

QUÍMICA



2014

Prof. Jesualdo Pereira Farias
Reitor da Universidade Federal do Ceará

Prof. José Arimatéia Dantas Lopes
Reitor da Universidade Federal do Piauí

Profa. Márcia Maria Tavares Machado
Pró-Reitora de Extensão da UFC

Prof. Miguel Ferreira Cavalcante Filho
Pró-Reitor de Extensão da UFPI

Prof. Alvaro Chrispino
Presidente da Associação Brasileira de Química

Prof. Sérgio Maia Melo
Coordenador do Programa Nacional Olimpíadas de Química

Prof. José Arimatéia Dantas Lopes
Vice-coordenador do Programa Nacional Olimpíadas de Química e
Coordenador da Equipe Pedagógica (docentes do Estado do Piauí)

Cristiano de A.C. Marcelino Jr.
Ricardo Oliveira da Silva
Sérgio Maia Melo
Jêisa Bezerra Vila Nova
Flávia Guinhos
Luiz Henrique Soares
Preparação dos exames experimentais e edição de fitas de vídeo

ISSN: 1809-2012

Imprensa Universitária
Universidade Federal do Ceará

Organização de originais:
Prof. Sérgio Melo

Capa:
Maherle

Editoração e Projeto Gráfico:
Maherle/Sérgio Melo

2014 © Programa Nacional Olimpíadas de Química
Lançamento em 28.11.2014 por ocasião da solenidade de encerramento dos eventos: XIX Olimpíada Norte/Nordeste de Química, Olimpíada Brasileira de Química Júnior e Olimpíada Brasileira de Química - 2014
Tiragem: 15.000 exemplares.

Distribuição gratuita.



QUÍMICA 2013

ÍNDICE

Parte 1

Calendário	4
Mensagem	5
Opinioao.....	8

XX Olimpíada Norte/Nordeste

Exames	10
Soluções escolhidas	14
Resultados.....	21

VII OBQ Junior

Exames Fase I	29
Exames Fase II.....	37
Soluções escolhidas	43
Resultados.....	45

OBQ 2014

Fase III Modalidade A	67
Fase III Modalidade B.....	74
Soluções escolhidas	79
Resultados - Modalidade A	93
Resultados - Modalidade B.....	96

Parte 2

PROCESSO SELETIVO.....	98
OBQ Fase IV.....	100
OBQ FASE V	101
OBQ FASE VI.....	102

46th International Chemistry Olympiad

Exame Teórico.....	112
Exame Prático	139

19^a Olimpíada Iberoamericana

Exame Teórico.....	152
Exame Prático	161

Destques Olímpicos	175
Depoimentos	183
Consideracoes Finais	187
Enderecos dos Coordenadores.....	189



Data	Hora	Atividade
01/02/2014	14h	Fase IV da OBQ-2013 (Exame sobre técnicas laboratoriais com o objetivo de selecionar a equipe que representará o Brasil no Vietnã e Uruguai).
10/03/2014 a 22/03/2014	8h-12h e 14h-18h	Curso de Aprofundamento e Excelência (Fase V) para os 15 estudantes selecionados no exame de conhecimentos de laboratório. Ministrado pela UFPI.
12/04/2014	9:00h	Exames da Olimpíada Brasileira de Química - 2013 Fase VI
30/04/2014	23h	Divulgação dos nomes dos quatro estudantes que representarão o Brasil nas competições internacionais.
17/05/2014	14h	XX Olimpíada Norte/Nordeste de Química - XX ONNeQ. Cinquenta estudantes por estado. Inscrições restritas aos coordenadores-estaduais.
Após 30/06/2014	23h	Divulgação de resultados da XX Olimpíada Norte/Nordeste de Química.
01/06 a 07/08/2014	on line	Inscrições para a VII Olimpíada Brasileira de Química Júnior. Escolas inscrevem seus alunos de 8º e 9º anos do ensino fundamental.
08/08/2014		Exames da VII Olimpíada Brasileira de Química Júnior - OB-Qjr, para estudantes de 8º e 9º anos. (Fase I). Lançar as notas até 20/08/2014.
20 a 29/07/2014		46ª Olimpíada Internacional de Química, Hanói - Vietnam. http://icho2014.hus.edu.vn/
01 a 15/08/2014		Inscrições para a Olimpíada Brasileira de Química - 2014. Vinte e cinco estudantes por estado na modalidade A (penúltima série do ensino médio ou série anterior), 25 estudantes por estado na modalidade B (3ª série).
30/08/2014	14h	Exames da Olimpíada Brasileira de Química - 2014 - Fase III - Modalidades A e B. Questões analítico-expositivas.
28/09 a 05/10/2014	não informado	19ª Olimpíada Ibero-americana de Química, Montevideo.
27/09/2014	14h	Exames da VII OBQjr. (Fase II). (OBS: só serão recebidos os exames da 2ª fase se postados nos Correios até 08.10). (48h para recurso do gabarito)
13 a 19/10/2014		Semana Nacional de Ciência e Tecnologia
Após 31/10/2014	23h	Divulgação dos resultados da OBQ-2014, a partir de 31/10/2014. (48h para recurso do gabarito)
Após 31/10/2014	23h	Divulgação de resultados da VII Olimpíada Brasileira de Química Júnior - VI OBQjr, a partir de 31/10/2014. (48h para recurso).
26 a 28/11/2014	8:30h a 18:00h	Reunião do Conselho de coordenadores, em Fortaleza.
28/11/2014	19:30h	Solenidade Nacional de Encerramento e Premiação das Olimpíadas de Química, em Fortaleza.



Mensagem do reitor do Instituto Federal do Rio de Janeiro aos participantes das Olimpíadas de Química

Querido estudante,

Dirijo-me a você com a intenção principal de enaltecer a sua coragem e dedicação, desejando também agradecer a sua participação no *Programa Nacional Olimpíadas de Química*. Você foi parte fundamental de um projeto, que tem o objetivo de estimular o estudo e o ensino de química nas escolas de ensino fundamental e médio.

Iniciado em 1995, com a participação de 5 estados e 184 alunos, contou com a representação de todos os estados da Federação e cerca de 301 mil alunos no ano de 2014. Você, jovem participante, contribuiu para que o site do Programa fosse visitado por mais de 1 milhão de pessoas, consagrando-o como um evento de discussão, aprendizado e difusão da química e, conseqüentemente, de conagraçamento entre jovens estudantes, professores, coordenadores de curso e gestores.

O *Programa Nacional Olimpíadas de Química* apoia 3 grandes olimpíadas: Norte/ Nordeste de Química, destinada aos alunos do ensino médio; a Olimpíada Brasileira de Química Júnior, para os estudantes do ensino fundamental e a Olimpíada Brasileira de Química, para os alunos do ensino médio. Adicionalmente apoia 27 olimpíadas estaduais. Os alunos que se destacam nas Olimpíadas representam o Brasil em dois eventos internacionais: a IChO (International Chemistry Olympiad) e a OIAQ (Olimpíada Ibero-americana de Química), realizadas em 2014 no Vietnã e em Montevideú, respectivamente. Ressalto aqui a abrangência do Programa, para parabenizá-los, alunos brasileiros, que foram medalhistas na IChO e na OIAQ.

O sucesso das Olimpíadas de Química, querido aluno, só é possível graças ao apoio da CAPES, do CNPq e da ABQ e do compromisso das principais instituições de ensino do Brasil como organizadoras e responsáveis pelas Olimpíadas Estaduais. Muitos projetos de extensão e ensino são desenvolvidos por essas instituições, interiorizando e divulgando a química e propiciando au-





mento no número de alunos que procuram os cursos de graduação em química. Sendo assim, muitos de vocês estudarão nas instituições que oferecem cursos superiores na área de química e outros tantos serão nossos colegas no magistério.

Por falar no exercício da profissão na área de química, julgo ser importante dividir com vocês algumas preocupações: A química, sabemos, está no nosso dia a dia, facilitando a execução de várias tarefas. Seria inimaginável pensar em viajar longas distâncias, em um curto espaço de tempo, sem o uso do avião. Da mesma forma, não se cogitaria efetuar comunicação a distância sem o emprego da internet ou da telefonia fixa ou móvel, ou, ainda, não seria possível resolver todas as tarefas diárias sem o uso do computador ou das tecnologias a ele associadas. E o que pensar da alimentação nas grandes cidades sem o emprego de produtos processados com o uso de tecnologias químicas? Pois bem, em todas essas atividades ou tecnologias, a química está presente, contribuindo para a facilitação de nossas atividades e de nosso suposto bem estar, tanto que, nas últimas décadas, acompanhamos o aumento da expectativa de vida da população mundial, em decorrência, dentre outros aspectos, do acesso a novos medicamentos obtidos a partir de transformações químicas.

Por outro lado, há enorme preocupação com o padrão de desenvolvimento adotado por alguns países que fazem uso intensivo de combustíveis fósseis, utilizam pouca ou nenhuma tecnologia limpa nos processos produtivos, não possuem instrumentos normativos ou econômicos de controle da poluição, fazem uso indiscriminado de defensivos agrícolas e exploram os recursos naturais de forma insustentável. Recentemente o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) divulgou em seu 5º relatório que a influência humana no sistema climático é evidente e as recentes emissões antropogênicas de gases de efeito estufa são as maiores da história.

Reporto-me, portanto, a você, meu caro estudante, para que, nas suas tarefas diárias, na sua possível passagem pelo ensino superior e no conseqüente exercício de sua atividade profissional, bem como na escolha de um produto ou serviço, considere, além dos fatores tecnológicos e econômicos, os princípios ambientais e sociais envolvidos na sua ação. Tenha sempre em mente que a sociedade merece todos os benefícios advindos das tecnologias e do uso dos recursos naturais, mas que o interesse de poucos nunca deve prevalecer sobre o bem estar coletivo e que somos responsáveis pela qualidade de nossas vidas e do futuro que nos aguarda.

Desejo que as Olimpíadas de Química sirvam de inspiração para você aprofundar os seus conhecimentos sobre os fenômenos e transformações



químicas e, adicionalmente, desenvolva sua responsabilidade como agente transformador da sociedade, contribuindo para a adoção de um modelo de desenvolvimento pautado na melhoria dos aspectos sociais, econômicos e ambientais.

Prof. Dr. Paulo Roberto de Assis Passos
Reitor do Instituto Federal do Rio de Janeiro

* Licenciado em Química e Graduado em Engenharia Química pela UERJ; Mestre em Química Orgânica e Doutor em Planejamento Energético - subárea Planejamento Ambiental pela UFRJ.



*Uma criança, um professor,
um livro e uma caneta
podem mudar o mundo.*

**Paquistanesa Malala Yousafzai, 17 anos,
Prêmio Nobel Paz 2014**



ESPAÇO ABERTO

Universidade: o exemplo do Pibid

Trata-se de um programa que dá motivos, portanto, para pensarmos que existem luzes no fim do túnel, sendo o mundo não reduzido apenas às tragédias produzidas pelo homem no meio social com sua inépcia política. O abismo que vemos se consolidar entre a universidade e a comunidade, por todas as regiões no Brasil, parece-me constituir-se num grave problema. Esse abismo é reflexo, historicamente, dos entraves para estabelecer-se a unidade entre o campo teórico e a esfera da prática. Mas também indica as dificuldades para realizar-se em termos efetivos o trinômio “pesquisa, ensino, e extensão”, que precisaria ser assumido como um ditame por parte de todo professor/pesquisador que atua na universidade.

Esse abismo, essa desconexão, entre a universidade e a sociedade mostra-se como algo muito delicado para algumas áreas específicas do conhecimento humano que requerem um contato mais direto entre o professor/pesquisador, o estudante de graduação e a realidade concreta. Para darmos alguns exemplos bem grosseiros, focalizando o caso dos estudantes, pensemos no tipo de engenheiro que uma universidade pode produzir se o aluno nunca viu uma obra? Ou que espécie de assistente social a instituição universitária pode formar se o acadêmico não toma partido efetivamente da realidade concreta, em todos os seus planos, na comunidade onde ele habita? Ou que tipo de professor da educação básica a universidade pode gerar se o aprendiz no ensino superior não tem praticamente familiaridade com a escola?

Certos de todas essas dificuldades, e para não autorizar que apenas notícias ruins ocupem espaço em nossos meios de comunicação, os governantes brasileiros trataram de criar alguns programas úteis, como, por exemplo, o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid) em 2007.

Movido por um convênio entre o governo federal e as diferentes universidades públicas brasileiras, sendo gerenciado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (Capes), o Pibid tornou-se extensivo, recentemente, às universidades estaduais, após uma experiência de poucos anos, contando só com a participação das Universidades Federais.

A Universidade Estadual de Londrina (UEL) não perdeu a oportunidade de participar do primeiro edital do programa em 2009, e hoje conta no seu projeto, desta primeira edição, com um grupo envolvendo 6 cursos de licenciamen-



tura da universidade, quais sejam: física, matemática, química, biologia, letras, e filosofia.

O Pibid/UEL, na sua base estruturante, tem um coordenador-geral que dialoga com a Capes em nome da universidade, representando o conjunto todo do projeto. Depois, cada área do conhecimento atua a partir de um subprojeto que conta com um coordenador-geral, formado na sua respectiva especialidade. Cada escola envolvida cede um professor/supervisor para cada subprojeto, sendo esse um representante ativo de sua matéria na escola. A filosofia, por exemplo, trabalha com duas escolas, e dispõe, portanto, de dois professores/supervisores. A quantidade de alunos/bolsistas varia de acordo com a área do conhecimento e temos, por isso, entre 14 e 24 alunos/bolsistas por área. No total do Pibid/UEL, nessa primeira edição, aparecem cadastrados 122 estudantes/bolsistas que podem voltar suas atenções, com mais esmero, para seu processo formativo.

À parte o incentivo financeiro, que beneficia, aliás, os próprios professores/supervisores nas escolas com a concessão de bolsas, o Pibid possibilita encurtar-se aquela distância entre a universidade e a escola; permite qualificar-se o trabalho de formação de nossos alunos; mostra aberto o espaço para se capacitar professores da educação básica, afastados já da pesquisa em razão da carga excessiva de trabalho que eles têm na sala de aula. Trata-se de um programa que dá motivos, portanto, para pensarmos que existem luzes no fim do túnel, sendo o mundo não reduzido apenas às tragédias produzidas pelo homem no meio social com sua inépcia política.

ARLEI DE ESPÍNDOLA é professor do departamento de Filosofia da Universidade Estadual de Londrina

Transcrito de Folha de Londrina – Londrina, PR em 04.04.2011





XX Olimpíada Norte/ Nordeste de Química

17/05/2014 - Tempo de duração: 4 horas

QUESTÃO 1

O trinitroglicerol (conhecido comercialmente como nitroglicerina - $[\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_2)_3]$) é um líquido oleoso de coloração amarela levemente esverdeada, semelhante ao mel, utilizado como explosivo devido a sua instabilidade e capacidade de liberação de moléculas de gases. Sua temperatura não deve ultrapassar 30°C e nem ser exposto a choques mecânicos. Seu efeito explosivo libera gases nitrogênio, oxigênio, dióxido de carbono e vapor de água. A partir destas informações, responda:

- Equacione, balanceie e classifique a reação.
- Para cada mol de trinitroglicerol quantos litros de gases são produzidos nas CNTP?
- Qual é a energia liberada na detonação de 22,7 g de trinitroglicerol? Os calores de formação a 25°C são:

Substância	$\Delta H_f / \text{kJ mol}^{-1}$
$\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_2)_3(\ell)$	-353,6
$\text{CO}_2(\text{g})$	-393,5
$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	-241,8
$\text{N}_2(\text{g})$	0
$\text{O}_2(\text{g})$	0

- Uma forma comum do trinitroglicerol funde-se a 3°C . A partir dessa informação e da fórmula apresentada, determine se a substância é molecular ou iônica, justificando sua resposta.

QUESTÃO 2

No descarte de embalagens de produtos químicos é importante que elas contenham o mínimo possível de resíduos, evitando ou minimizando impactos ambientais e/ou outras consequências indesejáveis. Sabendo-se que, depois de



utilizada, em cada embalagem de hidróxido de sódio restam 4 g do produto, e na tentativa de mitigar este resíduo, analise os seguintes procedimentos:

Embalagem I: uma única lavagem, com 1 L de água;

Embalagem II: duas lavagens, com 0,5 L de água em cada vez.

Com base nestas informações, responda:

- Qual a concentração de NaOH, em mol L⁻¹, na solução resultante da lavagem da embalagem I ?
- Considerando que, após cada lavagem, resta 0,005 L de solução no frasco, determine a concentração de NaOH, em mol L⁻¹, na solução resultante da segunda lavagem da embalagem II e indique qual dos dois procedimentos de lavagem foi mais eficiente, justificando sua resposta.
- Determine o pH da solução resultante da segunda lavagem da embalagem II (item b).
- Qual o volume de ácido nítrico a 0,0025 mol L⁻¹ necessário para neutralizar a solução resultante da segunda lavagem da embalagem II (item b).

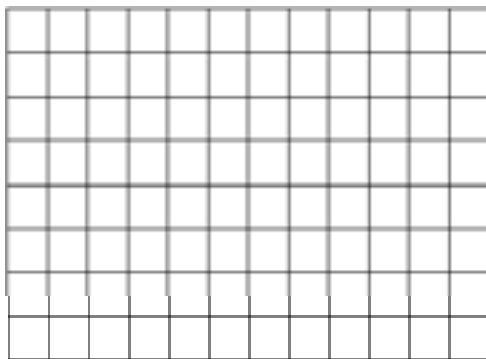
Dados: $\log 2 = 0,3$.

QUESTÃO 3

O dióxido de carbono (CO₂) é considerado um dos gases causadores do efeito estufa, processo que contribui para o aquecimento global. Isso ocorre porque o dióxido de carbono, entre outros gases, é capaz de absorver parte da radiação infravermelha emitida pela superfície da Terra, evitando que ela escape para o espaço, o que resulta num aumento significativo da temperatura. Uma forma de descrever o comportamento desse gás é através de seu respectivo diagrama de fases. Diante disso, pede-se:

- Plote o diagrama de fases para o CO₂ a partir dos seguintes dados:
 - O ponto triplo é de 5,2 atm e -57 °C .
 - O ponto crítico está em 72,8 atm e 31 °C .
 - A uma pressão de 1 atm, a fase de transição sólido-gás tem lugar a -78 °C .
 - A uma pressão de 72,8 atm, a fase de transição sólido-líquido tem lugar a -21 °C .
 - Identifique os eixos e indique a fase (estado físico) em cada região.





A partir do diagrama de fases, responda:

- Para o CO_2 a 5 atm e -50°C , qual é a fase estável presente?
- Quais as mudanças de fase que ocorrem quando a pressão de uma amostra de CO_2 é reduzida de 70 a 7 atm, em temperatura constante de 0°C ?
- Quais as mudanças de fase que ocorrem quando a temperatura de uma amostra de CO_2 é levada de -65 a -40°C , em pressão constante de 10 atm?
- Em seu entendimento, qual o significado físico de ponto triplo e de ponto crítico?

QUESTÃO 4

“O Brasil possui um dos mais eficientes ciclos de reciclagem de alumínio do mundo. De acordo com a Associação Brasileira do Alumínio - ABAL, o índice supera os 35 % ante cerca de 29 % da média mundial. Segundo o consultor de Marketing da ALCOA, Eduardo Lima, anualmente vem crescendo no mundo o uso de alumínio primário reciclado em relação ao metal primário, passando de 17 % em 1960 para 33 % em 2004. A estimativa para 2020 é atingir os 40 %.” (fonte: <http://sustentar.net/2013/sem-categoria/reciclagem-de-aluminio-deve-saltar-para-40>).

A reciclagem do alumínio é de grande importância ambiental e energética, uma vez que esse processo economiza cerca de 95 % de energia elétrica. O alumínio é obtido a partir da eletrólise ígnea do óxido de alumínio, presente na bauxita. Diante dessas informações, resolva as seguintes questões:

- Equacione a reação da eletrólise e indique os produtos obtidos, respectivamente, no cátodo e no ânodo.



- b) Determine a massa de alumínio produzida em uma cuba eletrolítica com corrente constante de 8.000 A durante 150 h.
- c) Considerando uma massa de 306 t de bauxita, onde foram obtidas 81 t de alumínio, determine o grau de pureza desse minério.
- d) Para cada tonelada de Al_2O_3 , quantos litros de O_2 nas CNTP serão produzidos?

Dados: Constante de Faraday = $9,6 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$.

QUESTÃO 5

A carambola é uma planta subtropical pertence à família das *Oxalidacea*, espécie *Averrhoa carambola*. Algumas subespécies têm sido utilizadas para polir metais, especialmente bronze, uma vez que ela dissolve manchas e ferrugem devido, provavelmente, ao seu alto teor de ácido oxálico. É também utilizada, na Índia, para estancar hemorragias e aliviar sangramento de hemorroidas. No Brasil, a carambola é recomendada a diabéticos como hipoglicemiante (abaixa o teor de açúcar do sangue), como diurética e para dores renais e de vesícula. No entanto, o ácido oxálico pode ser altamente tóxico para doentes renais. Em pessoas com a saúde renal normal, a toxina é filtrada pelo rim e eliminada do organismo, sem qualquer problema. Mas se o rim não funciona, a toxina concentra-se no sangue, atinge os neurônios e provoca soluços e convulsões. Pacientes renais são proibidos de comer o fruto ou qualquer derivado, sendo o ácido considerado uma neurotoxina (age no sistema nervoso). Casos de morte já foram registrados, pois a forte convulsão é praticamente irreversível. A cura pode se dar através de hemodiálise. A respeito do ácido oxálico, pede-se:

- a) A fórmula estrutural, sendo que seu nome sistemático é ácido etanodióico.
- b) Quantas moléculas de ácido oxálico estão contidas num extrato de carambola que contém $1,8 \times 10^{-2} \text{ g}$ da substância?
- c) Equacione a reação de neutralização total do ácido oxálico com hidróxido de potássio.
- d) Determine o volume nas CNTP, de ar atmosférico necessário para a combustão completa de 2 mols de ácido oxálico, considere 0,2 a fração molar do oxigênio na atmosfera.





XX Olimpíada Norte/ Nordeste de Química

Soluções escolhidas

QUESTÃO 1

Resolução desenvolvida por Caio de Araújo Corrêa Formigosa, Grupo Ideal - Pará.

Equacionando: $C_3H_5(NO_3)_{3(l)} \rightarrow CO_{2(g)} + N_{2(g)} + O_{2(g)} + H_2O_{(g)}$;

a) Balanceando: $2C_3H_5(NO_3)_{3(l)} \rightarrow 6CO_{2(g)} + 3N_{2(g)} + 1/2 O_{2(g)} + 5H_2O_{(g)}$;

A equação é classificada como uma reação de decomposição ou análise

b) Na reação acima, tem-se como produtos gasosos:

3 mol de N_2 , $1/2$ mol de O_2 , 6 mol de CO_2 e 5 mols de H_2O

Logo, fazendo as somas, temos 14,5 mol de gases. Como o volume molar nas CNTP é 22,4 L, temos:

22,4 L ----- 1 mol

V ----- 14,5 mol

V= 324,8 L

Porém, na equação da letra a, 2 mols de trinitroglicerol reagem, então:

324,8 L ----- 2 mol de TNT

V ----- 1 mol

V= 162,4 L de gases

c) Calcula-se primeiro a energia liberada por 2 mol de $C_3H_5(NO_3)_3$

$2C_3H_5(NO_3)_{3(l)} \rightarrow 6CO_{2(g)} + 3N_{2(g)} + 1/2 O_{2(g)} + 5H_2O_{(g)}$;

$2x (-353,6) \text{ ----- } 6x (-395,5) - 0 \text{ ---- } 0 \text{ ----- } 5x (242,8)$

$-707,2 \text{ ----- } -2361 \text{ ----- } 0 \text{ ----- } 0 \text{ ----- } -1209$

$-707,8 \text{ ----- } -3570$

Logo, a energia liberada por 2 mols seria $-3570 - (-707,2) = -2862,8$ KJ



Sabendo que a energia de 2 mols libera esse valor, um mol libera
-1431,4KJ

d) A substância é molecular, pois é comum dos compostos moleculares terem baixos pontos de fusão, além de serem formados por não-metals. O TNT se encaixa nessa definição.

QUESTÃO 2

Resolução desenvolvida por Bruna Luiza Braga Pantoja, Colégio 7 de setembro - CE

a) Massa molar do NaOH: MM (NaOH) = 40 g / mol

Molaridade: M_1 da solução resultante:

$$M_1 = \frac{m}{MM \cdot V} \quad M_1 = \frac{4}{40,1} = 0,1 \text{ mol/L}$$

b) Embalagem II

1º lavagem: Molaridade M_1 da solução resultante :

$$M_1 = \frac{m}{MM \cdot V} = \frac{4}{20,05} = 0,2 \text{ mol/L}$$

número de mol n que sobra nos 0,005 L de solução do frasco:

$$n = M_1 \cdot V_s = 0,2 \cdot 0,005 = 1 \cdot 10^{-3}$$

2º lavagem : Ocorre um processo de diluição de NaOH na solução resultante da segunda lavagem da embalagem II:

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$1 \cdot 10^{-3} = M_2 \cdot 0,505$$

$$M_2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

Logo, o procedimento da embalagem II é mais eficiente do que o procedimento da embalagem I, uma vez que a molaridade da solução resultante do procedimento 2 é de aproximadamente, $2 \cdot 10^{-3}$ mol/L, bem menor do que a molaridade

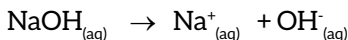




dade da solução do procedimento I, que é de 0,1 mol/L. O que significa que a embalagem II conseguiu mitigar melhor o resíduo de NaOH.

c) O pH da solução resultante da segunda lavagem da embalagem II

($M = 2 \cdot 10^{-3}$ mol/L). Primeiramente, considere que o NaOH terá uma dissociação de 100%, visto que ele é uma base forte:



Portanto, $[\text{OH}^-] = M = 2 \cdot 10^{-3}$ mol/L

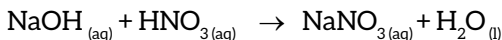
O pH é dado por:

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log[2 \cdot 10^{-3}] = -(\log 2 + \log 10^{-3}) = -(0,3 - 3) = 2,7$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \quad \text{pH} + 2,7 = 14 \quad \text{pH} = 11,3$$

Portanto, o pH da solução é de **11,3**

d) Considere que, como proposto no item a e b, a solução resultante da lavagem da embalagem II seja a de 0,505 L



$$n \text{NaOH} = n \text{HNO}_3$$

$$M \cdot V' = M_{\text{HNO}_3} \cdot V_{\text{HNO}_3}$$

$$2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,505 = 0,0025 \cdot V_{\text{HNO}_3}$$

$$V_{\text{HNO}_3} = 404 \text{ mL}$$

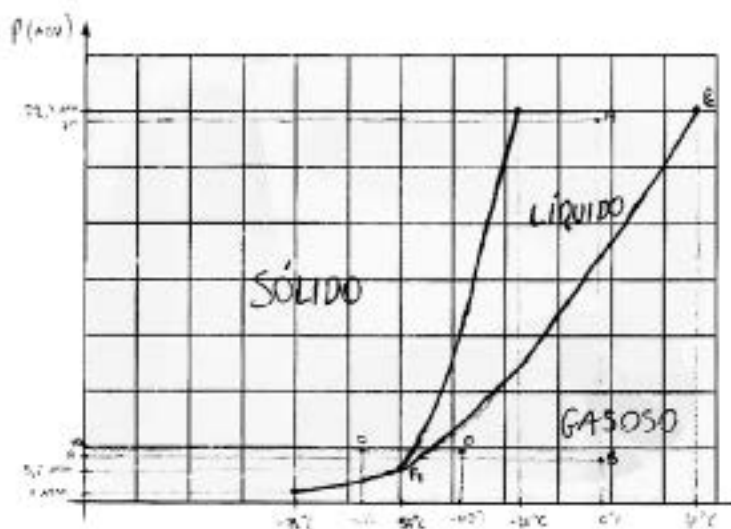
Desses 404 mL, **400 mL** neutralizarão o volume da solução de NaOH que será posteriormente eliminada. Então, 4 mL neutralizarão o volume da solução de NaOH que permanecerá no frasco.



QUESTÃO 3

Resolução desenvolvida por João Martins Cortez Filho, Instituto Dom Barreto - PI

a)



- b) Como $-50 > -58$ a temperatura é superior a do ponto triplo, e a pressão inferior á do ponto triplo, só é possível esta na região gasosa do gráfico. Portanto a fase é gasosa.
- c) Vê-se no gráfico que a substância passa da fase líquida para a fase gasosa, evidenciando uma vaporização.
- d) Como podemos observar no gráfico, a substância passa do estado sólido para o estado líquido e depois para o estado gasoso.
- e) O ponto triplo de uma substância determina as condições de temperatura e pressão em que coexistem as 3 fases da matéria, sólida, líquida e gasosa, em equilíbrio dinâmico. Já o ponto crítico determina as condições no qual divide as fases de gás e vapor.

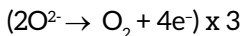




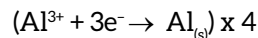
QUESTÃO 4

Resolução desenvolvida por Jonas de Oliveira Menescal, Colégio Ari de Sá - CE

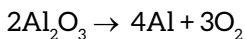
a) Reação do ânodo:



Reação no cátodo:

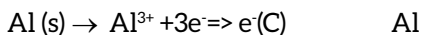


Reação global da eletrólise:



O cátodo produz $\text{Al}_{(s)}$ e o ânodo produz $\text{O}_2(g)$

b) I - Proporção entre mols de e- e mols de Al (s):



$$3\text{mol} \text{-----} 1\text{mol}$$

$$3 \times 96485\text{C} \text{-----} 1\text{mol}$$

II - Carga produzida em 150h pela cuba eletrolítica.

$$150\text{h} \text{-----} X$$

$$1\text{h} \text{-----} 60\text{min}$$

$$X = 9 \times 10^3 \text{ min} \text{-----} Y$$

$$1\text{min} \text{-----} 60\text{seg}$$

$$Y = 5,4 \times 10^5 \text{seg}$$

$$Q = i \cdot t$$

$$Q = 8000 \times 5,4 \times 10^5$$

$$Q = 4,32 \times 10^9 \text{ C}$$

III - Número de mols de Al (s) produzidos em $4,32 \times 10^9 \text{ C}$: utilizando o valor real.

$$(3 \times 96485 \text{ C}) \text{-----} 27\text{g}$$

$$4,32 \times 10^9 \text{ C} \text{-----} X$$



X=4,029641 x 10⁵ g do alumínio produzida

✓ Utilizando 9,6 x 10⁴C

4,05 x 10⁵g

c) I - Proporção estequiométrica entre o Al₂O₃ e o Al

Al₂O₃ Al

2mol-----4mol

204g-----108g

II - Quantidade teórica:

Al₂O₃ Al

204g-----108g

X-----81t

X=153t Al₂O₃

III - Pureza do Al₂O₃

306-----100%

153-----X

Y=50% de pureza

d) Al₂O₃ O₂

2mol 3mol

2 x 10²g-----3 x 22,4L

4 x 10⁵ L de O₂----- X

X= 3,29411 x 10⁵ L

X=3,3 x 10⁵ L

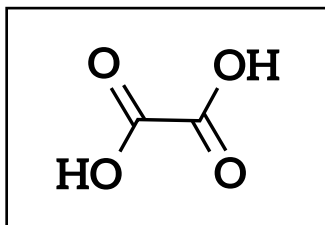




QUESTÃO 5

Resolução desenvolvida por Matheus Henrique Martins Costa, Colégio Boa Viagem - PE

- a) Como o nome oficial do ácido oxálico é ácido etanodióico, esse deve ser um ácido carboxílico com 2 carbonos, logo sua estrutura é:

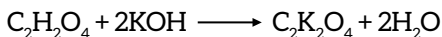


- b) A massa molar do ácido oxálico é dada por:

$2.12 + 4.16 + 2.1 = 90 \text{ g/mol}$, logo o n° de mols no extrato é: massa/massa molar = $1,8.10^{-2}\text{g}/90\text{g.mol}^{-1} = 2.10^{-4} \text{ mol}$; como a constante de Avogadro é $6,022.10^{23}$ moléculas/mol, o número de moléculas é:

$6,022.10^{23} \cdot 2.10^{-4} = 1,2044.10^{20}$ moléculas de ácido oxálico.

