.1344
27.0	1.1614	1.1420
27.1	1.1702	1.1497
27.2	1.1790	1.1574
27.3	1.1879	1.1651
27.4	1.1969	1.1730
27.5	1.2060	1.1809
27.6	1.2151	1.1888
27.7	1.2243	1.1968
27.8	1.2336	1.2049
27.9	1.2430	1.2130
28.0	1.2524	1.2212
28.1	1.2619	1.2294
28.2	1.2715	1.2377
28.3	1.2812	1.2461
28.4	1.2909	1.2545
28.5	1.3008	1.2630
28.6	1.3107	1.2716
28.7	1.3207	1.2802
28.8	1.3307	1.2889
28.9	1.3409	1.2976
29.0	1.3511	1.3064
29.1	1.3615	1.3153
29.2	1.3719	1.3243
29.3	1.3823	1.3333

Temp. °C	Set #1	Set #2
29.4	1.3929	1.3424
29.5	1.4036	1.3515
29.6	1.4143	1.3607
29.7	1.4252	1.3700
29.8	1.4361	1.3793
29.9	1.4471	1.3888
30.0	1.4582	1.3983
30.1	1.4694	1.4078
30.2	1.4807	1.4175
30.3	1.4921	1.4272
30.4	1.5035	1.4369
30.5	1.5151	1.4468
30.6	1.5267	1.4567
30.7	1.5385	1.4667
30.8	1.5503	1.4768
30.9	1.5623	1.4869
31.0	1.5743	1.4972
31.1	1.5865	1.5075
31.2	1.5987	1.5179
31.3	1.6111	1.5283
31.4	1.6235	1.5388
31.5	1.6360	1.5495
31.6	1.6487	1.5602
31.7	1.6614	1.5709
31.8	1.6743	1.5818
31.9	1.6872	1.5927
32.0	1.7003	1.6038
32.1	1.7135	1.6149
32.2	1.7268	1.6260
32.3	1.7402	1.6373
32.4	1.7536	1.6487
32.5	1.7673	1.6601
32.6	1.7810	1.6716
32.7	1.7948	1.6833
32.8	1.8087	1.6950
32.9	1.8228	1.7068
33.0	1.8370	1.7186



Problema Experimental P3 13% do total	Questão	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	
	Pontos	3	20	2	2	16	
	Pontuação						
	Questão	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	Total
	Pontos	4	20	2	4	2	75
	Pontuação						

PROBLEMA P3 IDENTIFICAÇÃO DE ÁGUA MINERAL

Muitas fontes de água mineral e termal são registradas na Eslováquia. As águas minerais com composição equilibrada e teor de dióxido de carbono natural ou modificado são vendidas para consumo diário. Estas águas não contêm nitritos, nitratos, fosfatos, fluoretos e sulfetos e são também isentas de ferro e manganês.

As concentrações, em massa por volume, dos íons mais importantes são relatadas na embalagem.

Sua tarefa é identificar a marca comercial (conforme a Tabela P3.1) da sua amostra de água mineral.

Nota: O CO_2 foi removido da amostra.

Tabela P3.1. Concentrações dos íons em águas minerais eslovacas selecionadas. (Conforme relatado pelo fornecedor.)

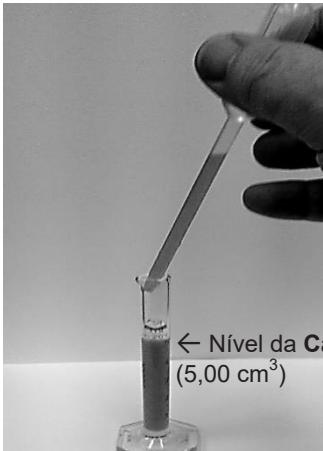
No.	Nome comercial	Concentração do íon, em mg dm^{-3}					
		Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	Cl^-	SO_4^{2-}
1	Kláštorá	290	74	71	16	15	89
2	Budišká	200	50	445	50	25	433
3	Baldovská	378	94	90	0	78	215
4	Santovka	215	67	380	45	177	250
5	Slatina	100	45	166	40	104	168
6	Fatra	45	48	550	16	36	111
7	L'ubovnianka	152	173	174	5	10	20
8	Gemerka	376	115	85	0	30	257
9	Salvator	473	161	214	30	116	124
10	Brusnianka	305	101	187	35	59	774
11	Maxia	436	136	107	18	37	379
							1 715



Notas:

- Use os símbolos estabelecidos nas notações dos cálculos.
- Você recebeu uma resina de troca catiônica (**Catex**) em sua forma protonada (H^+). Use uma pipeta de Pasteur de haste grossa para transferi-la. Você pode adicionar mais água deionizada à resina, se necessário (você não deve secar a resina).
- Concentrações das soluções padrão:
 $c(NaOH) = 0,2660 \text{ mol dm}^{-3}$ $c(EDTA) = 5,965 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$

Procedimento

- 1.a Meça 5,00 cm³ da catex, na proveta (volume V1). Em seguida, usando água deionizada, transfira a catex, quantitativamente, para um frasco de titulação. Adicione uma quantidade apropriada de água deionizada para que a suspensão possa ser bem agitada e a cor da solução sobre a catex (sobrenadante) possa ser observada.
- 1.b Adicione 3 a 4 gotas do indicador azul de bromotimol (BTB) e cerca de 1 g (meia colher) de NaCl sólido. Quando o NaCl se dissolver, titule toda a suspensão com a solução padrão de hidróxido de sódio (volume V2), virando de amarelo para azul. Perto do ponto de equivalência, titule lentamente e agite bem para que qualquer analito dentro do "esqueleto" da catex possa se difundir na solução. Repita o experimento se necessário.
- 1.c Após a titulação, decante e descarte a maior parte da solução aquosa acima da catex contida no frasco de titulação, e transfira a suspensão para o recipiente rotulado **Waste Catex**.
- P3.1 Anote todas as reações químicas que ocorrem na Etapa 1. Use R-H como sendo a fórmula da catex na forma protonada (H^+) e HInd para o indicador.



- P3.2** Insira, na tabela abaixo, os valores experimentais e o valor aceito da Etapa 1.

(Você não precisa preencher todas as linhas.)

Análise N°.	volume da Catex $V1 [cm^3]$	NaOH consumido $V2 [cm^3]$
1		
2	5,00	
3		
Valor aceito $V2$ 4 algarismos significativos		

- P3.3** Usando o valor aceito de $V2$, calcule a capacidade volumétrica para troca iônica $Q_v(H^+)$ em mmol cm^{-3} .

Cálculos:

Se você não conseguir encontrar o valor $Q_v(H^+)$, use $1,40 \text{ mmol cm}^{-3}$ para os cálculos posteriores.

- 2.a** Usando uma proveta, meça $5,00 \text{ cm}^3$ da catex (volume V3). Transfira, quantitativamente, a catex medida para o béquer de 250 cm^3 . Usando uma pipeta, adicione $50,00 \text{ cm}^3$ da sua amostra (volume V4). Agite a mistura ocasionalmente por cerca de 5 minutos. Use o Erlenmeyer como suporte para o funil e para coletar o filtrado. Em seguida, filtre a catex através de um funil de placa porosa (porosidade S1) e lave-a com água deionizada até um pH neutro (verifique com papel de pH). Descarte o filtrado.
- 2.b** Usando água deionizada, transfira quantitativamente a catex do funil para um frasco de titulação.
- 2.c** Adicione 3 a 4 gotas do indicador azul de bromotimol e cerca de 1 g (meia colher) de NaCl sólido e titule a suspensão com a solução padrão de hidróxido de sódio (volume V5), até ocorrer a viragem de amarelo para azul. Repita o experimento se necessário.
- 2.d** Após a titulação, decante e descarte a maior parte da solução aquosa acima da catex, contida no frasco de titulação, e transfira a suspensão para o recipiente rotulado **Waste catex**.
- P3.4** Escreva, no espaço abaixo, as equações para as reações de troca iônica. Íons monovalentes e divalentes devem ser abreviados como M^+ e M^{2+} , respectivamente.





P3.5 Insira, na tabela abaixo, os valores experimentais e o valor aceito da Etapa 2.

(Você não precisa preencher todas as linhas.)

Análise N°.	volume da Catex <i>V3 [cm³]</i>	volume da amostra <i>V4 [cm³]</i>	NaOH consumido <i>V5 [cm³]</i>
1	5,00	50,00	
2			
3			
Valor aceito <i>V5</i> 4 algarismos significativos			

P3.6 Considere que todos os íons em sua solução são íons M^+ . Para o valor aceito de $V5$, calcule a concentração molar de cátions (como concentração molar M^+) em água mineral, $c^*(M^+)$ em mmol dm^{-3} .

Cálculos:

Se você não conseguir encontrar o valor de $c^*(M^+)$, use 35,00 mmol dm^{-3} para os procedimentos posteriores.

Na próxima etapa, você realizará uma análise complexométrica para determinar a concentração de Ca^{2+} e Mg^{2+} combinados (doravante designada como M^{2+}).

3. Pipete 10,00 cm^3 ($V6$) da amostra para o frasco de titulação e adicione cerca de 25 cm^3 de água deionizada. Ajuste o pH adicionando 3 cm^3 da solução tampão. Adicione um pouco do indicador Preto de Eriocromo T (**EBT**, na ponta da espátula) e titule com a solução padrão de EDTA, até a viragem de vinho tinto para azul ($V7$).

P3.7 Insira, na tabela abaixo, os valores experimentais e o valor aceito da Etapa 3.

(Você não precisa preencher todas as linhas.)

Análise N°.	Volume da amostra, <i>V6 [cm³]</i>	EDTA consumido, <i>V7 [cm³]</i>
1	10,00	
2		
3		
Valor aceito <i>V7</i> 4 algarismos significantes		



- P3.8** Para o volume aceito de $V7$, calcule a concentração molar de cátions M^{2+} na água mineral, $c(M^{2+})$ em mmol dm^{-3} .

Cálculos:

Se você não encontrar o valor de $c(M^{2+})$, use $15,00 \text{ mmol dm}^{-3}$ para os cálculos posteriores.

4. Use a Tabela P3.2 no próximo processo de identificação.

- P3.9** Na Tabela P3.2, anote os valores encontrados experimentalmente nas tarefas P3.6 e P3.8 e marque () em todas as linhas que apresentem correspondência aproximada de ($\pm 10\%$) entre os parâmetros $c(M^{2+})$ e $c^*(M^+)$ encontrados e os dados da tabela.

Tabela P3.2

Água mineral		Dados do fornecedor			Comparação com o experimento	
No.	Nome comercial	$c(M^{2+})$ [mmol dm $^{-3}$]	$c(M^+)$ [mmol dm $^{-3}$]	Concentração total equivalente de cátions $c^*(M^+)$ [mmol dm $^{-3}$]	Conformidade para $c(M^{2+})$	Conformidade para $c^*(M^+)$
	Seus valores experimentais		XXX		XXX	XXX
1	Kláštorná	10,30	3,50	24,1		
2	Budišská	7,06	20,63	34,7		
3	Baldovská	13,32	3,91	30,5		
4	Santovka	8,13	17,67	33,9		
5	Slatina	4,35	8,25	16,9		
6	Fatra	3,11	24,32	30,5		
7	Lúbovňanka	10,92	7,70	29,5		
8	Gemerka	14,13	3,70	32,0		
9	Salvator	18,46	10,07	47,0		
10	Brusnianka	11,79	9,03	32,6		
11	Maxia	16,50	5,11	38,1		



P3.10 Com base nos seus resultados, decida qual é a água mineral da sua amostra. Assinale (✓) o(s) número(s) de referência da(s) água(s) mineral(ais).

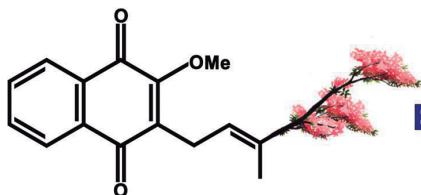
No.		Nome comercial	No.		Nome comercial
1		Kláštorná	7		Ľubovnianka
2		Budišská	8		Gemerka
3		Baldovská	9		Salvator
4		Santovka	10		Brusnianka
5		Slatina	11		Maxia
6		Fatra	12		other

Reagentes e equipamentos repostos

Item ou incidente	Penalidade	Assinatura	
		Estudante	Assistente de Laboratório
	0 pt		



Capítulo 12 Exame Prático



XXIII OIAQ
El Salvador 2018

Del 21 al 28 de octubre

INSTRUÇÕES GERAIS PARA O EXAME PRÁTICO

- Este exame prático contém **25 páginas** para 2 problemas experimentais. A Tabela Periódica dos Elementos encontra-se na última página deste folheto. Não separe as páginas. Durante o exame encontrará 3 páginas em branco que pode utilizar para cálculos adicionais ou outra finalidade que necessite.
- Durante todo o tempo que esteja no laboratório, deve estar equipado com jaleco, luvas e óculos de segurança.
- Deve trabalhar de uma forma segura e respeitosa, conservando o material e a bancada de trabalho limpos. Consulte o instrutor do laboratório se tiver alguma dúvida sobre as normas de segurança.
- Este exame prático tem a duração de 5 horas. Antes de iniciar o seu trabalho experimental, leia cuidadosamente todo o exame prático e verifique os espaços para as respostas. Verifique todo o material que vai utilizar. Você tem 30 minutos para ler o exame e planejar o seu trabalho experimental.
- Inicie a prova quando for dado o sinal respectivo.
- Você dispõe de 4 horas e 30 minutos para realizar a prova e registar os teus resultados nos espaços para isso destinados.
- As medições com as pipetas devem ser feitas usando somente a pera.
- É expressamente proibido comer no laboratório. Você poderá pedir autorização ao instrutor de laboratório para ir ao banheiro ou para beber água.
- Todas as respostas devem ser escritas com caneta (**nunca com lápis**).
- Escreve o seu nome e o seu código de identificação no cabeçalho da primeira folha. Adicionalmente, você receberá um número correlativo que deverá escrever em cada folha do exame.
- Deve usar somente o material que é fornecido e a sua máquina de calcular.





12. No Problema 1, no caso de necessitar de mais reagentes ou a substituição de algum material de vidro deve solicitá-lo ao assistente de laboratório. Cada uma destas solicitações será penalizada com quatro (4) pontos percentuais. **Deves ser muito cuidadoso para manusear os reagentes uma vez que as quantidades fornecidas são suficientes para realizar a prova. No caso da solução de sulfato de zinco poderá solicitar 10 mL adicionais sem penalização.**
13. No Problema 2, **não é permitido solicitar mais reagentes nem mais tubos de ensaio.**
14. Deve escrever todas as tuas respostas nos espaços para isso destinados nos quadros de respostas. **Tudo o que escrever fora dos quadros de respostas ou nas páginas em branco que se encontram no exame, não será avaliado.**
15. Um aviso será anunciado 15 minutos antes de finalizar o tempo previsto para a prova.
16. Quando escutar o sinal de fim de prova deverá parar de trabalhar imediatamente, senão o problema que esteja resolvendo será anulado.
17. Ao concluir o exame, você deve colocar todas as suas folhas no envelope recebido e só deve fechá-lo na presença do assistente de laboratório. Apenas as folhas que se encontram no interior do envelope lacrado serão aceitas para correção.
18. Não se pode abandonar o laboratório sem autorização.
19. **É essencial que entregue o enunciado do exame com o seu nome e código e se assegure que todas as páginas apresentam o seu número correlativo.**

REAGENTES DISPONÍVEIS

#	Reagente	Quantidade
1	2,4-Dinitrofenilhidrazina (2,4-DFH)	3 mL
2	Acetato de Etila (AcOEt)	3 mL
3	Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) 3,0 mol.L ⁻¹	40 mL
4	Água Destilada	100 mL
5	Hidrogenocarbonato de Sódio ($NaHCO_3$)	3 mL
6	Composto 1	3 mL
7	Composto 2	0,3 g
8	Composto 3	3 mL
9	Composto 4	0,3 g
10	Composto 5	3 mL
11	Composto 6	3 mL



12	Difenilamina como indicador (DFA)	2 mL
13	Solução do medicamento X	3 mL
14	Solução do medicamento Y	3 mL
15	Fehling A	3 mL
16	Fehling B	3 mL
17	Ferricianeto de Potássio ($K_3Fe(CN)_6$) 1%.	2 mL
18	Ferrocianeto de Potássio ($K_4Fe(CN)_6$) $2,5 \times 10^{-2}$ mol.L ⁻¹	160 mL
19	Hidróxido de Sódio (NaOH) 10%	
20	Pastilhas de Gluconato de Zinco ($Zn(C_5H_{11}O_5COO)_2$)	3 unidades
21	Permanganato de Potássio ($KMnO_4$)	3 mL
22	Placas para Cromatografia em Camada Delgada	1 unidade
23	Sulfato de Zinco ($ZnSO_4$) $5,0 \times 10^{-2}$ mol.L ⁻¹ ***	90 mL
24	Tricloreto de Ferro ($FeCl_3$)	3 mL
25	Iodo em Iodeto de Potássio (I_2/KI)	

MATERIALES DISPONIBLES

#	Material	Cantidad
1	Bastão de vidro	1
2	Béquer de 100 mL(Banho Maria)	1 sobre a chapa de aquecimento
3	Béquer de 150 mL	1
4	Béquer de 250 mL(Descarte)	1 por bancada
5	Bureta 25 mL	1
6	Tubos Capilares	2
7	Funil de Plástico	1
8	Espátula de Plástico	1
9	Pisseta	1
10	Soporte para tubos de ensaio	1
11	Soporte para tubos de ensaio pequenos(tubos de hemólise)	1
12	Erlenmeyer de 100 mL	3
13	Papel toalha	1 rolo por mesa
14	Pera de 3 válvulas	1
15	Garra para Bureta	1



16	Pipeta Pasteur de Plástico	5
17	Pipeta Volumétrica 25 mL	1
18	Pipeta Volumétrica 5 mL	1
19	Régua	1
20	Suporte Universal	1
21	Tubos de ensaio pequenos (Tubos de hemólise)	24
22	Vidro de Relógio 2.5"	1
23	Etiquetas para rotular tubos	24

EQUIPAMENTOS DISPONÍVEIS

#	Equipamento	Quantidade
1	Câmaras com lâmpada UV	4 no total
2	Chapa de aquecimento	1 por bancada

PROBLEMA PRÁTICO 1 (20,0%)

Determinação da Estequiometria da Reação entre o Sulfato de Zinco ($ZnSO_4$) e o Ferrocianeto de Potássio ($K_4Fe(CN)_6$) e a sua Aplicação na Análise de Comprimidos de Gluconato de Zinco ($Zn(C_5H_{12}O_5COO)_2$)

Relativamente às exportações, segundo estimativas da associação dos Industriais Químico-Farmacêuticos de El Salvador (INQUIFAR), a indústria farmacêutica é o quinto setor mais importante do país. Só no ano passado, esta indústria salvadorenha exportou 139 milhões de dólares (USD).



É por isso que os controles de qualidade que garantem a quantidade de ingrediente ativo presente num medicamento desempenham um papel fundamental.

Nesta prova experimental, você irá determinar o conteúdo de Zn em comprimidos de Gluconato de Zinco por meio de uma titulação. No entanto, deve determinar experimentalmente a estequiometria da reação de titulação antes de proceder à análise dos comprimidos acima mencionados.

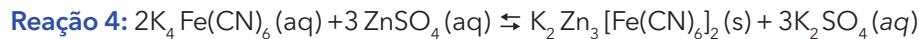
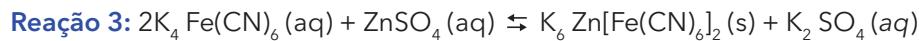
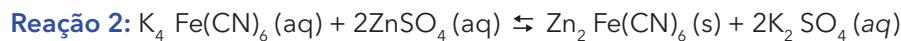
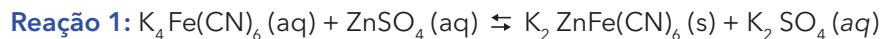


Determinação da Estequiometria da Reação entre o Sulfato de Zinco (ZnSO_4) e o Ferrocianeto de Potássio ($\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$).

Em geral, quando é realizada uma titulação, o objetivo é determinar a concentração desconhecida de uma solução, reagindo-a com outra cuja concentração e estequiometria da reação, é conhecida com exatidão.

Neste experimento, notará que a concentração de ambas as soluções será conhecida, o que permitirá determinar a estequiometria da reação entre o sulfato de zinco e o ferrocianeto de potássio.

A equação química que descreve a reação entre ambas espécies química é uma das seguintes:



A partir dos resultados obtidos experimentalmente, você deve determinar a equação que corresponde à reação química que está sendo realizada.

Prepare o sistema de titulação usando uma bureta de 25,0 mL, à qual deve adicionar a solução de sulfato de zinco (ZnSO_4) $5,0 \times 10^{-2}$ mol.L⁻¹ com a ajuda do funil de plástico. Leve em conta que a agitação durante as titulações será feita manualmente.

Em um Erlenmeyer de 100 mL, adicione 25,00 mL de solução de Ferrocianeto de Potássio ($\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$), $2,5 \times 10^{-2}$ mol.L⁻¹ seguidos de 5,00 mL de Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) 3,0 mol.L⁻¹ (o ácido sulfúrico é o meio reacional). Em seguida adicione 8 gotas de solução de difenilamina como indicador e posteriormente 3 gotas de solução de Ferricianeto de potássio a 1%.

Tenha muito cuidado ao manusear a solução de difenilamina como indicador, já que se encontra dissolvida em ácido sulfúrico concentrado.



Titule a mistura do Erlenmeyer com a solução de sulfato de zinco (ZnSO_4) $5,0 \times 10^{-2}$ mol.L⁻¹. Ao adicionar volume de titulante, você verá uma primeira mudança de cor que vai do amarelo ténue ao azul turquesa, que não deve ser confundido com o ponto final. À medida que a titulação avança, será observado que a solução torna-se leitosa devido à formação de maior quantidade de precipitado. O ponto final será observado quando a solução leitosa mudar para azul (diferente de turquesa).



Execute o procedimento em triplicata. Registre os resultados na tabela abaixo:

Número da titulação	1	2	3	
Leitura inicial na bureta				mL
Leitura final na bureta				mL
Volume de Sulfato de Zinco (ZnSO_4)				mL

1. Volumemédiodesulfatodezinco(ZnSO_4): _____
2. Levando em conta o volume médio de sulfato de zinco (ZnSO_4) gasto para atingir o ponto final ao titular a solução de ferrocianeto de potássio ($\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$), determina a estequiometria que existe na reação de ambas as substâncias. Escreva os cálculos que o permitiram obter o resultado.

3. Marque com um (X) a equação da reação que melhor representa os seus resultados.

Reação 1: Reação 2: Reação 3: Reação 4:

Análise de comprimidos de gluconato de zinco ($\text{Zn}(\text{C}_5\text{H}_{11}\text{O}_5\text{COO})_2$)

Depois de ter determinado a estequiometria que existe entre o sulfato de zinco (ZnSO_4) e o ferrocianeto de potássio ($\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$), você fará a análise dos comprimidos contendo Zn, tendo em conta que este se encontra na forma de gluconato de zinco ($\text{Zn}(\text{C}_5\text{H}_{11}\text{O}_5\text{COO})_2$). Nesta ocasião, você aplicará a estequiometria encontrada na titulação anterior.

- a) Descarte a mistura contida em cada um dos frascos Erlenmeyer que usou anteriormente, onde seu instrutor de laboratório indicar. Em seguida, lave os frascos com sabão e água. Depois de pronto, não se esqueça de fazer uma lavagem final com água destilada. Não se preocupe em secar completamente os frascos, pois as reações que realizará são em meio aquoso. No entanto, é recomendável que os escorra para descartar o excesso de água.
- b) Prepare o sistema de titulação, enchendo uma bureta de 25,0 mL, com solução de sulfato de zinco (ZnSO_4) $5,0 \times 10^{-2}$ mol.L⁻¹ com a ajuda do funil de plástico. Leve em conta que agitação durante as titulações será feita manualmente.



- c) Para um Erlenmeyer de 100 mL, adicionar 25,00 mL de solução de ferrocianeto de potássio ($K_4Fe(CN)_6$), $2,5 \times 10^{-2}$ mol.L⁻¹ seguidos de 5,00 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 3,0 mol.L⁻¹. Em seguida, adicione 8 gotas de solução de difenilamina como indicador e, depois, 3 gotas de solução de ferricianeto de potássio a 1%

Tenha muito cuidado ao manusear a solução de difelamina como indicador, já que se encontra dissolvido em ácido sulfúrico concentrado.



- c) Tome uma das 3 pílulas que estão no seu local de trabalho e adicione-a à mistura que está no Erlenmeyer. Agite o frasco vigorosamente, fazendo movimentos circulares durante, pelo menos 5 minutos. Se o comprimido não estiver completamente dissolvido, pode ajudar a dissolvê-lo com a ajuda do seu bastão de vidro. Não se esqueça que deve lavar o bastão de vidro antes de retirá-lo do Erlenmeyer, para evitar qualquer perda de analito. A seguir, com a ajuda de uma pisseta, arraste qualquer amostra restante que possa permanecer aderida às paredes do frasco devido ao movimento circular realizado
- c) Titule a mistura preparada com a solução de sulfato de zinco ($ZnSO_4$) $5,0 \times 10^{-2}$ mol.L⁻¹.

Realize o procedimento de c) a e) para cada um dos comprimidos na sua bancada. Anote os resultados na tabela que se apresenta a seguir:

Número da titulação	1	2	3	
Leitura inicial na bureta				mL
Leitura final na bureta				mL
Volume de Sulfato de Zinco ($ZnSO_4$)				mL

4. Volumemédiodesulfatodezinco($ZnSO_4$):_____

5. Escreva a reação química ocorrida entre o comprimido de gluconato de zinco $Zn(C_5H_{11}O_5COO)_2$ e o ferrocianeto de potássio ($K_4Fe(CN)_6$).

6. Tendo em conta o volume médio de sulfato de zinco ($ZnSO_4$) gasto até o ponto final da titulação, determine a massa de Zn, em miligramas, presente no comprimido de Gluconato de Zinco ($Zn(C_5H_{11}O_5COO)_2$).