- c) Como o ácido oxálico possui 2 hidrogênios ionizáveis a equação de neutralização, balanceada, é dada por:



- d) A combustão do ácido oxálico é equacionada da seguinte maneira:

$\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 + 1/2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, assim para 1 mol de ácido, é necessário 0,5 mol de O_2 , logo para os 2 mols de ácido, é necessário 1 mol de O_2 . Como $m_{\text{O}_2}/m_{\text{ar}} = 1/5$ e $m_{\text{O}_2} = 1$, temos: $n_{\text{ar}} = 5$ mols, como nas CNTP, o volume molar é 22,4 L/mol, temos: Volume de ar = $5 \cdot 22,4 = 112 \text{ L}$



XX Olimpíada Norte/ Nordeste de Química

Resultados 2014

Nome	Escola	Cidade	UF	Score
O U R O				
Erick Tavares Marcelino Alves	Contato	Maceió	AL	100,0
Bruna Luiza Braga Pantoja	7 de Setembro	Fortaleza	CE	97,22
Caio Felipe Siqueira Gomes	7 de Setembro	Fortaleza	CE	96,21
João Paulo Mota Telles	Anchieta	Salvador	BA	96,21
Jonas de Oliveira Menescal	Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE	96,21
Thalles Ferreira da Ponte	Farias Brito	Sobral	CE	96,21
Lis Vieira Silva	GGE	Recife	PE	95,95
Lohans de O. Miranda Oliveira	Lavoisier	Teresina	PI	95,95
P R A T A				
Artur Souto Martins	Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE	94,94
Thiago Beserra Barbosa dos Santos	Contemporâneo	Natal	RN	93,67
Alexsandro Vítor Serafim de Carvalho	Santa Úrsula	Maceió	AL	92,41
Brenno Lavigne Diniz	N. Sra. da Conceição	Salvador	BA	92,41
Felipe Damorim Barreto	Anchieta	Salvador	BA	92,41
Giovanni Elson Rafael de Souza	Farias Brito	Fortaleza	CE	92,41
Vinícius Silva de Oliveira	Militar do Recife	Recife	PE	92,16
Aloysio Galvão Lopes	SEB COC	Maceió	AL	91,14
Guilherme Pinheiro Cordeiro Leão	GGE	Recife	PE	91,14
João Martins Cortez Filho	IDB	Teresina	PI	91,14
Viviane Silva Souza Freitas	Integral	Salvador	BA	91,14
Glicia Rodrigues Ferreira	Master Bezerra	Fortaleza	CE	90,89
Pedro Victor Alves Barbosa	IDB	Teresina	PI	90,89
Matheus Henrique Martins Costa	Boa Viagem	Recife	PE	90,64
Breno Lima de Almeida	Anchieta	Salvador	BA	89,88





Felipe Martins Gomes	Master Bezerra	Fortaleza	CE	89,88
Henrique Rodrigues Muller	Militar do Recife	Recife	PE	89,88
Icaro de Azevedo Alexandre	Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE	89,88
Livia Maria Alcântara Vasconcelos	S. Coração de Jesus	Teresina	PI	89,88
Maria Luiza Pinto Picanço	Ideal	Belém	PA	89,88
Sarah Barreto Ornellas	Anchieta	Salvador	BA	89,88
BRONZE				
Carlos Henrique Mesquita Peres	Lato Sensu	Manaus	AM	88,61
Gianluca Carrilho Malta	GGE	Recife	PE	88,36
Pedro Salazar Costa	Adalberto Valle	Manaus	AM	88,36
Guilherme Schwamback	IFRO	Porto Velho	RO	87,60
Rodrigo R. de Vasconcelos	Master	Aracaju	SE	87,60
Eulalio Sotero Galvao Junior	Lettera	Teresina	PI	87,35
Italo Lesione de Paiva Rocha	Master Bezerra	Fortaleza	CE	87,35
Victoria Pimentel Jatobá	Santa Maria	Recife	PE	87,35
Carlos Gabriel Oliveira Freitas	7 de Setembro	Fortaleza	CE	87,09
Gabriel de Albuquerque Barros	Militar de Manaus	Manaus	AM	87,09
Lucas Barros Barbosa	Motiva	João Pessoa	PB	86,08
Lucas Bastos Oliveira	Master Sul	Fortaleza	CE	86,08
Pedro Jorge Luz A. Cronemberger	S. Coração de Jesus	Teresina	PI	86,08
Ana Luiza Nogueira Mororó	Integral	Salvador	BA	85,83
José Otávio de Oliveira Vidal	Fundação Nokia	Manaus	AM	85,83
Lucca Heinze Faro	Master	Aracaju	SE	85,07
Gabriel Silva Rocha	Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE	84,81
Victor Machado	Integral	Teresina	PI	84,81
Matheus Rocha de Seixas Nogueira	IDB	Teresina	PI	84,56
Paulo Eduardo B. A. L. Vasconcelos	GGE	Recife	PE	84,56
Matheus Dias Maciel	GGE	Recife	PE	83,55
Lucas Silva Loureiro	Integral	Salvador	BA	83,29
Dayenne Alexsa A. de Souza	IFPA	Belém	PA	83,04



Giselle Furtado Silva	Farias Brito	Sobral	CE	82,79
Delson Barros Oliveira Filho	Coesi	Aracaju	SE	82,28
Francisco Luiz Isael Junyor	Farias Brito	Fortaleza	CE	82,28
Maurocelio Rocha Pontes Filho	Farias Brito	Fortaleza	CE	82,28
Paulo Vitor Santos Oliveira	Contato	Maceió	AL	82,28
Pedro Felipe Medeiros Gomes	Col. Aplicação da UFPE	Recife	PE	82,28
Pedro Martins de Souza	Farias Brito	Fortaleza	CE	82,28
Samuel Morais Barros	Master Bezerra	Fortaleza	CE	82,28
Paulo Silveira Cardoso Ferreira	Cognitivo	Recife	PE	82,03
Rodrigo Lucas Soares	Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE	82,03
Tino Miro Aurelio Marques	Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE	82,03
Vitor Leite Gonzaléz	Integral	Salvador	BA	82,03
MENÇÃO HONROSA				
Leonardo Tavares Oliveira	Coesi	Aracaju	SE	81,27
André Soares Alves	Polícia Militar	Jequié	BA	81,02
João Guilherme Porto Santos	Amadeus	Aracaju	SE	81,02
Mateus Almeida Farias dos Santos	IDB	Teresina	PI	81,02
Nathalia Maria Fonseca Fróes	Sto Antonio de Jesus	Sto. Ant. de Jesus	BA	81,02
Renata Braga de Sousa Cidrack	Master Bezerra	Fortaleza	CE	81,02
Saulo Gonçalo Brasileiro	Col. Aplicação da UFPE	Recife	PE	81,02
Victor Hugo Fernandes Breder	IDB	Teresina	PI	81,02
Vitor Melo Rebelo	IDB	Teresina	PI	81,02
Fábio Gabriel Costa Nunes	IDB	Teresina	PI	80,76
João Victor Almeida Roxo	Antonio Vieira	Salvador	BA	80,76
Josué Silva Coêlho de Oliveira	IDB	Teresina	PI	80,76
Luciano Pinheiro Batista	Farias Brito	Fortaleza	CE	80,76
Luiz Guilherme Batista Almeida	Santa Maria	Recife	PE	80,76
Ulysses Karvanis Nunes de Moraes	IDB	Teresina	PI	80,76
Gerardo Albino Nogueira Filho	Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE	80,51
Henrique Pessoa Armond de Melo	Lato Sensu	Manaus	AM	79,75



Mateus Moura Catique	Militar de Manaus	Manaus	AM	79,75
Icáro Araújo de Sousa	Inst. Federal do Piauí	Teresina	PI	79,24
Karin Yasmin Santos Fonsêca	Amadeus	Aracaju	SE	78,74
Thuane do Nascimento Bezerra	Objetivo	Teresina	PI	78,48
Alan Gualberto de S. de F. de Pinho	IFBA	Salvador	BA	78,23
Danilo Lins Santana de Lima	Anchieta	Salvador	BA	78,23
Débora da Silva Oliveira	IFBA	Salvador	BA	78,23
Fabricio Jesus dos Reis	Djalma Pessoa	Salvador	BA	78,23
Marcella Torres Maia	Farias Brito	Fortaleza	CE	78,23
David Queiroga Gadelha Batista	Motiva	João Pessoa	PB	77,72
Arthur Massaru Monaka	Olimpo	Palmas	TO	77,22
Daniel Tenório Camêlo Soares	GGE	Jaboatão	PE	77,22
David Silva Almeida	IDB	Teresina	PI	77,22
Emanuel Anselmo N. Segundo	S. Coração de Jesus	Teresina	PI	77,22
Gustavo Oliveira Martins	Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE	77,22
Ana Luiza Ramalho Uruguay	Ciências Aplicadas	Natal	RN	76,97
Maria Sarmiento de O. Abrantes	Motiva	João Pessoa	PB	76,97
Isabella Sales de Macedo	Anchieta	Salvador	BA	76,71
Caio de Araújo Corrêa Formigosa	Ideal	Belém	PA	76,21
Eric Pereira Queiroz Moreira	Ideal Militar	Belém	PA	75,95
Eugênio Saraiva Ramos	N. Sra. das Neves	Natal	RN	75,95
Gabriela Rodrigues Tomaz	Integral	Teresina	PI	75,95
Robert Lucas Teixeira Barbosa	Farias Brito	Fortaleza	CE	75,95
Samuel L. Fontes de Souza	GEO	João Pessoa	PB	75,95
Gabriel Novaes Leal Jardim	Marista São Luís	Recife	PE	75,70
Gabriela Tenório Silva Cavalcante	SEB COC	Maceió	AL	75,70
Giovanna de Brito Silva	Núcleo	Recife	PE	75,70
Lucas Oliveira Guerra	CEI Romualdo	Natal	RN	75,70
Tâmara Caldas Orge	Anchieta	Salvador	BA	75,70
Elias Góes Salviano	Ideal	Belém	PA	74,69



Juan Costa da Costa	Ideal	Belém	PA	74,69
Rafael Assi Alencar	Laviniense Integrado	Manaus	AM	74,69
Icaro Quintela Matos	Salvador	Aracaju	SE	74,43
Manuela de Sousa Moura Fé	IDB	Teresina	PI	74,43
Myrele Gomes Gadelha de Oliveira	Motiva	João Pessoa	PB	74,43
Yasmin Thaise Lisboa da Veiga	IFPA	Belém	PA	73,93
Lorayne Lino Souza	Crescimento	São Luis	MA	73,42
Maria Scarlleth Gomes de Castro	IFCE de Juazeiro	Juazeiro do Norte	CE	73,42
Thiago Santos Chaves	CEV	Teresina	PI	73,42
Fabício Cavalcanti G. Alcoforado	Santa Maria	Jaboatão	PE	73,17
Saulo de Andrade Pinto	Integral	Salvador	BA	73,17
Vinicius Antonio M. de F. Dutra	IDB	Teresina	PI	73,17
João Paulo Neto	Adalberto Valle	Manaus	AM	72,15
Roberto Rebouças Prates Filho	Integral	Salvador	BA	72,15
Walter Amazonas da Silva	Lato Sensu	Manaus	AM	72,15
Cefas Vieira da S. Almeida Ferreira	Lavoisier	Teresina	PI	71,90
Joel Gustavo Pinto Oliveira	IFPA	Belém	PA	71,90
Rodolfo Eduardo Santos Carvalho	Salvador	Aracaju	SE	71,14
Renner Leite Lucena	Farias Brito	Fortaleza	CE	70,89
Victor de M. Chagas	IFPE	Recife	PE	70,89
Clarissa Viveiros Lima	IDB	Teresina	PI	70,64
Fábio Machado Silva Filho	Núcleo	Recife	PE	70,64
Gabriel Cicalese Bevilaqua	Col. Aplicação da UFPE	Recife	PE	70,64
Kristian Holanda Nogueira	Militar de Manaus	Fortaleza	CE	70,64
Norton Barros Félix	GGE	Jaboatão	PE	69,62
Arthur Barros Fernandes	Contemporâneo	Natal	RN	69,37
Ian de Oliveira Gomes	Olimpo-Palmas	Palmas	TO	69,37
Leticia Campos de Oliveira	Master Bezerra	Caucaia	CE	69,37
Felipe Prisco Diogo de Holanda	Farias Brito	Fortaleza	CE	68,36
Saulo Giovanni de Matos Silva	Amadeus	Aracaju	SE	68,10



Tafnes Silva Barbosa	Farias Brito	Fortaleza	CE	68,10
Guilherme de Araújo Gonzaga	IFBA	Salvador	BA	67,85
Ana Paula Pereira Rolim	Motiva	Campina Grande	PB	67,09
Isabella Sene Santos Carneiro	Olimpo	Palmas	TO	67,09
Rui Barroso Santos Neto	Lato Sensu	Manaus	AM	67,09
Andre Sampaio Lima	Farias Brito	Fortaleza	CE	66,84
Marcos Victor Silveira Crisanto	IDB	Teresina	PI	66,84
Ana Carla dos Santos Costa	IFBA	Salvador	BA	65,57
Francisco Valder M. Oliveira Filho	Antares	Fortaleza	CE	65,57
Gabriel Felipe Teixeira Freire	S. Coração de Jesus	Teresina	PI	65,57
Rafael Santana Brito	Integral	Salvador	BA	65,57
Samuel Levi dos Santos Chaves	Militar de Manaus	Manaus	AM	65,57
Letícia Mascarenhas de Souza	Anchieta	Salvador	BA	65,07
Gustavo Souza Carvalho Maciel	Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE	64,56
Thayanna Ferreira Rodrigues	IFPA	Belém	PA	64,56
Gustavo Henrique dos Santos	Coesi	Aracaju	SE	63,55
Luiza Sossai de Souza	Ideal Militar	Belém	PA	63,29
Pedro Fernandes Santos	Laviniense Integrado	Manaus	AM	62,79
Karim Samer Zahlan	Ideal Militar	Belém	PA	61,77
Maria T. S. F. Sousa Nascimento	Farias Brito	Fortaleza	CE	61,77
Lucas Maia Morais	Ciências Aplicadas	Natal	RN	61,52
Victor Hugo Muniz Cruz	Master Bezerra	Fortaleza	CE	61,52
Cláudio Luiz de França Neto	IFPE	Recife	PE	60,76
Gabriel de Araújo Grisi	N. Sra. da Conceição	Salvador	BA	60,76
Joyce dos Santos Monteiro	Contato	Maceió	AL	60,76
Marcelo L. Manzano	Olimpo	Palmas	TO	60,76
Ugor Tomaz Fernandes	Salesiano São José	Natal	RN	60,76
Vivian Gadelha Ramos	Motiva	João Pessoa	PB	60,76
Camila Machado de Araújo	Virgem de Lourdes	Campina Grande	PB	60,51
Gabriel Machado Corrêa	Martha Falcão	Manaus	AM	60,51



Raynara Uchoa Gomes	Maria Montessori	Maceió	AL	60,51
Ana Luísa de C. C. Hernández	Antônio Vieira	Salvador	BA	59,50
Daniel Ezequiel F. Joe Melo	IFAL	Maceió	AL	59,50
Lucas Oliveira Mendes da Silva	SEB COC	Maceió	AL	59,50
Matheus Galvão de Farias	Visão	Recife	PE	59,50
Fernanda Santos de Santana	IFAL	Maceió	AL	59,24
Arthur França Furtado	Santa Rosa	Belém	PA	58,74
Eliabe Bastos Dias	7 de Setembro	Fortaleza	CE	57,98
Pedro Henrique Vaz Valois	Antônio Vieira	Salvador	BA	57,98
Rodrigo Silva de Andrade	Sto Antonio de Jesus	São Miguel das Matas	BA	57,98
Valmir Vinicius de Almeida Santos	São Luis	Cachoeira	BA	57,72
Beatriz Siqueira C. Suassuna	Virgem de Lourdes	Campina Grande	PB	56,96
Diego dos Santos Santana	São Luiz	Muritiba	BA	56,96
Gabriel Cortizo Ferraz	Boa Viagem	Recife	PE	56,96
Bernardo de Almeida Galindo	Santa Úrsula	Maceió	AL	56,96
Gabriel Lima de Moura	Militar do Recife	Recife	PE	56,96
Lucas Rodrigues D. de Freitas	Contemporâneo	Natal	RN	56,71
Vivienne Maria Ferreira de Andrade	Boa Viagem	Recife	PE	55,70
Francisco das Chagas F. M. Júnior	S. Coração de Jesus	Teresina	PI	55,45
Gabrielle Maria Carvalho de Barros	GEO	João Pessoa	PB	55,45
João Magalhães C de Albuquerque	Motivo	Recife	PE	55,45
Pedro Santana de Castro	Integral	Salvador	BA	55,45
Wallisson Alves da Silva	Rosa Mística	Campina Grande	PB	55,45
Alina Lais Almeida de F. Fernandes	Motiva	Campina Grande	PB	55,19
Tháís Ketinly dos Santos Silva	IFPE	Recife	PE	54,94
Paulo Henrique Vieira da Paixão	Santa Madalena Sofia	Maceió	AL	54,69
Rita de Kássia Silva do Nascimento	IFPA	Belém	PA	54,69
Artur Souza e Silva	Antonio Vieira	Salvador	BA	54,43
David Passos de Azevedo	Anchieta	Salvador	BA	54,43
Juliana da Costa Barros Vianna	Maria Montessori	Maceió	AL	54,43



Larícia Maria Mota Cavalcanti	Santa Maria	Recife	PE	54,18
Mariana Moura Diniz Araújo	IDB	Teresina	PI	54,18
Diego Maia Hamilton	Cognitivo	Recife	PE	53,67
Leandro Mota Nogueira	IFMA	São Luis	MA	53,67
Gabriel de Melo Bastos	Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE	53,42
Alexandre de Mendonça Monte	Contato	Maceió	AL	53,17
Gustavo Castro Guimarães	Santa Madalena Sofia	Maceió	AL	53,17
Samuel Cesarino da Nóbrega	Cedue	Santa Luzia	PB	53,17
Matheus Machado Diniz	Anchieta	Salvador	BA	52,91
Deivison Oliveira da Silva	C E Ana Libória	Boa Vista	RR	52,66
Eduardo Soares e Silva Britto	Anchieta	Salvador	BA	52,66
Viviane Marue Higa	Objetivo	Gurupi	TO	52,66
Gisele Nogueira Bezerra	Ari de Sá Cavalcante	Maranguape	CE	52,41
Gisele dos Santos Moreira	E.E. Anísio Teixeira	Porto Velho	RO	52,41
Lucas Melo de Figueiredo	Adalberto Valle	Manaus	AM	52,41
Matheus Jose Barbosa Moreira	Marista	Natal	RN	52,41
Sophia Josephine N. de Alencar	Santa Úrsula	Maceió	AL	52,41
Gabriela Priscila de Lima Silva	Erem Profª Benedita Guerra	Timbauba	PE	51,90
Klaus Macelo Melcher	Virgem de Lourdes	Campina Grande	PB	51,90
Lucas Ian Sousa Queiroz	Fera	Patos	PB	51,90
Amanda Aparecida Marques Belém	Dom Bosco Sul	Palmas	TO	51,65
Isabela Silveira Araújo	Cognitivo	Recife	PE	51,39
Valeska Alves Holanda	Santa Cecília	Fortaleza	CE	51,39
Hércules Subaru Kimura	IFPA	Belém	PA	51,39
Anderson Carlos Felix	Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE	50,64
Eduardo Mânica	Olimpo	Palmas	TO	50,64
Keila Leticia Fernandes Vidal	Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE	50,64
Mizael Albuquerque do Bu	Motiva	Campina Grande	PB	50,64

DEMAIS CLASSIFICADOS ver em www.obquimica.org



- A) Centrífuga
B) Funil de separação
C) Destilador
D) Sistema de filtração a vácuo

04 Um elemento químico de configuração eletrônica $[\text{Ar}] 4s^2$ é o metal mais abundante no corpo humano. Na natureza ele não é achado na forma isolada, como metal, mas é encontrado principalmente como constituinte de rochas. Os seus compostos são utilizados na fabricação de vários produtos, como na preparação de uma tinta branca, de baixo custo, para pinturas de paredes e meio-fio das.

O elemento citado no texto é o

- A) Au. B) Ca. C) He. D) P.

05 Analise a charge abaixo.



Fonte: <http://www.cpap.embrapa.br/laboratorio/>

Em relação à manipulação de resíduos, a ideia principal contida nessa charge chama atenção para

- A) a descontaminação do ambiente.
B) as aplicações das luvas de borracha.
C) o tratamento inadequado de resíduos tóxicos.
D) o perigo da manipulação de resíduos por idosos.

06 O químico russo Dmitri Mendeleev teve grande contribuição para o desenvolvimento da tabela periódica. Porém, na sua versão, ele organizou os elementos químicos de acordo com a(o)

- A) descoberta cronológica.
B) massa atômica crescente.
C) número atômico decrescente.
D) quantidade de elétrons.



O texto abaixo será utilizado nas questões 7 e 8.

Os sistemas de refrigeração industrial são utilizados em larga escala nos frigoríficos, na indústria de pescado e nas fábricas de gelo. Eles se fundamentam na capacidade de algumas substâncias, denominadas agentes refrigerantes, absorverem grande quantidade de calor quando passam do estado líquido para o gasoso. Algumas das características desejáveis para um agente refrigerante são: i) ser volátil ou capaz de se evaporar; ii) produzir o máximo possível de refrigeração para um dado volume de vapor; iii) ter um odor que revele a sua presença; iv) existir em abundância para seu emprego comercial.

Adaptado de: Nota técnica nº 03/2004: refrigeração industrial. – Brasília : MTE, SIT, DSST, 2005.

07 Qual a mudança de estado físico se associa à capacidade de determinada substância ser utilizada como um agente refrigerante industrial?

- A) Cristalização. B) Fusão
C) Sublimação. D) Vaporização.

08 Uma substância que atende às características citadas no texto para um agente refrigerante industrial é a(o)

- A) amônia. B) gás carbônico. C) hélio. D) sacarose.

09 O material empregado na fabricação das próteses mamárias é conhecido como silicone. Geralmente, ele é um tipo de polímero sintético, biocompatível, produzido à base de compostos derivados do silício (configuração eletrônica: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$).



Fonte: <http://www.fastcocreate.com/1683005/learn-the-periodic-table-in-seconds-with-this-catchy-song>

É **correto** afirmar que as próteses de silicone:

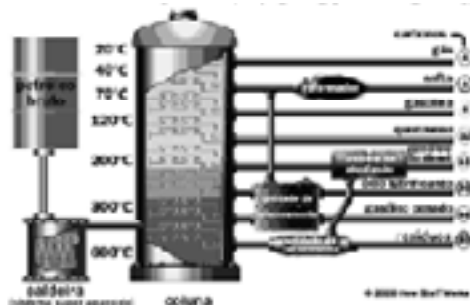
- A) são substâncias simples de silício.
B) possuem átomos do elemento químico silício.
C) têm o silício, um metal muito raro na natureza, como principal componente.
D) apresentam em sua composição o Si, um elemento químico que é produzido artificialmente.

10 Uma mistura homogênea de duas substâncias, uma sólida e outra líquida, que possui uso corrente no nosso dia a dia e pode ser facilmente adquirida em farmácias é exemplificada pelo



- A) enxaguante bucal. B) loção hidratante.
 C) mel com própolis. D) soro fisiológico.

11 Analise a imagem abaixo.



<http://ciencia.hsw.uol.com.br/refino-de-petroleo5.htm>

Qual das opções indica, corretamente, a principal etapa e a característica do material bruto que é separado nesse processo industrial?

Destilação fracionada	Destilação fracionada	Destilação simples	Destilação simples
Substância Composta	Mistura	Substância Composta	Mistura
A)	B)	C)	D)

12 Um vídeo disponibilizado na internet traz um experimento com um metal, que é pouco abundante na natureza e muito utilizado na fabricação de componentes eletrônicos. O metal, no estado líquido, é injetado dentro de um molde, com a ajuda de uma seringa. Após o sistema esfriar, obtém-se uma colher metálica sólida. Quando esse objeto é colocado na água quente, ele praticamente desaparece, deixando uma “poça” de metal líquido no fundo do copo.



Fonte: <http://www.manualdomundo.com.br/2012/03/a-colher-que-derret->



De acordo com as características e propriedades relatadas, esse metal é a(o)

- A) Al. B) Ga. C) Fe. D) Zn.

13 A eclâmpsia é um tipo de complicação que produz convulsões em mulheres grávidas. Ela é a principal causa de mortalidade materna em todo mundo. A prevenção e o tratamento das convulsões na eclâmpsia são realizados com o uso de uma substância composta, iônica e inorgânica, que está indicada em uma das alternativas abaixo, assinale-a.

- A) Ácido clorídrico (HCl)
B) Cloro (Cl_2).
C) Metanol (CH_3OH)
D) Sulfato de magnésio (MgSO_4)

14 Uma professora exibiu um vídeo-experimento na sala de aula. As imagens mostravam uma reação vigorosa, extremamente rápida e explosiva, quando um material foi colocado em contato com água destilada. As cenas indicaram a ocorrência de uma combustão, pois o hidrogênio produzido na reação entrou em contato com o oxigênio presente no ar.

Qual dos materiais abaixo é capaz de provocar o fenômeno mostrado no vídeo?

- A) Um pedaço de cobre
B) Um pedaço de potássio
C) Uma pastilha de soda cáustica
D) Uma pastilha de bicarbonato de sódio

15 Um trecho do roteiro adaptado da obra “O Auto da Compadecida”, de Ariano Suassuna (1927-2014), é mostrado abaixo.

- Nossa, mas com esse cheirinho de _____, eu já tô é dando uma pilora com esse fedor!





- Respeito é bom e eu gosto! (As pessoas protestam) Calem-se mandarei todos para os quintos dos infernos. (As pessoas gritam e correm)

Para completar o sentido correto do texto, a palavra a ser incluída na lacuna acima é nome do elemento químico representado por:

- A) Au. B) H_2O . C) O_2 . D) S.

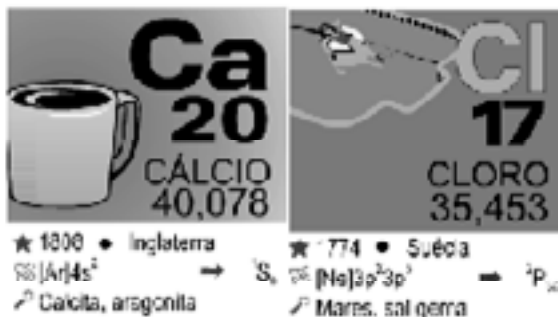
16 As imagens mostradas abaixo ilustram duas operações utilizadas em um processo de separação de misturas.



Considerando as características fornecidas, é necessário que nesse processo um sistema

- A) possua uma fase sólida e uma fase líquida, pelo menos.
B) seja composto por solventes semelhantes e com a mesma densidade.
C) fique em repouso, por um período, para separação das fases.
D) mantenha-se constantemente monofásico, após a realização dessas operações.

17 Algumas informações sobre dois elementos químicos são apresentadas a seguir.



Fonte: <http://www.abiquim.org.br/voce-e-a-quimica/tabela-periodica>

Considerando os dados apresentados, é **correto** afirmar que o cálcio e o cloro:

- A) formam ligações covalentes
- B) são do mesmo período da tabela periódica.
- C) formam uma substância iônica, o CaCl_2 .
- D) pertencem à mesma família da tabela periódica.

18 A irradiação de vegetais consiste na exposição de grãos, cereais, frutas e especiarias a uma fonte de radiação ionizante por raios gama. A fonte mais utilizada nesse tipo de processo é o cobalto-60.

Sabendo que o cobalto (configuração eletrônica: $[\text{Ar}] 4s^2 3d^7$) possui número atômico 27 e massa atômica 59 uma, é **correto** afirmar que:

- A) o cobalto-60 é um gás nobre.
- B) o cobalto-60 é um isótopo radioativo do Co.
- C) o cobalto-60 e o Co possuem mesmo número de nêutrons.
- D) os átomos de cobalto-60 e de Co representam elementos químicos diferentes.

19 Uma indústria planeja desenvolver um novo processo de produção, baseando-se nos princípios da “Química Verde”. Considerando esse objetivo, esse novo processo deve **evitar**





- A) a formação de produtos biodegradáveis.
B) o uso de biomassa como matéria-prima.
C) a diminuição do número de átomos do reagente no produto final.
D) o emprego de solventes orgânicos, como o benzeno e os seus derivados.
- 20** A identificação de substâncias extraídas de plantas e o desenvolvimento de métodos para sintetizá-las em laboratório têm sido atividades desenvolvidas dentro de uma área da química conhecida como
- A) Química Orgânica. B) Química Inorgânica.
C) Físico-Química. D) Eletroquímica.

GABARITO

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



VII OLIMPÍADA BRASILEIRA DE QUÍMICA JÚNIOR - Fase II

8º e 9º anos do Ensino Fundamental

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 horas.
5. Você receberá a Folha de Respostas após 1 hora do início da prova, para registrar as suas opções.

QUESTÕES DE MÚLTIPLA ESCOLHA

01 Analise a imagem mostrada abaixo.



<http://educacao.uol.com.br/disciplinas/quimica/> (Adaptado)

A operação indicada na figura corresponde a uma etapa de um processo indicado para a separação de determinadas

- A) soluções saturadas. B) misturas heterogêneas.
C) soluções diluídas. D) misturas homogêneas.

02 Um determinado gás monoatômico e inerte é usado em lâmpadas fluorescentes. Essas características se relacionam com a sua configuração eletrônica, que é:



- A) $1s^22s^22p^4$ B) $1s^22s^22p^63s^23p^5$
C) $1s^22s^22p^63s^23p^6$ D) $1s^22s^22p^63s^23p^64s^1$

03 É comum se ouvir a expressão: “Está mais suado do que tampa de chaleira”. O suor é o resultado da transpiração; a água presente na tampa da chaleira aquecida é o resultado de uma

- A) calefação. B) condensação.
C) floculação. D) solidificação.

04 A sinusite é a inflamação das mucosas dos seios da face, região do crânio formada por cavidades ósseas ao redor do nariz, maçãs do rosto e olhos. Esse problema está relacionado ao impedimento da drenagem da secreção mucosa dos seios da face. Por isso, para combater a sinusite, o mais importante é diluir essa secreção, para eliminá-la mais facilmente. Inalações com solução salina produzem esse efeito.

<http://drauziovarella.com.br/letras/s/sinusite/> (Adaptado)

Uma mistura indicada para o tratamento do tipo de inflamação citada no texto é constituída por

- A) H_2O e NaCl. B) etanol e açúcar.
C) H_2O e HCl. D) etanol e HCl.

05 O Wolverine possui garras que saem de sua mão. Assim como todo o seu esqueleto, elas são constituídas por uma liga metálica indestrutível, existente apenas na ficção.



Um modelo adequado para representar o tipo de ligação química presente nessas garras pode ser proposto usando

- A) várias bolas do mesmo tamanho, e sem cargas.
B) uma bola com carga positiva, sobre a qual circula outra bola, com carga negativa.
C) uma bola grande, com carga positiva, contendo bolinhas pequenas em seu interior, representando os elétrons.
D) várias bolinhas grandes, representando átomos com cargas positivas, rodeadas por bolinhas pequenas, representando elétrons livres.

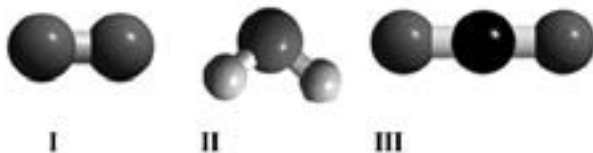


06 Em uma aula, uma professora transferiu uma quantidade de cânfora, um sólido branco, para um pote de vidro. Em seguida, ela fechou o pote com uma tampa metálica e o aqueceu pela base. Ao longo do aquecimento, a superfície da tampa foi resfriada, com uma pedra de gelo embrulhada em papel alumínio. Após alguns minutos do início do aquecimento, não se observou a presença de sólido no interior do frasco, porém uma névoa foi formada. Ao final, verificou-se a presença de cristais de cânfora na parte interna da tampa.

Sobre esse processo, é **correto** afirmar que a cânfora:

- A) destilou e solidificou.
- B) evaporou e condensou.
- C) fundiu e se liquefez.
- D) sublimou e ressublimou.

07 As moléculas da água, do gás carbônico e do oxigênio estão representadas abaixo.



Considerando a relação dessas três substâncias com a manutenção da vida de plantas e de peixes ornamentais em um aquário, é **correto** afirmar que:

- A) os peixes e as plantas produzem as três substâncias por meio da fotossíntese.
- B) os peixes produzem, na presença de luz, grandes quantidades da substância I.
- C) as duas substâncias simples (II e III) são necessárias para que as plantas produzam a substância I na ausência de luz.
- D) as duas substâncias gasosas (I e III) estão dissolvidas em um líquido, que é formado por moléculas da substância composta II.

08 A análise da composição química de quatro amostras de chuvas, coletadas em diferentes cidades brasileiras, é mostrada na tabela abaixo. As cidades se localizavam em diferentes distâncias do mar.



Espécie química	Amostra (mg/L)			
	Cidade I	Cidade II	Cidade III	Cidade IV
Ca^{2+}	1,43	1,18	1,80	1,91
Mg^{2+}	1,79	0,40	0,37	0,22
K^+	0,78	0,37	0,26	0,36
Na^+	18,45	2,36	0,36	0,16
NH_3	0,39	0,79	0,70	0,38
Cl^-	37,60	4,52	0,88	0,28
NO_3^-	0,64	0,59	1,73	1,28

Qual dessas cidades se localiza mais próximo do mar?

A) I. B) II. C) III. D) IV.

09 Dois importantes fósseis foram encontrados no Brasil, recentemente. O primeiro é um carvão de 50 mil anos, localizado na Serra da Capivara, no Piauí. Ele é considerado o vestígio mais antigo do homem nas Américas. O outro é um réptil pré-histórico carnívoro, com cerca de 90 milhões de anos, descoberto na região de Campina Verde, em Minas Gerais.

A estimativa da idade desses materiais é feita com um tipo de análise que se baseia na utilização de

A) átomos de ouro artificial.