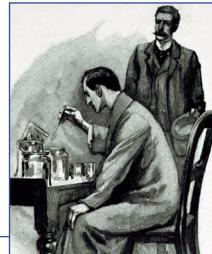


PROBLEMA PRÁTICO 2 (20,0%)

Identificação Química de Compostos Orgânicos

Parte 1

Na sua bancada se encontram seis recipientes numerados de um a seis, contendo os seis compostos orgânicos listados no quadro 1. Neste problema você deverá identificar cada um dos compostos numerados empregando apenas testes químicos simples.



- a) Feniletanona (acetofenona)
- b) Ácido 3-carboxi-3-hidroxipentanodioico (ácido cítrico)
- c) 1,3-dihidroxibenzeno (Resorcinol)
- d) Propanal
- e) Fenilmetanol (álcool benzílico)
- f) Ciclohexanona

Quadro 1: Compostos Orgânicos disponíveis.

Preencha os quadros de teste para cada composto depois de realizar os testes, escrevendo um sinal (+) naqueles em que o teste dá positivo, um sinal (-) naqueles em que o teste dá negativo e deixando em branco os quadros nos quais não considera necessário mais nenhum teste. Na sua bancada você terá disponível a quantidade de tubos de ensaio vazios para realizar apenas quatro testes por composto desconhecido. Você deve realizar apenas os testes estritamente necessários para identificar os compostos. Você deve planejar e seguir uma sequência lógica para identificá-los de forma eficiente, pois não é permitido lavar os tubos de ensaio pequenos (tubos de hemólises) durante a realização da prova. Inicie com o teste de 2,4-dinitrofenilhidrazina para todos os compostos.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Nota: O procedimento seguinte está descrito para os compostos líquidos. No caso dos compostos sólidos você deve substituir as 5 gotas do composto por uma pequena quantidade de sólido, como a ponta de uma espátula.



- **Teste com 2,4-Dinitrofenilhidrazina.**

Use 5 gotas do composto o qual deseja realizar o teste e adicione 5 gotas do reagente 2,4-Dinitrofenilhidrazina (cuidado! O reagente está dissolvido em ácido sulfúrico concentrado). Caso não observe uma reação imediata, aqueça o tubo em banho Maria durante 5 minutos.



- **Teste de Fehling**

Misture em um tubo de ensaio 5 gotas do reagente de Fehling A e 5 gotas do reagente de Fehling B verificando que se produz uma cor intensa. Em seguida, adicione 5 gotas do composto o qual deseja realizar o teste misture cuidadosamente. Caso não observe uma reação imediata, aqueça o tubo em banho Maria durante 10 minutos.

- **Teste do halofórmio**

Use 5 gotas do composto o qual deseja realizar o teste, adicione 5 gotas do reagente I₂/KI e 5 gotas de NaOH de 10%.

- **Teste com permanganato de potássio**

Use 5 gotas do composto o qual deseja realizar o teste e adicione 5 gotas do reagente KMnO₄.

- **Teste com cloreto férrico**

Use 5 gotas do composto o qual deseja realizar o teste e adicione 5 gotas do reagente FeCl₃.

- **Teste com bicarbonato de sódio**

Use 5 gotas do composto o qual deseja realizar o teste e adicione 5 gotas do reagente NaHCO₃.

Preencha os quadros para cada composto:

Composto 1	2,4-DNF	Reagente:	Reagente:	Reagente:

Composto 2	2,4-DNF	Reagente:	Reagente:	Reagente:

Composto 3	2,4-DNF	Reagente:	Reagente:	Reagente:

Composto 4	2,4-DNF	Reagente:	Reagente:	Reagente:

Composto 5	2,4-DNF	Reagente:	Reagente:	Reagente:

Composto 6	2,4-DNF	Reagente:	Reagente:	Reagente:



1. De acordo com os resultados obtidos, escreva as estruturas e os nomes de cada um dos compostos desconhecidos.

Estrutura
Nome:
Composto 1

Estrutura
Nome:
Composto 2

Estrutura
Nome:
Composto 3

Estrutura
Nome:
Composto 4

Estrutura
Nome:
Composto 5

Estrutura
Nome:
Composto 6

2. Escreva a equação da reação (se ocorrer, caso contrário escreva: "não reage") entre o composto presente no composto 1 e o reagente 2,4-dinitrofenilhidrazina.

--

3. Escreva a equação da reação (se ocorrer, caso contrário escreva: "não reage") entre o composto presente no composto 3 e o reagente NaOI.

--

4. Escreva a equação da reação (se ocorrer, caso contrário escreva: "não reage") entre o composto presente no composto 6 com bicarbonato de sódio.

--



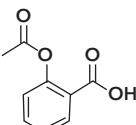
Parte 2

O ácido acetilsalicílico é o princípio ativo da [®]Aspirina, que é um medicamento da família dos analgésicos não esteroides, que atua inibindo a síntese de prostaglandinas, que são os lipídeos responsáveis por regular alguns processos bioquímicos importantes como: a regulação da temperatura do corpo, a pressão sanguínea, a resposta nervosa à dor, entre outras.

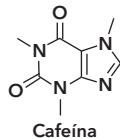
Uma das formas mais utilizadas desse medicamento são os comprimidos, que ademais do princípio ativo utilizam um sólido conhecido como excipiente que usualmente não tem ação farmacológica como o amido ou metilcelulose.

Para dores mais fortes como a enxaqueca, normalmente se usam comprimidos de ácido acetilsalicílico que incluem, também, cafeína como coadjuvante, uma vez que quando combinados apresentam certa sinergia no poder analgésico. A apresentação combinada do ácido acetilsalicílico com cafeína se chama [®]Aspirina Forte.

Nesta parte do problema, você identificará dois medicamentos: [®]Aspirina e [®]Aspirina Forte, separando as substâncias presentes nos mesmos, empregando cromatografia em camada delgada (CCD).



Ácido acetilsalicílico



Cafeína

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Na sua bancada existem dois tubos com soluções etanólicas dos comprimidos de [®]Aspirina e [®]Aspirina Forte, que estão rotulados arbitrariamente como "X" e "Y". Depois de terminar o procedimento experimental, você deverá identificar as soluções de ambos medicamentos.

Na placa de cromatografia em camada delgada (CCD) que lhe foi disponibilizada risque com lápis e régua uma linha aproximadamente a 0,5 cm acima da borda inferior e uma linha aproximadamente a 0,5 cm abaixo da borda superior.

Aplique cuidadosamente com dois tubos capilares diferentes, uma pequena gota de cada uma das soluções "X" e "Y" sobre a linha da placa, como se mostra na figura 1. Espere até que as gotas sequem.

Na cuba cromatográfica (que consiste em um béquer de 150 mL e um vidro de relógio) adicione 3,0 mL de acetato de etila (todo conteúdo do frasco), coloque com cuidado a placa cromatográfica e cubra o béquer com um vidro de relógio, enquanto ocorre a separação (figura 2).

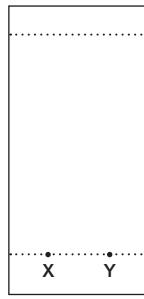


Figura 1: Aplicação das amostras na placa



Retire imediatamente a placa cromatográfica quando a frente do solvente entrar em contato com a linha superior da placa e deixe-a secar.

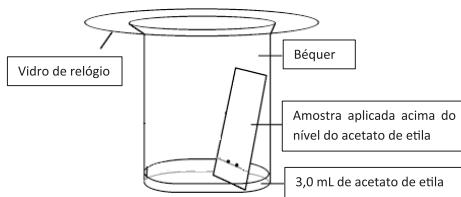


Figura 2.

Forma correta de colocar a placa de CCD na cuba cromatográfica

Uma vez que a placa cromatográfica esteja seca, coloque-a na câmara de revelação UV e marque com um lápis as manchas reveladas. Em sua banca, calcule os Rf das substâncias que foram separadas. Por último, deposite a placa cromatográfica no saco plástico que tem seu código de estudante e entregue ao seu instrutor.

5. Escreva os medicamentos que correspondem a "X" e "Y"

X:

Y:

6. Calcule os Rf das substâncias solúveis em etanol

Ref.:

Composto

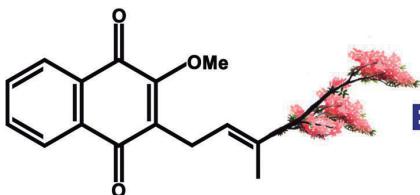
Ref.:

Composto

7. Qual dos compostos solúveis em etanol é o mais polar?



Capítulo 12 Exame teórico



XXIII OIAQ
El Salvador 2018

Del 21 al 28 de octubre

INSTRUÇÕES GERAIS PARA O EXAME PRÁTICO

- Este exame contém **68 páginas** para 6 problemas teóricos e tem a duração de 5:00 horas. A Tabela Periódica dos Elementos encontra-se na última página deste folheto. Não separe as folhas. Durante o exame você encontrará 9 páginas em branco que pode utilizar para cálculos adicionais ou outra finalidade que necessite.
- Inicie a prova somente quando for dado o sinal respectivo.
- Antes de iniciar o seu trabalho, você tem 30 minutos para ler cuidadosamente todo o exame.
- Todas as respostas devem ser escritas com caneta esferográfica (**nunca com lápis**).
- Escreva o seu nome e o seu código de identificação no cabeçalho da primeira folha. Adicionalmente, será atribuído a você um número de identificação que deverá escrever em cada folha do exame.
- Use somente a calculadora que te forneceram. Não é permitido emprestar material durante o decorrer da Prova.
- Você dispõe de 4 horas e 30 minutos para realizar a prova e registrar os seus resultados nos espaços para isso destinados. **Tudo o que você escreverre fora dos quadros de respostas ou nas páginas em branco que se encontram no exame, não será avaliado.**
- Um aviso será dado 15 minutos antes de finalizar o tempo previsto para a prova.
- Quando você escutar o sinal de fim de prova deverá parar de trabalhar imediatamente, senão o problema que está a resolver será anulado.
- Ao concluir o exame, você deve colocar todas as suas folhas no envelope recebido e só deve fechá-lo na presença do professor que fiscaliza a prova. Apenas as folhas que se encontram no interior do envelope lacrado serão aceitas para correção.
- Você não deve sair da sala de exame sem autorização.
- É essencial que você entregue o enunciado do exame com o seu nome e código e que assegure que todas as páginas apresentam o seu número de identificação.**





Constantes, Fórmulas e Equações

Constante de Avogadro	$N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante Molar dos Gases	$R = 82,06 \text{ atm cm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ $R = 1,987 \text{ cal mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ $R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Densidade média do suor humano	$\rho_{\text{suor}} = 1,0035 \text{ g cm}^{-3}$
Constante de Faraday	$F = 96485 \text{ C mol}^{-1}$
Fator de conversão	$1 \text{ L} = 10^6 \mu\text{L}$
Entalpia padrão de ligação (H – O)	$\Delta H^\circ_{298,15K} = 102,3 \text{ kcal mol}^{-1}$
Entalpia padrão de formação: H(g)	$\Delta_f H^\circ_{298,15K} = 52,096 \text{ kcal mol}^{-1}$
Entalpia padrão de formação: O(g)	$\Delta_f H^\circ_{298,15K} = 59,553 \text{ kcal mol}^{-1}$
Pressão atmosférica	$1 \text{ atm} = 1,01325 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$
Valores de constantes de acidez e de solubilidade	$\text{H}_2\text{SO}_4: pK_{a1} = \text{forte} / pK_{a2} = 1,92$ $\text{HNO}_3: pK_a = \text{forte}$ $\text{H}_2\text{CO}_3: pK_{a1} = 6,37 / pK_{a2} = 10,25$ $\text{CaCO}_3: K_{ps} = 4,47 \times 10^{-9}$

Equação dos gases ideais	$PV = nRT$
Equação de Arrhenius	$k = Ae^{-E_a/RT}$
Equação cinética genérica integrada (ordem n)	$\frac{[R]^{-n+1} - [R]_0^{-n+1}}{-n + 1} = kt$
Equação integrada de primeira ordem	$[R] = [R]_0 e^{-kt}$
Conversão de Celsius a Kelvin	$K = (\text{°C} + 273,15\text{°C}) \times (K \text{ °C}^{-1})$
Equação de Van't Hoff	$\ln\left(\frac{K_2}{K_1}\right) = -\frac{\Delta H^\circ}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)$
Energia de Gibbs	$\Delta G^\circ = -RT \ln(K) = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$
Equação de Beer- Lambert	$A = \varepsilon I C$



PROBLEMA TEÓRICO 1 | 10,0%

Acúcares e Aminoácidos

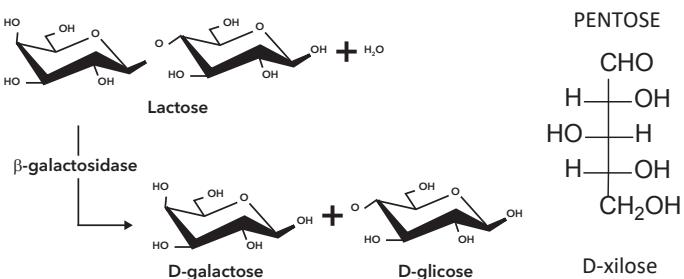


A produção de açúcar em El Salvador converteu-se num factor chave da economia salvadorenha. O cultivo de açúcar está presente em pelo menos 13 dos 14 departamentos em que se divide o País e, segundo a Fundación del Azúcar (FUNDAZUCAR), esta atividade proporciona emprego direto a mais de 50 mil pessoas.

A área de terra em que se cultiva a cana é de aproximadamente 8000 hectares e, atualmente, esta indústria representa 4,2% das exportações e 4% da produção de energia elétrica a nível nacional.

A sacarose (conhecida como açúcar de mesa) é um dissacarídeo composto pelos monossacarídeos D-glucose e D-frutose. Neste problema você trabalhará com outros compostos dissacarídeos e com a síntese de aminoácidos.

Parte 1



As glicosidases (também conhecidas como hidrolases de glicosídeos) são





enzimas que catalisam a hidrólise de ligações covalentes de glicosídeos para gerar glicídeos menores, um exemplo é a lactase, uma enzima do tipo β -galactosidase. A sua ação é fundamental no processo de conversão da lactose (dissacarídeo) nos seus componentes D-glicose e D-galactose.

Um dissacarídeo **X** ($C_{11}H_{20}O_{10}$) é hidrolisado por ação da enzima α -D-glucosidase, obtendo-se a D-glicose e D-pentose. O dissacarídeo **X** não reage com a solução de Fehling e o produto de metilação exaustiva de **X** com sulfato de dimetila em hidróxido de sódio, é o derivado hepta metil éter **Y** que, por hidrólise ácida, produz 2,3,4,6-tetra-O-metil-D-glicose e tri-O-metil pentose **Z**. Ao reagir **Z** com bromo em água obtém-se o ácido 2,3,4-tri-O-metil-D-ribônico (ácido aldônico derivado do epímero (isómero ótico) em relação ao carbono 3 da D-xilose).

- 1.** Apresente as estruturas de **X** (fórmula em perspectiva (projeção) de Haworth), de **Y** (fórmula em perspectiva (projeção) de Haworth) e de **Z** (projeção de Fischer).

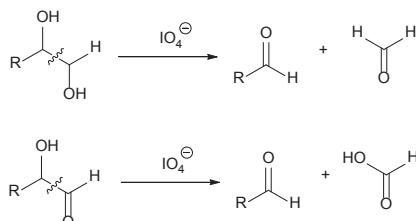
X (perspectiva de Haworth)

Y (perspectiva de Haworth)

Z (projeção de Fischer)

Parte 2

A reação com periodato (IO_4^-), é uma reação oxidativa conhecida por reação de Malaprade, em que a ligação carbono-carbono (C-C) dos monosacarídeos é quebrada na presença do íon (IO_4^-) quando ambos carbonos contêm grupos hidroxila, grupos carbonila ou um grupo hidroxila e um grupo carbonila adjacentes.



A reação de Malaprade do composto metil α -D-glicopiranosídeo produz 1



mol de ácido fórmico e um composto (**A**). Por outro lado, quando um metil glicosídeo (**B**) é tratado da mesma forma que o composto anterior, isto é reagindo com o periodato, é consumido somente 1 mol de ácido e não há formação de ácido fórmico, mas sim do composto (**A**).

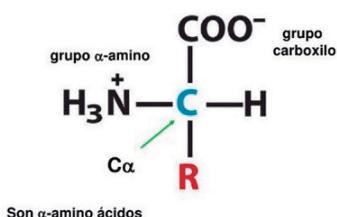
2. Desenhe as estruturas dos compostos (**A**) e (**B**).

Estrutura de **A**

Estrutura de **B**

Parte 3

FORMULA GENERAL DE LOS AMINOACIDOS



Ácido 2-aminoetanoico



Glicina

Atualmente, aceita-se que os primeiros aminoácidos foram sintetizados na Terra a partir de formaldeído, cianeto de hidrogênio, amônia e água, compostos simples presentes na atmosfera primitiva. Uma possível reação envolve uma série de ataques nucleofílicos e de transferência de prótons.

3. Escreva as reações envolvidas na formação da glicina utilizando os compostos mencionados anteriormente.

i.

ii.

iii.



4. Escreva o mecanismo para a reação iii, na qual se obtém como produto final a **glicina**.

PROBLEMA TEÓRICO 2 | 10,0%

Pupusawa, a terra que nos sustenta



A gastronomia popular salvadorenha destaca-se pela sua variedade de sabores, incluindo pratos típicos doces, ácidos, salgados, amargos e pratos com sabores combinados. O prato popular por excelência dos salvadorenhos é "la pupusa", palavra que deriva do pipil *pupusawa*, e que também pode ser designado *popotlax*, conjugação do Náhuatl "popotl" que significa recheado e "tlaxkalli" que significa tortilha. A pupusa é um alimento preparado à mão, a base de milho ou arroz, recheada geralmente de feijão frito, quesillo (um tipo de queijo) e chicharrón (proveniente do porco); a esta combinação se chama *pupusa revuelta*, apesar de a combinação de ingredientes poder variar.

Uma pesquisa salvadorenha da Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas", com o apoio do Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, realizou um levantamento do conteúdo nutricional aproximado dos alimentos elaborados com matérias primas regionais, consumidos pela maioria da população salvadorenha na sua dieta usual e durante as festividades. Esta informação pode ser encontrada na obra publicada "Composición Química de Alimentos Populares en El Salvador". Os dados relacionados à pupusa encontram-se na tabela abaixo:



Nome comum	Composição em 100 g de pupusa a base de milho						
	Valor energético (kcal)	Umidade (%)	Proteína (%)	Gorduras (g)	Fibra crua (g)	Carboidratos totais (g)	Cinzas (g)
Pupusa de chicharrón	245	46,3	10,5	11,0	1,1	30,8	1,4
Pupusa de frijoles	204	49,8	6,3	3,0	1,0	40,0	0,9
Pupusa de queso	189	53,8	11,9	6,1	0,9	26,2	2,0
Pupusa de revueltas	242	48,7	7,9	12,0	1,2	29,8	1,6

O corpo humano obtém energia a partir dos alimentos, metabolizando gorduras, carboidratos e outros nutrientes. Independentemente das condições do ambiente que o rodeia, o corpo humano realiza as suas funções anatômicas e fisiológicas a temperatura constante, pois possui mecanismos termorreguladores e troca constantemente calor com o ambiente. Quando a temperatura corporal sobe, o suor, que é basicamente água, é liberado para o ambiente por evaporação, processo que é resultado da transformação endotérmica de água líquida a vapor de água:



- A quantidade de entalpia trocada nesta reação termorreguladora é 25,74% do valor absoluto ($|\Delta_r H_{298,15K}^\circ|$) de um mol de $\text{H}_2\text{O(g)}$. Utilizando os valores de entalpia da tabela de dados, determine o ΔH da reação de exsudação (evaporação de suor).

Nota: A entalpia de ligação ou entalpia de dissociação de ligação define-se como a energia necessária para que ocorra a ruptura homolítica em fase gasosa. Por exemplo, para uma molécula diatómica:



A massa média de uma pupusa tradicional é de 87,96 gramas. Se uma pessoa ingere 2 pupusas revueltas e 2 pupusas de chicharrón ao jantar, todas à base de milho e não se armazena nenhuma energia no seu corpo, estime o volume de água que teria que ser perdido na forma de suor a fim de manter



constante a sua temperatura corporal. (Se não conseguiu obter o valor de $(\Delta H_{exsudação})$, utilize o valor de 10,0 kcal mol⁻¹).

As pupusas são um prato de baixo custo de preparação, mas que requer certos conhecimentos para que possua um sabor único, pelo que se complementa com molho de tomate e um “curtido” de repolho para acentuar o seu sabor. O “curtido” é um preparado à base de vinagre que contém repolho, cenoura, cebola, pimentão a gosto e condimentos.

Submeteu-se 1 L de extrato de “curtido” a separação cromatográfica por coluna, obtendo-se água em sua maioria, 55 cm³ de ácido acético e 3,25 cm³ de um composto líquido desconhecido com densidade de 0,789 g cm⁻³. Para identificá-lo realizou-se uma experiência onde o composto desconhecido foi colocado num dispositivo de válvula com capacidade de 115,0 cm³ o qual é submetido a um banho à temperatura constante de 85°C. O sistema encontrava-se inicialmente aberto sob pressão exterior de 0,962 atm. Observou-se que a substância entrou em ebulição a 77°C; a válvula é fechada quando se alcança o equilíbrio com as vizinhanças e se deixa resfriar até à temperatura ambiente. O sistema sem o composto líquido pesava 145,2335 g, o sistema fechado ao finalizar o procedimento pesou 145,4069 g à temperatura ambiente. Os compostos possíveis por conta da origem do “curtido” são:

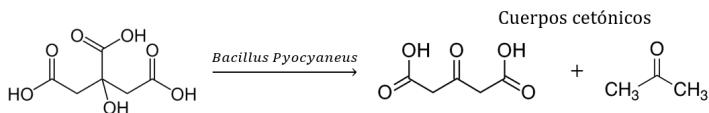
Fórmula	CH ₄ O	C ₂ H ₆ O	C ₂ H ₄ O	CH ₂ O	C ₃ H ₆ O
Nome IUPAC	Metanol	Etanol	Etanal	Metanal	Propanona

3. Assumindo condições ideais determine a identidade do líquido desconhecido.

Define-se como vida útil de um alimento o período em que ele mantém as suas características sensoriais e de segurança aceitáveis para o consumidor. No prato de pupusa, o molho de tomate (acompanhante) é o componente que tem um tempo de vida útil menor; para estender este período utiliza-se como conservante o ácido cítrico, que à temperatura ambiente fermenta em meio nutritivo na presença da bactéria *Pseudomonas aeruginosa* (*Bacillus pyocyanus*). Esta transforma o ácido cítrico em corpos cetônicos (ácido



3-oxoglutárico e acetona) fáceis de rastrear quimicamente; uma equação qualitativa da reação é:



Registaram-se as porcentagens de “corpos cetônicos” em diferentes intervalos de tempo, em relação à concentração inicial de 0,02 mol L⁻¹, de uma solução nutritiva de ácido cítrico em molho de tomate.

Tempo de incubação / horas	4	13	19	27	55	72
Porcentagem de conversão do ácido cítrico em corpos cetônicos	24	57	71	82	97	99

Com os dados anteriores, determine a ordem da cinética de degradação (na forma $r=k[R]^n$) do ácido cítrico como conservante do molho de tomate à temperatura ambiente (25 °C) pelo método de Powell, supondo uma relação 1:1 de corpos cetônicos:ácido cítrico.

(Nota: Não use o tempo zero ao traçar o gráfico e trabalhe em horas. Utilize a transparência)

No método de Powell o parâmetro do eixo “x”, $\log_{10} \phi$, é definido como $\log_{10}(k[R]_0^{n-1}t)$. Uma vez que os dados experimentais são representados por $\log_{10}t$, o gráfico experimental difere do gráfico universal (presente na transparência) por um valor constante de $\log_{10}(k[R]_0^{n-1}t)$. Isso implica que para fazer coincidir os gráficos deve-se deslocar arbitrariamente a representação universal para esquerda ou para direita, enquanto os eixos “x” se mantêm sobrepostos e os eixos “y” permanecem paralelos.

Espaço de cálculos e/ou deduções.

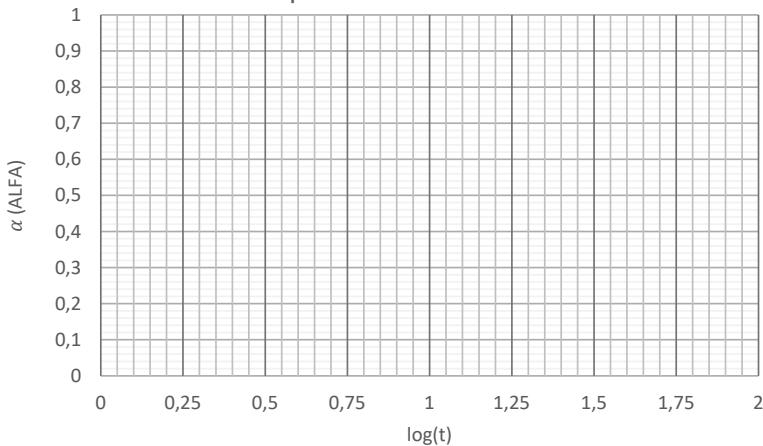
Complete:

Tempo / horas	4	13	19	27	55	72
Concentração de ácido cítrico / mol L ⁻¹						
$\log_{10}t$	4	13	19	27	55	72
$\alpha / ([R]/[R]_0)$						

Localize os pontos:



Gráfico experimental de Powell



5. Comprovou-se que quando 55% da concentração do conservante é consumida, o molho de tomate é acidificado de tal maneira que o seu prazo de validade é considerado terminado.