B) elementos radioativos sintéticos.

C) isótopos de determinados elementos naturais radioativos.

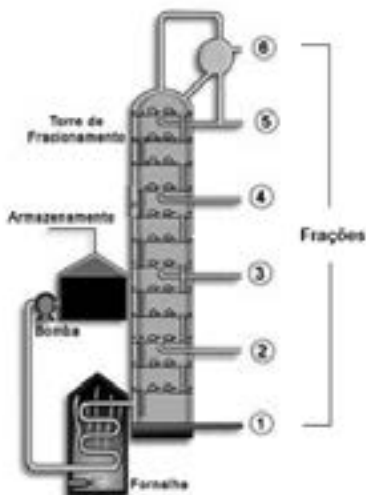
D) átomos do elemento mais leve do que o hélio ($Z=2$; configuração eletrônica: $1s^2$).

10 O eugenol ($d=1,06 \text{ g/cm}^3$) é uma substância oleosa, que é extraída dos botões florais do cravo-da-índia. Ele é imiscível com a água. Após o seu processo de extração a partir desses botões florais, utiliza-se um conjunto de técnicas para a sua purificação, entre elas a lavagem com água, na qual se utiliza o sistema:



QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS

- 11 Indique o nome do processo de separação representado na imagem abaixo e explique como ele possibilita separar diferentes frações de uma mistura natural.

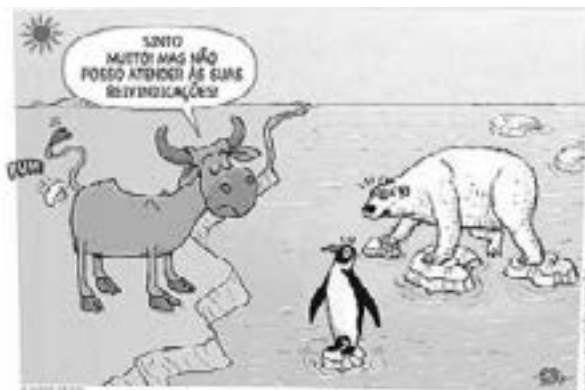


- 12 Um grupo de estudantes resolveu fazer um experimento na Feira de Conhecimentos da escola. Na lista dos materiais necessários para a realização da atividade prática, a professora indicou que seria preciso adquirir 2 mols de gelo seco. Com base nessa quantidade de matéria (número de mols), quantos gramas de CO_2 os estudantes precisariam adquirir?

Dados: massa atômica: C = 12 u; O = 16 u.



13 Analise a charge abaixo.



Escolha duas expressões presentes na relação indicada a seguir, uma expressão para cada coluna, que se relacionam ao contexto da charge. Depois, escreva um texto justificando a sua escolha.

Coluna 1	Coluna 2
Evaporação da água	Aquecimento global
Emissão de gás metano (CH_4)	Evolução das espécies
Produção de combustíveis fósseis	Alimentação de animais marinhos



Questão 11

Resolução apresentada por **Samuel de Queiroz Vilas Boas Santos**, 9º, Colégio Dom Pedro II, Jequié (BA)

Sabendo que o processo descrito no enunciado é a destilação fracionada, que separa substâncias diferentes com pontos de ebulição próximos, podemos comentar o seguinte: Primeiramente, percebe-se que a mistura em questão está estocada, com uma bomba a mistura é levada até a fornalha, lá a mesma é aquecida. Os componentes vão passando para o estado gasoso e sobem na torre, até encontrar temperaturas mais baixas, condensar e se acumular em bandejas. Um de seus componentes, que vamos chamar de componente A, entra na fase vapor, ao mesmo tempo o componente B começa a evaporar levemente, pois a temperatura atual, é próxima a sua temperatura de ebulição, então os dois gases (A e B) sobem na torre de fracionamento.

Com maior abundância do gás A, ele acaba subindo até o topo da torre de fracionamento que está mais fria onde ele se liquefaz, passa por tubos e é armazenado, como o gás B está em pouco volume, o mesmo fica retido no interior da torre de fracionamento, e acaba se acumulando em outras bandejas e recolhido em outros tubos. O componente B, que continua no interior da torre, também é facilmente separado, quando alcança sua temperatura de ebulição. Esse processo ocorre da mesma forma nos demais componentes.

Questão 12

Resolução apresentada por **Giovana Pertuzzatti Rossatto**, 9º, E.E.E.F. Afonso Pena, Frederico Westphalen (RS)

O gelo seco é constituído por CO_2 (dióxido de carbono).

Sabe-se que a massa atômica é a massa de 1 átomo de um elemento, em unidade de massa atômica, simbolizada por “u”.

A massa molar de um elemento químico é, numericamente, igual à massa atômica desse elemento ou, no caso de uma substância, a soma das massas atômicas dos elementos desta substância, em g/mol.

Por exemplo, a quantidade de matéria em 1 mol de gás oxigênio (O_2), corresponde a 32 g, pois cada átomo de oxigênio tem massa atômica igual a 16 u. Portanto, a massa molar do O_2 é 32 g/mol.

Nesse caso, a substância em questão é o CO_2 . Primeiramente vamos calcular sua massa molar:





Conforme o enunciado da questão o carbono tem massa atômica igual a 12 u e o oxigênio tem massa atômica igual a 16 u.

Então a massa atômica do dióxido de carbono é: $12 + (16 \times 2) = 44u$

Onde o 2 é índice de atomicidade.

Com esse valor, a massa molar do CO_2 é 44 g/mol.

No entanto, a professora indicou que seria necessário adquirir 2 mols de gelo seco (CO_2). Então montamos a seguinte regra de três simples: (onde x é o valor de gramas procurado).

$$\frac{44g}{1 mol} = \frac{x g}{2 mol} \quad x = 88g$$

Então concluímos que os estudantes precisariam adquirir 88 g de CO_2 .

Questão 13

Resolução apresentada por **Bianca Savazzini Reis**, 9º, UBEE - Colégio Marista de Colatina, Colatina (ES)

Na coluna 1, a expressão que melhor se adequa ao contexto da charge é a "emissão do gás metano" e na coluna 2 é a expressão "aquecimento global". A charge mostra um boi liberando flatulências compostas por metano (CH_4), justificando a escolha da 1ª frase. Esse gás, como o gás carbônico (CO_2), são considerados gases do efeito estufa, pois mantem o calor dos raios solares na atmosfera terrestre esquentando o planeta e garantindo a existência da vida. Porém ultimamente vem ocorrendo um aumento desproporcional de gás carbônico devido principalmente as atividades industriais e de gás metano devido principalmente a decomposição de compostos orgânicos como o lixo e também devido a flatulências de animais de pasto como ilustrado na charge. Esses animais não são os principais causadores, mas com o crescente aumento das criações decorrentes da procura de seus derivados, vem ganhando relevância na produção do gás. Com a intensificação da produção desses gases ocorre um desequilíbrio ecológico pelo aumento do efeito estufa. A consequência desse fato é o aquecimento global que se trata do aumento da temperatura do planeta acarretando diversos problemas como o degelo das calotas polares e desequilíbrios da biodiversidade dessas áreas ilustradas na charge, justificando a escolha da 2ª frase.



VII OLIMPÍADA BRASILEIRA DE QUÍMICA JÚNIOR

RESULTADO

UF	Cidade da Escola	Escola do Aluno	Ano	Nome do aluno	NOTA
O U R O					
SP	São Paulo	Objetivo Marquês	9º	Maria Carolina Leão Melo Galli	100
RS	Frederico Westphalen	E.E.E.F. Afonso Pena	9º	Giovana Pertuzzatti Rossatto	99
PI	Teresina	Lettera	9º	Riedel Linhares Lima	95
SP	Sorocaba	Anglo Sorocaba	9º	Diogo Correia Netto	95
P R A T A					
CE	Fortaleza	7 de Setembro	9º	Rafael Jucá Pinheiro	94
SP	São Paulo	Etapa	9º	Matheus Takayasu	94
RS	Porto Alegre	Militar	9º	Brendon Diniz Borck	92,5
CE	Fortaleza	Farias Brito	9º	Carolina de Freitas Oliveira	92
SP	Guarulhos	Parthenon - Unid. 2	9º	Alexandre de Lima C. Tranjan	91,5
SC	Florianópolis	Bom Jesus Coração de Jesus	9º	Gustavo Busch Justino	91
CE	Fortaleza	7 de Setembro	9º	Pedro Pompeu de S. Brasil Carneiro	90,5
CE	Fortaleza	Farias Brito	9º	Afonso Luiz Duarte de Almeida	90
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9º	Bruno Brasil Meinhart	89
CE	Fortaleza	Farias Brito	9º	João Guilherme Madeira Araújo	89
CE	Fortaleza	Master Sul	9º	Jonathan Raniere Pereira de Oliveira	89
CE	Fortaleza	Master	9º	Leticia Oliveira Piancó	88,5
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9º	Pedro Henrique Morais Pontes	88
CE	Fortaleza	Farias Brito	9º	Clara Moura Machado	88
BA	Salvador	Anchieta	9º	Rodrigo Campos de Oliveira Pinto	87



CE	Crato	Paraíso da Cultura	9°	Matheus Correia Lacerda	87
DF	Brasília	Militar	9°	Kellson Marcus Coleta da Silva	87
GO	Goiânia	Prevest	9°	Gabriel Silva Soares	87
MG	Juiz de Fora	Militar	9°	Arianny Hellen de Oliveira Soares	87
PE	Recife	Boa Viagem	9°	Lucas Reis Guimarães de Oliveira	87
PE	Caruaru	Sagrado Coração	9°	Vinicius César Martins	87
SP	Ribeirão Preto	SEBIOC -Ribeirânia	9°	Enzo Carinhani Lima	87
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Ana Júlia de Holanda Veloso	86,5
AM	Manaus	Adalberto Valle	9°	Mário Antônio N. Mansur Carvalho	86
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Larissa Monteiro Lopes	86
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Geovane de Oliveira Coelho	86
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Victor Cambraia Nogueira de Oliveira	86
CE	Fortaleza	Teleyos	9°	Lucas Silva Nogueira Gomes	86
CE	Fortaleza	Teleyos	9°	Davi Silva Nogueira Gomes	86
PE	Recife	Militar	9°	Ariane Aragão Alves	86
SP	São Paulo	Bandeirantes	9°	Stéphanie Gonçalves Pedroso Ribeiro	86
SP	Indaiatuba	Parque Ecológico	9°	Tiago Pereira Dall'oca	86
AL	Maceió	Contato Maceió	9°	João Victor Omena Cardoso	85,5
CE	Fortaleza	Master	9°	Celso Renan Barbosa Soares Lima	85,5
CE	Fortaleza	Master	9°	Ana Beatriz Timbó de Oliveira	85,5
CE	Fortaleza	Master	9°	Lucas de Souza Albuquerque	85,5
CE	Fortaleza	Teleyos	8°	Pedro Henrique Silva de Oliveira	85,5
RS	Frederico Westphalen	E.E.E.M. Cardeal Roncalli	8°	Mariana Bigolin Groff	85,5
AL	Maceió	Contato Maceió	9°	Lavinia Moura Rodrigues da Rocha	85
BA	Salvador	Anchieta	8°	Maria Clara Souza de Freitas	85



CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9º	Beatriz Sobreira Camilo Soares	85
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9º	Leticia Maria Cardoso de Lima	85
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9º	Catharina Perdigão Carneiro	85
CE	Fortaleza	Batista Santos Dumont	9º	Hesíodo Gabriel Souza Braga	85
CE	Fortaleza	Master	9º	Bruno Vitor Barros Bandeira	85
CE	Fortaleza	Master Sul	9º	Leticia Bastos Oliveira	85
CE	Fortaleza	Militar	9º	Pedro Barbosa Capelo Oppelt	85
CE	Fortaleza	Farias Brito	9º	Vanessa Braga Soares	85
CE	Fortaleza	Farias Brito	9º	José Airton Caldas Moreira Filho	85
RS	Porto Alegre	João Paulo I	9º	Bernardo Castañeda Baptista	85
SC	Florianópolis	Bom Jesus Coração de Jesus	9º	Vitória Dallago dos Santos	85
TO	Palmas	Olimpo	9º	Naiara Bozza Pegoraro	85
BRONZE					
CE	Fortaleza	Farias Brito	9º	Izadora Melo Rodrigues	84,5
SP	Valinhos	AESC Objetivo	9º	Henrique Barbosa de Oliveira	84,5
BA	Salvador	Anchieta	9º	Ana Luisa Nogueira dos Santos	84
BA	Salvador	Anchieta	9º	Marcelo Vianna Chaves Seabra	84
DF	Brasília	Militar	9º	João Alberto Moreira Seródio	84
ES	Vitória	Primeiro Mundo	9º	Eduarda Moraes Farias	84
MG	Juiz de Fora	Militar	9º	Artur Assis Amorim	84
MG	Poços de Caldas	Sete de Setembro COC	9º	Marcelo Magalhães Coelho	84
PE	Recife	Boa Viagem	9º	Shannon de Oliveira Hunt	84
PI	Teresina	Cidadão Cidadã	9º	Mateus Francisco de Sousa	84
RJ	Rio de Janeiro	Maria Raythe	9º	Gabriela Torres Oliveira	84
RS	Porto Alegre	Salesiano Dom Bosco	9º	Nathan Justo Maggi	84
SC	Florianópolis	Bom Jesus Coração de Jesus	9º	Kaori de Novaes Kawano	84
SP	São Paulo	Albert Sabin	9º	Henrique Figueiredo Serra	84
SP	São Paulo	Etapa	8º	Alice Maria Gallian Augusto	84
SP	Guarulhos	Mater Amabilis	9º	Miriam Harumi Koga	84
CE	Fortaleza	7 de Setembro	9º	Maria Paula Bezerra Moura	83,5



CE	Fortaleza	Ari de Sá	8°	Alberto de Souza Melo Neto	83,5
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Giulia Batista Rosa Souza	83,5
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Pedro Henrique Moura Fé Mobarak	83,5
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Ana Rafaelle C. de Sousa	83,5
CE	Limoeiro do Norte	Escola Normal Rural	9°	Larissa Silva Martins	83,5
PI	Teresina	CEV Colégio	9°	Isabella Barros Castelo Branco	83,5
PR	Curitiba	Militar	9°	Letícia Barreto Assad Bruel	83,5
SP	São Paulo	Bandeirantes	9°	Diego Zancaneli	83,5
SP	Valinhos	Etapa	8°	Mathias Stahl Kawai	83,5
BA	Salvador	Sartre Coc	9°	João Victor da Cruz Almeida	83
CE	Fortaleza	Antares	9°	Vinicius Azevedo dos Santos	83
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Álvaro Albuquerque Spindola da Silva	83
CE	Juazeiro do Norte	Modulo/Objetivo	9°	Vinicius Rodrigues de Freitas	83
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Agamenon do Carmo Oliveira	83
MG	Belo Horizonte	SESI Hamleto Magnavacca	9°	Raynner Schnneider Carvalho	83
PI	Teresina	Sagrado Coração de Jesus	9°	Samara Héliida Mouta Gonçalves	83
SP	Mogi das Cruzes	Integrado de Mogi-Objetivo	9°	Gabriel Kenji Ito	83
SP	Taboão da Serra	Escola Tancredo Neves	9°	Kelvyn Emanuel C. M. W. de Souza	83
SP	Indaiatuba	Parque Ecológico	9°	Isadora Monteiro de Oliveira	83
SP	Indaiatuba	Parque Ecológico	9°	Marcelo Ávila Domingues	83
CE	Fortaleza	7 de Setembro	9°	Andrew Matheus Cavalcante Sales	82,5
CE	Fortaleza	Ari de Sá	9°	Paulo Matheus Alves Rodrigues	82,5
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9°	Laura Pinho - Schwermann	82,5
CE	Fortaleza	Dom Felipe	9°	Gabriel Sampaio Leite de Araújo	82,5
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Leonardo Vasconcelos Abreu	82,5
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Lucas Santos Mangueira	82,5



CE	Fortaleza	Farias Brito	9º	Antônio Emerson Coelho Oliveira	82,5
SP	Mineiros do Tietê	E.E. Antônio Ferraz	9º	Victor Luan Dalmazos	82,5
CE	Fortaleza	7 de Setembro	9º	Caio Pessoa Cruz	82
CE	Fortaleza	Dáulia Bringel	9º	Moisés Viktor Leite Evangelista	82
CE	Fortaleza	Farias Brito	9º	Gabriel Gentil Parente	82
CE	Sobral	Luciano Feijão	9º	Marlon Bruno Figueiredo da Ponte	82
PE	Recife	Boa Viagem	9º	Mateus Jatobá de Barros	82
PE	Recife	Militar	9º	Caio Aragão da Rocha	82
PI	Teresina	Dom Barreto	9º	Filipe José Siqueira Rosa	82
SP	São Paulo	Bandeirantes	9º	Marina Marangoni Roschel	82
SP	São Paulo	Bandeirantes	9º	Celina Huey Oshiro	82
SP	São Paulo	Bandeirantes	9º	Felipe Carvalho Eleutério de Lima	82
SP	São Paulo	Etapa	9º	Felippo Pietro Corritori Coviello	82
SP	Mogi das Cruzes	Integrado de Mogi-Objetivo	9º	Felipe Iba Fontes	82
SP	São Paulo	Vital Brazil	9º	Guilherme Ferreira Celeste da Silva	82
BA	Salvador	Sartre Coc	9º	Amanda Lis Carneiro Patas da Cunha	81,5
CE	Fortaleza	Antares	9º	Raquel Bandeira Maia de Maria	81,5
CE	Fortaleza	Ari de Sá	9º	Felipe Sousa Bezerra Teles	81,5
CE	Fortaleza	Ari de Sá	9º	Régis Miller Almeida da Costa	81,5
CE	Fortaleza	Ari de Sá	9º	Letícia Viana Albuquerque	81,5
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9º	Gustavo Santos Marques de Freitas	81,5
PB	João Pessoa	Motiva	9º	João Vitor Casimiro M. de Oliveira	81,5
PI	Capitão de Campos	UE Paulo Ferraz	8º	Francisco Marcelo da Silva Oliveira	81,5
PR	Uraí	Franciscana Divina Pastora	9º	Tathiany Yuka Nimi	81,5



RS	Porto Alegre	Militar	9°	Bryan Diniz Borck	81,5
CE	Fortaleza	Ari de Sá	9°	Victor Franklin de Alencar Laufer	81
CE	Fortaleza	Ari de Sá	9°	Caio de Almeida Ribeiro	81
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9°	Débora Maria de Oliveira Alexandre	81
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9°	Pedro Ulee Carvalho Falcão	81
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	8°	Eduardo Silva Alexandre	81
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9°	Francisco Airtton R. da Silva Neto	81
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9°	Isabela Santa Ana Lopes	81
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9°	Vinícius Passos de Queiroga	81
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9°	Pedro Souto Martins	81
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9°	Emanuel Cintra Austregésilo Bezerra	81
CE	Fortaleza	Col. da PM do Ceará	9°	Lara Rayanna Ventura	81
CE	Fortaleza	Dáulia Bringel	9°	Luan Fernandes Ramos	81
CE	Fortaleza	Dáulia Bringel	8°	Danielle dos Santos Silva	81
CE	Fortaleza	Dáulia Bringel	9°	Abraão Lucas da Silva Batista	81
CE	Fortaleza	Dáulia Bringel	9°	Caio dos Santos Nascimento	81
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Jânio Victor Pires de Andrade	81
CE	Fortaleza	Master	9°	Vinícius Gabriel Félix Barbosa	81
CE	Fortaleza	Militar	9°	Luísa Macambira Noronha	81
CE	Fortaleza	Militar	9°	João Victor Freire Nogueira	81
CE	Juazeiro do Norte	Paraíso	9°	Iesley Bezerra dos Santos	81
CE	Fortaleza	Santa Cecília	9°	Maria Thereza Moreira de Menezes	81
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Thiago Sena de Queiroz	81
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Maria Eduarda Café F. Monteiro	81
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Victor Lívio Azevedo de Oliveira	81
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Vinícius Brito de Oliveira	81



DF	Brasília	Leonardo da Vinci	9º	Júlia Cavalcante e Silva	81
DF	Brasília	Olimpo	8º	Felipe Barros Blanco	81
DF	Brasília	Olimpo	9º	Luís Felipe Mendonça de Oliveira	81
GO	Goiânia	Degraus	9º	Flávio Mendonça Cintra	81
MG	Belo Horizonte	Colegium	9º	Caio Guedes de Azevedo Mota	81
PE	Recife	17 de Agosto	9º	Manuela Tojal Duarte	81
PE	São José do Belmonte	Sistema Educacional Ideal	9º	Klyvio Sylvester da Cruz Barros	81
SC	Florianópolis	Bom Jesus Coração de Jesus	9º	Leonardo Paladin Chemello	81
AM	Manaus	Adalberto Valle	9º	Júlia Fialho Cauduro	80,5
DF	Brasília	Galois	9º	Danilo Marinho Fernandes	80,5
DF	Brasília	Militar	9º	Lucca Ouriques Magalhães	80,5
MG	Belo Horizonte	Colegium	9º	Laura F. Nakamura	80,5
SP	São Paulo	Bandeirantes	9º	Mauro Simas Neto	80,5
SP	São José do Rio Preto	Carlos Chagas Filho	9º	Yago Diogo de Paula Lage	80,5
SP	São Paulo	Vital Brazil	9º	Mariana Hernandez da Silva Leme	80,5
SP	São José do Rio Preto	Coop. Dr. Zerbini - COOPEN	9º	Michele de Vuono Geismar Petineli	80,5
AM	Manaus	Militar de Manaus	9º	João Soares Cavalcante	80
BA	Salvador	Anchieta	9º	Michelle Lima Conceição	80
BA	Salvador	Antônio Vieira	9º	Maria Luiza Leitão Ribeiro	80
BA	Salvador	Sartre Coc	9º	Esther Fernandes Maltez Farias	80
MG	Belo Horizonte	Colegium	9º	Beatriz Gomes de Lucárdians	80
PI	Capitão de Campos	UE Paulo Ferraz	8º	Camila Maria Rodrigues da Silva	80
SP	São Paulo	Pentágono - Perdizes	9º	Gabriel Zerbيناتo Marques Melo	80
SP	São Paulo	Esc. Téc. Walter Belian	9º	Heloise Lima Silva	80
SP	Ribeirão Preto	SEBIOC -Ribeirânia	9º	Filipe Almeida da Costa Rocha	80
CE	Fortaleza	Ari de Sá	9º	Yann Lucas Maciel de Moura	79,5



CE	Fortaleza	Batista Santos Dumont	9°	Laura Maria Braga de Almeida	79,5
GO	Anápolis	Olimpo Ltda	9°	Ana Vitória Cordeiro Rocha	79,5
MG	Pirapora	N ^{sa} S ^{ra} do Sant. Sacramento	9°	Amanda Alves Mota	79,5
SP	Pindamonhangaba	Emílio Ribas (Anglo Pinda)	9°	Pedro Del Mônaco Santos	79,5
SP	Guarulhos	Parthenon - Unid. 2	9°	Amanda Costa Sousa	79,5
AL	Maceió	Seb Coc	9°	Arthur Domingos de Oliveira	79
BA	Salvador	Anchieta	9°	Felipe Calmon Caboré Galvão	79
BA	Salvador	Anchieta	9°	Mariana Oliveira Amarante Moreno	79
BA	Salvador	Anchieta	9°	Rafael Calmon Caboré Galvão	79
CE	Fortaleza	Ari de Sá	9°	Natasha Maria Lima Pinheiro	79
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9°	Júlia Lemos Lima Verde	79
CE	Juazeiro do Norte	Modulo/Objetivo	9°	Guilherme Magalhães S. Menezes	79
DF	Brasília	Militar	9°	Arthur Rocha de Freitas	79
ES	Vitória	Leonardo da Vinci	9°	Lucas Siqueira Aragão	79
ES	Colatina	UBEE Marista de Colatina	9°	Bianca Savazzini Reis	79
MG	Belo Horizonte	Colegium	9°	Raíssa Borges Dias Diniz	79
MG	Juiz de Fora	Militar	9°	Maria Eduarda Pereira	79
MG	Ipatinga	Educação Criativa	9°	Júlia Oliveira Pessoa	79
MG	Conselheiro Lafaiete	E.M. Prof. Doriol Beato	9°	Aline Victória Silva Mendes	79
PE	Recife	Boa Viagem	9°	Márcio Gabriel Amancio de Carvalho	79
PI	Teresina	Integral	8°	Alexandre Maranhão da Rocha	79
PI	Teresina	Esc. Pop. Madre Ma. Villac	9°	Gabriella Maria Duarte Lemos	79
PR	Wenceslau Braz	São Tomáz de Aquino	9°	Nicole Guimarães Moreira	79
RS	Bagé	Franciscano Espírito Santo	9°	Helena Priebe Pilon	79
SP	São Paulo	Bandeirantes	9°	Giulia Burgos Manhani	79
SP	Valinhos	Etapa	9°	Sophia Mendes Recchia	79
SP	Campinas	Notre Dame	9°	João Pedro de Carvalho Voltani	79
SP	Jundiaí	Paulo Freire	9°	Guilherme Teodoro de Cillo	79



SP	São Paulo	Esc. Téc. Walter Belian	9º	Karine Bandini	79
CE	Fortaleza	7 de Setembro	9º	Júlia Andrade dos Santos Vieira	78,5
CE	Fortaleza	Ari de Sá	9º	Laysa Évelyn Queiroz Gonçalves	78,5
CE	Fortaleza	Master	9º	Gabriel Campos de Oliveira	78,5
CE	Fortaleza	Provecto	9º	José Ernandes Gadelha Neto	78,5
CE	Fortaleza	Teleyos	8º	João Davi Diógenes Lourenço	78,5
PE	Recife	GGE	9º	Lucas Lucena de Miranda	78,5
PE	Olinda	Patricia Costa	9º	Hugo Vinícius Martins Santos	78,5
SP	São Paulo	Etapa	8º	Henrique Eiiti Tamahi Nassu	78,5
AL	Arapiraca	Santa Esmeralda	9º	Isabella Valeska Barbosa da Silva	78
BA	Salvador	Anchieta	9º	Beatriz do Nascimento G. Moreno	78
CE	Fortaleza	Ari de Sá	8º	Fernando Silveira Fernandes	78
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9º	Ana Letícia Farias Barroso	78
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9º	Davi Salustiano Freire Veras	78
CE	Fortaleza	Col. da PM do Ceará	9º	Aron Simões Ferreira Maciel	78
CE	Fortaleza	Col. da PM do Ceará	9º	Amanda Letícia Rocha de Souza	78
CE	Fortaleza	Dáulia Bringel	8º	Luana Bernardino Damasceno	78
CE	Fortaleza	Farias Brito	9º	Lívia Maia Moreira	78
CE	Fortaleza	Menezes e Souza	9º	Carlos Daniel Acácio Rocha	78
CE	Juazeiro do Norte	Paraíso	9º	João Vitor Coutinho Fernandes	78
CE	Fortaleza	Farias Brito	9º	Ana Clara Costa Peixoto	78
DF	Brasília	Adventista Milton Afonso	9º	David Saraiva Machado	78
ES	Vitória	Charles Darwin	9º	Mateus Rodrigues Marques Cardoso	78
ES	Vitória	Primeiro Mundo	9º	Vítor Kfuri Simão Neiva	78
GO	Goiânia	Degraus	9º	Larissa Soares de Oliveira Morais	78
GO	Goiânia	Olimpo Go	9º	Maísa Cietto	78
GO	Goiânia	Prevest	9º	Vinícius Santos Ribeiro	78



MG	Poços de Caldas	Sete de Setembro COC	9°	Gabriela de Araújo Soler	78
MG	Belo Horizonte	SESI Hamleto Magnavacca	9°	José Vitor Araújo de Oliveira	78
PR	Curitiba	Militar	9°	Bianca Nogueira da Silva	78
SP	São Paulo	Objetivo Tatuapé	9°	Thales Augusto Souto Rodriguez	78
SP	São Paulo	Bandeirantes	9°	Tathiana Tosaki Tang	78
SP	São José dos Campos	Dom Bosco	9°	Gabriela Saemi Arakaki	78
SP	São Paulo	Etapa	8°	Kevin Taiyo Onishi	78
SP	Ribeirão Preto	SEBIOC -Ribeirânia	9°	Vitor Luis Menzani	78
BA	Salvador	SS Sacramento	9°	Gustavo Bazin Vieira Mauchle	77,5
CE	Fortaleza	Antares	9°	Marina Santos Barroso	77,5
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	8°	Lucas Costa Maia	77,5
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9°	Mariana Nogueira Pinheiro Juca	77,5
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	8°	Antônio Gabriel da Silva Fernandes	77,5
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9°	Joao Victor Rodrigues Menezes	77,5
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Marina Fernandes Barbosa	77,5
CE	Sobral	Luciano Feijão	9°	Victor Felipe dos Santos Oliveira	77,5
CE	Fortaleza	Master	9°	Flora Elis Braga de Sousa Cidrack	77,5
CE	Fortaleza	Provecto	9°	Philipe de Oliveira Tavares	77,5
CE	Fortaleza	Provecto	9°	Leticia Cristina Chaves Bandeira	77,5
ES	Colatina	UBEE Marista de Colatina	9°	Lucas Galdino	77,5
PI	Capitão de Campos	UE Paulo Ferraz	9°	Maria Cheila Mamedio Cardoso	77,5
PR	Curitiba	Militar	9°	Cássio Keisuke Yamauchi	77,5
CE	Fortaleza	Antares	9°	Henrique Jose Leal Jereissati Filho	77
CE	Fortaleza	Antares	9°	Pedro Igor Dourado Borges	77
CE	Fortaleza	Ari de Sá	9°	Gabriel Mota Frota	77
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9°	Sabrina Karen Meneses Morais	77
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Maria Júlia Girão Araújo	77



CE	Fortaleza	Farias Brito	9º	Beatriz Aguiar de Macedo	77
CE	Fortaleza	Militar	9º	Tarcisio Soares Teixeira Neto	77
CE	Fortaleza	Farias Brito	9º	Rhuan Augusto de Menezes Castro	77
CE	Sobral	Farias Brito Sobralense	9º	Ceci Antônia Andrade Julião	77
CE	Sobral	Farias Brito Sobralense	9º	Priscila de Sousa Duarte	77
MG	Belo Horizonte	Colegium	9º	Yanna Carolina Cardoso dos Santos	77
PR	Curitiba	Militar	9º	Diene Xie	77
RS	Porto Alegre	João Paulo I	9º	Fernando Kohlrausch Verneti	77
SC	Florianópolis	Bom Jesus Coração de Jesus	9º	Leonardo Busch Justino	77
SP	Presidente Prudente	Cristo Rei	9º	Silvério Shindi Hosomi	77
SP	Piraju	Lumen Objetivo	9º	Giovanna Gioia Maranhão	77
SP	Campo Limpo Paulista	Escola Patelli	9º	Isabela Rocha	77
BA	Salvador	Anchieta	9º	Enzo de Araújo Melo	76,5
BA	Salvador	Anchieta	9º	Rafael Abib Fernandes de Barros	76,5
CE	Fortaleza	Ari de Sá	9º	Ellen de Oliveira Melo	76,5
CE	Fortaleza	Master	9º	Renan Rêgo Pacheco	76,5
MG	Belo Horizonte	Militar	9º	Bianca Glycia Boueri	76,5
PE	Caruaru	Sagrado Coração	9º	Henrique Vitor Chaves Galindo	76,5
RS	Campo Bom	EMEF - CEI	9º	Francisco Schmidt	76,5
SP	São Paulo	Bandeirantes	9º	João Pedro Machado Nobre	76,5
BA	Salvador	Antônio Vieira	9º	Gabriela Sarno Brandão	76
BA	Salvador	Cândido Portinari	9º	Sofia Sayuri Miyamoto	76
CE	Fortaleza	Antares	9º	Larissa Pinheiro Barbosa	76
CE	Fortaleza	Ari de Sá	9º	Isaac Martins Pontes	76
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	8º	Samara Cavalcante Lemos	76
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9º	Bruno Pimentel Feitoza	76
CE	Fortaleza	Farias Brito	9º	Pedro Yan Tomás Ananias	76



CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Blenda Vitória de Carvalho Portela	76
CE	Fortaleza	Master	9°	Victor Ehrich Carneiro de Medeiros	76
CE	Juazeiro do Norte	Paraíso	9°	Glenda Alcantara Sabiá	76
CE	Iguatu	Pólos	9°	Virna Taíse de Oliveira	76
CE	Limoeiro do Norte	Escola Normal Rural	9°	Maria Eduarda Magalhães Barbosa	76
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Amanda Felisberto Lima	76
CE	Fortaleza	Farias Brito	8°	Levy Bruno do N. Batista	76
MG	Belo Horizonte	Colegium	9°	Emerson Lucas Felipe Santos	76
MG	Belo Horizonte	Magnum Cidade Nova	9°	Matheus Teixeira Reis	76
MG	Belo Horizonte	Militar	9°	Izabela Fraga Reis	76
MG	Juiz de Fora	Militar	9°	Isadora Bitencourt Baesso	76
MG	Juiz de Fora	Militar	9°	Gustavo Lopes	76
MG	Ubá	E.E. Cel. Camilo Soares	9°	Igor Magaton Ribas	76
MG	Conselheiro Lafaiete	E.M. Prof. Doriol Beato	9°	Thiago Gabriel Bonoto Valois	76
PI	Teresina	Santa Maria Goretti	9°	Celli Veloso Cavalcanti	76
PI	Teresina	Esc. Téc. Munic. N. S ^{ra} da Paz	9°	Edivana Rocha Carvalho	76
SP	Pindamonhangaba	Emílio Ribas (Anglo Pinda)	8°	Marina Lopes Machado	76
SP	Pindamonhangaba	Emílio Ribas (Anglo Pinda)	9°	Rennan Rodrigues Galera	76
SP	Mogi das Cruzes	Integrado de Mogi-Objetivo	9°	Gabrielle Tiemi Ikeda Sigaki	76
SP	Indaiatuba	Parque Ecológico	9°	Sofia Santi de Brito	76
AL	Arapiraca	Santa Esmeralda	9°	Marcos Antônio da Silva Barbosa Jr	75,5
BA	Salvador	Sartre COC	9°	Mariana do Carmo Nascimento	75,5
BA	Salvador	Sartre COC	9°	Mylla Padilha Costa	75,5
CE	Fortaleza	7 de Setembro	9°	Mariana Oliveira Albano	75,5
CE	Fortaleza	Ari de Sá	9°	Herisong Switz Moreira Torres	75,5
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9°	Mariana Macêdo Militão Mendonça	75,5



CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9°	Livia de Alencar Taumaturgo	75,5
CE	Juazeiro do Norte	Paraíso	9°	Livia Barreto de Araújo Galvão	75,5
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	João Victor Fernandes Braga	75,5
ES	Vitória	Primeiro Mundo	8°	Thomas Fundação Sabino	75,5
GO	Goiânia	Degraus	9°	Carolina Kurotusich Canattieri	75,5
MG	Belo Horizonte	Colegium	9°	Maria Luiza da Cunha Cabral	75,5
MG	Belo Horizonte	Magnum Cidade Nova	9°	Clara Faria e Barros	75,5
PE	Caruaru	Diocesano - Caruaru	9°	Felipe de Azevedo Lima Silva	75,5
PE	Recife	GGE	9°	Ricardo Basiliano C. Albuquerque Jr	75,5
PE	Olinda	Patricia Costa	9°	Bárbara Muniz do Vale	75,5
SP	Campinas	Notre Dame	9°	Paulo Victor de Godoy Rosolen	75,5
SP	São Paulo	Pentágono-Morumbi	9°	Matheus Arruda Matos	75,5
AM	Manaus	Adalberto Valle	9°	Roberta Silveira Fontes	75
BA	Salvador	Anchieta	9°	Thais Farias Leite	75
BA	Salvador	Antônio Vieira	9°	Mariana Camelier Mascarenhas	75
BA	Salvador	Antônio Vieira	9°	Victoria Mendonça Costa Silva	75
CE	Fortaleza	7 de Setembro	9°	Ana Carolina Miranda Magalhães	75
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9°	Giulio Bronson Siqueira de Oliveira	75
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9°	André Luiz Simão Dantas	75
CE	Fortaleza	Luiza Tavora	9°	José Sergio Cruz Dantas Junior	75
CE	Fortaleza	Master	9°	Allana Lopes da Silva Almeida	75
CE	Iguatu	Pólos	9°	Vitor Brenno Bezerra da Silva	75
CE	Fortaleza	Santa Cecília	9°	Roberto Cavalcante Gurgel Filho	75
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Pedro Henrique Rodrigues Bezerra	75
DF	Brasília	Militar	8°	Victor Couto Durra	75
MG	Belo Horizonte	Magnum Cidade Nova	9°	Maria Isabel Silva P. de Carvalho	75



MG	Juiz de Fora	Militar	9°	Fábio Santos Villar	75
MG	Contagem	Santo Agostinho	8°	João Vitor Ramos de Medeiros	75
MG	Ipatinga	Educação Criativa	9°	Vitória Kfuri Pereira Rosa	75
MG	Conselheiro Lafaiete	E.M. Prof. Doriol Beato	9°	Guilherme Fonseca Damasceno	75
PE	São José do Belmonte	Sistema Educacional Ideal	8°	Anna Paula Silva Pires	75
RJ	Rio de Janeiro	Sistema Elite de Ensino	9°	Pedro Henrique Marcos R. Cavadas	75
RS	Canoas	Maria Auxiliadora	9°	Nathália Renée Duarte Amaral	75
SC	Florianópolis	Bom Jesus Coração de Jesus	9°	Pablo Gondim de Oliveira	75
SE	Aracaju	Amadeus	9°	Maria Eduarda de Araújo Souto	75
SP	São Paulo	Etapa	8°	Kauan Rodrigues Muniz Jorge	75
AL	Maceió	Santa Úrsula	9°	Alexandre David M. Caetano Filho	74,5
BA	Salvador	Anchieta	9°	Douglas Colombo Nelli Pessanha	74,5
BA	Salvador	Sartre COC	9°	Lara Carolina de Almeida Oliveira	74,5
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9°	Paulo de Tarso Bezerra Castro Filho	74,5
CE	Fortaleza	Master Sul	9°	Lucca Accioly Silva	74,5
CE	Limoeiro do Norte	Escola Normal Rural	9°	Helânio Moreira Claudino	74,5
DF	Brasília	Militar	9°	Samuel Sena Galvão	74,5
MG	Conselheiro Lafaiete	E.M. Prof. Doriol Beato	9°	Júlia Silva Santiago Silveira e Souza	74,5
PE	Recife	17 de Agosto	9°	Eduardo Martins do Eirado Filho	74,5
PE	Recife	Boa Viagem	9°	Rafael José Cavalcanti Licarião	74,5
PE	Recife	GGE	9°	Davi Cavalcanti Sena	74,5
PI	Teresina	CEV Colégio	9°	Guilherme Rodrigues Mascarenha	74,5
SP	São Paulo	Etapa	9°	Isadora Akemi Okoda Oshiro Bugan	74,5



SP	São Paulo	Esc. Téc. Walter Belian	9º	Matheus Aquati Kurianski	74,5
SP	Ribeirão Preto	SEBCOC -Ribeirânia	9º	Eduardo Rosseto Franco	74,5
AM	Manaus	Adalberto Valle	8º	Pedro Cardoso Ribeiro	74
BA	Salvador	Anchieta	9º	Luísa Azi	74
BA	Salvador	SS Sacramento	9º	Esther Carvalho de Jesus	74
BA	Salvador	SS Sacramento	9º	Raphael Lírio Santos Silva	74
BA	Salvador	Sartre COC	9º	Eduardo Micheli Moraes Cossio	74
CE	Fortaleza	Antares	9º	João Pedro Navarro Ribeiro	74
CE	Fortaleza	Ari de Sá	9º	Samuel Pessoa da Silva	74
CE	Fortaleza	Col. da PM do Ceará	9º	Denisse Sales Paula	74
CE	Juazeiro do Norte	Êxito do Cariri	8º	Giovanni Machado Ferreira	74
CE	Fortaleza	Master	8º	Cecília Hélen Nunes Câmara	74
CE	Sobral	Santana	9º	Fabrcio Duarte Carneiro	74
CE	Fortaleza	Farias Brito	9º	Luís Haroldo H. Gadelha	74
CE	Fortaleza	Farias Brito	9º	David Lael Barroso Teixeira	74
GO	Goiânia	Prevest	9º	Gabriel Castro de Oliveira	74
MG	Belo Horizonte	Magnum Cidade Nova	9º	Luiza Ramos Soares de Oliveira	74
MG	Conselheiro Lafaiete	E.M. Prof. Doriol Beato	9º	Letícia Duarte Silva	74
MG	Belo Horizonte	SESI Hamleto Magnavacca	9º	André Luís da Costa	74
PE	Camaragibe	Escola Internac. de Aldeia	9º	João Victor Lima Souza Reis Barboza	74
SP	Valinhos	Etapa	9º	Victoria Kempeneers	74
SP	Guarulhos	Guilherme de Almeida	9º	Isabelle Desirée Soares de Oliveira	74
SP	Guarulhos	Parthenon - Unid. 1	9º	Mariana Norberto Figueiredo	74
SP	Valinhos	EMEB Gov. André F. Montoro	9º	Jakeliny de Oliveira Fernandes	74
SP	Guaratinguetá	Fonte Colegio	9º	Gabrielle Neves da Silva	74
BA	Salvador	Anchieta	9º	Marcela Alban Moscozo	73,5
CE	Fortaleza	7 de Setembro	9º	Laryssa Paz Nunes	73,5
CE	Fortaleza	Ari de Sá	9º	Ana Beatriz Bezerra Carneiro	73,5



CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9°	Carlos Arthur Fernandes Sobreira	73,5
CE	Fortaleza	Batista Santos Dumont	8°	Guilherme Alves Ferreira da Cruz	73,5
CE	Fortaleza	Col. da PM do Ceará	9°	Mayra Sousa de Castro	73,5
CE	Fortaleza	Farias Brito	8°	João Pedro Cunha	73,5
CE	Fortaleza	Master	9°	Fábio Freitas de Souza Filho	73,5
CE	Juazeiro do Norte	Paraíso	9°	Hélen de Almeida Reis Bezerra	73,5
CE	Iguatu	Escola Modelo	8°	Gustavo Alves Mendes	73,5
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Lívia Carneiro de Lima	73,5
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Felipe Rodrigues Keiler	73,5
CE	Sobral	Farias Brito Sobralense	9°	Ana Tereza Galdino Saraiva	73,5
CE	Sobral	Farias Brito Sobralense	9°	Ivna Vasconcelos de Oliveira	73,5
GO	Goiânia	Prevest	9°	Gabrielly de Almeida Gomes	73,5
MG	Ipatinga	Educação Criativa	9°	Gabriel Hasmann Freire Moraes	73,5
MG	Juiz de Fora	Metodista Granbery	9°	Maria Clara Rangel S. de Oliveira	73,5
PR	Curitiba	Bom Jesus Água Verde	9°	Luíza Saddi Santos	73,5
SP	São Bernardo Campo	Petrópolis	8°	Valéria Palmaka Arguello de Souza	73,5
AL	Maceió	Contato Maceió	9°	Rafaela Molina de Albuquerque	73
AL	Maceió	Santa Úrsula	9°	Victor Cavalcante Vilela	73
BA	Salvador	Anchieta	9°	Júlia Magalhães Guitzel	73
BA	Salvador	Antônio Vieira	9°	Júlia Rush Pinto Vasconcelos	73
BA	Salvador	SS Sacramento	9°	Rebeca Nery Marques	73
CE	Fortaleza	Antares	9°	Thaís Helena Holanda Viana	73
CE	Fortaleza	Ari de Sá	9°	Ana Paula Pires dos Santos	73
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9°	Isabelle Teixeira Loureiro	73
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9°	Inês Cristina de Souza Vieira	73
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9°	Dário Luís do Nasc. Magalhães	73
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9°	Iêda Maria Santos Rios	73



CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9°	Matheus Garcia Cortezia	73
CE	Fortaleza	Dáulia Bringel	8°	Carlos Ludvick Silva Rodrigues	73
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Luiz Alexandre Porto Castro Filho	73
CE	Fortaleza	Farias Brito	8°	Leticia Silva Pinto	73
CE	Fortaleza	Master Sul	8°	Thiago da Costa Gadelha	73
CE	Fortaleza	Santa Cecília	8°	Melina Coelho Garcia	73
CE	Novo Oriente	E. E. F. Francisco Rufino	9°	Sebastião Herculino da Rocha Júnior	73
CE	Novo Oriente	E. E. F. Francisco Rufino	9°	Samuel Oliviera Barbosa	73
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Rodrigo Silva Sampaio	73
DF	Brasília	Militar	9°	Vitor Farias Costa de Carvalho	73
GO	Goiânia	Prevest	9°	Amanda Soares Teles	73
MG	Ipatinga	Educação Criativa	9°	Leonardo Antônio Assis Andrade	73
MG	Ipatinga	Educação Criativa	9°	Isabella Andrade Mariano	73
MG	Conselheiro Lafaiete	E.M. Prof. Doriol Beato	9°	Lucas Baêta da Silva	73
PB	Campina Grande	Autêntico	8°	Maria Eduarda de Azevedo Silva	73
PB	Campina Grande	Virgem de Lourdes	8°	Mateus Medeiros Araújo Almeida	73
PI	Teresina	Dom Barreto	9°	Alexandre Lima Pereira	73
PI	Capitão de Campos	UE Paulo Ferraz	8°	Maria Liliana da Silva Ferreira	73
SP	São Paulo	Etapa	9°	Eduardo Rodrigues Catello Girão	73
SP	São Paulo	Vital Brazil	9°	Lorena Hernandez da Silva Leme	73
BA	Salvador	Anchieta	9°	Carlos Eduardo de Oliveira Freitas	72,5
CE	Fortaleza	Dáulia Bringel	9°	Luanna Costa Matos Bezerra	72,5
CE	Fortaleza	Menezes e Souza	9°	Fernando Antônio Paiva	72,5
CE	Fortaleza	Farias Brito	8°	Lorena Rocha Braga	72,5
PI	Teresina	Sagrado Coração de Jesus	9°	Ana Carolina Coelho Fontes	72,5





PI	Teresina	Cidadão Cidadã	8°	Josiele Martins Ribeiro	72,5
AL	Arapiraca	Santa Esmeralda	9°	Vívian Mendes Correia Santos	72
BA	Salvador	Anchieta	9°	Carlos Alberto Vianna Cantharino Neto	72
BA	Salvador	Anchieta	9°	Renata Baltazar da S. de Araújo	72
BA	Salvador	Militar	9°	Vinicius Araújo Lemos	72
BA	Sto Antônio de Jesus	Santo Antônio de Jesus	9°	Amanda Brito da Silva	72
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9°	Luiz Eduardo Freitas Silva	72
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9°	Bárbara Rocha Mourão	72
CE	Fortaleza	Col. da PM do Ceará	9°	Marcelo Igor Barbosa da Paixão	72
CE	Fortaleza	Master	9°	Ilan Matheus da Silva Sousa	72
CE	Iguatu	Escola Modelo	9°	Pedro Hugo de Azevedo Nogueira	72
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Ana Clarice do Nascimento	72
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Letícia Chaves Vieira Cunha	72
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Sofia Nascimento Vieira	72
CE	Sobral	Farias Brito Sobralense	9°	Ana Augusta Rosa e Silva	72
DF	Brasília	Olimpo	9°	João Henrique Sidrim Passos	72
ES	Vitória	Primeiro Mundo	9°	Walker Garcia Fernandes Neto	72
ES	Cacho. de Itapemirim	São Camilo	9°	Allan Gonçalves Henriques	72
MG	Pirapora	N ^{sa} S ^{ra} do Sant. Sacramento	9°	Leonardo Braga Gonçalves	72
MG	Belo Horizonte	Colegium	9°	Anna Júlia Lopes Viotti	72
MG	Belo Horizonte	Colegium	9°	Anna Júlia Ferreira Santos	72
MG	Belo Horizonte	Magnum Cidade Nova	9°	Lara Moreira Franco	72
MG	Juiz de Fora	Metodista Granbery	9°	Mariana Marchiori	72
PE	Recife	Boa Viagem	9°	Breno Soares Gazal	72
PI	Teresina	E. M. Simões Filho	9°	Jefferson Railson dos Santos Cruz	72
PI	Teresina	Santa Maria Goretti	9°	Tainah Guimarães Batista Soares	72
SP	Guarulhos	Augusto Ruschi	9°	Pedro Tadao Sakamoto	72



SP	Indaiatuba	Parque Ecológico	9º	Alexandre Bergamo dos Santos	72
BA	Salvador	Anchieta	9º	Daniel da Rocha Carneiro	71,5
BA	Salvador	Antônio Vieira	9º	Lucas Angelito Deomondes de Jesus	71,5
CE	Fortaleza	Militar	9º	Augusto Adler Freire Martins	71,5
ES	Vitória	São Domingos	9º	João Peçanha Schuwartz	71,5
ES	Vitória	São Domingos	9º	Carolina Pretti Tumang de Andrade	71,5
MG	Belo Horizonte	Magnum Cidade Nova	9º	Isabela Pádua Zanon	71,5
MG	Juiz de Fora	Militar	9º	Letícia Costa Gomes	71,5
PE	Caruaru	Diocesano - Caruaru	9º	Lucas Emanuel Carvalho Cavalcante	71,5
PE	Caruaru	Diocesano - Caruaru	9º	Débora da Costa Pedrosa	71,5
PI	Teresina	Santa Maria Goretti	9º	Victor Correia Gonçalves	71,5
SE	Aracaju	Cemaster	9º	Íris Lavinia Carvalho Barbosa	71,5
SE	Aracaju	Ciências Pura e Aplicada	8º	Rafael Tavares Oliveira	71,5
SP	São Paulo	Albert Sabin	9º	Cláudia Keler de Oliveira	71,5
SP	São Paulo	Bandeirantes	9º	João Francisco Shida	71,5
SP	São Paulo	Objetivo Paulista	9º	Luis Felipe Barros dos Santos	71,5
SP	São Paulo	Esc. Téc. Walter Belian	9º	Marcos Ryoyuki Onaga	71,5
AL	Maceió	Contato Maceió	9º	Sônia Silva Brito Lima Costa	71
BA	Salvador	Anchieta	9º	Bruno Alban Moscozo	71
BA	Salvador	Anchieta	9º	Daniela D' Amorim Barreto	71
BA	Salvador	Anchieta	9º	Maria Eduarda Barreto de Siervi	71
CE	Fortaleza	Antares	8º	Bianca Castro de Oliveira	71
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9º	Lia Facundo Alencar Brasil	71
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9º	Luiz Fernando Moreira Teixeira	71
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9º	Manoella Castellar de A. Maia	71
CE	Fortaleza	Farias Brito	9º	João Victor Marques Viana	71
CE	Sobral	Luciano Feijão	9º	Keyser Matheus Vasconcelos Sousa	71



CE	Fortaleza	Master Sul	8°	Liz Maria Lima Castelo Branco Martins	71
CE	Fortaleza	Master Sul	9°	Antônio Hybraim Araujo Tavares	71
CE	Iguatu	Pólos	8°	George Harrison de Almeida Mendes	71
CE	Caucaia	EEIEF Fca Alves do Amaral	9°	Rogislândia Rodrigues de Sousa	71
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Douglas Dias Herculano	71
ES	Vitória	São Domingos	9°	Mariana Almeida de Nadai	71
GO	Goiânia	Integrado Jaó	9°	Gabriel Borges Tavares Vitorino	71
MA	Imperatriz	Dom Bosco	9°	Davi D'luca Ferreira Farias	71
MG	Pirapora	N ^{sa} S ^{ra} do Sant. Sacramento	9°	Ana Clara Cordeiro Leal Valadares	71
MG	Belo Horizonte	Magnum Cidade Nova	9°	Ana Beatriz Pinheiro Mendes	71
MG	Poços de Caldas	Sete de Setembro COC	9°	Maria Eduarda Kirsch Junqueira	71
PE	Recife	Col. de Aplicação da UFPE	9°	Gabriel Silva de Oliveira	71
PR	Curitiba	Militar	9°	Maria Lúcia Ferreira Rodrigues	71
PR	Uraí	Franciscana Divina Pastora	9°	Eduardo Fernandes Rolam Navarro	71
RJ	Nilópolis	Curso Pinto e Andrade	9°	Mardia Brito de Souza Alcantara	71
SE	Aracaju	Amadeus	9°	Camille Marques Aquino	71
SP	Guarulhos	Augusto Ruschi	9°	Renan Guimarães Bittencourt	71
SP	São José dos Campos	Poliedro	9°	Matheus Faria de Sousa	71
SP	São Paulo	Vital Brazil	9°	Laura Mota Reis	71
CE	Fortaleza	Antares	9°	Luís Carlos da Silva Júnior	70,5
CE	Fortaleza	Ari de Sá	9°	Lara Breinia Rocha do Nascimento	70,5
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Leonardo Gomes Prado	70,5
CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Henrique Federico Fichera Araújo	70,5
CE	Fortaleza	Master	8°	Vilmar Ribeiro Machado Júnior	70,5



ES	Vitória	Primeiro Mundo	9°	Guilherme Calixte Barbiero	70,5
ES	Colatina	UBEE Marista de Colatina	9°	Matheus Rapozo Salvador	70,5
MG	Belo Horizonte	Magnum Cidade Nova	9°	Maria Clara Queirolo Lage	70,5
MT	Cuiabá	Salesiano São Gonçalo	9°	João Victor Passos Borges	70,5
PE	Recife	Col. de Aplicação da UFPE	9°	Gabriela Marques de Freitas Melo	70,5
PE	Olinda	Patricia Costa	9°	Guilherme Bastos Soares	70,5
PE	Olinda	Patricia Costa	9°	Caroline Maria Cordeiro Ferreira	70,5
PI	Teresina	Sagrado Coração de Jesus	9°	Breno Vítor Rodrigues C. Santana	70,5
PI	Teresina	EM Prof. Manuel P. Nunes	8°	Jardison Rocha Silva	70,5
RN	Natal	Salesiano Dom Bosco	9°	Paulo Ernesto Julião Cerqueira Jr	70,5
SP	São Paulo	Albert Sabin	9°	Gabriel Curvello Porto	70,5
SP	São Paulo	Bandeirantes	9°	Alan Ryuiti Tokutake Hirokawa	70,5
SP	Guarulhos	Guilherme de Almeida	9°	Hellen Megumi Shikasho	70,5
SP	São Paulo	Vital Brazil	9°	Vitoria Hashimoto Lima	70,5
SP	Ribeirão Preto	SEBIOC -Ribeirânia	9°	Viviane Cristina Vieira	70,5
AL	Maceió	Contato Maceió	9°	Kaline Luize Freitas Guedes Lins	70
AL	Arapiraca	Santa Esmeralda	9°	Lyvia Silva Felix	70
BA	Salvador	Anchieta	9°	Thiago Freitas Ventura	70
BA	Jequié	Dom Pedro II	9°	Samuel de Queiroz Vilas Boas Santos	70
CE	Fortaleza	7 de Setembro	9°	Mário Muniz Amorim Filho	70
CE	Fortaleza	Antares	8°	Lívio Martins Lousada	70
CE	Fortaleza	Ari de Sá	9°	Davi da Silva Cassiano	70
CE	Fortaleza	Ari de Sá	9°	Carlos Eduardo N. Santos Filho	70
CE	Fortaleza	Ari de Sá	9°	Karísia Fernandes Freitas	70
CE	Fortaleza	Ari de Sá Cavalcante	9°	Israel Oliveira	70
CE	Fortaleza	Dáulia Bringel	8°	Rodrigo Prata Macedo	70
CE	Fortaleza	Farias Brito	8°	Taís Rocha Moraes de Santiago	70



CE	Fortaleza	Farias Brito	9°	Thaís Torrens Fernandes	70
CE	Fortaleza	Provecto	9°	Larissa Pereira Moreira	70
CE	Sobral	Farias Brito Sobralense	9°	Louise Lara Martins Teixeira Santos	70
MG	Ipatinga	Educação Criativa	9°	João Victor Gonzaga Xavier	70
PI	Teresina	Integral	9°	Abílio Davi Oliveira de Moura	70
PR	Curitiba	Militar	9°	Bruno Vinícius da Silva Alves	70
PR	Foz do Iguaçu	Educação Dinâmica	9°	Anna Clara Labes Gonçalves	70
SP	São Paulo	Esc. Téc. Walter Belian	9°	Fernanda Carolina T. de Moraes	70

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

*O único meio de criar homens livres é educá-los,
outro modo ainda não se inventou, e com certeza
nunca se inventará.*

Olavo Bilac



Olimpíada Brasileira de Química – Modalidade A

30/08/2014 - Tempo de duração: 4 horas

A

PARTE A - QUESTÕES MÚLTIPLA ESCOLHA

Questão 1

Desde o Império, a seca tem causado grandes transtornos à população do Nordeste brasileiro e é uma das mais graves causas de seus problemas sociais. Caminhões pipa, que levam água às populações carentes, ajudam a amenizar os problemas. Suponha que um caminhão pipa contenha 30.000 litros de água de açude, a ser clorada na dosagem de 5,0 mg/L de “cloro ativo” para eliminar microrganismos nocivos à saúde. Dispondo-se de solução de hipoclorito de sódio comercial a 12 % m/V (pureza), qual o volume a ser adicionado à pipa? Dado: considere que, em meio de ácido clorídrico, cada íon de hipoclorito reage formando uma molécula de cloro, nos cálculos de “cloro ativo”.

- a) 1,31 L b) 0,90 L c) 18 L d) 0,72 L e) 1,25 L

Questão 2

Das folhas de eucalipto pode-se extrair um óleo que contém um composto orgânico volátil, incolor, insolúvel em água, chamado eucaliptol, cuja estrutura é representada abaixo. Devido ao seu gosto picante e cheiro agradável é usado como aromas, fragrâncias e cosméticos.



Considerando que esse composto volátil se comporta como gás ideal à temperatura de 189 °C e pressão de 78 mmHg, suas densidades, absoluta e em relação ao SO₂, igualmente considerado como gás ideal, são, respectivamente:





- a) 1,03 e 3,25 b) 0,55 e 1,48 c) 0,42 e 2,40
d) 0,68 e 1,16 e) 0,35 e 3,14

Questão 3

A Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO e a Demanda Química de Oxigênio - DQO são parâmetros físico-químicos para a análise de águas residuais. No Brasil, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA n. 357/2005 classifica os corpos d'água e determina o valor máximo para DBO a 5 mg L^{-1} de oxigênio, para os de Classe 2, ou seja, as águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional. Um determinado frigorífico produz um efluente com vazão contínua de $100 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ e possui uma DBO de $2,47 \text{ g L}^{-1}$. Assinale a alternativa que apresenta o valor máximo de DBO na saída da estação de tratamento de efluentes do frigorífico e a eficiência mínima do tratamento, para que o mesmo possa ser lançado em um riacho de Classe 2 com vazão de referência igual a 1000 L.s^{-1} e DBO = zero

- a) 195 mg L^{-1} e 87,5 %
b) 185 mg L^{-1} e 92,5 %
c) 180 mg L^{-1} e 90,5 %
d) 175 mg L^{-1} e 95,5 %
e) 190 mg L^{-1} e 85,5 %

Questão 4

Os estudos de velocidade de reações químicas são de grande interesse para as indústrias químicas, nos seus diversos segmentos. Dentre os fatores que alteram a velocidade de uma reação tem-se: pressão, superfície de contato, temperatura e o uso de catalisadores. A fim de ratificar esta informação, alunos efetuaram em laboratório um experimento no qual usaram três frascos, cada um com 500 mL de ácido clorídrico 6 mol L^{-1} , e amostras de zinco conforme abaixo:

Frasco I - um cubo de zinco com 1 g de massa;

Frasco II - mil cubos de zinco com 1 mg de massa cada um;

Frasco III - mil esferas de zinco com 1 mg de massa cada uma;

Chamando de v_1 , v_2 e v_3 as velocidades de dissolução nos casos dos frascos I, II e III, qual a ordem correta de velocidade de reação?



Dados:

Área da superfície esférica, $A = 4\pi r^2$.

$\sqrt[3]{36\pi} \approx 4,8$.

a) $v_2 \gg v_1 > v_3$

b) $v_1 > v_3 > v_2$

c) $v_1 > v_2 \gg v_3$

d) $v_2 > v_3 \gg v_1$

e) $v_2 > v_1 \gg v_3$

Questão 5

Há alguns meses atrás, a fábrica de bebida ADES foi fechada devido à contaminação de bebidas por soda cáustica. A descoberta ocorreu após alguns consumidores ingerirem a bebida e sofrerem por queimaduras. A respeito da soda cáustica, pode-se afirmar que:

- a) É uma substância iônica e caráter ácido
- b) É uma substância covalente e caráter ácido
- c) É uma substância covalente e caráter básico
- d) É uma substância iônica e com caráter básico
- e) É uma substância e caráter neutro

Questão 6

O ozônio (O_3) é um gás de cor azul claro, instável e altamente reativo, utilizado para a purificação de água. O processo de ozonização da água é uma forma de tratamento oxidativo que serve para degradar moléculas orgânicas que estejam na água como contaminante. É um processo muito utilizado na indústria, mas ultimamente acoplados em filtros caseiros de água, a fim de melhorar a qualidade da água consumida pelas pessoas. O ozônio também se forma fotoquimicamente na troposfera da Terra e se decompõe de acordo com a equação:



Esta reação ocorre via proposta de mecanismo em duas etapas:

Etapa 1: $O_3 (g) \rightarrow O_2 (g) + O (g)$, rápida e reversível

Etapa 2: $O_3 (g) + O (g) \rightarrow 2 O_2 (g)$, lenta.

Qual lei de velocidade é consistente com o mecanismo proposto?





$$a) -\frac{[\text{O}_2]}{\Delta t} = \frac{k[\text{O}_2]^2}{[\text{O}_2]}$$

$$b) -\frac{[\text{O}_2]}{\Delta t} = k[\text{O}_2]$$

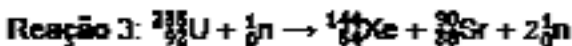
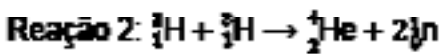
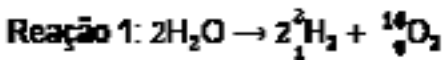
$$c) -\frac{[\text{O}_2]}{\Delta t} = k[\text{O}_2]^2$$

$$d) -\frac{[\text{O}_2]}{\Delta t} = \frac{k[\text{O}_2]^2}{[\text{O}_2]^2}$$

$$e) -\frac{[\text{O}_2]}{\Delta t} = \frac{k[\text{O}_2]}{[\text{O}]}$$

Questão 7

A reação nuclear é a modificação da composição do núcleo atômico de um elemento, transformando-se em outro(s) elemento(s) e emitindo grande quantidade de energia. Devido a esse enorme potencial energético, a tecnologia nuclear tem, como uma de suas principais finalidades, gerar eletricidade. No entanto, a reação nuclear pode ocorrer, controladamente, em um reator de usina nuclear ou, descontroladamente, em uma bomba atômica. Nesse contexto, qual(is), dentre as equação(ões) abaixo, representa(m) uma reação de fusão?



a) Somente a reação 3

b) Reações 1 e 2

c) Reações 1 e 3

d) Somente reação 1

e) Somente reação 2

Questão 8

A prática da Química, seja a nível profissional ou de aprendizado, exige que Normas de Segurança sejam rigorosamente seguidas para evitar acidentes e



prejuízos de ordem humana ou material. Os acidentes podem, se tomadas as devidas precauções, ser evitados ou, ao menos, ter suas consequências minimizadas. Neste sentido, assinale Falso (F) ou Verdadeiro (V) para as “Normas de Segurança em Laboratório Químico” observadas.

- (i) Dedicar especial atenção a qualquer operação que necessite aquecimento prolongado ou que desenvolva grande quantidade de energia.
- (ii) Evitar armazenar reagentes em lugares altos e de difícil acesso.
- (iii) Não deixar vidro quente em lugar que alguém possa pegá-lo inadvertidamente. “Vidro quente se difere de vidro frio em seu aspecto”.
- (iv) Provar ou ingerir drogas ou reagentes de laboratório, se necessário.
- (v) Rotular todas as soluções e guardar.
- (vi) Sempre que fizer a diluição de um ácido concentrado, adicione a água lentamente sobre ele, sob agitação constante e nunca ao contrário.

	(i)	(ii)	(iii)	(iv)	(v)	(vi)
a)	V	V	V	F	F	F
b)	V	F	F	F	V	V
c)	V	V	F	F	V	F
d)	V	F	V	F	V	F
e)	F	V	V	V	F	F

Questão 9

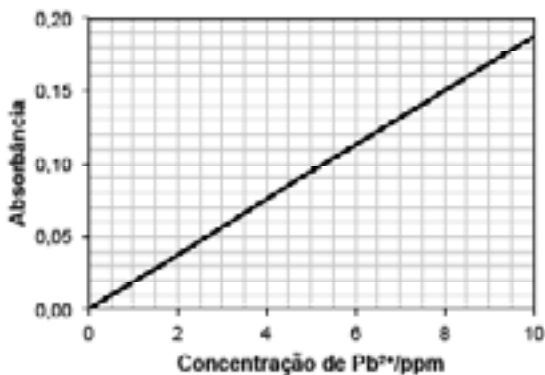
Um acumulador elétrico (bateria) é um conjunto composto por eletrodos de carga oposta e uma solução carregadora de íons, o eletrólito, que, a partir de uma reação química, produz trabalho elétrico. As baterias de automóveis, as industriais, os telefones celulares e outras contêm metais-traço, como chumbo (Pb), em concentrações elevadas e, por isso, o descarte deve ser feito de acordo com as normas estabelecidas para proteção do meio ambiente e da saúde. Mas, o atendimento a essas normas ainda é incipiente e pouco efetivo devido às falhas de fiscalização. Vários estudos têm registrado elevados níveis de contaminação por Pb em águas, com concentrações acima de 0,05 ppm.

Para confirmar se uma dada amostra de água residual estava contaminada, uma análise de íons Pb^{2+} foi realizada. Assim sendo, uma alíquota de 25,0 mL dessa amostra foi evaporada até secagem e foi, novamente, redissolvida em 2,0 mL de H_2O destilada. Ao recipiente contendo a amostra adicionou-se ain-





da: 2,0 mL de uma solução mista de tampão e 2,0 mL de uma solução de ditizona. Após, a solução foi diluída até volume de 10,0 mL. A absorvância do complexo colorido ditizona- Pb^{2+} formado pode ser comparada com o gráfico Beer-Lambert do complexo padrão, abaixo.



Sabendo que a absorvância de uma porção da solução final é de 0,13. Qual é a concentração de íons Pb^{2+} na água residual (inicial), em ppm?

- a) 7,2 b) 2,7 c) 1,8 d) 3,6 e) 4,2

Questão 10

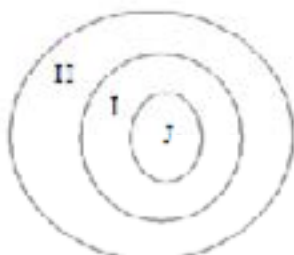
Na tabela periódica, os elementos são agrupados em blocos: **s**, **p**, **d** e **f**. Sendo assim, considere:

1. conjunto **H** sendo o dos elementos com elétron no subnível **s** do último nível preenchido no estado fundamental;
2. conjunto **I** sendo o dos elementos com elétron no subnível **p** do último nível preenchido no estado fundamental;
3. conjunto **J** sendo o dos elementos com elétron no subnível **d** do penúltimo nível preenchido no estado fundamental;

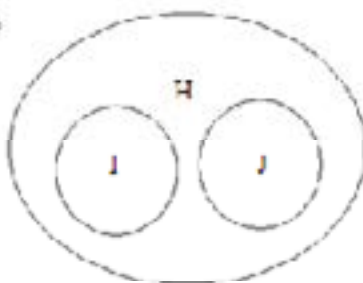
Sabendo disso, assinale o diagrama correto, levando em consideração que não devem existir conjuntos vazios:



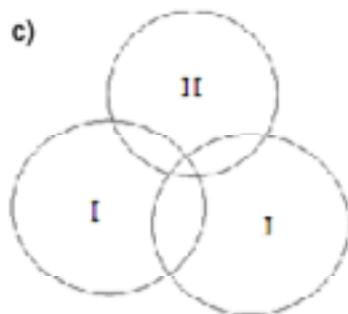
a)



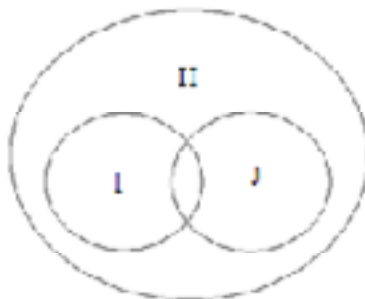
b)



c)



d)



e)





Olimpíada Brasileira de Química – Modalidade A

30/08/2014 - Tempo de duração: 4 horas

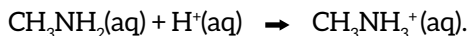
B

PARTE B - QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS

Questão 11

A combustão, ou seja, reação com O_2 , é muitas vezes utilizada para a eliminação de resíduos químicos. A combustão da metilamina, CH_3NH_2 , produz monóxido de nitrogênio, dióxido de carbono e água.

- Escreva as fórmulas eletrônicas (fórmula de Lewis) da metilamina e seus produtos da combustão.
- Escreva a equação balanceada para a oxidação de metilamina.
- Calcule a massa de água produzida a partir da combustão de 62 g de metilamina
- Calcule o número de moléculas de O_2 necessário para esta combustão.
- Um engenheiro manuseia uma instalação de eliminação com 5000 L de solução aquosa de metilamina. A fim de determinar a concentração de metilamina, o engenheiro recolheu uma alíquota de 25,00 mL da solução e titulou com $0,100 \text{ mol L}^{-1}$ de ácido clorídrico. O volume da solução padrão de HCl no ponto final foi 35,00 mL. Calcule a concentração molar de metilamina nos 5000 L de amostra. A reação estequiométrica é:



Questão 12

No modelo cinético dos gases ideais, a pressão sobre as paredes do recipiente pode ser quantitativamente atribuída às colisões aleatórias das partículas, essas com energia média, a qual depende da temperatura do gás. A pressão do gás pode, por conseguinte, estar diretamente relacionada à temperatura e à densidade. As partículas são consideradas como pontos infinitesimalmente



pequenos. Do ponto de vista da teoria cinética dos gases, explique ou resolva:

- Por que a pressão de um gás é diretamente proporcional à temperatura?
- A lei de Dalton das pressões parciais em termos do modelo cinético dos gases.
- O comportamento da efusão de gases, para o seguinte caso: considere que um recipiente de vidro é preenchido, a temperatura ambiente, com um número igual de mols de $H_2(g)$, $O_2(g)$, e $NO_2(g)$. Os gases escoam, lentamente, através de um pequeno furo, para fora do recipiente. Após certo tempo, qual é a relação remanescente das pressões parciais dos gases no recipiente?
- Considere um cilindro (com pistão móvel e de atrito desprezível) de 10 L que contém uma mistura gasosa 0,20 mol de dióxido de enxofre, 0,30 mol de nitrogênio e 0,50 mol de dióxido de carbono, a 27 °C. Admitindo comportamento de gás ideal, determine as pressões parciais dos gases na mistura quando o volume do cilindro for reduzido para 5 L.

Dado: $R = 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Questão 13

Conceitos iniciais sobre ácidos e bases foram propostos pelo químico sueco Svante Arrhenius, em 1887. Em seguida, e de forma independente, novos conceitos foram formulados pelo dinamarquês Johannes Brønsted e pelo inglês Thomas Lowry, coincidentemente no mesmo ano, em 1923. E, também em 1923, o americano Gilbert Lewis propôs conceitos e definições para as reações ácido-base. Diante disso, responda:

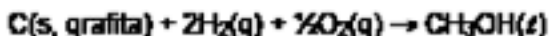
- Qual a principal limitação do conceito de Arrhenius?
- Segundo Brønsted-Lowry, a água pode apresentar tanto um caráter ácido, quanto básico. Justifique a afirmação com exemplos.
- Sabendo-se que o íon hidrogenossulfito é anfótero, escreva a equação química que descreva sua reação com água (hidrólise), na qual o íon atue como um ácido.
- Sabendo-se que o íon hidrogenossulfito é anfótero, escreva equação química que descreva sua reação com água, na qual o íon atue como uma base.





Questão 14

O metanol (CH_3OH), o mais simples álcool existente, foi primeiramente isolado por Robert Boyle, em 1661. É um líquido volátil, incolor, altamente polar, inflamável e tóxico. É amplamente empregado nas indústrias como solvente, nos EUA como combustível e como principal agente no processo de transesterificação de ácidos graxos, na produção do biodiesel. Pode ser obtido da destilação da madeira ou sintetizado a partir do gás natural (fóssil). Experimentalmente, a sua entalpia padrão de formação, ΔH_f^0 , é -239 kJ mol^{-1} . Com base nos valores das variações de entalpia de reações intermediárias, estime a variação de entalpia da reação global final.



em que o metanol líquido é formado a partir de seus elementos, a 25°C . Para isso, proceda da seguinte forma:

- Determine a equação global e calcule a entalpia global de atomização dos elementos.
- Determine a equação global e calcule a entalpia global de formação do metanol gasoso a partir das energias de ligações dos seus elementos.
- Com os valores de entalpia de atomização (item (a)), de ligações (item (b)) e condensação do metanol (tabela de dados) estime a entalpia (calor) de formação do metanol.
- Compare o valor estimado com o valor experimental de entalpia de formação do metanol líquido.



Dados:

Reação de Atomização	$\Delta H^\circ / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
$\text{C}(\text{s, grafita}) \rightarrow \text{C}(\text{g})$	716,7
Reação de Dissociação	
$\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}(\text{g})$	435,9
$\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{O}(\text{g})$	498,4
Entalpia de Ligação (média)	
C-H	412
C-O	360
O-H	463
Entalpia de vaporização	
$\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$	38

Questão 15

Em condições normais, uma reação redox ocorre quando há contato entre o agente oxidante e o agente redutor. Contudo, a reação espontânea pode ocorrer sem contato direto entre oxidante e redutor, cada qual numa interface eletrodo/solução (eletrolito), sendo o par conectado através de um condutor eletrônico (fio) e um condutor iônico (ponte salina). Esse dispositivo é denominado cela galvânica ou eletroquímica, e permite a conversão de energia química em energia elétrica. Uma típica reação redox é a da oxidação do cátion de manganês (II) a óxido de manganês (IV) sólido pelo peróxido de hidrogênio, em água acidificada. Para melhor entender o fenômeno redox e termodinâmico deste sistema, um aluno de química construiu uma cela eletroquímica com eletrodos de Pt e ponte salina de nitrato de potássio, e colocou a cela em operação (fechamento do circuito) a 25 °C. Com base nas informações acima:

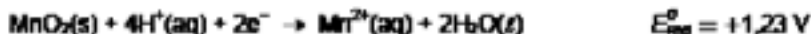
- Faça um esquema (desenho ou figura) que represente a cela eletroquímica adequada para o estudo. Identifique todos os constituintes, por exemplo, das espécies químicas no eletrólito e componentes. Coloque o ânodo no lado esquerdo e o cátodo no lado direito.
- Escreva as equações iônicas parciais e total balanceadas.





- c) Calcule o potencial da célula padrão e ΔG para a reação.
- d) Proponha uma equação do potencial reversível da célula que você esquematizou no item (a), incluindo as concentrações das espécies que podem afetar o seu potencial.

Dados de Potencial Padrão de Redução, a 25 °C:



Constante de Faraday: $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$

Questão 16

O oxigênio e o enxofre pertencem à família dos calcogênios (6A). Apesar de possuir maior massa molar, o sulfeto de hidrogênio ou gás sulfídrico H_2S é um gás enquanto a água é líquida, à temperatura ambiente (25°C).

- a) Escreva a geometria da molécula do gás sulfídrico.
- b) O ângulo H-S-H no gás sulfídrico é maior ou menor que o ângulo H-O-H na água?
- c) Por que o ponto de ebulição do gás sulfídrico é menor que o da água?

Justifique suas respostas.



Olimpíada Brasileira de Química – Modalidade B

30/08/2014 - Tempo de duração: 4 horas

B

PARTE A - QUESTÕES MÚLTIPLA ESCOLHA

Questão 1

Desde o Império, a seca tem causado grandes transtornos à população do Nordeste brasileiro e é uma das mais graves causas de seus problemas sociais. Caminhões pipa, que levam água às populações carentes, ajudam a amenizar os problemas. Suponha que um caminhão pipa contenha 30.000 litros de água de açude, a ser clorada na dosagem de 5,0 mg/L de “cloro ativo” para eliminar microrganismos nocivos à saúde. Dispondo-se de solução de hipoclorito de sódio comercial a 12 % m/V (pureza), qual o volume a ser adicionado à pipa? Dado: considere que, em meio de ácido clorídrico, cada íon de hipoclorito reage formando uma molécula de cloro, nos cálculos de “cloro ativo”.

- a) 1,31 L b) 0,90 L c) 18 L d) 0,72 L e) 1,25 L

Questão 2

Das folhas de eucalipto pode-se extrair um óleo que contém um composto orgânico volátil, incolor, insolúvel em água, chamado eucaliptol, cuja estrutura é representada abaixo. Devido ao seu gosto picante e cheiro agradável é usado como aromas, fragrâncias e cosméticos.



Considerando que esse composto volátil se comporta como gás ideal à temperatura de 189 °C e pressão de 78 mmHg, suas densidades, absoluta e em relação ao SO₂, igualmente considerado como gás ideal, são, respectivamente:





- a) 1,03 e 3,25 b) 0,55 e 1,48 c) 0,42 e 2,40
d) 0,68 e 1,16 e) 0,35 e 3,14

Questão 3

A Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO e a Demanda Química de Oxigênio - DQO são parâmetros físico-químicos para a análise de águas residuais. No Brasil, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA n. 357/2005 classifica os corpos d'água e determina o valor máximo para DBO a 5 mg L^{-1} de oxigênio, para os de Classe 2, ou seja, as águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional. Um determinado frigorífico produz um efluente com vazão contínua de $100 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ e possui uma DBO de $2,47 \text{ g L}^{-1}$. Assinale a alternativa que apresenta o valor máximo de DBO na saída da estação de tratamento de efluentes do frigorífico e a eficiência mínima do tratamento, para que o mesmo possa ser lançado em um riacho de Classe 2 com vazão de referência igual a 1000 L.s^{-1} e DBO = zero

- a) 195 mg L^{-1} e 87,5 % b) 185 mg L^{-1} e 92,5 %
c) 180 mg L^{-1} e 90,5 % d) 175 mg L^{-1} e 95,5 %
e) 190 mg L^{-1} e 85,5 %

Questão 4

Os estudos de velocidade de reações químicas são de grande interesse para as indústrias químicas, nos seus diversos segmentos. Dentre os fatores que alteram a velocidade de uma reação tem-se: pressão, superfície de contato, temperatura e o uso de catalisadores. A fim de ratificar esta informação, alunos efetuaram em laboratório um experimento no qual usaram três frascos, cada um com 500 mL de ácido clorídrico 6 mol L^{-1} , e amostras de zinco conforme abaixo:

Frasco I - um cubo de zinco com 1 g de massa;

Frasco II - mil cubos de zinco com 1 mg de massa cada um;

Frasco III - mil esferas de zinco com 1 mg de massa cada uma;

Chamando de v_1 , v_2 e v_3 as velocidades de dissolução nos casos dos frascos I, II e III, qual a ordem correta de velocidade de reação?



Dados:

Área da superfície esférica, $A = 4\pi r^2$.

$\sqrt[3]{36\pi} \approx 4,8$.

a) $v_2 \gg v_1 > v_3$

b) $v_1 > v_3 > v_2$

c) $v_1 > v_2 \gg v_3$

d) $v_2 > v_3 \gg v_1$

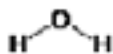
e) $v_2 > v_1 \gg v_3$

Questão 5

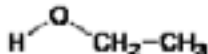
As substâncias na natureza podem ser classificadas como solúveis e insolúveis em água. Por exemplo, o etanol é solúvel e a gasolina é insolúvel em água. No entanto, o etanol também é solúvel na gasolina. A solubilidade das substâncias depende da polaridade das moléculas que, por sua vez, é conferida pela diferença de eletronegatividade entre os átomos que constituem as moléculas, ou pelos os ângulos de ligação que agem sobre a molécula (soma vetorial de eletronegatividades).

Conhecendo as fórmulas estruturais (abaixo) e os valores de eletronegatividade:

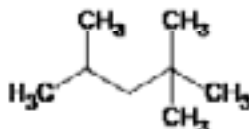
H (2,1), O (3,5) e C (2,5), analise as seis proposições dadas, de (i) a (vi), e marque a alternativa que relaciona corretamente, em ordem crescente, as forças intermoleculares:



Água



Etanol



iso-octano (componente padrão da gasolina)

- (i) As forças de *van der Waals* são muito fracas e ocorrem em todos os tipos de moléculas.
- (ii) Entre moléculas apolares pode surgir apenas cargas parciais instantâneas e dipolos induzidos.
- (iii) As forças dipolo-dipolo permanente ocorrem em moléculas polares onde há considerável diferença de eletronegatividade entre seus átomos constituintes.
- (iv) Quando há hidrogênio ligado a átomo de elevada eletronegatividade (principalmente F, N e O), ocorrem as ligações de hidrogênio.





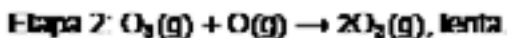
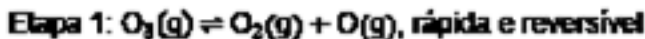
- (v) A água é uma substância polar e a gasolina, formada de mistura de hidrocarbonetos, é apolar.
- (vi) No etanol, há uma parte polar e outra, apolar; por isso, pode dissolver tanto na água como na gasolina.
- a) *van der Waals* < dipolo-dipolo induzido < dipolo-dipolo permanentes < ligações de hidrogênio
- b) *van der Waals* < ligações de hidrogênio < dipolo-dipolo permanente < dipolo-dipolo induzido.
- c) ligações de hidrogênio < dipolo-dipolo permanente < dipolo-dipolo induzido < *van der Waals*.
- d) ligações de hidrogênio < *van der Waals* < dipolo-dipolo induzido < dipolo-dipolo permanente.
- e) ligações de hidrogênio < dipolo-dipolo permanente < dipolo-dipolo induzido < *van der Waals*.

Questão 6

O ozônio (O_3) é um gás de cor azul claro, instável e altamente reativo, utilizado para a purificação de água. O processo de ozonização da água é uma forma de tratamento oxidativo que serve para degradar moléculas orgânicas que estejam na água como contaminante. É um processo muito utilizado na indústria, mas ultimamente acoplados em filtros caseiros de água, a fim de melhorar a qualidade da água consumida pelas pessoas. O ozônio também se forma fotoquimicamente na troposfera da Terra e se decompõe de acordo com a equação:



Esta reação ocorre via proposta de mecanismo em duas etapas:





Qual lei de velocidade é consistente com o mecanismo proposto?

a) $-\frac{[O_2]}{\Delta t} = \frac{k[O_2]^2}{[O_2]}$

b) $-\frac{[O_2]}{\Delta t} = k[O_2]$

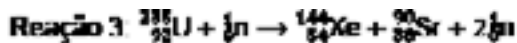
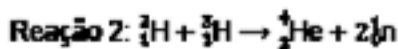
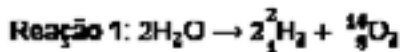
c) $-\frac{[O_2]}{\Delta t} = k[O_2]^2$

d) $-\frac{[O_2]}{\Delta t} = \frac{k[O_2]^2}{[O_2]^2}$

e) $-\frac{[O_2]}{\Delta t} = \frac{k[O_2]}{[O]}$

Questão 7

A reação nuclear é a modificação da composição do núcleo atômico de um elemento, transformando-se em outro(s) elemento(s) e emitindo grande quantidade de energia. Devido a esse enorme potencial energético, a tecnologia nuclear tem, como uma de suas principais finalidades, gerar eletricidade. No entanto, a reação nuclear pode ocorrer, controladamente, em um reator de usina nuclear ou, descontroladamente, em uma bomba atômica. Nesse contexto, qual(is), dentre as equação(ões) abaixo, representa(m) uma reação de fusão?



a) Somente a reação 3

b) Reações 1 e 2

c) Reações 1 e 3

d) Somente reação 1

e) Somente reação 2





Questão 8

O estudo do equilíbrio químico conduz à compreensão de vários sistemas e tem considerável importância econômica e biológica. Por exemplo, a regulação desse equilíbrio afeta o rendimento dos produtos fabricados nas indústrias de atividades químicas, em diversos setores produtivos. Afeta, também, o funcionamento do organismo humano e dos animais, como no sistema-tampão existente no sangue, mantendo o seu pH estável. Nesse contexto, analise as afirmações sobre o equilíbrio químico em solução aquosa, e assinale a alternativa **correta**.

- 10,0 mL de H_3PO_4 0,2 mol L^{-1} são neutralizados acrescentando-se 20,0 mL de $\text{Al}(\text{OH})_3$ com concentração de 0,2 mol L^{-1} .
- Em água, o ácido sulfúrico ($K_a > 100$ e $K_{a2} \approx 0,01$) se ioniza quase totalmente, enquanto que o ácido acético ($K_a = 1,8 \times 10^{-5}$) se ioniza totalmente.
- A 25 °C, uma solução aquosa de $\text{pH} = 4$ para tornar-se neutra, precisa ser diluída 6 vezes com água
- Certa enzima digestiva tem melhor atividade catalítica em pH que varia de 6,5 a 7,5. Logo, ela deve ter boa atividade catalítica no suco gástrico.
- Para que se possa determinar a constante de um equilíbrio químico, é necessário que o sistema químico em que ocorre o equilíbrio esteja a temperatura constante.

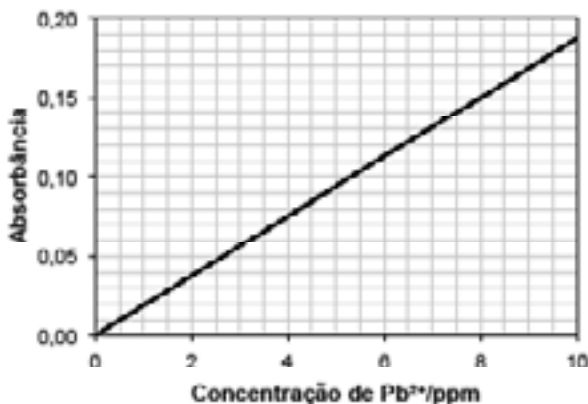
Questão 9

Um acumulador elétrico (bateria) é um conjunto composto por eletrodos de carga oposta e uma solução carregadora de íons, o eletrólito, que, a partir de uma reação química, produz trabalho elétrico. As baterias de automóveis, as industriais, os telefones celulares e outras contêm metais-traço, como chumbo (Pb), em concentrações elevadas e, por isso, o descarte deve ser feito de acordo com as normas estabelecidas para proteção do meio ambiente e da saúde. Mas, o atendimento a essas normas ainda é incipiente e pouco efetivo devido às falhas de fiscalização. Vários estudos têm registrado elevados níveis de contaminação por Pb em águas, com concentrações acima de 0,05 ppm.

Para confirmar se uma dada amostra de água residual estava contaminada, uma análise de íons Pb^{2+} foi realizada. Assim sendo, uma alíquota de 25,0 mL dessa amostra foi evaporada até secagem e foi, novamente, redissolvida em



2,0 mL de H_2O destilada. Ao recipiente contendo a amostra adicionou-se ainda: 2,0 mL de uma solução mista de tampão e 2,0 mL de uma solução de ditizona. Após, a solução foi diluída até volume de 10,0 mL. A absorvância do complexo colorido ditizona- Pb^{2+} formado pode ser comparada com o gráfico Beer-Lambert do complexo padrão, abaixo.



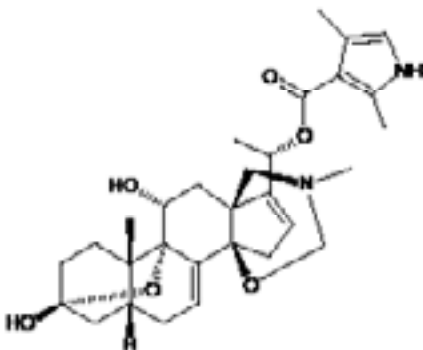
Sabendo que a absorvância de uma porção da solução final é de 0,13. Qual é a concentração de íons Pb^{2+} na água residual (inicial), em ppm?

- a) 7,2 b) 2,7 c) 1,8 d) 3,6 e) 4,2



Questão 10

A **batracotoxina** é uma substância venenosa extraída de batráquios da Amazônia e em aves do gênero *Pitohui*, de Nova Guiné. Esta toxina foi descoberta em extratos da pele de rãs da família Dendrobatidae do gênero *Phyllobates*. O nome “batracotoxina” deriva do grego batrachos, que significa rã, e *toxine*, que significa veneno. Foram os cientistas John Daly e Bernard Witkop que deram o nome a esta toxina, a isolaram e determinaram as suas propriedades estruturais e químicas. A fórmula estrutural da batracotoxina é dada a seguir:



Assinale a alternativa que indica as funções orgânicas presentes na molécula:

- a) Éster, amina, álcool e éter.
- b) Éter, cetona, amina, álcool.
- c) Éter, éster, amida, fenol.
- d) Amina, amida, éter, éster.
- e) Cetona, amina, éter, fenol.



Olimpíada Brasileira de Química – Modalidade B

30/08/2014 - Tempo de duração: 4 horas

A

PARTE B - QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS

Questão 11

No modelo cinético dos gases ideais, a pressão sobre as paredes do recipiente pode ser quantitativamente atribuída às colisões aleatórias das partículas, essas com energia média, a qual depende da temperatura do gás. A pressão do gás pode, por conseguinte, estar diretamente relacionada à temperatura e à densidade. As partículas são consideradas como pontos infinitesimalmente pequenos. Do ponto de vista da teoria cinética dos gases, explique ou resolva:

- Por que a pressão de um gás é diretamente proporcional à temperatura?
- A lei de Dalton das pressões parciais em termos do modelo cinético dos gases.
- O comportamento da efusão de gases, para o seguinte caso: considere que um recipiente de vidro é preenchido, a temperatura ambiente, com um número igual de mols de $\text{H}_2(\text{g})$, $\text{O}_2(\text{g})$, e $\text{NO}_2(\text{g})$. Os gases escoam, lentamente, através de um pequeno furo, para fora do recipiente. Após certo tempo, qual é a relação remanescente das pressões parciais dos gases no recipiente?
- Considere um cilindro (com pistão móvel e de atrito desprezível) de 10 L que contém uma mistura gasosa 0,20 mol de dióxido de enxofre, 0,30 mol de nitrogênio e 0,50 mol de dióxido de carbono, a 27 °C. Admitindo comportamento de gás ideal, determine as pressões parciais dos gases na mistura quando o volume do cilindro for reduzido para 5 L.

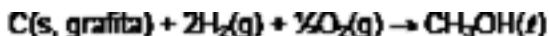
Dado: $R = 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Questão 12

O metanol (CH_3OH), o mais simples álcool existente, foi primeiramente isolado por Robert Boyle, em 1661. É um líquido volátil, incolor, altamente polar,



inflamável e tóxico. É amplamente empregado nas indústrias como solvente, nos EUA como combustível e como principal agente no processo de transesterificação de ácidos graxos, na produção do biodiesel. Pode ser obtido da destilação da madeira ou sintetizado a partir do gás natural (fóssil). Experimentalmente, a sua entalpia padrão de formação, ΔH_f^0 , é -239 kJ mol^{-1} . Com base nos valores das variações de entalpia de reações intermediárias, estime a variação de entalpia da reação global final.



em que o metanol líquido é formado a partir de seus elementos, a 25°C . Para isso, proceda da seguinte forma:

- Determine a equação global e calcule a entalpia global de atomização dos elementos.
- Determine a equação global e calcule a entalpia global de formação do metanol gasoso a partir das energias de ligações dos seus elementos.
- Com os valores de entalpia de atomização (item (a)), de ligações (item (b)) e condensação do metanol (tabela de dados) estime a entalpia (calor) de formação do metanol.
- Compare o valor estimado com o valor experimental de entalpia de formação do metanol líquido.

Dados:

Reação de Atomização	$\Delta H^0 / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
$\text{C(s, grafita)} \rightarrow \text{C(g)}$	716,7
Reação de Dissociação	
$\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H(g)}$	435,9
$\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{O(g)}$	498,4
Entalpia de Ligação (média)	
C-H	412
C-O	360
O-H	463
Entalpia de vaporização	
$\text{CH}_3\text{OH(l)} \rightarrow \text{CH}_3\text{OH(g)}$	38

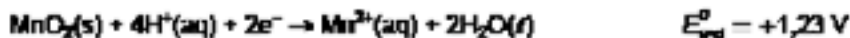


Questão 13

Em condições normais, uma reação redox ocorre quando há contato entre o agente oxidante e o agente redutor. Contudo, a reação espontânea pode ocorrer sem contato direto entre oxidante e redutor, cada qual numa interface eletrodo/solução (eletrolito), sendo o par conectado através de um condutor eletrônico (fio) e um condutor iônico (ponte salina). Esse dispositivo é denominado cela galvânica ou eletroquímica, e permite a conversão de energia química em energia elétrica. Uma típica reação redox é a da oxidação do cátion de manganês (II) a óxido de manganês (IV) sólido pelo peróxido de hidrogênio, em água acidificada. Para melhor entender o fenômeno redox e termodinâmico deste sistema, um aluno de química construiu uma cela eletroquímica com eletrodos de Pt e ponte salina de nitrato de potássio, e colocou a cela em operação (fechamento do circuito) a 25 °C. Com base nas informações acima:

- Faça um esquema (desenho ou figura) que represente a cela eletroquímica adequada para o estudo. Identifique todos os constituintes, por exemplo, das espécies químicas no eletrólito e componentes. Coloque o ânodo no lado esquerdo e o cátodo no lado direito.
- Escreva as equações iônicas parciais e total balanceadas.
- Calcule o potencial da cela padrão e ΔG para a reação.
- Proponha uma equação do potencial reversível da cela que você esquematizou no item (a), incluindo as concentrações das espécies que podem afetar o seu potencial.

Dados de Potencial Padrão de Redução, a 25 °C:



Constante de Faraday: $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$

Questão 14

Conceitos iniciais sobre ácidos e bases foram propostos pelo químico sueco Svante Arrhenius, em 1887. Em seguida, e de forma independente, novos conceitos foram formulados pelo dinamarquês Johannes Brønsted e pelo inglês



Thomas Lowry, coincidentemente no mesmo ano, em 1923. E, também em 1923, o americano Gilbert Lewis propôs conceitos e definições para as reações ácido-base. Diante disso, responda:

- Qual a principal limitação do conceito de Arrhenius?
- Segundo Brønsted-Lowry, a água pode apresentar tanto um caráter ácido, quanto básico. Justifique a afirmação com exemplos.
- Sabendo-se que o íon hidrogenossulfito é anfótero, escreva a equação química que descreva sua reação com água (hidrólise), na qual o íon atue como um ácido.
- Sabendo-se que o íon hidrogenossulfito é anfótero, escreva equação química que descreva sua reação com água, na qual o íon atue como uma base.

Questão 15

Na indústria petroquímica são realizadas diversas reações químicas com hidrocarbonetos resultantes da destilação fracionada do petróleo. Como a fração gasolina é insuficiente para atender a demanda, frações mais pesadas são quebradas em moléculas menores. Sob determinadas condições de pressão (P), temperatura (T) e adição de catalisador adequado, são convertidas em gasolina, aumentando a quantidade e a qualidade deste produto. Essas reações são chamadas de craqueamento ou “*cracking*”, como a representada a seguir:

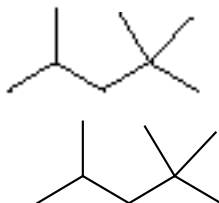


Além da gasolina, são produzidos vários subprodutos como, no caso, um alceno – usado como solvente – e o gás etileno (eteno), usado na fabricação de plásticos e outros produtos.

Com as informações dadas, responda às questões:



- a) O principal componente da gasolina é o iso-octano, cuja fórmula estrutural é



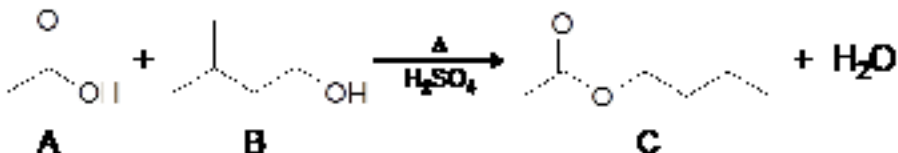
Qual seu nome sistemático?

- b) O alceno (C_6H_{12}) produzido na reação acima pode ter vários isômeros constitucionais. Desenhe a fórmula estrutural e escreva os respectivos nomes sistemáticos de quatro desses isômeros.
- c) O gás etileno é usado na produção do plástico muito usado em embalagens, o polietileno, obtido por reação de polimerização, em determinadas condições de temperatura, pressão e uso de catalisador adequado. Equacione essa reação.
- d) No Brasil, o etanol é produzido a partir da fermentação da sacarose da cana-de-açúcar, pois o país tem clima apropriado e muita terra agricultável. Nos Estados Unidos e outros países, onde o inverno é mais rigoroso e permite cultura com ciclos mais curtos, produz-se o etanol pela fermentação da sacarose do milho, beterraba, nabo... Já em países ricos em petróleo, sem terra, nem clima disponível para essas culturas, o etanol é produzido pela hidratação do etileno em presença de ácido sulfúrico. Equacione a reação de hidratação do eteno.

Questão 16

Os ésteres comuns ocorrem muito em frutas, conferindo-lhes odor e sabor característicos (flavorizantes). Em cada fruta há uma mistura complexa dessas substâncias, sendo uma delas a principal. Nos laboratórios e nas indústrias, esses ésteres são produzidos em escala comercial para serem usados nos alimentos como aromatizantes artificiais, como pode ser lido nos rótulos. Assim, o aromatizante de banana é produzido pela seguinte reação:





- a) Escreva o nome sistemático das substâncias A, B e C.
- b) Que nome é dado a este tipo de reação?
- c) A reação entre **ácido butanoico** e **etanol** produz o aromatizante artificial de abacaxi. Equacione a reação e escreva o nome sistemático do éster produzido.
- d) A essência de morango é o **etanoato** (acetato) **de isobutila** (2-metilpropila). Equacione a reação e escreva os nomes sistemáticos dos reagentes orgânicos usados.