Estime o prazo de validade do molho de tomate quando é refrigerado a 5 °C com uma concentração inicial de conservante de 0,02 mol L⁻¹, considerando que para cada 10 °C de aumento de temperatura, a constante de velocidade duplica. O valor da constante de velocidade (a 25 °C) da degradação pelo conservante, de acordo com os dados anteriores, é de 0,0636 (as unidades são aquelas correspondentes à ordem de reação encontrada).

Nota: Se não conseguiu encontrar a ordem de degradação do conservante, escolha uma ordem de reação.



PROBLEMA TEÓRICO 3 | 10,0%

El Salvador é Terra de Vulcões I: Parque dos Vulcões



O Parque Nacional dos Vulcões de El Salvador conta com uma extensão de 4500 hectares, entre terras estatais, municipais e privadas que são administradas pelo Ministério do Meio Ambiente e Recursos Naturais; inclui os Vulcões de Santa Ana, Izalco e o lago de Coatepeque. Tanto o lago de Coatepeque como os Vulcões de Santa Ana e Izalco apresentam atividade vulcânica e fumarólica.

Os gases vulcânicos emitidos pelo complexo anteriormente citado são principalmente vapor de água (H_2O), dióxido de carbono (CO_2) e dióxido de enxofre (SO_2). Os gases são liberados através de fumarolas ou na forma difusa através do solo.

As emissões do vulcão de Santa Ana são compostas maioritariamente de vapor de água; muitas vezes emite dióxido de enxofre (SO_2) com fluxos compreendidos entre 130 e 390 toneladas por dia. Além disso, nos últimos 25 anos foram relatados três períodos de intensa desgaseificação (durante os anos 1992, 2000 e 2004), onde as emissões de SO_2 alcançaram as 600 toneladas por dia.

O Grupo de Pesquisa em Vulcanologia da Universidade de El Salvador (GIV-UES) faz medições periodicamente nos principais parâmetros associados à atividade vulcânica na zona do Parque Nacional dos Vulcões.

Um dos principais gases de origem vulcânica que os membros do GIV-UES medem é o SO_2 , para o qual um fluxo de $2,5 \text{ L min}^{-1}$ da mistura de gases é passada através de uma solução de hidróxido de sódio durante um período total de 59 min. O SO_2 da mistura fica retido na forma de ânion sulfito de acordo com a seguinte equação:





Depois da acidificação com HCl, a solução de sulfito foi titulada com 5,15 mL de solução de KIO₃ $3,00 \times 10^{-3}$ mol L⁻¹. Os pares redox envolvidos são I₂⁻/ICl₂⁻ e SO₄²⁻/SO₃²⁻.

1. Escreva a equação química balanceada.

2. Considere que a densidade da mistura é 1,2 g L⁻¹ e calcule a concentração de SO₂ em ppm (mg kg⁻¹ de mistura gasosa).

Concentração de SO₂ em mg kg⁻¹

Por vezes a concentração de SO₂ pode ser determinada borbulhando-se a amostra, proveniente das fumarolas, por uma solução com peróxido de hidrogênio. A oxidação do SO₂ pelo peróxido de hidrogênio produz ácido sulfúrico, cuja concentração se determina por titulação com hidróxido de sódio, utilizando fenolf taleína como indicador.

3. Para uma determinada amostra, fez-se borbulhar um fluxo de gás a 1,25 L min⁻¹ proveniente das fumarolas durante 60 min e gastaram-se 10,10 mL de NaOH $2,44 \times 10^{-2}$ mol L⁻¹ para alcançar o ponto final. Calcule a concentração de SO₂ (em $\mu\text{L L}^{-1}$ de gás fumarólico) na amostra. Considere que a densidade do SO₂ é de 2,86 g L⁻¹ à temperatura da amostra.

Concentração de SO₂ em $\mu\text{L L}^{-1}$

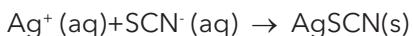
Como mencionado anteriormente, o lago de Coatepeque faz parte do Parque dos Vulcões. A caldeira de Coatepeque está situada junto do complexo vulcânico de Santa Ana e o seu nome significa na língua Nahuat "Colina das serpentes". Tem uma extensão de 25,3 quilometros quadrados e uma profundidade máxima de 115 metros.

Nos terrenos adjacentes encontram-se as plantações de café, onde os pesticidas são usados para proteger as plantações e produzir boas colheitas. Suspeita-se que alguns desses pesticidas contenham arsênio que, por escoamento, é lavado para as águas dos lagos.

Para verificar se um pesticida específico constitui uma fonte de contaminação de arsênio, uma amostra de 1,01 g de pesticida foi recolhida e o arsê-



nio presente na amostra, convertido em H_3AsO_4 , por tratamento adequado. Posteriormente neutraliza-se o ácido e adiciona-se exatamente 40,00 mL de AgNO_3 $6,22 \times 10^{-2}$ mol L $^{-1}$ para precipitar quantitativamente o arsénio sob a forma de Ag_3AsO_4 . O excesso de Ag^+ presente no filtrado e nas águas de lavagem do precipitado são titulados com 10,80 mL de KSCN 0,10 mol L $^{-1}$. A equação que representa a reação da titulação é:



4. Calcule a porcentagem de arsênio, expressa como As_2O_3 , presente na amostra de pesticida escrevendo as equações químicas envolvidas nesses cálculos.

Percentagem de As_2O_3 na amostra

Em outubro de 2005, devido à atividade do vulcão de Santa Ana, houve uma erupção que ejetou toneladas de cinzas e rochas, causando o aparecimento de chuvas ácidas nas áreas ao redor do vulcão.

A chuva ácida (água com pH entre 3,5 e 5,5) possui quantidades variáveis de ácido sulfúrico e ácido nítrico dissolvidos (juntamente com pequenas quantidades de CO₂ dissolvido). Ambos os ácidos formam-se pela oxidação do dióxido de enxofre e do dióxido de nitrogênio pelo ozônio ou oxigênio atmosférico (catalisado por aerossóis) e sua posterior dissolução em água, cujo pH é inferior ao pH normal da água, que é de aproximadamente de 6,5.

5. Determine o valor de pH em uma gota de água que possui uma concentração de ácido sulfúrico de $1,00 \times 10^{-4}$ mol L $^{-1}$, ácido nítrico $5,00 \times 10^{-5}$ mol L $^{-1}$ e CO₂ dissolvido de $3,00 \times 10^{-3}$ mol L $^{-1}$.

pH da gota de água

A chuva ácida é capaz de modificar o pH dos lagos, afetando consideravelmente os componentes iônicos destes. Isto pode influenciar a solubilidade das espécies químicas que fazem parte dos sedimentos e os equilíbrios iônicos presentes no referido ecossistema marinho.

6. Suponha que o lago Coatepeque foi atingido por quantidades consideráveis de água provenientes da chuva ácida e o seu pH diminuiu para um valor de 5,8. Determine a solubilidade (em g L $^{-1}$) do carbonato de cálcio presente nos sedimentos do lago de Coatepeque neste pH, assu-



mindo que não há presença de outros íons que influenciem o equilíbrio da solubilidade do carbonato de cálcio.

Solubilidade de CaCO₃ em g L⁻¹

PROBLEMA TEÓRICO 4 | 10,0%

El Salvador é Terra de Vulcões II: Vulcão de Izalco



Parte 1

O vulcão de Izalco é um dos mais jovens vulcões de El Salvador e um dos mais jovens do continente americano. Durante o período de 1966 a 1988, descobriu-se nas fumarolas (fissura ou greta em um terreno vulcânico de onde saem os vapores) do vulcão Izalco uma série de elementos que formam compostos inorgânicos únicos. O composto **A** desperta a curiosidade por ser o mesmo composto usado industrialmente como catalisador. **A** é composto pelo metal vanádio e oxigênio.

1. O composto **A** é submetido a uma eletrólise por 20 min a 100 mA depositando 0,317 g de vanádio metálico em um dos eletrodos. Qual o número de oxidação do vanádio no composto **A**? Qual é o composto **A**? Mostre seus cálculos.

A	Número de oxidação do vanádio



Nota: A partir de agora, em todos os compostos que contenham vanádio, utilize o número de oxidação de vanádio que encontrou para o composto A

Uma possível explicação para a presença do metal vanádio indica que esse metal, presente dentro da cratera, reage com as correntes de flúor gasoso, F₂, formando o composto volátil **F**. Esse composto volátil sobe até a superfície da fumarola e se hidrolisa com o vapor de água para formar, como únicos produtos, o composto **A** e fluoreto de hidrogênio, HF.

- 2.** Escreva as equações químicas que indiquem a síntese do composto **F** e sua posterior hidrólise para formar o composto **A**.

Síntese de **F**

Hidrólise de **F**

Os minerais únicos foram analisados por captura de nêutrons; um processo onde os núcleos estáveis da amostra absorvem um nêutron para gerar núcleos instáveis que decaem naturalmente, liberando energias características que são utilizadas na identificação dos elementos. Através dessa análise se confirmou a presença de vanádio e se descobriu a presença dos metais **Y** e **W**.

O isótopo de maior abundância do metal **Y** captura um nêutron com liberação de energia gama e então de um decaimento beta negativo, formando um dos isótopos naturais mais abundantes, **Z**. A nucleossíntese do isótopo **Z** é produto da união de um núcleo de Ca-40 com seis partículas alfa e dois decaimentos beta positivos (pósitron) posteriores.

- 3.** Escreva as reações nucleares da nucleossíntese de **Z**.

Z

- 4.** Escreva as reações nucleares envolvidas na identificação de **Y** por ativação de nêutrons.

Y

O metal **W** possui diversos tipos de organização cristalina em diferentes temperaturas: à temperatura ambiente, apresenta uma forma cúbica de corpo centrado ($\rho = 7,882 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$); enquanto que em temperaturas acima dos 900 °C, apresenta uma forma cúbica de face centrada ($\rho = 8,591 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$). A mudança da temperatura ambiente para uma superior a 900°C, gera uma





expansão do volume da célula unitária de 83,49%, em relação ao volume inicial.

5. Identifique o metal **W**; sabendo que, para a distribuição cúbica de corpo centrado, o parâmetro de cela é $a_0 = 0,2866\text{ nm}$.

W

Parte 2

Os compostos **B** e **C** também presentes nas fumarolas do vulcão apresentam propriedades magnéticas únicas. Para sua identificação, realiza-se uma análise por microssonda eletrônica. Os resultados são apresentados na tabela a seguir:

Compostos	Concentração (% Massa / Massa)		
	A	H*	I**
B	49,44	21,62	28,94
C	53,34	46,66	0,00

***A** é o mesmo composto de vanádio da parte I.

****H** é o óxido mais estável do metal cobre presente na natureza.

*****I** é o óxido mais estável do metal ferro presente na natureza.

6. Determine a fórmula empírica dos compostos **B** e **C**.

Determine a fórmula empírica dos compostos **B** e **C**.

B

C



7. Desenhe as fórmulas estruturais correspondentes aos ânions dos compostos **B** e **C** (ambos são oxoânions do metal vanádio). Não se esqueça de incluir a geometria em cada uma das fórmulas solicitadas.

Oxoânião de B	Oxoânião de C
----------------------	----------------------

Os minerais encontrados possuem propriedades eletromagnéticas que na atualidade são motivo de pesquisa. Por exemplo o $\text{Cu}_3(\text{VO}_4)_2$ pode formar uma bateria reversível com Li; a qual, durante seu processo de descarga, gera uma reação de óxido-redução de intercâmbio catiônico entre Li e o cátion do composto $\text{Cu}_3(\text{VO}_4)_2$.

8. Escreva a reação de descarga da bateria Li- $\text{Cu}_3(\text{VO}_4)_2$.

9. Identifique o cátodo e o ânodo para os processos de carga da bateria Li- $\text{Cu}_3(\text{VO}_4)_2$.

Carga. Li- $\text{Cu}_3(\text{VO}_4)_2$	
Cátodo	Ânodo

10. Determine a massa ativa ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) da bateria Li- $\text{Cu}_3(\text{VO}_4)_2$; a qual se define como a massa envolvida na transferência de 1 mol de elétrons entre os eletrodos.

Massa Ativa





PROBLEMA TEÓRICO 5 | 10,0%

Química Orgânica de Medicamentos e Drogas

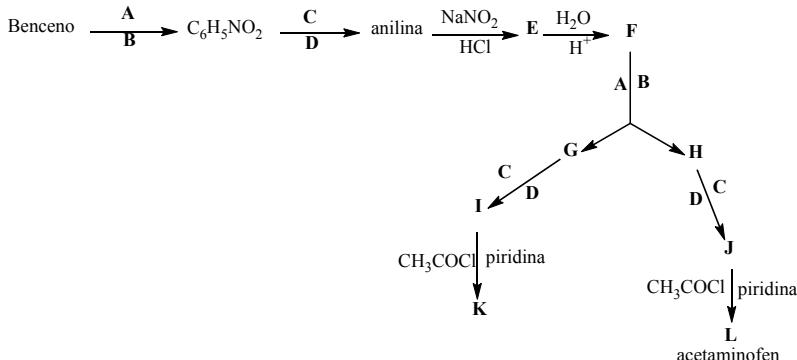


Uma das aplicações mais importantes da Química Orgânica é a síntese de fármacos que permitem aliviar diversas doenças que podem fazer o nosso organismo sofrer. Da mesma maneira, pode-se sintetizar substâncias nocivas para nossa saúde e que em muitas ocasiões podem levar a dependência. Neste problema, ambos os tipos de substâncias estarão envolvidos.