1																	18
1 H																	2 He
2 Li	3 Be											4 B	5 C	6 N	7 O	8 F	9 Ne
3 Na	4 Mg											10 Al	11 Si	12 P	13 S	14 Cl	15 Ar
4 K	5 Ca	6 Sc	7 Ti	8 V	9 Cr	10 Mn	11 Fe	12 Co	13 Ni	14 Cu	15 Zn	16 Ga	17 Ge	18 As	19 Se	20 Br	21 Kr
5 Rb	6 Sr	7 Y	8 Zr	9 Nb	10 Mo	11 Tc	12 Ru	13 Rh	14 Pd	15 Ag	16 Cd	17 In	18 Sn	19 Sb	20 Te	21 I	22 Xe
6 Cs	7 Ba	8 La	9 Ce	10 Pr	11 Nd	12 Pm	13 Sm	14 Eu	15 Gd	16 Tb	17 Dy	18 Ho	19 Er	20 Tm	21 Yb	22 Lu	
7 Fr	8 Ra	9 Ac	10 Th	11 Pa	12 U	13 Np	14 Pu	15 Am	16 Cm	17 Bk	18 Cf	19 Es	20 Fm	21 Md	22 No	23 Lr	
LANTANÍDEOS →		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
ACTINÍDEOS →		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	



A

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE QUÍMICA

RESULTADOS MODALIDADE A

Nome	Escola	Cidade	UF
O U R O			
Felipe Vieira Coimbra	Dom Barreto	Teresina	PI
João Martins Cortez Filho	Dom Barreto	Teresina	PI
Giovanni Elson Rafael de Souza	Farias Brito	Fortaleza	CE
Seon Augusto de Souza Ferreira	Colegio Militar	Salvador	BA
Vitor Gomes Pires	Campos Salles	São Paulo	SP
Dayanne Rolim Carvalho	Modulo/Objetivo	Juazeiro do Norte	CE
Gabriel Moura Braúna	Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE
Pedro Teotonio de Sousa	Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE
Lorenzo Pellizzaro Lima	Colegium	Belo Horizonte	MG

P R A T A			
Matheus Rodrigues Furlani	IFES	Aracruz	ES
Gabriel Ferreira Gomes Amgarten	Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE
Italo Lesione de Paiva Rocha	Colégio Master	Fortaleza	CE
Gabriel Pineschi Braun	Colégio Ph	Rio de Janeiro	RJ
Renata Braga de Sousa Cidrack	Colégio Master	Fortaleza	CE
Renner Leite Lucena	Farias Brito	Fortaleza	CE
Rafael Wendel Carvalho Cruz	COLTEC	Belo Horizonte	MG
Maria Scarleth Gomes de Castro	IFCE	Juazeiro do Norte	CE
Bruce Nunes Morrow	COLTEC	Belo Horizonte	MG
Arthur Passos da Costa Aragão Braga	Colégio Militar	Rio de Janeiro	RJ
Tafnes Silva Barbosa	Farias Brito	Fortaleza	CE
Vitor Alexandre Santos da Silva	IFRJ - Maracanã	Rio de Janeiro	RJ





João Guilherme Madeira Araújo	Farias Brito	Fortaleza	CE
Gabriel Pereira Penna Andrade	COLUNI	Viçosa	MG
Augusto Bittencourt Lopes	Colégio Militar	Porto Alegre	RS
William Chaves Lima	Marista São Luís	Recife	PE
Arthur Augusto Siqueira Carvalho	Dom Barreto	Teresina	PI
Gianluca Giovanni Nicolaico	Positivo Ang. Sampaio	Curitiba	PR
Igor Radel Ribeiro	Colegio Antonio Vieira	Salvador	BA
Caio Luiz Santos da Silva	Instituto Social da Bahia	Salvador	BA
Elcio Koodiro Yoshida	Colégio Etapa	São Paulo	SP
Wallace Ferreira Teófilo	Sistema Elite de Ensino	Rio de Janeiro	RJ
Maria T. S. F. Sousa Nascimento	Farias Brito	Fortaleza	CE
Rui Barroso Santos Neto	Lato Sensu	Manaus	AM
Davi Oliveira Aragão	Colegio Militar	Fortaleza	CE

BRONZE

Bernardo Sulzbach	Colégio Martin Luther	Estrela	RS
Gabriela Rodrigues Tomaz	Colégio Integral	Teresina	PI
Matheus Henrique de Almeida Camacho	Objetivo Paulista	São Paulo	SP
Lorena Conti Loffredo Luscara França da Silva	IFRJ - Maracanã	Rio de Janeiro	RJ
Leonardo Henrique Martins Florentino	Colégio Objetivo	São Paulo	SP
Luis Felipe Sugai	Colégio Etapa	São Paulo	SP
Jonas de Oliveira Menescal	Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE
Matheus Fortunato Jandiroba Barros	Colégio Integral	Salvador	BA
Marcos Victor Silveira Crisanto	Dom Barreto	Teresina	PI
Giuliano Pantarotto Semente	Colégio Objetivo	Indaiatuba	SP
Artur Noronha Albuquerque Cunha	Indaiatuba. Objetivo	São Paulo	SP
Caio Koiti Ogata Ariga	Col. Objetivo Vergueiro	São Paulo	SP
Julio Victor Rodrigues Magalhães	Dom Barreto	Teresina	PI
Gerardo Albino Nogueira Filho	Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE
Danilo Aurora de Sousa e Silva	Colégio Lavoisier	Teresina	PI



Pedro Henrique Rocha de Freitas	Colégio Olimpo	Brasília	DF
Gabriel de Melo Bastos	Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE
Amanda Vidotto Cerqueira	Colégio Etapa	São Paulo	SP
Eric Pereira Queiroz Moreira	Ideal Militar	Belém	PA
Laura Sousa Coelho de Sá	Instituto Federal do Piauí	Teresina	PI
Giovanna Corrêa de Castro	Colégio Bernoulli	Belo Horizonte	MG
Leonardo Almeida Lessa	Leonardo da Vinci	Brasília	DF
Victor Hugo Pinheiro dos Santos	Colégio Lavoisier	Teresina	PI
Marina Lopes Machado	SEB COC	Vila Velha	ES
João Pedro Turchtti Ribeiro	C.E. Leonardo da Vinci	Vitória	ES
Rafael Ferreira Martins	CEFET-MG	Belo Horizonte	MG
Cristina Su Liu	Colégio Bandeirantes	São Paulo	SP
Daniel Fernandes da Silva	IFES	Aracruz	ES
Erick Tavares Marcelino Alves	Colégio Contato	Maceió	AL
Ana Paula de Oliveira Faria	Colégio Etapa	São Paulo	SP
Gabriel Silva Rocha	Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE
Giörgio Franciscatto Pereira	Col. Politécnico da UFSM	Santa Maria	RS
Lucas Hiroyuki Ragni Hamada	Col. Objetivo	Presidente Prudente	SP
Lucas Pereira Galvão de Barros	Col. Objetivo	São Paulo	SP
Renata Prôa Dalle Lucca	Col. Poliedro	São José dos Campos	SP
Rafael Peixoto Pagliaro	Albert Sabin	São Paulo	SP
Igor Esquivel Souza	Escola Djalma Pessoa	Salvador	BA
Rodolfo Nogueira Lima	Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE
Gabriel Arthur Teixeira Rodrigues	Farias Brito	Fortaleza	CE
Lucas Bastos Oliveira	Colégio Master Sul	Fortaleza	CE
João Pedro Ramos Milhome	Dom Barreto	Teresina	PI

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



B

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE QUÍMICA

RESULTADOS MODALIDADE B

Nome	Escola	Cidade	UF
O U R O			
Vinícius Silva de Oliveira	Colégio Militar	Recife	PE
Matheus Henrique Martins Costa	Colégio Boa Viagem	Recife	PE
Gianluca Carrilho Malta	Colégio GGE	Recife	PE
Artur Souto Martins	Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE
Victor Hugo Fernandes Breder	Dom Barreto	Teresina	PI
Bruna Alves Ramalho	Colégio Militar	Rio de Janeiro	RJ
Wagner Fonseca Rodrigues	Colégio bernoulli	Belo Horizonte	MG

P R A T A			
Mateus Almeida Farias dos Santos	Dom Barreto	Teresina	PI
Arthur Lasaki Okuda	Col. Bandeirantes	São Paulo	SP
Fábio Gabriel Costa Nunes	Dom Barreto	Teresina	PI
Victor Hugo Vianna Silva	PENSI	Rio de Janeiro	RJ
Natália Ferreira Godot Souza	PENSI	Rio de Janeiro	RJ
Bruna Luiza Braga Pantoja	7 de Setembro	Fortaleza	CE
Chan Song Moon	Etapa	São Paulo	SP
Lucas Campos Barbosa e Silva	CEFET-MG	Contagem	MG
Luís Fernando Mendes Cury	Colégio Olimpo	Brasília	DF
Matheus Antonio de Mesquita Bortolini	Colégio Mauá	Santa Cruz do Sul	RS
Giovani Hidalgo Ceotto	Col. Objetivo	São Paulo	SP
Samuel Morais Barros	Colégio Master	Fortaleza	CE
João Felipe Nascimento Mattos	Colégio Olimpo	Brasília	DF
Viviane Silva Souza Freitas	Colegio Integral	Salvador	BA
Pedro Henrique Lengruber Rossoni	C.E. Leonardo da Vinci	Vitória	ES
Pedro Felipe Medeiros Gomes	Col. de Aplic. da UFPE	Recife	PE
Kevin Eiji Iwahita	Col. Etapa	São Paulo	SP
Icaro de Azevedo Alexandre	Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE

B R O N Z E			
Daniel Tenório Camelo Soares	Colégio GGE	Recife	PE



Luis Guilherme Diehl	Universitario	Londrina	PR
Lia de Oliveira Domingues	Farias Brito	Fortaleza	CE
João Paulo Mota Telles	Colégio Anchieta	Salvador	BA
Pedro Jorge Luz Alves Cronemberger	Sag. Coração de Jesus	Teresina	PI
André Luis de Alcantara Ramos	Colégio Militar de Brasília	Brasília	DF
Joel Gustavo Pinto Oliveira	IFPA	Belém	PA
Vinicius Augusto Ribeiro	Colégio Progressivo	Goiania	GO
Glicia Rodrigues Ferreira	Colégio Master	Fortaleza	CE
Lucas Toshio Uenishi	Col. Etapa	São Paulo	SP
Felipe Martins Gomes	Colégio Master	Fortaleza	CE
Ramon Pereira Saraiva Sena	Colégio Santo Antônio	Belo Horizonte	MG
Pedro Guimarães Martins	Colégio Bernoulli	Belo Horizonte	MG
Felipe Kazuo Kaneda Akamine	UTFPR/Campo Mourão	Campo Mourao	PR
Pedro Henrique Lanfredi	La Salle Caxias	Caxias do Sul	RS
Alessandra Dorigon	Col. Est. Paulo Soares	Porto Alegre	RS
Matheus Lima de Morais	Rondon	Campo Mourao	PR
Giberto Mitsuyoshi Yuki Junior	Colégio Olimpo	Brasília	DF
Luiz Claudio Sampaio Ramos	PENSI	Rio de Janeiro	RJ
Fabrcio Cavalcanti Guedes Alcoforado	Colégio Santa Maria	Recife	PE
Luis Henrique Scavassa	Objetivo	São Paulo	SP
Igor Freitas Figueiredo	IFRJ - Maracanã	Rio de Janeiro	RJ
Enrico Pascucci Löffel	Col. Etapa	São Paulo	SP
Saulo Giovanni de Matos Silva	Colégio Amadeus	Aracaju	SE
Eugênio Saraiva Ramos	Colégio N. Sra. das Neves	Natal	RN
Caio Felipe Siqueira Gomes	7 de Setembro	Fortaleza	CE
Jhonatan Costa Messias	Colégio Arquidiocesano	Aracaju	SE
Daniel Rabaça Panichi Vieira	Colégio pH	Rio de Janeiro	RJ
Gabriel de Araujo Grisi	Nsa Sra da Conceicao	Salvador	BA
Livia Maria Alcântara Vasconcelos	Sag. Coração de Jesus	Teresina	PI
Gabriel Hanauer	Liberato Salzano	Novo Hamburgo	RS

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

*Cada sonho que você deixa para trás,
é um pedaço do seu futuro que deixa de existir.*

Steve Jobs



Processo seletivo para as olimpíadas internacionais

Seletiva para a 46th international Chemistry
Olympiad, Hanói - Vietnã

Filme exibido em 01.03.2014 , 14 horas (horário de Brasília)

OBQ-2013 Fase IV

Esta fase da OBQ representa o início do processo seletivo para escolha dos estudantes que representaram o Brasil nas olimpíadas internacionais em 2014. O exame constou de projeção de um vídeo sobre experimentos em laboratório e respostas ao questionário.

Caro estudante,

Este exame de cunho experimental tem por finalidade selecionar os 15 (quinze) estudantes que participarão do Curso de Aprofundamento e Excelência (Fase V), que será ministrado pela Universidade Federal do Piauí (UFPI), 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.

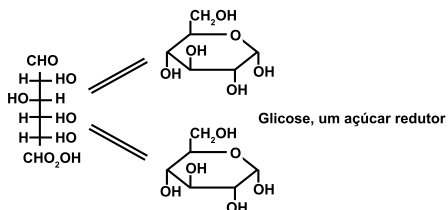
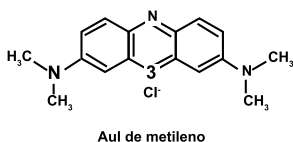


Com base nas imagens do vídeo apresentado em 01.03.2014, <http://youtube/ZF8QDtKN12g>, responda às questões que constam nesta folha.

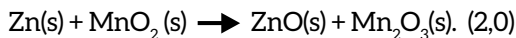


1. Desenhe as representações estruturais de três substâncias que apresentem respostas diferentes em relação à propriedade avaliada por esse instrumento. Explique sua escolha. (2,0)
2. Os solventes utilizados foram: etanol, éter etílico e H₂O. Indique em quais vidrarias estavam esses solventes e explique o porquê das diferenças verificadas nos volumes ao longo da observação. (1,0)
3. Proponha uma explicação para a mudança de coloração observada, sabendo que, quando o sistema é vigorosamente agitado, a solução torna-se azul; e, quando em repouso, torna-se incolor. (2,0)

Dados:



4. Sabendo que a K_a do azul de bromotimol é $7,6 \times 10^{-8}$, determine a razão molar entre as formas ácida e alcalina do azul de bromotimol nas duas soluções apresentadas. Explique sua resposta. (2,0)
5. Considere que a bateria apresentada é uma associação em série de seis pilhas e que os valores de ΔH e ΔS são constantes nas condições do experimento. Determine os valores de ΔG , ΔH e ΔS , sabendo que a equação da pilha é:



Dados: $F = 9,65 \times 10^4 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$.

6. Os solventes utilizados foram água, etanol e hexano. Explique: i) porque não houve a dissolução do cristal no solvente contido no tubo C; e ii) o motivo da dissolução do cristal no tubo A ter sido mais rápida que a verificada no tubo B. (1,0)





Olimpíada Brasileira de Química - 2013

Fase IV

Resultado da prova experimental - 2014

Nesta fase que inicia o processo seletivo para a formação das equipes que representaram o Brasil nas olimpíadas internacionais em 2014 tivemos como classificados para a fase seguinte os seguintes estudantes:

Nome	Cidade	Estado	Score FASE III	Score Fase IV	Resultado Final (*)
Artur Souto Martins	Fortaleza	CE	100,00	95,54	98,22
Lia de Oliveira Domingues	Fortaleza	CE	95,92	100,0	97,57
Giovanni Elson Rafael de Souza	Fortaleza	CE	98,32	95,54	97,21
David Silva Almeida	Teresina	PI	89,53	95,54	91,93
Chan Song Moon	São Paulo	SP	92,49	89,92	91,46
Fábio Gabriel Costa Nunes	Teresina	PI	86,20	98,91	91,28
George Henrique N. da Mota Junior	Fortaleza	CE	93,66	84,30	89,92
Pedro Jorge Luz A. Cronemberger	Teresina	PI	87,72	87,67	87,70
Elcio Koodiro Yoshida	São Paulo	SP	90,08	77,56	85,07
Glicia Rodrigues Ferreira	Fortaleza	CE	95,92	62,94	82,73
Kevin Eiji Iwahita	São Paulo	SP	86,83	74,18	81,77
Pedro Teotônio de Sousa	Fortaleza	CE	95,00	59,01	80,60
Arthur Lasak Okuda	São Paulo	SP	84,05	73,06	79,65
Daniel Tenório C. Soares	Jaboatão dos Guararapes	PE	83,35	73,06	79,23
Pedro Filipe Medeiros Gomes	Recife	PE	80,33	75,31	78,32
Gianluca Carrilho Malta	Recife	PE	96,66	50,58	78,23
Leonardo Henrique M. Florentino	São Paulo	SP	89,16	61,82	78,22
Leticia Campos de Oliveira	Fortaleza	CE	80,05	74,18	77,70

Lista completa do resultado desse exame pode ser vista em <http://www.obquimica.org/resultados/download/135>

Os estudantes acima foram convocados para participar do Curso de Aprofundamento e Excelência em Química realizado de 10 a 22 de março na UFPI, Teresina.

Curso ministrado com base na lista de exercícios arquivada em:

<http://icho2013.chem.msu.ru/index.php/en/problems-solutions/preparatory-problems>



Olimpíada Brasileira de Química 2013

Fase V

Curso de Aprofundamento e Excelência em Química

Professores do curso de Pós-graduação em Química da Universidade Federal do Piauí ministraram, pelo segundo ano consecutivo, o Curso de Aprofundamento e Excelência em Química destinado aos alunos classificados na Fase IV. Trata-se de um curso itinerante que a cada dois anos fica sob a responsabilidade de uma universidade parceira que possua programa de pós-graduação em Química. Como a UFPI cumpriu os dois anos regimentais, em 2015 será ministrado por professores do Programa de Pós-graduação em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.



Alunos do Curso de Aprofundamento e Excelência em Química



Olimpíada Brasileira de Química – 2013

Fase VI

Seletiva para a 46th International Chemistry Olympiad
Hanói – Vietnã - 08.08.2014

Caderno de questões

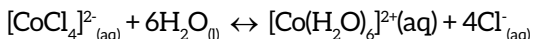
PROBLEMA 1

Complexos de cobalto são muito usados nos conhecidos “galinhos do tempo”, que são bibelôs que mudam de cor, ajudando a prever se irá chover ou se fará calor.



Fonte: <http://pir2.forumeiros.com/t19568-o-galinho-do-tempo>.

Quando o íon $[\text{CoCl}_4]^{2-}$ está em solução aquosa, estabelece-se o seguinte equilíbrio químico:



e este íon apresenta cor azul, sendo que o número de coordenação de seu cátion é 4 e sua geometria é tetraédrica. Já o íon $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ apresenta cor rosea, sendo que seu número de coordenação é igual a 6 e sua geometria é octaédrica. Se o tempo estiver seco, sem possibilidade de chuva, o equilíbrio se deslocará para o lado esquerdo da reação fazendo com que o galo fique azul. Quando há muita umidade no ar, o equilíbrio se deslocará para a direita e o galo ficará rosa. As variações de temperatura também influenciam na mudança de cor: se o tempo esquenta, o galinho fica azul; se esfria, fica rosado.

a) Para os complexos $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ e $[\text{CoCl}_4]^{2-}$, indique o estado de oxidação do metal, sua configuração dn e escreva seus nomes.

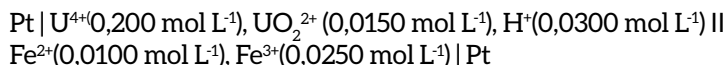


- b) Com base na teoria do campo cristalino explique a diferença tão grande nas cores dos dois complexos de cobalto.
- c) O valor de Δ_o estimado a partir de medidas espectroscópicas para o complexo $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ é de 13000 cm^{-1} . Sabendo que a energia de emparelhamento (EP) é igual a 19000 cm^{-1} e que $1 \text{ kJ mol}^{-1} = 83 \text{ cm}^{-1}$, calcule a energia de estabilização do campo cristalino (EECC) em kJ mol^{-1} para esse complexo. O $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ é um complexo de spin alto ou baixo? Justifique.
- d) O composto $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$ absorve em 310 nm e apresenta cor amarelo claro. A energia de emparelhamento para este complexo é de 21000 cm^{-1} . Com base nesses valores estime a energia de estabilização do campo cristalino. O $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$ é um complexo de spin alto ou baixo? Justifique.
- e) Calcule o momento magnético dos complexos $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ e $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$ usando a fórmula que envolve somente o spin. Explique o que aconteceria se amostras desses complexos fossem colocadas na presença de um campo magnético.

PROBLEMA 2

Relativo ao equilíbrio químico em solução aquosa, responda:

- a) Calcule o potencial da célula abaixo e indique qual reação ocorreria espontaneamente se a célula estivesse em curto-circuito.



Dados:

$$E^\circ (\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,771 \text{ V}$$

$$E^\circ (\text{UO}_2^{2+}/\text{U}^{4+}) = 0,334 \text{ V}$$

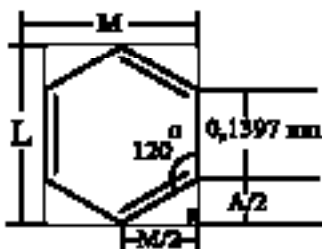
- b) Sais anfipróticos, os quais possuem ambas propriedades ácidas e básicas, são formados durante a titulação de neutralização de ácidos ou bases polifuncionais. Por exemplo, quando 1 mol de NaOH for adicionado a uma solução que contém 1 mol de ácido H_2A , é formado 1 mol de NaHA . Sendo assim, utilizando o tratamento sistemático do equilíbrio, derive uma expressão para o cálculo do pH de uma solução deste sal.
- c) O monohidrogenofosfato de sódio (Na_2HPO_4) é sal anfiprótico. Considerando o item b, calcule o pH de uma solução de Na_2HPO_4 $1,00 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$.

Dados: $K_{a2} = 6,32 \times 10^{-8}$; $K_{a3} = 4,5 \times 10^{-13}$ $K_w = 1,0 \times 10^{-14}$



PROBLEMA 3

Assuma que os seis elétrons π da molécula de benzeno (C_6H_6) podem ser modelados como partículas em uma caixa bidimensional retangular, de lados M e L , conforme mostrado na figura abaixo. No benzeno, o comprimento de cada ligação carbono-carbono é igual a $0,1397 \text{ nm}$ e cada ângulo de ligação é igual a 120° . Usando relações trigonométricas simples, é possível calcular $M/2$ e $A/2$ e, conseqüentemente, podem se encontrar os lados do retângulo, M e L .



- Calcule os comprimentos dos lados da caixa retangular, L e M , em metros. (Use os seguintes valores: $\text{Sin } 60^\circ = 0,8660$; $\text{Cos } 60^\circ = 0,5$ e $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$)
- Desenhe o diagrama de níveis de energia para os seis elétrons π da molécula de benzeno, colocando os elétrons em cada nível, indicando os níveis HOMO e LUMO. Indique, no diagrama, a transição HOMO \rightarrow LUMO. A ordem crescente de energia é E_{11} , E_{21} , E_{12} e E_{22} . (Lembre-se que deve haver no máximo dois elétrons em cada nível de energia, com spins opostos)
- A partir da equação da energia (dada abaixo) para cada nível da partícula na caixa bidimensional retangular, calcule, em Joule, os valores das energias E_{11} , E_{21} , E_{12} e E_{22} , onde $h = 6,62608 \times 10^{-34} \text{ Js}$ é a constante de Planck, $m = 9,10939 \times 10^{-31} \text{ kg}$ é a massa do elétron, $n_L = 1,2,3,4,\dots$ e $n_M = 1,2,3,4,\dots$

$$E_{n_L n_M} = n_L^2 \left(\frac{h^2}{2mL^2} \right) + n_M^2 \left(\frac{h^2}{2mM^2} \right)$$

- Calcule, em Joule, a diferença de energia ΔE entre os níveis LUMO e HOMO.
- Calcule, em s^{-1} , a frequência, ν , correspondente à transição HOMO \rightarrow LUMO, através da relação de Planck $\Delta E = h\nu$.



- f) Calcule, em metros, o comprimento de onda, λ , correspondente à transição HOMO \rightarrow LUMO. Use a relação $\lambda\nu = c$, onde $c = 2,9979 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ é a velocidade da luz no vácuo.

PROBLEMA 4

Os estudos em cinética química, em geral, envolvem medidas experimentais de algumas propriedades de um sistema reacional que estejam diretamente ligadas às concentrações das espécies que participam da reação. A modificação no tempo, destas propriedades, permite o estabelecimento de relações matemáticas utilizadas, entre outras aplicações, na previsão de produtos formados e(ou) consumo de reagentes. Neste contexto, vários aspectos devem ser sempre trazidos em mente, tais como, a ordem da reação, a ocorrência de reações em etapas, os mecanismos das reações, a influência da temperatura e da pressão, entre outros. Dependendo da ordem das reações, temos diferentes relações matemáticas (leis de velocidade integradas) que podem ser aplicadas.

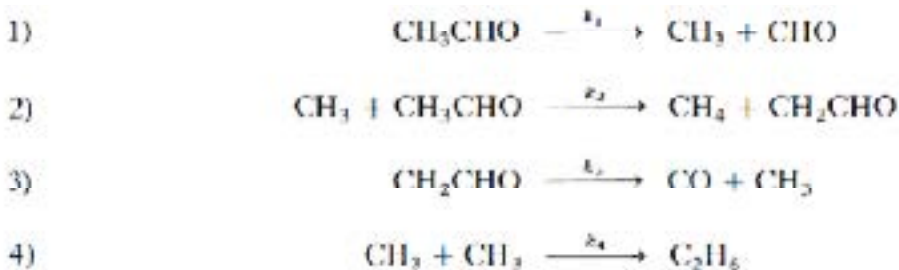
No que diz respeito à influência da temperatura na velocidade da reação (mais precisamente na velocidade específica ou constante de velocidade) uma ferramenta importante é a equação de Arrhenius ($k = A \cdot e^{(-E_a/RT)}$, onde k = constante de velocidade; A = fator pré-exponencial ou fator de frequência; E_a = energia de ativação para a reação relativa a k ; R = constante dos gases ideais de valor $8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; e T = temperatura absoluta).

Quando tratamos de mecanismos complexos, a aproximação do estado estacionário, aplicada a intermediários (por exemplo, radicais ou espécies muito reativas), é a ferramenta útil para a simplificação do modelo matemático procurado. Duas coisas são claras sobre a aproximação do estado estacionário. Primeiro, é óbvio que ela não é exatamente correta e segundo, para que ela seja aplicável, ela deve ser aproximadamente correta. O reconhecido sucesso de tal aproximação mostra que em muitos casos (muitos mesmo) a consideração é válida e, portanto, o estudo da mesma é bastante importante.



De acordo com o que estudamos sobre cinética química, responda os itens abaixo:

- a) O mecanismo de Rice-Herzfeld para a decomposição térmica do acetaldeído é:



Usando o tratamento do estado estacionário para os radicais intermediários CH_3 e CH_2CHO , mostre que a velocidade de formação do metano é de ordem $3/2$ com relação ao CH_3CHO . Indique todos os passos do seu cálculo claramente.

- b) As energias de ativação para as reações elementares acima são $E_1 = 320 \text{ kJ mol}^{-1}$, $E_2 = 40 \text{ kJ mol}^{-1}$, $E_3 = 75 \text{ kJ mol}^{-1}$, e $E_4 = 0$. Calcule a energia de ativação global para a formação do metano. Indique todos os passos do seu cálculo claramente.
- c) Urânio-238 sofre decaimento radioativo através de uma série de etapas, resultando na produção de chumbo-206. Em certa rocha há 0,228 g de ^{206}Pb por grama de ^{238}U . Se assumirmos que todo o ^{206}Pb teve sua origem no ^{238}U , quanto tempo se passou desde a formação inicial da rocha? A constante de decaimento para o ^{238}U é $1,54 \times 10^{-10} \text{ anos}^{-1}$. Este isótopo tem a vida mais longa na série dos elementos radioativos que produz ao final ^{206}Pb . Indique todos os passos do seu cálculo claramente..
- d) Explique claramente o que é uma reação considerada de *pseudo-primeira* ordem.

PROBLEMA 5

A tabela seguinte apresenta a energia livre de formação de Gibbs para o Cl(g) a varias temperaturas:

T/K	$\Delta G^\circ(\text{kJ mol}^{-1})$
100	115,190
1000	65,049
3000	-56,430



Com base nessas informações responda.

- a) Calcular a constante de equilíbrio K_p para a reação: $\frac{1}{2}\text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Cl}(\text{g})$ a cada uma das temperaturas.
- b) Calcular a entalpia, ΔH° neste intervalo de temperatura.
- c) Calcular a entropia, ΔS° por unidade de reação a cada temperatura.
- d) um grama de cloro ocupa $1,96 \times 10^{-3} \text{ m}^3$, $1,114575 \times 10^5 \text{ Pa}$ e 1700 K . Quais os valores de K_p , K_x e K_c para a reação $\frac{1}{2}\text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Cl}(\text{g})$, supondo comportamento ideal?
- e) O grau de dissociação do cloro a 1600 K e $1,01325 \times 10^5 \text{ Pa}$ é $0,071$. Quais os valores de K_p , K_x e K_c para a reação $\text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Cl}(\text{g})$, supondo comportamento ideal?
- f) Uma célula eletroquímica dada por: $\text{Pb}/\text{PbCl}_2(\text{s})/\text{KCl}_2(\text{m})/\text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{s})/\text{Hg}(\text{l})$ tem fem de $0,5357 \text{ V}$ a 25°C e aumenta com a temperatura na razão de $1,45 \times 10^{-4} \text{ V.K}^{-1}$.

f1) escreva a reação de eletrodo e a reação total

f2) Calcule as propriedades termodinâmicas ΔG° , ΔS° , ΔH° e Q_{rev}

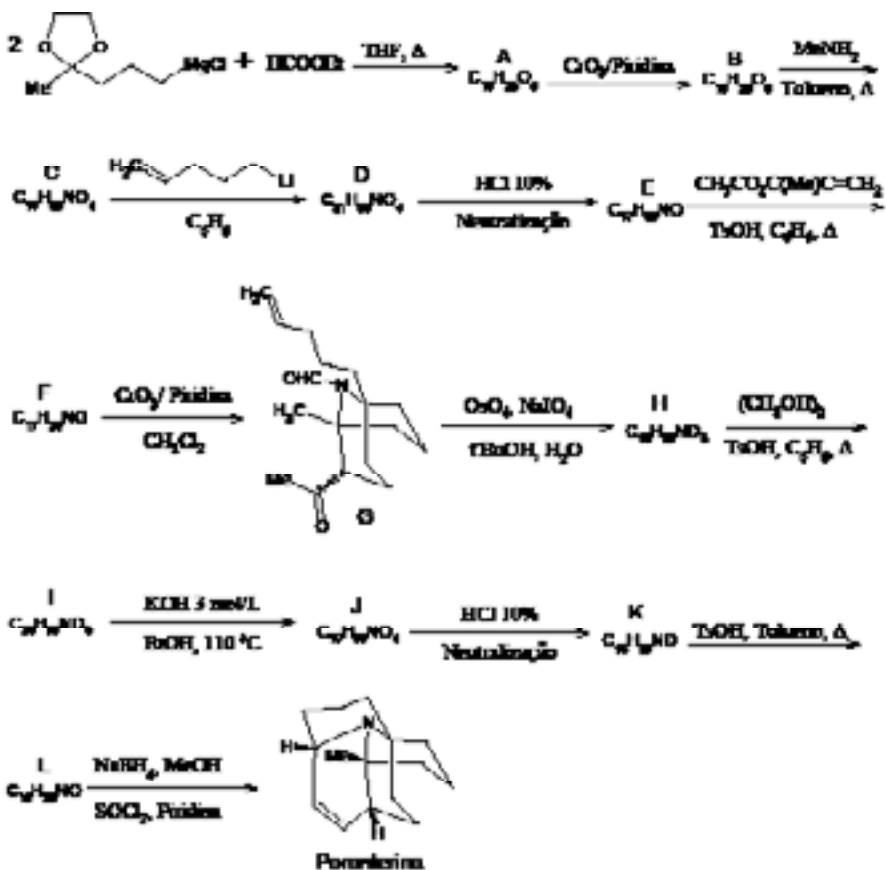
PROBLEMA 6

O prêmio Nobel de química E. J. Corey (E. J. Corey ; Richard D. Balanson. *J. Am. Chem. Soc.*, 1974, 96, 6516–6517) usou um conjunto de reações nas etapas de síntese do alcalóide porantherina. A síntese da porantherina ocorre de acordo com as seguintes etapas:

Sobre a síntese da porantherina,

- a) Escreva as estruturas dos intermediários de síntese do alcalóide porantherina (de A a F e de H a L).
- b) Mostre o mecanismo de reação de H para I.





Sobre a síntese da poranterina,

- Escreva as estruturas dos intermediários de síntese do alcalóide poranterina (de A a F e de H a L).
- Mostre o mecanismo de reação de H para I.