Parte 1

O paracetamol (acetaminofeno) com propriedades analgésicas e antipiréticas, derivado da acetanilida, é um fármaco muito utilizado há várias décadas e sua fórmula molecular é $C_8H_9NO_2$.

O composto mencionado pode ser sintetizado a partir do benzeno, seguindo o esquema apresentado a seguir:





1. Desenhe as estruturas dos compostos orgânicos e as fórmulas para as espécies químicas inorgânicas em A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K e a do acetaminofeno.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

Acetaminofeno

2. Calcule o grau de insaturação do acetaminofeno

3. Sublinhe a resposta correta para cada uma das seguintes perguntas:

I. A reação em que **E** participa para formar **F** se chama

- a) Substituição aromática eletrofílica
- b) Adição eletrofílica
- c) Hidrólise
- d) Substituição nucleofílica

II. O nome do mecanismo da reação que forma **G** e **H** a partir de é:

- a) Substituição nucleofílica
- b) Substituição aromática eletrofílica
- c) Substituição eletrofílica
- d) Hidrólise

III. A reação que acontece quando **I** se converte em **K** é chamada de:

- a) Hidrólise
- b) Substituição aromática eletrofílica
- c) Diazotização
- d) Substituição nucleofílica





IV. A reação da anilina com NaNO_2/HCl é conhecida com o nome de:

- a) Aaminação redutiva
 - B) Substituição aromática eletrofílica
 - C) Hidrólise
 - D) Diazotização
- 4.** Escreva o mecanismo da formação dos intermediários da reação de obtenção dos produtos **G** e **H** e faça um círculo no intermediário mais estável, que justifica a formação de apenas dois produtos principais disubstituídos (**G** e **H**) da reação de **F** com **A** e **B**, dentre três possíveis.

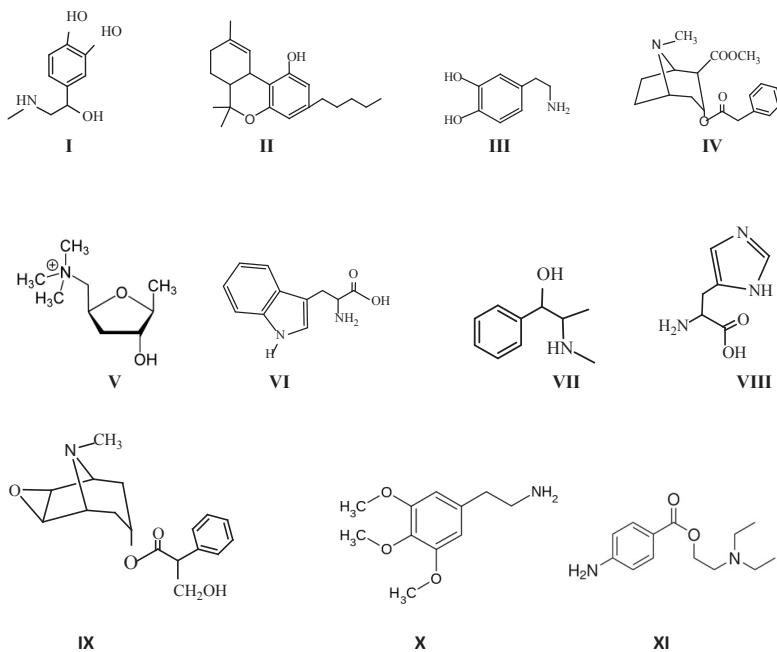
- 5.** Escreva o mecanismo para a formação do produto principal **M**, da reação entre o acetaminofeno e o 2-metil-1-clorobutano na presença de AlCl_3 .

- 6.** Ao reagir o acetaminofeno com o 2-metil-1-clorobutano na presença de AlCl_3 , adicionalmente ao produto "**M**", também se forma seu isômero "**N**". Quando "**K**" é submetido à mesma reação, pode formar quatro produtos "**O**", "**P**", "**Q**" e "**R**". Desenhe as estruturas dos produtos **N**, **O**, **P**, **Q** e **R**.

Parte 2

Cinco das estruturas apresentadas a seguir correspondem a:

- a) Dopamina b) Efedrina c) Cocaína d) Epinefrina e) Triptofano



7. Escreva o número romano da estrutura correspondentes a cada uma das cinco substâncias levando em consideração as seguintes afirmações:

Informação	Estrutura
Dopamina: reage com NaOH, com anidrido acético forma uma amida N-substituída e sua estrutura não contém carbonos quirais (assimétricos).	
Efedrina: reage com $KMnO_4$, com anidrido acético forma uma amida N, N-disubstituída e sua estrutura contém dois carbonos quirais (assimétricos).	
Cocaína: Apresenta reações de hidrólise, não sofre adição de H ₂ O em meio ácido, tem 4 carbonos quirais (assimétricos).	
Epinefrina: reage com $K_2Cr_2O_7$ e calor, com cloreto de acetila forma uma amida N, N-disubstituída. A epinefrina tem um carbono quiral (assimétrico).	
Triptofano: apresenta um comportamento anfótero, pode formar amidas e ésteres, possui um número de insaturações igual a sete e possui um carbono quiral (assimétrico).	





8. Assinale com um asterisco em cada uma das cinco estruturas os carbonos quirais (assimétricos) e escreva a estrutura enantiômeros para a epinefrina e efedrina, indicando a configuração (R) ou (S) de seus carbonos quirais (assimétricos).

Enantiômeros epinefrina

Enantiômeros epinefrina

9. Quantos estereoisômeros têm cada um dos seguintes compostos?

Dopamina:

Efedrina:

Epinefrina:

Triptofano:

10. Escreva as equações químicas das reações que são pedidas a seguir:

a) Reação da dopamina com anidrido acético.

b) Reação da efedrina com KMnO_4 .



c) Reação de hidrólise da cocaína

d) Reação da epinefrina com cloreto de acetila.

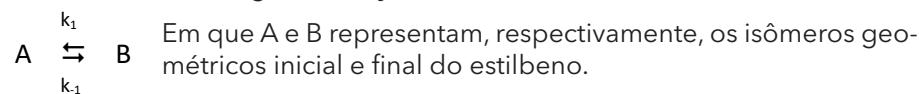
e) Esterificação do triptofano com etanol e ácido sulfúrico

PROBLEMA TEÓRICO 6 | 10,0%

Experimentos com Estilbeno



O estilbeno é um hidrocarboneto aromático que existe em duas formas isoméricas, *cis* e *trans*, cuja fórmula molecular é $C_{14}H_{12}$ e é capaz de descolorir água de bromo em tetracloreto de carbono. Certo dia no laboratório, Andrea, uma jovem técnica em química salvadorenha, tinha em sua posse uma amostra de estilbeno de concentração $0,100 \text{ mol L}^{-1}$ da qual não conhecia a forma isomérica. Esta amostra foi submetida a uma isomerização a 280°C utilizando benzeno como solvente, até que se alcançou o equilíbrio de acordo com a seguinte reação:





Mediante o experimento comprovou-se que a lei cinética que rege a relação da concentração do estilbeno na amostra com o tempo obedece à seguinte equação matemática:

$$[A]_t = \frac{[A]_0}{8,00 \times 10^{-5}} (k_{-1} + k_1 e^{-8,00 \times 10^{-5} t})$$

Em que $[A]_0$ e $[A]_t$ são, respectivamente, as concentrações de estilbeno inicial e depois de transcorrido um tempo "t" em segundos.

k_1 e k_{-1} representam as constantes de velocidade da reação direta e da reação inversa respectivamente.

Durante o experimento também se registrou as concentrações de estilbeno produzido ao longo do tempo de acordo com a seguinte tabela.

Tempo/min	Concentração /(mol L ⁻¹)
10	0,0961
200	0,0488
400	0,0292

1. Encontre os valores de k_1 e k_{-1} com suas respectivas unidades

$k_1 =$	$k_{-1} =$
---------	------------

2. Se as leis cinéticas relativas tanto à reação direta quanto à reação inversa são de ordem 1, determine o valor da constante de equilíbrio durante a isomerização (caso não tenha encontrado no item anterior considere que $k_1 = 7 \times 10^{-5}$ e $k_{-1} = 1 \times 10^{-5}$)

$k =$

3. Com base nos resultados obtidos anteriormente, escreva a reação química de isomerização do estilbeno desenhando cada estrutura com a representação da respectiva isomeria geométrica e nomes IUPAC. (caso não tenha calculado no item 2 considere $K=6$)

--



4. Encontre as concentrações de ambas as espécies em equilíbrio (caso não tenha calculado no item 2 considere K=6)

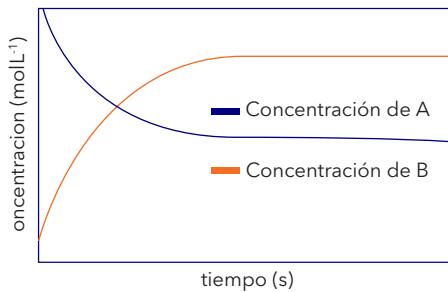
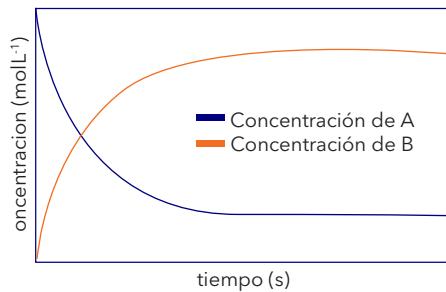
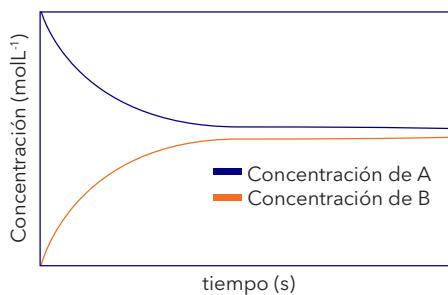
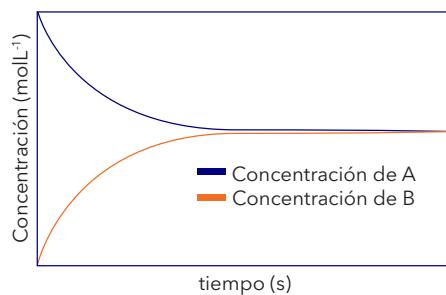
Além deste experimento, Andrea determinou o valor da constante de equilíbrio da reação em duas temperaturas diferentes utilizando um catalisador de iodo e uma mistura de t-butilbenzeno com benzeno como solvente. Os resultados obtidos por ela são apresentados na tabela à direita.

T / °C	K _{eq}
30,0	1086,96
60,0	617,28

5. Determine o valor de ΔH° e ΔS° supondo que estes se mantêm constantes neste intervalo de temperatura.

$\Delta H^\circ =$	$\Delta S^\circ =$
--------------------	--------------------

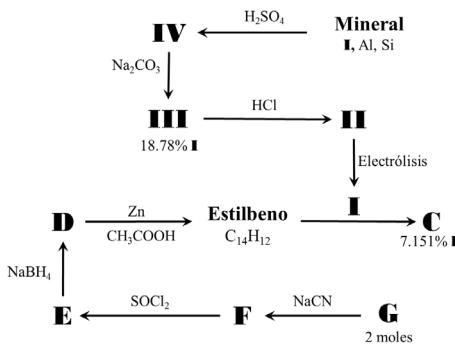
6. Marque com um "xis" (X) o gráfico correspondente ao processo de isomerização do estilbeno.





Andrea também descobriu que o estilbeno pode ser utilizado para a determinação quantitativa de pesticidas halogenados ao sintetizar um composto organometálico derivado dele. Para isso, propôs a seguinte rota sintética:

O composto organometálico **C** (resultado da reação entre o estilbeno e o metal **I**) é utilizado para reações de transferência de elétrons como a desalogação redutiva de herbicidas. O esquema de reações para a síntese do metal **I** e o estilbeno é apresentado a seguir:



O mineral é um silicato de **I** e alumínio. O procedimento de extração do metal **I**, é dado por uma dissolução do mineral em H_2SO_4 seguida de reação com Na_2CO_3 para separar o silício e o alumínio do composto **III** (que contém 18,78% do metal **I**) na forma de SiO_2 e Al(OH)_3 , respectivamente. Posteriormente, **III** é convertido e purificado em **II** para ser fundido e reduzido eletroquimicamente ao metal **I**.

7. Identifique e escreva o nome IUPAC dos compostos **IV**, **III**, **II** e do metal **I**.

I
II
III
IV

A síntese do estilbeno parte da reação de dimerização de **G**, para produzir o composto **F**; este produto reage com SOCl_2 para formar **E**, um composto com um total de nove insaturações; o composto (**E**) é submetido a uma redução com NaBH_4 resultando em **D** e a redução de **D** con Zn em CH_3COOH gera o estilbeno.



8. Desenhe as estruturas dos compostos **C**, **D**, **E**, **F** e **G**. Não haverá penalização pela estereoquímica incorreta dos compostos.