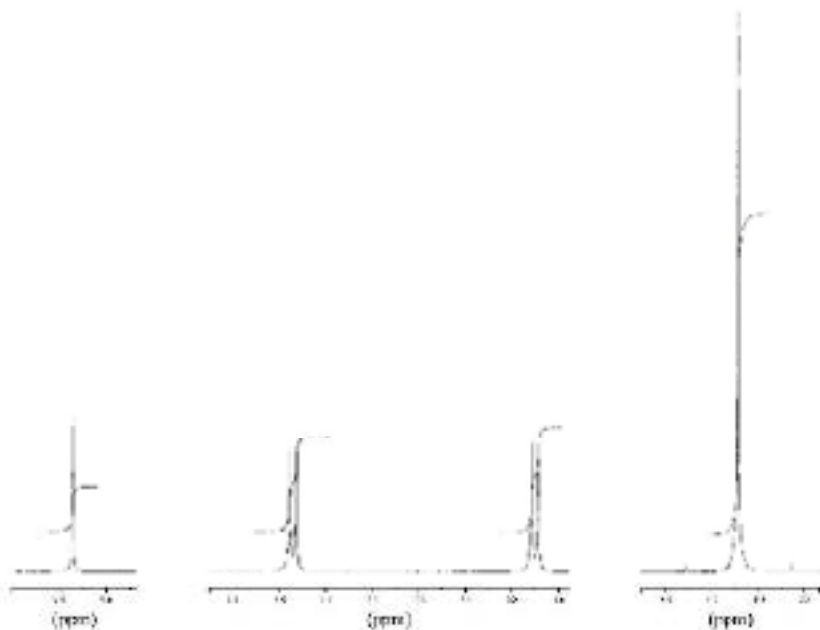
PROBLEMA 7

A expansão da região de δ 9,8 e 3,0 do espectro de RMN ^1H de um composto com fórmula molecular $\text{C}_9\text{H}_{11}\text{NO}$ é mostrada a seguir. Nenhum outro sinal aparece no espectro completo. Além das bandas de estiramento C-H, características deste composto, existe no espectro na região do infravermelho (IV) uma banda



forte em 1661 cm^{-1} , juntamente com duas bandas fracas em 2720 e 2842 cm^{-1} . Responda as questões que seguem:

- A qual tipo de ligação do composto deve ser atribuída o duplete em 2720 e 2842 cm^{-1} bem como a banda forte em 1661 cm^{-1} do espectro IV.
- O que sugere a posição da banda em 1661 cm^{-1} que se encontra deslocada para a região de menor número de onda?
- Indique o número de hidrogênios correspondente a cada sinal do espectro de RMN ^1H .
- Qual é a estrutura do composto?
- Faça a atribuição de cada sinal do espectro de RMN ^1H ao respectivo hidrogênio da estrutura do composto.
- Justifique a diferença de deslocamento químico para os hidrogênios atribuídos aos sinais em δ 6,70 e 7,75 do espectro de RMN ^1H .
- Com base na estrutura do composto indique o número de sinais esperado no seu espectro de RMN ^{13}C .
- Quantos sinais seriam esperados no espectro DEPT 135° e 90° ?





Olimpíada Brasileira de Química - 2013

Fase VI

Resultado da prova Final - 2014

(Relação dos estudantes convocados para a Olimpíada Internacional de Química - Hanói)

Nome	Cidade	UF	Média Fase Anterior	Nota Fase VI	Escore Fase VI	Resultado Seletiva Resultado Seletiva
Chan Song Moon	São Paulo	SP	91,46	71,70	100,0	97,16
Kevin Eiji Iwashita	São Paulo	SP	81,77	63,70	88,86	86,50
Lia de Oliveira Domingues	Fortaleza	CE	97,57	57,00	79,54	85,55
Artur Souto Martins	Fortaleza	CE	98,22	56,00	78,11	84,80
Fábio Gabriel Costa Nunes	Teresina	PI	91,28	57,20	79,80	83,63
George Henrique N. da Mota Junior	Fortaleza	CE	89,92	52,20	72,81	78,51
Giovanni Elson Rafael de Souza	Fortaleza	CE	97,21	43,30	60,39	72,66
Gianluca Carrilho Malta	Recife	PE	78,23	47,90	66,81	70,62
Glicia Rodrigues Ferreira	Fortaleza	CE	82,73	42,90	59,76	67,42
Pedro Filipe Medeiros Gomes	Recife	PE	78,32	44,30	61,79	67,30
Elcio Koodiro Yoshida	São Paulo	SP	85,07	40,70	56,77	66,20
David Silva Almeida	Teresina	PI	91,93	37,30	51,99	65,30
Daniel Tenório C. Soares	Jaboatão Guararapes	PE	79,23	36,10	50,40	60,01
Pedro Teotônio de Sousa	Fortaleza	CE	80,60	23,30	32,50	48,53
Leonardo Henrique M. Florentino	São Paulo	SP	78,22	21,40	29,88	45,99
Leticia Campos de Oliveira	Fortaleza	CE	77,70	12,10	16,93	37,19
Pedro Jorge Luz A. Cronemberger	Teresina	PI	87,70	Faltou	-	-
Arthur Lasak Okuda	São Paulo	SP	79,65	Faltou	-	-

Os quatro primeiros estudantes, **Chan Song Moon**, **Kevin Eiji Iwashita**, **Lia de Oliveira Domingues** e **Artur Souto Martins** representaram o Brasil na olimpíada Internacional realizada em Hanói (julho/2014). Substituindo Lia Domingues, o estudante **Fábio Gabriel Costa Nunes** integrou a delegação que representou o Brasil na XIX Olimpíada Iberoamericana que ocorreu em Montevideo (setembro).



Olimpíada Brasileira de Química - 2014

Treinamento laboratorial

Os cinco primeiros estudantes classificados na última fase da etapa seletiva para compor as equipes olímpicas, **Chan Song Moon, Kevin Eiji Iwashita, Lia de Oliveira Domingues, Artur Souto Martins e Fábio Gabriel Costa Nunes** participaram de uma semana de treinamento em segurança no laboratório químico, incluindo o manuseio de vidrarias, equipamentos e substâncias químicas e, principalmente, realizar experimentos envolvendo assuntos relacionados nos programas das olimpíadas internacionais.

O treinamento ocorreu no Instituto de Química da UNICAMP no período de 30/06 a 05/07/2014 sob a coordenação dos professores Edvaldo Sabadini e Ronaldo A. Pilli.

Se, na verdade, não estou no mundo para simplesmente a ele me adaptar, mas para transformá-lo; se não é possível mudá-lo sem um certo sonho ou projeto de mundo, devo usar toda possibilidade que tenha para não apenas falar de minha utopia, mas participar de práticas com ela coerentes.

Paulo Freire





46^a Olimpíada Internacional de Química

Hanoi - Vietnã, 25 de julho de 2014

PROVA TEÓRICA

Constantes Físicas, Unidades, Fórmulas e Equações

Constante de Avogadro	$N_A = 6,0221 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante gases ideais	$R = 8,3145 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$
Velocidade da luz	$c = 2,9979 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
Constante Planck	$h = 6,6261 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
Pressão Padrão	$p^\circ = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$
Pressão Atmosférica	$1 \text{ atm} = 1,01325 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$
Zero da escala Celsius	273,15 K
Massa do elétron	$m_e = 9,1094 \times 10^{-31} \text{ kg}$

1 nanômetro (nm) = 10^{-9} m ; 1 angstrom (Å) = 10^{-10} m

1 elétron-volt (eV) = $1,6022 \times 10^{-19}$ J = $96485 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}$

Energia de um quantum de luz com o comprimento de onda λ	$E = hc / \lambda$
Energia de um mol de fótons	$E_m = hcNA / \lambda$
Energia de Gibbs	$G = H - TS$
Relação entre a constante de equilíbrio e a energia padrão de Gibbs	$K = \exp\left(-\frac{\Delta G^\circ}{RT}\right)$
Equação de van't Hoff	$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{\Delta H^\circ}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$



Relação entre energia interna, calor e trabalho	$\Delta U = q + w$
Capacidade calorífica molar a volume constante	$C_{v,m} = \left(\frac{dU}{dT} \right)_v$
Alteração na energia interna de T_1 a T_2 assumindo constante $C_{v,m}$	$U(T_2) = U(T_1) + n C_{v,m} (T_2 - T_1)$
Fórmula de “spin only”, relacionando o número de elétrons desemparelhados e o momento magnético efetivo.	$\mu_{\text{eff}} = \sqrt{n(n+2)} \text{ B.M.}$

Problema 1. Partícula na caixa: polienos

Na mecânica quântica, o movimento de elétrons π ao longo de uma cadeia neutra de átomos de carbono conjugados, pode ser determinado usando o método da “partícula na caixa”. A energia dos elétrons π é dada pela seguinte equação:

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

onde n é o número quântico principal ($n = 1, 2, 3, \dots$), h é a constant de Planck, m é a massa do elétron e L é o comprimento da caixa que pode ser estimado por $L = (k + 2) \times 1,40 \text{ \AA}$ (onde k é o número de ligações duplas conjugadas ao longo da cadeia carbônica). Um fóton com o comprimento de onda apropriado λ pode promover um elétron π do orbital molecular ocupado de maior energia (HOMO) para o orbital molecular não ocupado de menor energia (LUMO). Uma fórmula semi-empírica aproximada, baseada neste modelo e que relaciona o comprimento de onda λ com o número de ligações duplas k e a constante B , é a seguinte:

$$\lambda \text{ (nm)} = B \times \frac{(k+2)^2}{(2k+1)} \quad \text{Equação 1}$$

1. Usando esta fórmula semi-empírica com $B = 65,01 \text{ nm}$, **calcule** o comprimento de onda λ (nm) para o octatetraeno ($\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$).

2. **Deduza** a Equação 1 (uma forma de exprimir o comprimento de onda λ (nm) correspondente à transferência de um elétron do orbital HOMO para o LUMO)





em termos de k e das constantes fundamentais, e então, **calcule** o valor teórico da constante $B_{\text{calc.}}$

3. Pretende-se sintetizar um polieno linear para o qual a excitação de um elétron π do orbital HOMO para a LUMO necessite da absorção de fótons com comprimento de onda próximo de 600 nm. Usando a expressão determinada no item 2, **determine** o número de ligações duplas conjugadas (k) neste polieno e **escreva** a sua estrutura. [Se não resolveu o item 2, utilize a Equação 1 semi-empírica com $B = 65,01$ nm].

4. Para a molécula de polieno indicada no item 3, **calcule** a diferença de energia entre os orbitais HOMO e LUMO; ΔE , ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$).

Caso não tenha resolvido a questão 3, considere $k = 5$ para resolver esta questão.

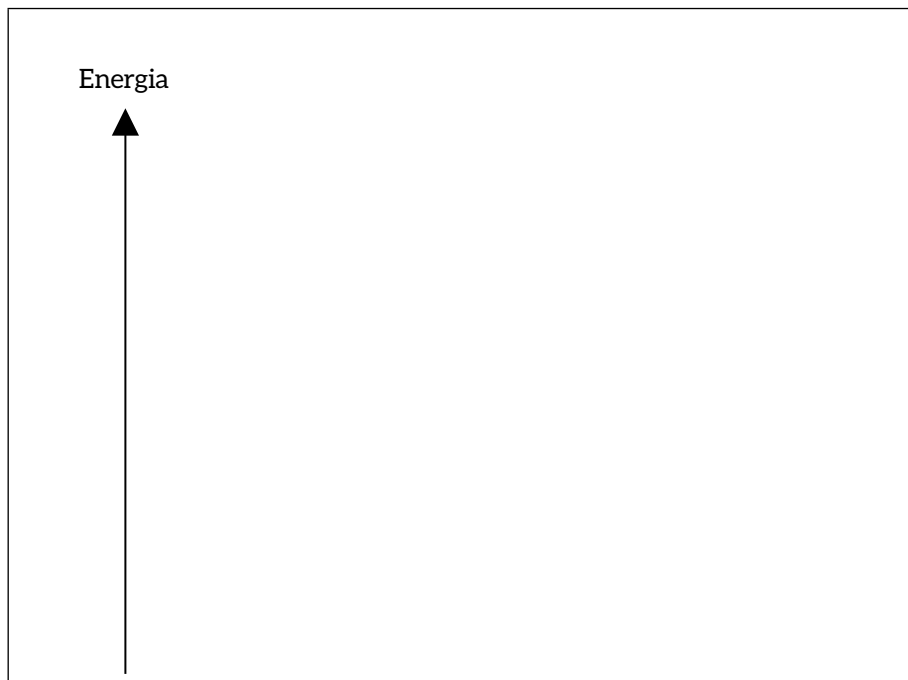
5. O modelo da partícula na caixa de uma dimensão pode ser expandido para uma caixa retangular de três dimensões L_x , L_y and L_z , originando a seguinte expressão para os níveis de energia permitidos:

$$E_{n_x, n_y, n_z} = \frac{h^2}{8m} \left(\frac{n_x^2}{L_x^2} + \frac{n_y^2}{L_y^2} + \frac{n_z^2}{L_z^2} \right)$$

Os três números quânticos principais n_x , n_y , and n_z são valores inteiros e independentes entre si.

5.1 **Escreva** as expressões para os 3 níveis de mais baixa energia, assumindo que a caixa é um cubo de comprimento L .

5.2 Níveis com a mesma energia são chamados de níveis degenerados. **Desenhe** um esquema que mostre os níveis de energia, incluindo os níveis degenerados, que corresponda aos números quânticos principais com valores 1 ou 2 para a situação da caixa cúbica.



Problema 2. Ciclo de Dissociação de um Gás

O tetraóxido de dinitrogênio encontra-se em equilíbrio com o dióxido de nitrogênio:



1,00 mol de N_2O_4 foi colocada num recipiente vazio com um volume contante de $24,44 \text{ dm}^3$. A pressão do gás no equilíbrio a 298 K é 1,190 bar. Quando aquecido a 348 K, a pressão do gás aumenta atingindo o novo valor de equilíbrio de 1,886 bar.

1a. Calcule ΔG° da reação a 298K, assumindo que se comportam como gases ideais.

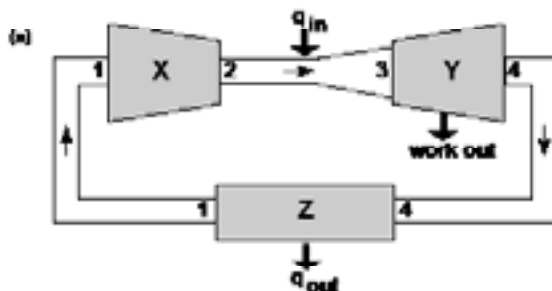
1b. Calcule ΔH° e ΔS° da reação, assumindo que não há alteração significativa de temperatura.

Se não conseguiu calcular o ΔH° , utilize $\Delta H^\circ = 30,0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ nos cálculos seguintes.





A tendência do N_2O_4 de se dissociar reversivelmente em NO_2 permite a sua utilização em sistemas de propulsão avançados. Um esquema simplificado para tais sistemas é mostrado na Figura (a). Inicialmente, N_2O_4 “resfriado” é comprimido ($1 \rightarrow 2$) num dado compressor (X), e aquecido ($2 \rightarrow 3$). Parte do N_2O_4 dissocia-se em NO_2 . A mistura quente expande-se ($3 \rightarrow 4$) através da turbina (Y), resultando numa diminuição da temperatura e da pressão. A mistura é novamente resfriada ($4 \rightarrow 1$) num coletor de calor (Z), formando-se novamente N_2O_4 . Esta recombinação reduz a pressão e facilita a compressão do N_2O_4 iniciando-se um novo ciclo. Assume-se que todos estes processos ocorrem de forma reversível.



Para compreender os benefícios da dissociação reversível de gases como o N_2O_4 , vamos nos focar na fase $3 \rightarrow 4$ e considerar a turbina de um gás ideal que trabalhe com 1 mol de ar (que assumimos ser uma mistura inerte e que não se dissocia). Durante a expansão adiabática reversível na turbina, **não há troca de calor**.

2. Escreva a equação que permite calcular o trabalho executado por este sistema $w(\text{ar})$ durante a expansão **reversível adiabática** para 1 mol de ar e durante a fase $3 \rightarrow 4$. Assuma que $C_{v,m}(\text{ar})$ (capacidade calorífica molar a volume constante do ar) é constante e a temperatura varia de T_3 para T_4 .

3. Estime a razão $w(N_2O_4)/w(\text{ar})$, onde $w(N_2O_4)$ é o trabalho realizado pelo gás durante a expansão reversível adiabática da fase $3 \rightarrow 4$, com o ciclo trabalhando com 1 mol de N_2O_4 . T_3 e T_4 são os mesmos que na parte 2. Considere que as condições na fase 3 são $T_3 = 440 \text{ K}$ e $P_3 = 12,156 \text{ bar}$ e assuma que: (i) o gás está na sua composição de equilíbrio na fase 3;

(ii) $C_{v,m}$ do gás é igual ao do ar;

(iii) A expansão adiabática na turbina ocorre de forma que a composição da mistura gasosa ($N_2O_4 + NO_2$) não varia até que o processo de expansão esteja completo.



Problema 3. Compostos de Prata Hipervalentes

A química da prata é dominada pelos compostos de Ag(I). Compostos de prata com estados de oxidação mais elevados (de +2 a +5) não são muito abundantes devido à sua instabilidade porque sofrem redução facilmente. Compostos de prata hipervalentes são muito reativos e podem ser sintetizados a partir de compostos de Ag(I) por oxidações eletroquímicas ou utilizando agentes oxidantes muito fortes.

1. Em algumas oxidações com peroxidissulfato ($S_2O_8^{2-}$) catalizadas por Ag^+ , pode ser isolado um sólido preto (**A**) com a composição AgO .

1a. **Assinale** o comportamento magnético apropriado para **A** se ele existir como $Ag^{II}O$.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diamagnetic	Paramagnetic

Estudo de raio-X de monocristal revelaram que a rede cristalina de **A** contém dois átomos de Ag não equivalentes (em proporções iguais). Um designado por Ag1 e outro por Ag2. Ag1 mostra uma coordenação linear com o átomo de O (O-Ag-O) e Ag2 mostra uma coordenação quadrangular planar com o átomo de O. Na estrutura, todos os átomos de O estão em ambiente equivalente. Ou seja, a fórmula de **A** deve ser escrita como $Ag^I Ag^{III} O_2$ em vez de $Ag^{II}O$.

1b. **Indique** os números de oxidação de Ag1 e Ag2.

número de oxidação de Ag1 :

número de oxidação de Ag2 :

1c. **Qual** é o **número de coordenação** dos átomos de O na rede cristalina de **A**?

Número de coordenação dos átomos de O =

1d. **Quantos** Ag^I e Ag^{III} se ligam a um átomo de O na rede cristalina de **A**?

Número de Ag^I =

Número de Ag^{III} =





1e. **Preveja** o comportamento magnético de **A**. **Assinale** o quadrado apropriado.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diamagnético	Paramagnético

1f. O composto **A** pode ser também formado por aquecimento de uma solução de Ag^+ com peroxidissulfato. **Escreva** a equação química que represente a formação de **A**.

2. Dentre os óxidos de prata que foram caracterizados por cristalografia, talvez o mais surpreendente seja o fato do composto **A** não ser $\text{Ag}^{\text{II}}\text{O}$. Ciclos termoquímicos são úteis para compreender este fato. Algumas variações de entalpia padrão (a 298 K) encontram-se na tabela:

Átomo	entalpia padrão de formação ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)	1ª energia de ionização ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)	2ª energia de ionização ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)	3ª energia de ionização	1ª afinidade eletrônica ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)	2ª afinidade eletrônica ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)
Cu(g)	337,4	751,7	1964,1	3560,2		
Ag(g)	284,9	737,2	2080,2	3367,2		
O(g)	249,0				-141,0	844,0

Compostos	ΔH_f° ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)
$\text{Ag}^{\text{I}}\text{Ag}^{\text{III}}\text{O}_2$ (s)	-24,3
$\text{Cu}^{\text{II}}\text{O}$ (s)	-157,3

A relação entre as **energias de dissociação da rede cristalina** (U_{lat}) e a **entalpia de dissociação da rede cristalina** ($\Delta H_{\text{lat}}^\circ$) para redes cristalinas de íons monoatômicos é: $\Delta H_{\text{lat}}^\circ = U_{\text{lat}} + nR$, onde n é o número de íons na fórmula unitária.

2a. **Calcule** U_{lat} a 298 K do $\text{Ag}^{\text{I}}\text{Ag}^{\text{III}}\text{O}_2$ e $\text{Cu}^{\text{II}}\text{O}$. Assuma que são compostos iônicos.

U_{lat} de $\text{Ag}^{\text{I}}\text{Ag}^{\text{III}}\text{O}_2$ U_{lat} ($\text{Ag}^{\text{I}}\text{Ag}^{\text{III}}\text{O}_2$)

U_{lat} ($\text{Cu}^{\text{II}}\text{O}$)
--



Se não conseguir determinar o valor de U_{lat} de $\text{Ag}^{\text{I}}\text{Ag}^{\text{III}}\text{O}_2$ e de $\text{Cu}^{\text{II}}\text{O}$, utilize os valores seguintes: U_{lat} de $\text{Ag}^{\text{I}}\text{Ag}^{\text{III}}\text{O}_2 = 8310,0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; U_{lat} de $\text{Cu}^{\text{II}}\text{O} = 3600,0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ para responder às questões que se seguem.

As energias de dissociação da rede cristalina para uma série de compostos pode ser estimada usando a seguinte fórmula:

$$U_{\text{lat}} = C \times \left(\frac{1}{V_m} \right)^{\frac{1}{3}}$$

onde: V_m (nm^3) é o volume da fórmula unitária e C ($\text{kJ}\cdot\text{nm}\cdot\text{mol}^{-1}$) é uma constante empírica que tem um valor particular para cada tipo de rede cristalina com íons de cargas específicas.

Os volumes das fórmulas unitárias de alguns óxidos foram calculados cristalograficamente como a razão entre o volume da célula unitária e o número de fórmulas unitárias dentro da célula unitária e encontram-se listados abaixo:

Oxides	V_m (nm^3)
$\text{Cu}^{\text{II}}\text{O}$	0.02030
$\text{Ag}^{\text{III}}_2\text{O}_3$	0.06182
$\text{Ag}^{\text{I}}\text{Ag}^{\text{III}}_2\text{O}_4$	0.08985

2b. Calcule a U_{lat} para um composto hipotético $\text{Ag}^{\text{II}}\text{O}$. Assuma que $\text{Ag}^{\text{II}}\text{O}$ e $\text{Cu}^{\text{II}}\text{O}$ têm o mesmo tipo de rede cristalina e que $V_m(\text{Ag}^{\text{II}}\text{O}) = V_m(\text{Ag}^{\text{I}}\text{Ag}^{\text{III}}_2\text{O}_4) - V_m(\text{Ag}^{\text{III}}_2\text{O}_3)$.

$U_{\text{lat}}(\text{Ag}^{\text{II}}\text{O})$

2c. Constua um ciclo termodinâmico apropriado ou **estime** a variação de entalpia do estado sólido da transformação de $\text{Ag}^{\text{II}}\text{O}$ em um 1 mol de $\text{Ag}^{\text{I}}\text{Ag}^{\text{III}}\text{O}_2$. (Utilize $U_{\text{lat}} \text{Ag}^{\text{II}}\text{O} = 3180,0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ e $U_{\text{lat}} \text{Ag}^{\text{I}}\text{Ag}^{\text{III}}\text{O}_2 = 8310,0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ se não a calculou $U_{\text{lat}} \text{Ag}^{\text{II}}\text{O}$ na questão 2b).

$\Delta H_{\text{rxn}} =$

2d. Indique qual dos compostos é termodinamicamente mais estável. Assinale o quadrado apropriado.





3. Quando o $\text{Ag}^{\text{I}}\text{Ag}^{\text{III}}\text{O}_2$ é dissolvido numa solução aquosa de HClO_4 , forma-se primeiro um composto paramagnético (**B**) que lentamente se decompõe no composto diamagnético (**C**). Dado que **B** e **C** são os únicos compostos formados nesta reação que contém prata, **escreva** as equações químicas que traduzem a formação **B** e **C**.

Para **B**:

Para **C**:

4. A oxidação do Ag^+ com um agente oxidante forte na presença de ligantes apropriados pode originar a formação de complexos de prata hipervalentes. O complexo **Z** foi sintetizado e analisado pelos seguintes procedimentos: Uma solução aquosa contendo 0,500 g de AgNO_3 e 2 mL de piridina ($d = 0,982 \text{ g/mL}$) foi adicionado a uma solução aquosa fria de 5,000 g of $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ em agitação. A mistura reacional ficou amarela e depois formou-se um sólido laranja (**Z**) que após secagem apresentou a massa de 1,719 g.

A análise elementar de **Z** mostra que as percentagens dos elementos C, H, N são 38,96%; 3,28%; 9,09%, respectivamente.

A 0,6164 g de **Z** adicionou-se uma solução aquosa de NH_3 . A suspensão é aquecida à ebulição até a dissolução completa, processo que provoca a destruição do complexo. A solução é acidificada com um excesso de solução aquosa de HCl formando-se um precipitado que é filtrado, lavado e seco (no escuro). Este sólido (**D**) foi obtido com uma massa de 0,1433 g. O filtrado é recolhido e tratado com excesso de solução de BaCl_2 obtendo-se 0,4668 g (após secagem) de um precipitado branco (**E**).

4a. **Determine** a fórmula empírica de **Z** e calcule o rendimento, em porcentagem, da sua síntese.

4b. Compostos de Ag(IV) and Ag(V) são extremamente instáveis e encontrados só em alguns fluoretos. Assim, a formação dos seus complexos com ligantes orgânicos em água pode ser ignorada. Para confirmar o número de oxidação



da prata no composto **Z**, o momento magnético efectivo (μ_{eff}) foi determinado obtendo-se o valor 1,78 B.M. Utilize a fórmula de spin only para determinar o número de elétrons desemparelhados e o momento magnético efetivo para determinar o número de elétrons desemparelhados no composto **Z** e a fórmula molecular de **Z**. (**Z** contém um complexo mononuclear com apenas uma espécie de Ag e apenas um tipo de ligante na sua esfera de coordenação).

4c. **Escreva** as equações químicas que representem a preparação e a análise de **Z**.

Formação de **Z**:

Destruição de **Z** com NH_3 :

Formação de **D**:

Formação de **E**:

Problema 4. Sal de Zeise

1. O sal de Zeise, $\text{K}[\text{PtCl}_3\text{C}_2\text{H}_4]$, foi um dos primeiros compostos organometálicos a ser reportado. W. C. Zeise, professor da Universidade de Copenhagen, preparou esse composto em 1827 reagindo PtCl_4 com etanol fervente e então adicionando cloreto de potássio (Método 1). Este composto também pode ser preparado refluxando-se uma mistura de $\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$ e etanol (Método 2). O sal de Zeise comercialmente disponível é comumente preparado a partir de $\text{K}_2[\text{PtCl}_4]$ e etileno (Método 3).

1a. **Escreva** as equações balanceadas de cada uma das preparações acima mencionadas do sal de Zeise, dado que nos métodos 1 e 2, a formação de 1 mol do sal de Zeise consome 2 mols de etanol.

1b. A espectrometria de massa do ânion $[\text{PtCl}_3\text{C}_2\text{H}_4]^-$ mostra um conjunto de picos com número de massa entre 325-337 e variadas intensidades.

Calcule o número de massa do ânion que consiste dos isótopos de maiores abundâncias naturais (utilizando os dados fornecidos abaixo):



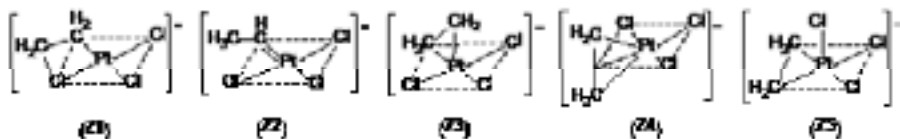


Isótopo



Abundância Natural, % 0,8 32,9 33,8 25,3 7,2 75,8 24,2 98,9 1,1 99,99

2. Algumas estruturas previamente propostas para o ânion do sal de Zeise foram:



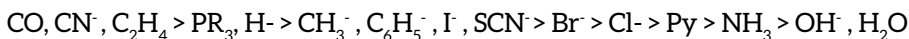
Nas estruturas Z1, Z2 e Z5 ambos os carbonos estão no mesmo plano do quadrado tracejado. [Você deve assumir que as estruturas não sofrem nenhum processo dinâmico pela troca de dois ou mais sítios]

2a. A espectroscopia de RMN permite determinar que a estrutura do Sal de Zeise corresponde à estrutura Z4. Para cada estrutura de Z1 a Z5, **indique** na tabela abaixo quantos átomos de hidrogênio estão em diferentes ambientes e quantos átomos de carbono estão em diferentes ambientes.

Structure	Números de átomos de hidrogênio em diferentes ambientes	Número de átomos de carbono em diferentes ambientes
Z1		
Z2		
Z3		
Z4		
Z5		

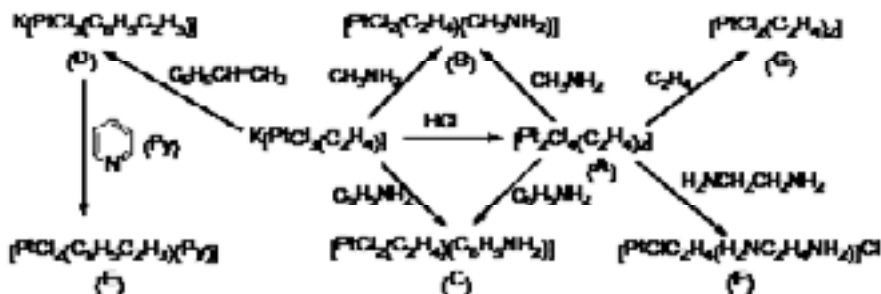
122

3. Para reações de substituição em complexos quadrados de platina (II), os ligantes podem ser arranjados de acordo com a sua tendência de facilitar a substituição na posição *trans* a si próprios (*efeito trans*). A ordem de ligantes é:



Na série acima, um ligante à esquerda possui um efeito *trans* mais forte que um ligante à direita.

Algumas reações do sal de Zeise e do complexo $[\text{Pt}_2\text{Cl}_4(\text{C}_2\text{H}_4)_2]$ são fornecidas abaixo:



3a. **Desenhe a estrutura de A**, dado que a molécula desse complexo tem um centro de simetria, nenhuma ligação Pt-Pt e nenhum alceno em ponte.

A

3b. **Desenhe** as estruturas de B, C, D, E, F e G.

B	C	D
E	F	G

3c. **Sugira** a(s) forças que dirigem a formação de D e F, escolhendo um ou mais das proposições abaixo (por exemplo, i e ii)

- i) Formação de gás
- ii) Formação de líquido
- iii) Efeito *trans*
- iv) Efeito quelato

Estrutura	D	F
Forças dirigentes		



Problema 5. Equilíbrio Ácido-base em água

Uma solução (X) contém dois ácidos fracos monoproticos (aqueles que possuem apenas um próton ácido); HA com constante de acidez $K_{HA} = 1.74 \times 10^{-7}$, e HB com constante de acidez $K_{HB} = 1.34 \times 10^{-7}$. A solução X tem um pH de 3,75.



1. A titulação de 100 mL da solução **X** requer 100 mL de solução de NaOH 0,220 mol.L⁻¹.

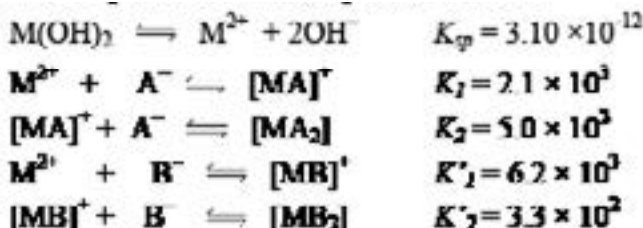
Calcule a concentração inicial (total) (mol•L⁻¹) de cada um dos ácidos na solução **X**. Use aproximações razoáveis quando apropriado. [$K_w = 1.00 \times 10^{-14}$ at 298 K.]

2. **Calcule** o pH da solução **Y**, a qual inicialmente contém $6,00 \times 10^{-2}$ mol.L⁻¹ de NaA e $4,00 \times 10^{-2}$ mol.L⁻¹ de NaB.

3. Adicionando-se grandes quantidades de água destilada à solução **X**, obtém-se uma solução muito (infinitamente) diluída, onde a concentração dos ácidos é aproximadamente zero. **Calcule** a porcentagem de dissociação de cada ácido nessa solução diluída.

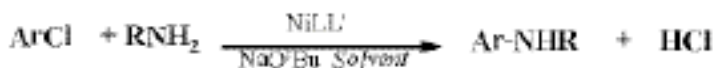
4. Uma solução tampão é adicionada à solução **Y** para manter o pH de 10,0. Assuma que não houve variação de volume na solução resultante **Z**.

Calcule a solubilidade (em mol.L⁻¹) da substância M(OH)₂ em **Z**, dado que os ânions A⁻ e B⁻ podem formar complexos com M²⁺:



Problema 6. Cinética Química

A aminação de haletos de arila catalisada por metais de transição tem se tornado um dos mais poderosos métodos para sintetizar arilaminas. A reação global da aminação do cloreto de arila catalisada por níquel em condições básicas é:

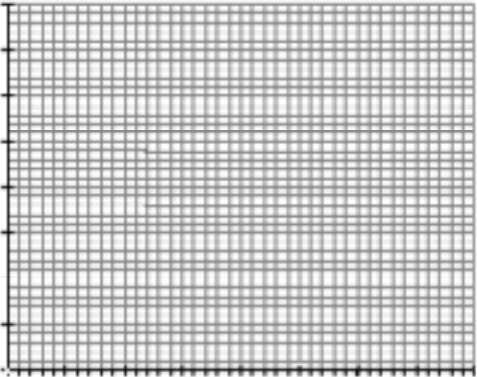


Na qual NiLL' é o complexo de níquel catalisador. A reação ocorre através de vários passos nos quais catalisador, reagentes e solvente podem estar envolvidos em passos elementares.