C

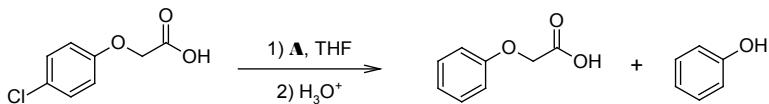
D

E

F

G

Andrea avaliou a desalogação redutiva de **A** com o ácido 4-clorofenoxyacético (4-CPA) em THF por 12h. Os produtos da reação são representados por meio da seguinte equação química:



0,4 g de 4-CPA (186,59 g mol⁻¹) em 10 mL de THF são resfriados a 0 °C e são adicionados 2 mmol de **A**. A mistura é agitada vigorosamente em temperatura ambiente por 12 h. Posteriormente, a reação é interrompida com a adição lenta de 15 mL de água. A mistura é diluída a um volume final de 250 mL com a adição de água e 1 mL da solução resultante é utilizado para análise. A concentração do fenol é medida fazendo-o reagir com aminoantipirina para formar um composto colorido, de absorvidade molar $\varepsilon = 2393 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$, o qual é extraído em 25 mL de clorofórmio. A absorbância obtida, em uma cubeta com um caminho óptico $l = 1 \text{ cm}$ e a 460 nm, é de 0,329.

9. Determine a porcentagem de fenol formado na reação.

Porcentagem de fenol



Capítulo 12 Destaques Olímpicos

Um ano de muito brilho para a química brasileira, em dois certames científicos internacionais, para estudantes do ensino médio, os quatro representantes do Brasil conquistaram oito medalhas: quatro ouros, duas pratas e duas bronze. Um feito extraordinário porquanto, pela primeira vez, conquistou-se medalhas de ouro International Chemistry Olympiad. O agraciados foram Vinícius Armelin e Ivna Gomes que subiram no pódium dos medalhistas de ouro na premiação ocorrida na cidade de Praga. Nessa olimpíada, João Victor Pimentel e Orisvaldo Salviano foram agraciados com medalhas de prata e bronze, respectivamente. As outras quatro medalhas, a equipe brasileira conquistou em El Salvador, na Olimpíada Ibero-americana de Química. Foram duas medalhas de ouro para Vinícius e Orisvaldo, uma medalha de prata para João Victor e uma medalha de bronze para Ivna.



Vinícius, medalha de ouro na IChO, medalha de ouro na OIAQ



Ivna, medalha de ouro na IChO, medalha de bronze na OIAQ



Orisvaldo, medalha de ouro na OIAQ, medalha de bronze na IChO



João Victor, medalha de prata na IChO, medalha de prata na OIAQ



Mulheres na Química

Com o objetivo de estimular a participação feminina nas Olimpíadas de Química instituímos um troféu para homenagear e deixar gravado o nome das mais destacadas estudantes em cada edição anual do Programa Nacional Olimpíadas de Química.

Trata-se do Prêmio Dow constituído pelo troféu Blanka Wladislaw e medalhas de ouro Mulheres na Química. As medalhas trazem a imagem da Dra. Blanca, ex-pesquisadora do Instituto de Química da USP que deixou importante legado para a química brasileira. O troféu de base pentagonal, como os demais deste projeto, possui espaços para gravação dos nomes dos homenageados.

Anualmente, seis nomes serão gravados no troféu escolhidos dentre as meninas mais bem classificadas em cada um dos certames do Programa Nacional Olimpíadas de Química: Olimpíada Norte/Nordeste de Química, Olimpíada Brasileira de Química Júnior, Olimpíada Brasileira de Química Modalidade A, Olimpíada Brasileira de Química Modalidade B, Olimpíada Brasileira do ensino Superior de Química, a lista fica finalizada com o nome da menina de escola pública que alcançou maior destaque.

Em 2018, a lista ficou assim constituída

Olimpíada Norte/Nordeste de Química

Eliane de Sá Cavalcante Pachêco Neta - Farias Brito - Fortaleza

Olimpíada Brasileira de Química Júnior

Marina Malta Nogueira - Colégio de Aplicação da UFPE - Recife

Olimpíada Brasileira de Química Modalidade A

Júlia Stancioli Paiva - Bernoulli - Belo Horizonte

Olimpíada Brasileira de Química Modalidade B

Ivna de Lima Ferreira Gomes - Farias Brito - Fortaleza

Olimpíada Brasileira do Ensino Superior de Química

Elena Iraê Almeida Hummel Pimenta Santos - IQ UNICAMP - São Paulo

Destaque de Escola Pública

Ana Júlia Limberger Nedel - E E E F Afonso Pena - Frederico Westphalen





Destaques de Escolas Públicas

Estudantes de escolas públicas foram os que mais se destacaram na Olimpíada Brasileira de Química Júnior deste ano, todos eles medalhados. Nesta edição de 2018, tivemos a grata satisfação de anunciar um estudante de escola pública no lugar mais elevado do pódium da OBQ Júnior. Trata-se de Samuel William Silva Almeida, aluno da Escola Municipal Antilhon Ribeiro Soares, em Teresina, ganhador do ouro absoluto nesse certame. Duas outras medalhas de ouro foram concedidas, sendo uma delas conquistada por uma estudante de escola pública, a jovem Marina Malta Nogueira, do Colégio de Aplicação da UFPE, a qual teve seu nome gravado no troféu Blanka Wladislaw que perpetua o nome de mulheres que se destacam nas olimpíadas de química. No troféu que homenageia valorosos alunos das escolas públicas foram gravados os seguintes nomes.

Samuel William Silva Almeida - Esc. Mun.Antilhon R. Soares - Teresina - PI

Marina Malta Nogueira - Col. de Aplicação da UFPE - Recife - PE

Ana Júlia Limberger Nedel - E E F Afonso Pena - Frederico Westphalen - RS

Eric Bitencourt Baesso - Colégio Militar - Juiz de Fora - MG

Levi Ferreira Santos Neto - Colégio Militar de Salvador - Salvador - BA

Pedro Lucas de Sousa Oliveira - Colégio Liceu de Piripiri - Piripiri - PI

Lucas da Silveira Absalão - Col. de Aplicação da UFPE - Recife - PE

Arthur Pinto Lorenzo - Colégio Militar de Salvador - Salvador - BA

Gustavo Gimenes - C. E. Dr. Generoso Marques - Cambará - PR

João Victor Correia Bastos Brianti - Colégio Militar de Salvador - Salvador - BA

Vinícius Camargo Mota de Sousa - Colégio Militar de Brasília - Brasília - DF

Glauco César Prado Soares - Colégio Militar de Brasília - Brasília - DF

Pedro Miguel Pereira Gonzaga Vianna - Colegio Militar do RJ - Rio De Janeiro - RJ

Marlon Fagundes Pereira Junior - Col. Pedro II - Tijuca II - Rio De Janeiro - RJ

Gabriel Nobuaki Nojima - Colégio Militar do Recife - Recife - PE

Jana Almeida Pacheco dos Santos - Colégio Militar de Salvador - Salvador - BA

Layza Rocha dos Santos - EMEF Profª Ana Maria Segura - Cosmorama - SP

Neste ano, o troféu fica completo com os resultados dos quatro últimos anos e a escola com maior presença nele assume sua posse definitiva.

Com cinco registros aparece o Colégio Militar de Brasília, seguem com quatro registros Colégio de Aplicação da UFPE e Colégio Militar de Salvador; três registros o Colégio Militar de Belo Horizonte e o Colégio da PM do Ceará; com dois registros o Colégio Militar de Fortaleza, a EMEF Profª Ana Maria Segura e a Escola Municipal Antilhon Ribeiro Soares. Os estudantes Samuel William Silva Almeida e Marina Malta Nogueira sobressaem-se dentre os demais, foram premiados em dois anos consecutivos.



Capítulo 12 Depoimento

Minha íntima história com as Olimpíadas de Química iniciou-se em 2010, quando fui convidado a participar de um “clubinho de ciências” na minha antiga escola em Fortaleza. Desde então, a paixão pela Ciência associadas às oportunidades oferecidas pelo Programa Nacional de Olimpíadas de Química levou-me a lugares a que nunca imaginei chegar.

Após ser medalhista na Olimpíada Brasileira de Química Júnior (OBQJr), o que me levou ao processo seletivo da Olimpíada Brasileira de Química, o estudo e a perseverança me proporcionaram as melhores experiências que poderia ter oportunidade de vivenciar: participar da delegação brasileira de duas olimpíadas internacionais de química e de duas olimpíadas ibero-americanas de química e ser medalhista em todas foi a concretização de um sonho que sempre almejei alcançar.

Com toda a experiência olímpica adquirida nos três anos de participação em competições envolvendo conhecimento, descobri minha verdadeira paixão e vocação: a docência e o ambição de ajudar a todos os estudantes que sonham vivenciar todas as incríveis oportunidades e alegrias que eu tive a satisfação de presenciar. Dessa maneira, iniciei minha carreira como professor da preparação olímpica na mesma escola em que estudava durante minha participação nas competições.

Meu contato com a Química, seja participando de olimpíadas, seja ajudando meus alunos a atingirem seus objetivos, levou-me a decidir, com toda minha convicção, que meu futuro deveria ser dedicado à pesquisa e ao ensino dessa ciência que tanto me fascina. Assim, no ano presente entrei como estudante do curso de graduação em Química na Universidade de São Paulo, uma das instituições mais renomadas do país. A participação na equipe organizadora da Olimpíada de Química do Estado de São Paulo 2018 e a oportunidade de ministrar aulas na Escola Olímpica de Química 2018 mostraram, ainda mais claramente, que a olimpíada não era apenas um projeto de Ensino Médio, mas um evento no qual eu queria sempre estar o mais presente possível, colaborando para sua melhora e a sua democratização.

Neste ano, o Programa Nacional de Olimpíadas de Química evoluiu mais ainda, estendendo as oportunidades que a olimpíada proporciona para estudantes universitários, com a Olimpíada Brasileira do Ensino Superior em Química (OBESQ), da qual tive o prazer de participar na sua primeira edição e ser agraciado com seis medalhas no exame.





Minha dedicação à Olimpíada como professor de todos os níveis - desde OBQJr à IChO - e minha paixão pela pesquisa científica, que atualmente desenvolvo na área de Química Orgânica Sintética, mostraram-me que a ciência e o ensino são minhas mais verdadeiras paixões e que, definitivamente, não teriam sido tão facilmente desvendadas sem as oportunidades que a Olimpíada de Química me proporcionou. E é com imensa felicidade que vejo, a cada dia que passa, este projeto crescer e mostrar o quanto o país pode evoluir com o devido investimento em ciência e em jovens talentos que a Olimpíada revela.

Gabriel Ferreira Gomes Amgarten

*Não ensine seus filhos a serem ricos.
Eduque-os para serem felizes.
Então, quando crescerem, saberão o
valor das coisas e não o preço.”*

Steve Jobs



Capítulo 13 Considerações finais

Valeu a pena investir

Mais uma etapa vencida pela força do altruísmo que move os coordenadores estaduais, fieis escudeiros da química. Este Anais, publicação sempre aguardada chega ao 24º volume de uma série ininterrupta e passa a ser uma publicação eletrônica que pode ser baixada na internet com as mesmas características das edições anteriores. Os tempos biccudos, aliados à modernidade dos meios de comunicação conduziram para essa situação. O livro ficou bem alentado, mesmo com a retirada das mais interessantes resoluções dos exames pelos estudantes participantes costumeiramente publicadas.

Essa mudança ocorre no ano em que o projeto alcançou um máximo de sua amplitude com o ingresso de estudantes universitários participantes da 1ª Olimpíada Brasileira do Ensino Superior de Química. Um certame que causou invulgar interesse, universitários de dezessete estados participaram nessa primeira edição iniciada com elevado nível, pleno sucesso. Com a realização da I Olimpíada Brasileira do Ensino Superior de Química o Programa Nacional Olimpíadas de Química passa a atender todos os níveis de ensino, do fundamental ao universitário.

A participação das mulheres na ciência brasileira é ainda reduzida, alcança aproximadamente 40% dos pesquisadores, mesmo estando essa taxa em franco crescimento é necessário estimular a participação público feminino nessa área. Neste ano foi introduzido o Prêmio Dow, constituído do troféu Blanka Wladislaw e das medalhas Mulheres na Química, dedicado a incentivar a participação feminina nas olimpíadas de química. As mais destacadas participantes em cada modalidade de olimpíada terão seus nomes gravados no troféu e receberão medalhas alusivas a essa conquista. A Dra. Blanca Wladislaw, polonesa de nascimento, chegou no Brasil com 14 anos de idade, formou-se química na USP, em 1941, vindo ser, posteriormente, professora e pesquisadora dessa instituição de ensino. Deixou importantes contribuições ao ensino e à pesquisa especialmente na área de química orgânica, passa agora a nomear o troféu das olimpíadas de química dedicado à mulher cientista.

2018, um ano marcado em nossa história. Estudantes de química que ao longo dos anos representaram o Brasil em certames olímpicos, colecio-





nam mais de uma centena de medalhas em olimpíadas internacionais de química. Ser agraciado na Olimpíada Ibero-americana de Química com medalhas de ouro já se tornou rotineiro, neste ano foram duas conquistadas pelos estudantes Vinícius Armelin e por Orisvaldo Salviano, contudo, na International Chemistry Olympiad mesmo com dezenas de medalhas de prata trazidas para o Brasil, a medalha de ouro ainda era um desafio. Agora, o tabu foi quebrado, duas medalhas de ouro foram conquistadas pelos estudantes Vinicius Armelin e por Ivna Gomes, em Praga. Fato inédito que ocorreu após 20 anos de participação na International Chemistry Olympiad.

Esse conjunto de fatos contribuiu para dar mais força e entusiasmo a todos que militam nesse projeto, valorizando seus esforços e a própria química, uma ciência que ensina como o universo funciona e oferece recursos úteis ao nosso cotidiano. A química não conseguiu construir na sociedade uma imagem à altura de sua importância porque nos meios de comunicação está frequentemente associada a situações negativas, fomentando "quimiofobia" na população. Por intermédio desse projeto, mais adeptos à química estamos atraindo, futuros profissionais que mostrarão o verdadeiro valor dessa ciência, que possui aspectos negativos, mas, se fizermos um retrospecto, no balanço geral sua contribuição foi altamente positiva para o progresso econômico e tecnológico, e também para a erradicação da pobreza. Ofereceu melhor qualidade de vida para o ser humano, aliviando-o do sofrimento com o desenvolvimento de drogas eficazes no tratamento de doenças.

Essa é a química que queremos e para ela estamos dando o melhor de nossos esforços.

Sérgio Melo



Capítulo 13 Endereços Coordenadores

Relação de endereços

ESTADO	COORDENADOR	ENDEREÇO PROFISSIONAL
ACRE acre.obquimica.org	Prof. Ilmar Bernardo Graebner ibgraebner@gmail.com	UFAC - Universidade Federal do Acre Centro de Ciencias Biológicas e da Natureza - CCBN Rodovia BR 364, Km 04, s/n - Distrito Industrial, Rio Bravo - AC, 69920-900 - Cx 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. olimpia da química.ap@gmail.com claudiopinheiro23@yahoo.com.br keltonbelem@hotmail.com Prof. Roberto Messias Bezerra	Coordenação do Programa de Inclusão, Acesso e Permanência - PIAP Universidade Federal do Amapá Rod. Juscelino Kubitscheck, 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	Universidade Federal da Bahia Instituto de Química - Depto . Qui . Orgânica Rua Barão de Jeremoabo, s/n (Ondina) 40.170-115 Salvador - BA (71) 3283.6813 3237.4117 (Fax)
CEARÁ www.necim.ufc.br	Profº. Leonilde Maria Câmara Jatahy necim@bol.com.br leo.jatahy@ig.com.br Profª. Cláudia Cristina B. S. Carneiro	Universidade Federal do Ceará NECIM - Núcleo de Ensino de Ciências e Matemática Av. da Universidade, 2470 60020-180 Fortaleza - Ceará (85) 3366.7796
DISTRITO FEDERAL brasilia.obquimica.org/	Profa. Elaine Rose Maia petunbquimica@gmail.com petquimicaunb.herokuapp.com elaine.rose.maia@gmail.com	Química - Universidade de Brasília Campus Universitário Darcy Ribeiro - 70910-970 - Asa Norte - Brasília - DF (61) 3107-3895 ou 3999
ESPIRITO SANTO www.ocq.ufes.br/	Prof. Carlos Vital Paixão de Melo cvpaixao@globo.com carlosmelo@ufes.br	Universidade Federal do Espírito Santo Departamento de Química - CCE Av. Fernando Ferrari, 514 – Campus Universitário Alaor de Queiroz – Goiabeiras 29.075-910 Vitória – ES (27) 4009-2473



GOIÁS goias.obquimica.org/	Renato Cândido da Silva obqgoias@yahoo.com.br	Universidade Federal de Goiás, Instituto de Química Campos II Samambaia Bloco I - 74001-970 - Goiânia, 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 Luís - MA Fone: (98) 3272.9241
MATO GROSSO	Prof. Luiz Both luiz.both@blv.ifmt.edu.br luiz_both@hotmail.com	IFMT - Campus Bela Vista Rua 28, Quadra 38, Casa 14, Jardim Universitário cep: 78.075-592 - Cuiabá-MT Fone: 65 3663.1374
MATO GROSSO DO SUL olimpiquimica.ms.obq@ gmail.com	Prof. Onofre Salgado Siqueira olimpida.quimica.ms@gmail.com onofre.s.siqueira@gmail.com	Universidade Federal do Mato Grosso do Sul Instituto de Química Rua Filinto Muller, 1555 (Cidade universitária) 79.070-900 Campo Grande - MS (67) 3345.3556 3345.3552 (FAX)
MINAS GERAIS www.qui.ufmg.br/omq/ zeus.qui.ufmg.br/~omq/	Prof. João Paulo Ataíde Martins omq.ufmg@gmail.com	Universidade Federal de Minas Gerais Departamento de Química Instituto de Ciências Exatas (ICE) Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 Pampulha 31.270-901 - Belo Horizonte - MG (31) 3409 5762 e 3409 5775 - Sala 287
PARÁ para.obquimica.org/ Instituto Federal do Pará -	Prof. Márcio de Souza Farias toraqk@gmail.com - toraqk@yahoo.com.br Profa. Patrícia da Luz pdaluz@yahoo.com	IFPA Departamento de Química Avenida Almirante Barroso, 1155 Bairro do Marco - 66093-020 Belém - PA
PARAÍBA paraiba.obquimica.org/	Prof. Francisco Ferreira Dantas Filho dantasquimica@yahoo.com.br comissaoopbq@gmail.com	Universidade Estadual da Paraíba -UEPB - Centro de Ciências Tecnologia - Depto. Química Rua Juvêncio Arruda, s/n - Campus Universitário Bodocongó, 58109-790 - Campina Grande -PB Telefone: (83) 3315.3356 (83) 99919-7772
PARANÁ http://blogs.ct.utfpr.edu. br/oprq/	Profa. Maurici Luzia Del Monego mauriciluzia@gmail.com	Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Curitiba - Sede Ecoville Rua Dep. Heitor Alencar Furtado, 5000 Bloco C Departamento Acadêmico de Química e Biologia 81280-340 - Curitiba - PR - Brasil Fone: (41) 3279.6800
PERNAMBUCO pernambuco.obquimica.org/	Prof. Cristiano Marcelino Almeida Cardoso Filho cristianomarcelinoj@uol.com.br	Universidade Federal Rural de Pernambuco Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos - Recife PE 52171-900 Fone: (81) 33206370/6371
PIAUÍ piaui.obquimica.org/	Prof. Samuel Anderson Alves de Sousa olimpiquimica@gmail.com	Universidade Federal do Piauí Depto de Química - SG2 CCN - Campus da Ininga 64049-550 - Teresina - PI - (86) 3215.5840



RIO DE JANEIRO www.oqrj.site.com.br oqrj@ifrj.edu.br	Prof. Paulo Chagas paulo.chagas@ifrj.edu.br Prof. Luis Carlos de Abreu Gomes luis.quimica@cp2.g12.br	IFRJ - Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro Campus Rio de Janeiro (Maracanã) Rua Senador Furtado, 121 - Praça da Bandeira 20.270-021 Rio de Janeiro - RJ e/ou Campus São Gonçalo (CIEP 436 Neusa Brizola) Rua Dr. José Augusto Pereira dos Santos, s/n - Neves - 24.425-004 São Gonçalo - RJ
RIO GRANDE DO NORTE http://rn.obquimica.org/	Prof. Fabiano do Espírito Santo Gomes feibi_natal@yahoo.com.br	Universidade Federal do Rio Grande do Norte Centro de Ciências Exatas e da Terra Instituto de Química Av. Senador Salgado Filho, s/n - Lagoa Nova Campus Universitário - 59.072-970 Natal - RN Fone: (84) 3342.2323 (R.117)
RIO GRANDE DO SUL	Prof. Leandro Rosa Camacho (ABQ-RS) Profª. Tânia Denise Miskinis Salgado (UFRGS) oqdors@gmail.com	ABQ-RS Av. Itaqui, 45 - Bairro Petrópolis Porto Alegre - RS - 90460-140
RONDÔNIA www.programa-olimpiadarondoniense-de-quimica.com/	Prof. Renato Cassaro renatocassaro26@hotmail.com	Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Santa Ana Rua Eça de Queiroz, nº 4681 78.930-000 Alvorada do Oeste - RO Fone (69) 3412-2842
RORAIMA roraima.obquimica.org/	Prof. Luiz Antonio Mendonça Alves da Costa luizufrr@gmail.com luiz.costa@ufr.br.com Membros da coordenação estadual: Profa. Maria Lúcia Taveira Universidade Federal de Roraima (UFRR) lucia.taveira@ufr.br Profa. Cleria Mendonça de Moraes cmdmoraes@yahoo.com.br	Universidade Federal de Roraima Centro de Ciências e Tecnologia Departamento de Química Campus do Paricarana Av. Cap. Enê Garcéz, 2413 - Bloco III - Sala 345 - Aeroporto - 69.310-000 Boa Vista - RR Fone: 95 3621-3140 Fax: 95 3621-3137 obqroraima@gmail.com
SANTA CATARINA www.ocquimica.com.br	Coordenação Colegiada: Prof. Nivaldo Cabral Kuhnen nivaldo@crqsc.gov.br Prof. Jonas Comin Nunes jonas@crqsc.gov.br Prof. Francielen Kuball Silva francielen.silva@unisul.br	Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL Av. José Acácio Moreira, 787 - Bairro Dehon 88704-900 - Tubarão - SC Telefone: (48) 3621-3063 Conselho Regional de Química - CRO - 13ª Região Av. Osmar Cunha, 126 - 1º Andar - Centro 88015-100 - Florianópolis - SC Telefone: (48) 3229-7800



SÃO PAULO http://allchemistry.iq.usp.br	Prof. Dr. Ivano G. R. Gutz (coordenador) Dr. Fernando Silva Lopes (vice-coordenador) abqsp@iq.usp.br gutz@iq.usp.br fslopes@iq.usp.br	Instituto de Química da USP ABQ - Regional São Paulo Av. Prof. Lineu Prestes, 748 sala 0306 05.508-000 - São Paulo - SP (11) 3091.2159 (8-12h)
SERGIPE http://sergipe.obquimica.org/	Prof. Dr. André Luís Bacelar Silva Barreiros osequim@gmail.com andrelbbarreiros@hotmail.com	Universidade Federal de Sergipe - Departamento de Química Campus Prof. José Aloísio de Campos Jardim Rosa Elze Av. Marechal Rondon, s/n - 49.100.000 São Cristóvão - SE Fones: (79) 3194-6898 / 3194-6650
TOCANTINS tocantins.obquimica.org/	Prof. José Expedito Cavalcante da Silva jecs@mail.uft.edu.br	Universidade Federal do Tocantins Coordenação de Química Rua Paraguai, s/n (esquina com Urixamas) Setor Cimba - 77.838-824, Araguaína-TO Fone: 63 3215 5840

PROMOTORES	
Universidade Federal do Ceará Pró-Reitoria de Extensão	Av. da Universidade, 2932 - Campus do Benfica 60.020 Fortaleza - CE - Fone: (85) 3366.7300
Universidade Federal do Piauí Pró-Reitoria de Extensão	Campus da Ininga - 64.049-550 Teresina - PI Fone: (86) 3215.5692 Fax: (86) 215.5570
SECITECE - Secretaria da Ciência, Tecnologia e Educação Superior do Estado do Ceará.	Av. Dr. José Martins Rodrigues, 150 - Edson Queiroz - CEP: 60811-520 - Fortaleza - Ceará - Ver localização no mapa Telefone: (85) 3101.6400 Fax: (85) 3101.3675
APOIO	
CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico	SHIS QI 1 Conjunto B - Bloco D, 2º andar Edifício Santos Dumont, Lago Sul 71605-190 Brasília - DF Fone: (61) 3211-9408
CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior	Setor Bancário Norte, Quadra 02, Bloco L, Lote 6, 4º. Andar 70.040-020 - Brasília/DF
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações e Comunicação - Secretaria de Ciência e Tecnologia para a Inclusão Social	Esplanada dos Ministérios, Bloco E, 2º andar. 70067-900 - Brasília - DF
REALIZADOR	
Associação Brasileira de Química www.abq.org.br	Av. Presidente Vargas, 633 sala 2208 20071-004 Rio de Janeiro RJ - Telefone: 21 2224-4480 Fax: 21 2224-6881 abqrj@alternex.com.br



Simpósio Nacional
de Biocombustíveis

Eventos 2019



Simpósio
Brasileiro de
Educação
Química

IMPEQUI

São Luis - MA

24 a 26 de abril de 2019

Trabalhos: 15 de março

Porto Alegre- RS

5 a 7 de agosto de 2019

Trabalhos: 29 de junho



Encontro Nacional
de Tecnologia Química

Teresina - PI

16 a 18 de setembro de 2019

Trabalhos: 13 de agosto



CBQ
Congresso Brasileiro

João Pessoa - PB

5 a 8 de novembro de 2019

Trabalhos: 9 de agosto

Informações: www.abq.org.br