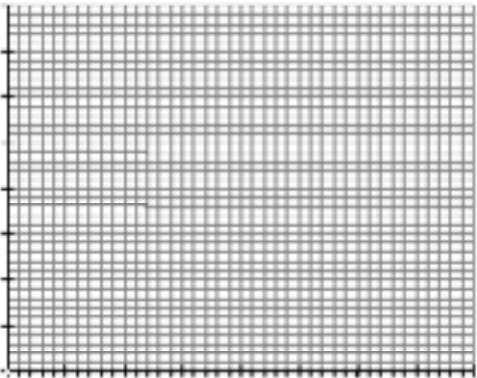


6a. Para determinar a ordem de reação com relação a cada reagente, a dependência da velocidade inicial de reação com a concentração de cada reagente foi determinada com todos os outros reagentes presentes em grande excesso. Alguns dados cinéticos a 298 K são mostrados na tabela abaixo. (Use o quadriculado, se desejar)

[ArCl] (mol.L ⁻¹)	Velocidade inicial (mol.L ⁻¹ s ⁻¹)
0,1	$1,88 \times 10^{-6}$
0,2	$4,13 \times 10^{-6}$
0,4	$9,42 \times 10^{-6}$
0,6	$1,50 \times 10^{-5}$

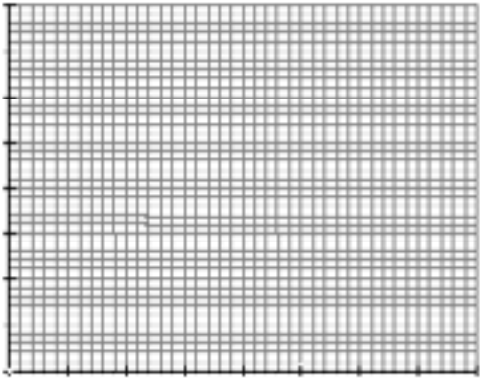


[NiCl ₂] (mol.L ⁻¹)	Velocidade Inicial (mol.L ⁻¹ s ⁻¹)
6×10^{-3}	$4,12 \times 10^{-6}$
9×10^{-3}	$6,01 \times 10^{-6}$
$1,2 \times 10^{-2}$	$7,80 \times 10^{-6}$
$1,5 \times 10^{-2}$	$1,10 \times 10^{-5}$





[L'] (M)	Velocidade Inicial (M s ⁻¹)
0,06	5,8 × 10 ⁻⁶
0,09	4,3 × 10 ⁻⁶
0,12	3,4 × 10 ⁻⁶
0,15	2,8 × 10 ⁻⁶



Determine a ordem em relação aos reagentes assumindo que sejam números inteiros.

- Ordem em relação a [ArCl] =
- Ordem em relação a [NiLL'] =
- Ordem em relação a [L'] =

6b. Para estudar o mecanismo dessa reação, utilizou-se espectroscopia de RMN de ¹H, ³¹P, ¹⁹F, e ¹³C para identificar os mais importantes complexos com metal de transição em solução, e as velocidades iniciais foram medidas utilizando-se calorimetria de reação. Um intermediário, NiL(Ar)Cl, foi isolado à temperatura ambiente. Os primeiros dois passos da reação global envolvem a dissociação de um ligante do NiLL' (passo 1) a 50 oC, seguido de uma adição oxidativa (passo 2) do cloreto de arila ao NiL à temperatura ambiente (rt):



Usando a aproximação do estado estacionário, **derive** uma expressão para a equação de velocidade de formação de [NiL(Ar)Cl].

Os passos seguintes da reação global envolvem a amina (RNH₂) e o ^tBuONa. Para determinar a ordem com respeito a RNH₂ e ^tBuONa, a dependência das



velocidades iniciais de reação em relação a concentração desses dois reagentes foi determinada com os outros reagentes presentes em grande excesso. Alguns resultados são apresentados nas Tabelas abaixo.

$[\text{NaO}^t\text{Bu}]$ (mol L ⁻¹)	Velocidade inicial (mol L ⁻¹ s ⁻¹)	
0,2	$4,16 \times 10^{-3}$	
0,6	$4,12 \times 10^{-3}$	
0,9	$4,24 \times 10^{-3}$	
1,2	$4,20 \times 10^{-3}$	

$[\text{RNH}_2]$ (mol L ⁻¹)	Velocidade inicial (mol L ⁻¹ s ⁻¹)	
0,3	$4,12 \times 10^{-5}$	
0,6	$4,26 \times 10^{-5}$	
0,9	$4,21 \times 10^{-5}$	
1,2	$4,23 \times 10^{-5}$	

6c. **Determine** a ordem com respeito a cada um desses reagentes assumindo que cada uma seja inteira. (Use o quadriculado, se desejar)

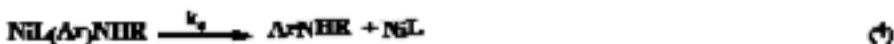
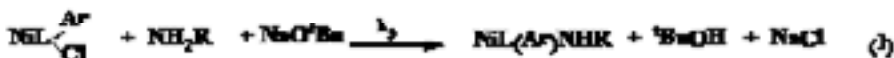
- Ordem em relação a $[\text{NaO}^t\text{Bu}] =$

- Ordem em relação a $[\text{RNH}_2] =$



Durante o ciclo catalítico, um conjunto de diferentes estruturas pode estar envolvido, incluindo o catalisador. Um dos passos do ciclo será o passo determinante da velocidade.

Um ciclo proposto para o acoplamento de haletos de arila com aminas catalisado por níquel é o seguinte:



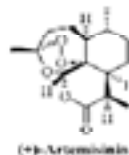
6d. Use a aproximação do estado estacionário e equações de balanço de massa e determine a lei de velocidade para $d[\text{ArNHR}]/dt$ para o mecanismo acima em termos das concentrações iniciais do catalisador $[\text{NiLL}']_0$ e das concentrações de $[\text{ArCl}]$, $[\text{NH}_2\text{R}]$, $[\text{NaO}^t\text{Bu}]$ e $[\text{L}']$.

6e. Forneça a forma simplificada da equação de velocidade do item **6d** assumindo que k_1 é muito pequeno.

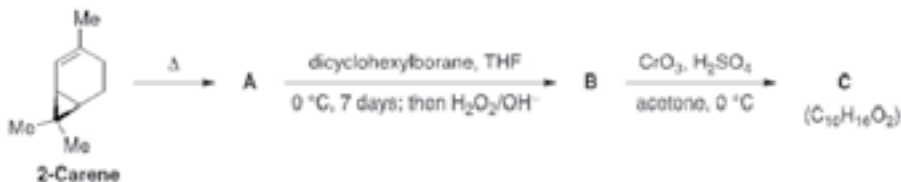
$$d[\text{ArNHR}]/dt = - d[\text{ArCl}]/dt =$$

Problema 7. Síntese da Artemisinina

(+)-A artemisinina, isolada a partir de *Artemisia annua* L. (qinghao, Compositae) é um potente antimalárico eficaz contra as cepas resistentes de *Plasmodium*. Um caminho simples para a síntese de artemisinina é descrito abaixo.

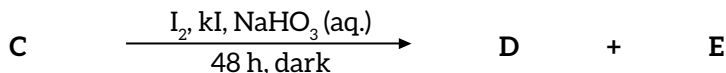


Em primeiro lugar, a pirólise de (+)-2-careno abriu o anel ciclopropano formando, entre outros produtos, (1R)-(+)-*trans*-isolimoneno A ($\text{C}_{10}\text{H}_{16}$), que em seguida foi submetido a hidroboração regioseletiva usando diciclohexilborano para dar o requerido álcool B com 82% de rendimento, como uma mistura de diastereoisômeros. Na próxima etapa, B foi convertido no correspondente γ,δ -insaturado ácido C com 80% de rendimento, via oxidação de Jones.



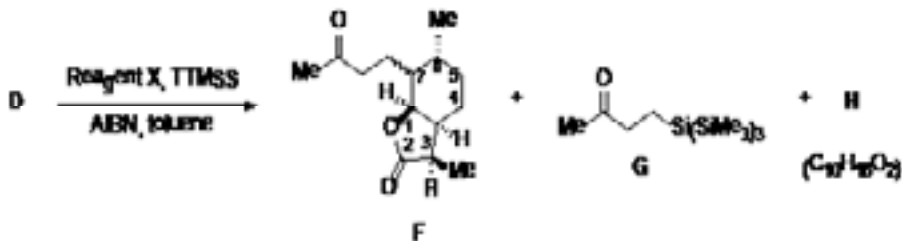
7a. **Desenhe** as estruturas (com estereoquímica) dos compostos **A-C**.

O ácido **C** foi submetido a iodolactonização utilizando KI, I₂ em solução aquosa. Solução de NaHCO₃ para dar iodolactonas diastereoméricas **D** e **E** (que diferem na estereoquímica apenas em C₃) em 70% de rendimento.



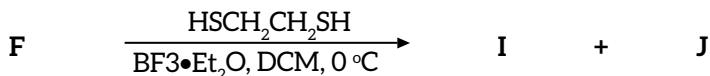
7b. **Desenhe** as estruturas (com estereoquímica) dos compostos **D** e **E**.

A iodolactona **D** foi submetida a uma reação radicalar intermolecular com a cetona **X** usando tris(trimetilsilil) silano (TTMSS) e AIBN (azobisisobutironitrila) em uma quantidade catalítica, com refluxo em tolueno para formar a correspondente lactona alquilada **F** com 72% de rendimento, como uma mistura de diastereoisômeros que diferem somente na estereoquímica em C₇, juntamente com o composto **G** (~ 10%) e o produto reduzido **H**, C₁₀H₁₆O₂ (<5%).



7c. **Desenhe** as estruturas (com estereoquímica) do composto **H** e do reagente **X**.

O grupo ceto de **F** reagiu com etanoditiol e BF₃•Et₂O em diclorometano (DCM) a 0 °C, para formar dois diastereoisômeros: tiocetal lactonas **I** e **J** com um rendimento quase quantitativo (98%). O tiocetalização facilitou a separação do principal isômero **J**, no qual, o grupo tiocetal está na face oposta do anel ao grupo metila adjacente.

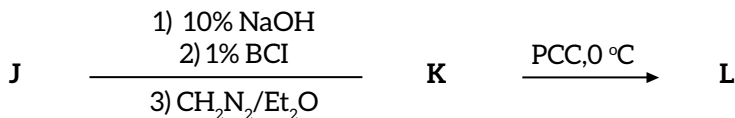




7d. **Desenhe** as estruturas (com a estereoquímica dos compostos) **I** e **J**.

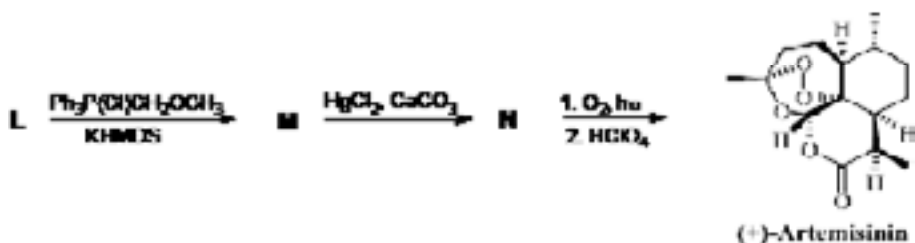
O isômero **J** foi posteriormente submetido a hidrólise alcalina seguida de esterificação com diazometano, produzindo o hidroximetil éster **K** com 50% de rendimento. O hidroximetil éster **K** foi transformado no cetoéster **L**, utilizando PCC (Piridina clorocromato) como o agente de oxidação em diclorometano (DCM).

Um estudo de RMN bidimensional do composto **L** revelou que os dois prótons adjacentes ao grupo carbonila recém-formado são *cis* um ao outro e confirmou a estrutura de **L**.



7e. **Desenhe** as estruturas (com a estereoquímica dos compostos) **K** e **L**.

A cetona **L** foi submetida a uma reação de Wittig com cloreto de metoximetil trifenilfosfônio e KHMDs (potássio Hexameildissilazida - uma base forte, não nucleofílica) produzindo o éter metil-vinílico **M** requerido, com 45% de rendimento. A desproteção do tiocetal utilizando HgCl_2 , CaCO_3 resultou na formação do intermediário chave **N** (80%). Finalmente, o composto **N** foi transformado na molécula alvo Artemisinina por foto-oxidação, seguida por hidrólise ácida com HClO_4 70%.



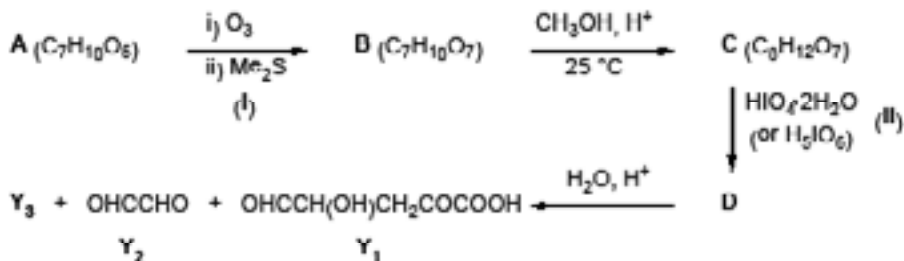
7f. **Desenhe** as estruturas (com a estereoquímica dos compostos) **M** e **N**.

Problema 8. Anis estrela

Illicium verum, comumente chamado de *Anis estrela*, é uma pequena árvore perene nativa que cresce no nordeste do Vietnã. A fruta do *anis estrela* é usada na medicina tradicional vietnamita. Também é um ingrediente importante para o sabor do 'pho', uma sopa favorita Vietnamita.



O ácido **A** é isolado a partir do fruto *anis estrela*. A fórmula constitucional de **A** foi deduzida a partir da seguinte sequência de reações:



(I): este processo global resulta na clivagem da ligação C = C, com cada carbono desta ligação, tornado-se duplamente ligado a um átomo de oxigênio.

(II): este processo de clivagem oxidativa de 1,2-dióis quebra a ligação C(OH)-C(OH) e produzindo os compostos carbonílicos correspondentes.

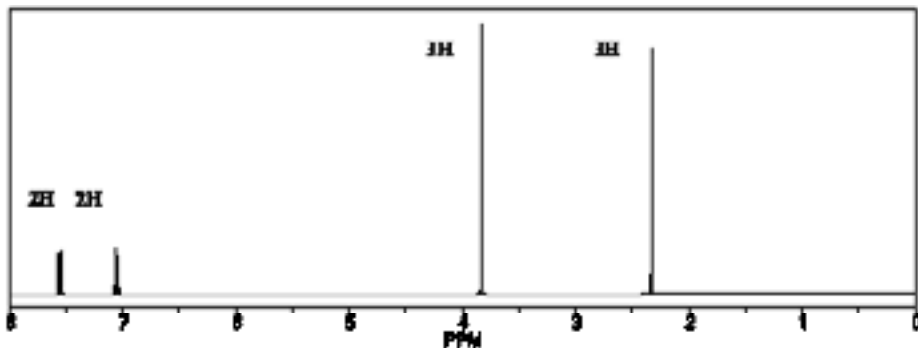
8a. **Desenhe** as estruturas dos compostos Y_1 e Y_2 , e então, deduza as estruturas de Y_3 e de **A**, **B**, **C**, **D**, dado que, em **A**, há somente um átomo de hidrogênio etilênico.

Y_1	Y_2	Y_3
A		B
C		D

O anetol, um componente principal do óleo de anis estrela, é um precursor químico de baixo custo para a produção de muitos produtos farmacêuticos.

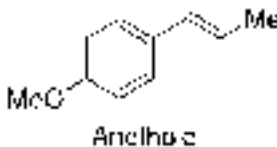
O tratamento de anetol com nitrito de sódio em ácido acético dá um sólido cristalino **E** ($\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_3$). O espectro de IV de **E** mostra que não há ligação dupla C=C não aromática. O espectro de ^1H RMN de **E** é dado abaixo.





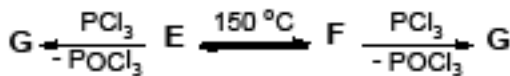
8b. **Que diferença** nas estruturas **E** e anetol pode ser deduzida a partir dos dados de RMN de ¹H?

- i) **E** contém uma ligação etilênica *cis*-C = C, que no anetol é *trans*.
- ii) **E** não pode conter uma ligação C = C não aromática.
- iii) **E** é um aduto de anetol e N₂O₂.
- iv) **E** é um aduto de anetol N₂O₃.
- v) **E** não contém dois prótons etilênicos *trans*.



	Escolha uma das
A partir dos dados de ¹ H RMN	

Por aquecimento a 150 ° C, durante várias horas, **E** é parcialmente isomerizado em **F**. Sob as mesmas condições, **F** dá a mesma mistura em equilíbrio que a obtida a partir de **E**. Por aquecimento com tricloreto de fósforo, ambos **E** e **F** perdem um átomo de oxigênio, dando o composto **G**. Compostos **E** e **F** possuem os mesmos grupos funcionais.



Os deslocamentos químicos dos prótons metílicos de **E**, **F** e **G** são dados abaixo.

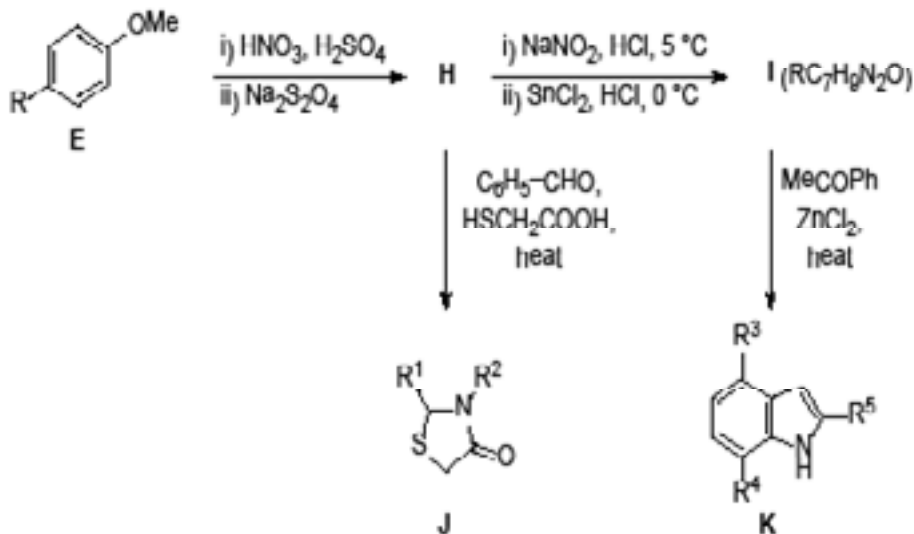
	E	F	G
--	----------	----------	----------



CH ₃ -O	3,8 ppm	3,8 ppm	3,8 ppm
CH ₃ -C	2,3 ppm	2,6 ppm	2,6 ppm

8c. **Sugira** estruturas para **E**, **F** e **G**, assumindo que eles não contêm anéis de três membros.

Uma estrutura simplificada para o composto **E** é mostrada a seguir; o grupo **R** não muda ao longo do restante desta questão. O composto **E** é nitrado e depois reduzido com ditionito de sódio até formar o composto **H**. O tratamento do composto **H** com nitrito de sódio e ácido clorídrico, a 0-5 °C, e subsequente redução com cloreto estanoso produz **I** (R-C₇H₉N₂O). Uma reação one-pot (reação em um só recipiente, com três componentes reacionais) de **H**, benzaldeído e ácido tioglicólico (HSCH₂CO₂H) conduz à formação de **J**. A reação de **I** e metilfenil-cetona, na presença de ZnCl₂ produz **K**.



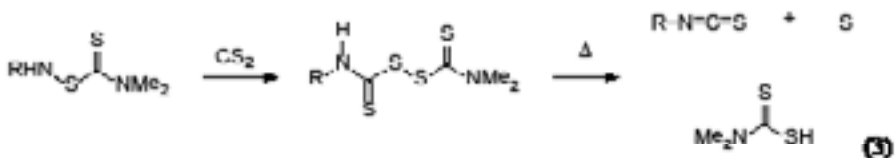
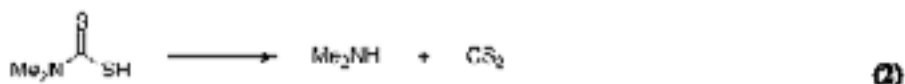
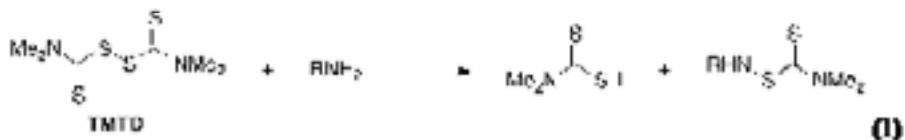
8d. **Dê** as estruturas de **H**, **I**, **J** e **K**.

Problema 9. Preparação de um heterocíclico

Dissulfeto de Tetrametilurame (**TMTD**) está emergindo como um reagente útil para preparar muitos grupos funcionais de enxofre-nitrogênio e heterociclos em química orgânica. As reações de **TMTD** com aminas primárias, como também alguns pós-transformações correspondentes do produto(s) re-

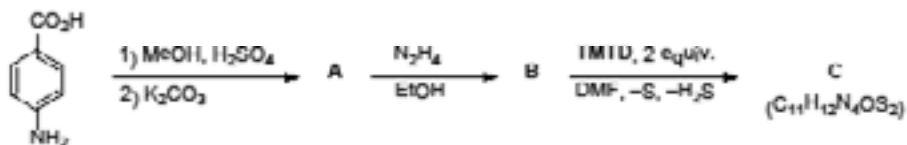


sultante são apresentadas nos esquemas seguintes:

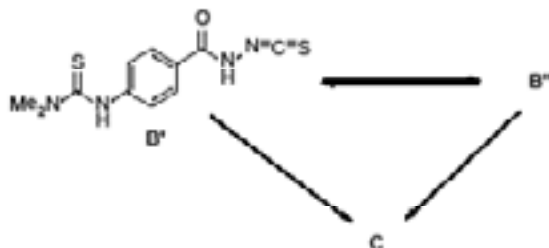


Transformações semelhantes de benzohidrazidas (contendo o grupo nucleofílico NH_2) e **TMTD** foram observadas.

No esquema de síntese a seguir, a reação de tiocarbamoilação de uma aroil hidrazina com **TMTD** produz o composto **C** que contém um radical heterocíclico de ácido p-aminobenzóico.



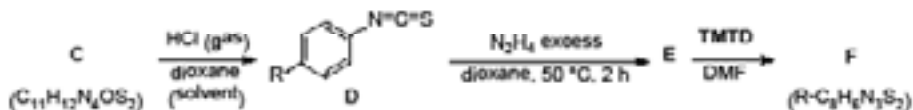
Na formação de **C** a partir de **B**, um intermediário **B'** foi observado. Este intermediário tautomeriza para **B''**. **C** pode ser formado a partir de **B'** ou de **B''**.



9a. **Dê** as estruturas de **A**, **B**, e **C**.

9b. **Sugira** uma estrutura para o tautômero **B''** e dê um mecanismo com setas curvas para a formação de **C**.

O composto **C** foi, em seguida, convertido em **F** pela seguinte via:



[O grupo **R** permanece exatamente o mesmo em todo o resto da questão.]

9c. **Desenhe** as estruturas de **E** e **F**. (A partir deste ponto você não precisa desenhar a estrutura para o grupo **R**)

E foi obtido apenas quando **D** foi adicionada lentamente à solução com excesso de N_2H_4 em dioxano. Se N_2H_4 fosse adicionado à solução de **D** em dioxano, em vez disso, um dos principais produtos laterais **D'** ($R_2C_{14}H_{12}N_4S_2$) seria formado.

9d. **Dê** a estrutura de **D'**.

O leve aquecimento de **D** com etanolamina ($HOCH_2CH_2NH_2$) em dioxano, durante 2 horas produziu **G** ($R-C_9H_{11}N_2OS$)

9e. **Desenhe** a fórmula estrutural de **G**.

9f. O aquecimento de **G** na presença de ácido p-toluenossulfônico como o catalisador pode formar uma série de diferentes produtos heterocíclicos com cinco membros.

- i) **Desenhe** 2 estruturas que têm fórmulas moleculares diferentes.
- ii) **Desenhe** 2 estruturas que são isômeros constitucionais.
- iii) **Desenhe** 2 estruturas que são estereoisômeros.



46^a Olimpíada Internacional de Química

23 de julho de 2014 - Hanoi, Vietnam

Procedimentos para a execução da prova

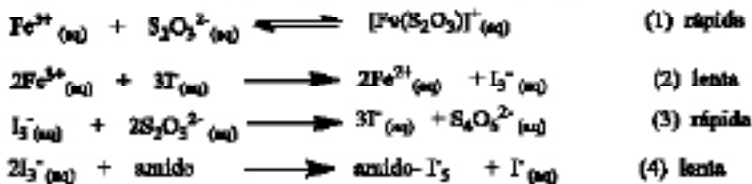
Esta Prova Prática tem 28 páginas e 3 problemas práticos. Você tem 5 horas para executar os problemas 1, 2 e 3.

Atenção: Você DEVE executar as experiências dos problemas por ordem: Problema 1, 2 e finalmente 3 (esta ordem de execução é para garantir um controle adequado da temperatura).

PROVA PRÁTICA

Problema Prático 1. Oxidação dos íons iodeto pelos íons ferro (III) – estudo cinético baseado na reação relógio do íon tiosulfato

As reações relógio são usadas muitas vezes por professores em demonstrações, dado o seu belo efeito visual. A oxidação dos íons iodeto pelos íons ferro (III) em meio ligeiramente ácido pode ser transformada numa reação relógio. Na presença de tiosulfato e amido, nesta reação relógio ocorrem transformações químicas que podem ser descritas pelas equações seguintes:



A reação (1) é um equilíbrio rápido e reversível que origina uma reserva de íons ferro(III) e tiosulfato. Depois de ter sido produzido na reação (2), o iodo, na forma de íon triiodeto (I_3^-), é imediatamente consumido pelo íon tiosulfato, reação (3). Consequentemente o iodo não é acumulado na presença de tiosulfato. Quando o íon tiosulfato é totalmente consumido acumula-se o íon triiodeto, que pode ser detectado pelo amido, reação (4).



A cinética da reação (2) pode ser facilmente investigada utilizando o método da determinação das velocidades iniciais, ou seja, mede-se o tempo que passa entre a mistura de duas soluções e a alteração repentina da cor.

Para a oxidação dos íons iodeto pelos íons de ferro (III) (reação 2), a velocidade da reação pode ser definida por:

$$v = -\frac{d[\text{Fe}^{3+}]}{dt} \quad (5)$$

A velocidade inicial pode ser calculada, por aproximação:

$$v_0 = -\frac{\Delta[\text{Fe}^{3+}]}{\Delta t} \quad (6)$$

onde $\Delta[\text{Fe}^{3+}]$ é a variação da concentração de íons ferro(III) no período inicial da reação. Se Δt for o tempo medido, o $\Delta[\text{Fe}^{3+}]$ será a variação da concentração de íons ferro(III) desde o momento da mistura até ao consumo completo de íons tiosulfato (assume-se que a velocidade da reação não depende da concentração de íons tiosulfato). Assim, pela estequiometria das reações, temos:

$$-\Delta[\text{Fe}^{3+}] = [\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]_0 \quad (7)$$

E, consequentemente:

$$v_0 = \frac{[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]_0}{\Delta t} \quad (8)$$

A concentração inicial de tiosulfato é constante e significativamente menor que a dos íons ferro(III) e iodeto. As expressões indicadas acima permitem-nos determinar a velocidade inicial medindo o tempo necessário para que uma mudança de cor repentina ocorra, Δt .

A velocidade da reação é de primeira ordem em relação à concentração de $[\text{Fe}^{3+}]$, e sua tarefa será determinar a ordem em relação à concentração de $[\text{I}^-]$. Isto significa que a velocidade inicial da reação pode ser dada pela expressão:

$$v_0 = k[\text{Fe}^{3+}]_0 [\text{I}^-]_0^y \quad (9)$$

Onde k é a constante de velocidade e y é a ordem em relação ao $[\text{I}^-]$.

Assume-se que a velocidade da reação não depende da concentração de tios-



sulfato e que a reação entre o Fe^{3+} e $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ é desprezível. Deve observar cuidadosamente as alterações de cor durante a reação relógio, determinar a ordem da reação em relação ao $[\text{I}^-]$ e determinar a constante de velocidade desta reação relógio.

Montagem do Experimento

PRECAUÇÕES

- Para minimizar flutuações na temperatura apenas use água destilada na sua bancada (há na pisseta e no frasco de vidro de 1L)
- A função aquecimento do agitador magnético deve estar **DESLIGADO** (conforme mostrado na Figura 1, abaixo e esteja certo de que a placa não esteja quente antes de iniciar o experimento. Coloque a placa isolante (marcada como I.P.) sobre o agitador para melhorar o isolamento térmico.
- Dispare o cronômetro tão logo as soluções #A and #B forem misturadas. Pare o cronômetro assim que a solução ficar azul escura.
- A barra magnética (pegue-a com a pinça) e béqueres devem ser lavados e borrifados com água destilada e secos com papel toalha ao serem reutilizados.

Procedimento Geral

Solução # A (contendo $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, KI, KNO_3 e amido) é primeiramente colocada em um béquer e agitada com a barra magnética. A velocidade de agitação deve ser ajustada para o nível 8, conforme indicado na Figura 1. Solução #B (contendo $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ e HNO_3) é rapidamente adicionada na solução #A e o cronômetro é simultaneamente disparado. O tempo é marcado no momento em que a solução rapidamente torna-se azul escura. A temperatura da solução é marcada utilizando-se um termômetro digital.



Figura 1. Aparelho utilizado no estudo cinético da reação relógio



1. Procedimento experimental para observar a mudança de cor

- Não há necessidade de medir os volumes com precisão nessa parte – apenas use as marcas do béquer como um guia.
- Coloque cerca de 20 mL da solução # **A1** (contendo KI, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ e amido em água) a um 100-mL béquer graduado contendo uma barra de agitação magnética. Coloque o béquer sobre a placa isolante (IP) no agitador magnético.
- Coloque cerca de 20 mL da solução # **B1** (contendo $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ e HNO_3 em água) em outro béquer graduado de 100 mL.
- Rapidamente coloque a solução #**B1** na solução # **A1** e dispare o cronômetro simultaneamente. Pare o cronômetro quando a cor da mistura mudar. Não é necessário anotar esse tempo. Responda as perguntas a seguir.

Item 1.1: Escreva a fórmula molecular do reagente limitante na reação relógio fornecida.

Item 1.2: Assinale quais são os íons ou complexos responsáveis pelas cores observadas nesse experimento? Marque na caixa apropriada.

Cor	Composto
Roxo	<input type="checkbox"/> Fe^{2+} <input type="checkbox"/> $[\text{Fe}(\text{S}_2\text{O}_3)]^+$ <input type="checkbox"/> Fe^{3+} <input type="checkbox"/> amido- I_2^- <input type="checkbox"/> I_2^-
Azul escuro	<input type="checkbox"/> Fe^{2+} <input type="checkbox"/> $[\text{Fe}(\text{S}_2\text{O}_3)]^+$ <input type="checkbox"/> Fe^{3+} <input type="checkbox"/> amido- I_2^- <input type="checkbox"/> I_2^-



2. Determinação da ordem de reação com respeito a $[\text{I}^-]$ (y) e a constante de velocidade (k)

Nessa seção, Δt é determinado para diferentes concentrações iniciais de KI de acordo com a tabela abaixo. O experimento é repetido tanto quanto o necessário para cada concentração de KI.



Dica: Use a pipeta graduada de 25 mL para a solução #A2-1, a pipeta graduada de 10 mL para KI, a pipeta graduada de 5 mL para a solução #B2, e uma das buretas para água (você precisará preencher a bureta com a pisseta a cada medida)

Prepare 55 mL de solução # A2 em um béquer de 100 mL contendo uma barra magnética e coloque sobre a placa isolante (IP) no agitador. Solução #A2 contém a solução #A2-1, KI e água destilada (veja a tabela abaixo para o volume de cada componente).

- Adicione 5 mL de solução # B2 em outro béquer de 100 mL.

Rapidamente coloque a solução preparada #B2 na solução #A2. Determine com cronômetro, o tempo (Δt) necessário para a mudança de cor. A temperatura da solução é anotada.

Item 1.3: Anote o tempo (Δt) para cada medida na tabela abaixo (Você NÃO precisa preencher todas as três colunas de medidas). Para cada concentração de KI, marque o tempo de reação aceito (Δt_{aceito}) e a temperatura. Você será avaliado apenas pelos seus valores de Δt_{aceito} e T_{aceito} .

N ^o	55 mL de solução #A2									Δt_{aceito} (s)	T_{aceito} (°C)
	#A2-1 (mL)	H ₂ O (mL)	0,100M KI (mL)	Medida 1		Medida 2		Medida 3			
				Δt (s)	T (°C)	Δt (s)	T (°C)	Δt (s)	T (°C)		
1	20,4	51,6	3,0								
2	20,4	30,1	4,5								
3	20,4	28,6	6,0								
4	20,4	27,4	7,2								
5	20,4	25,6	9,0								

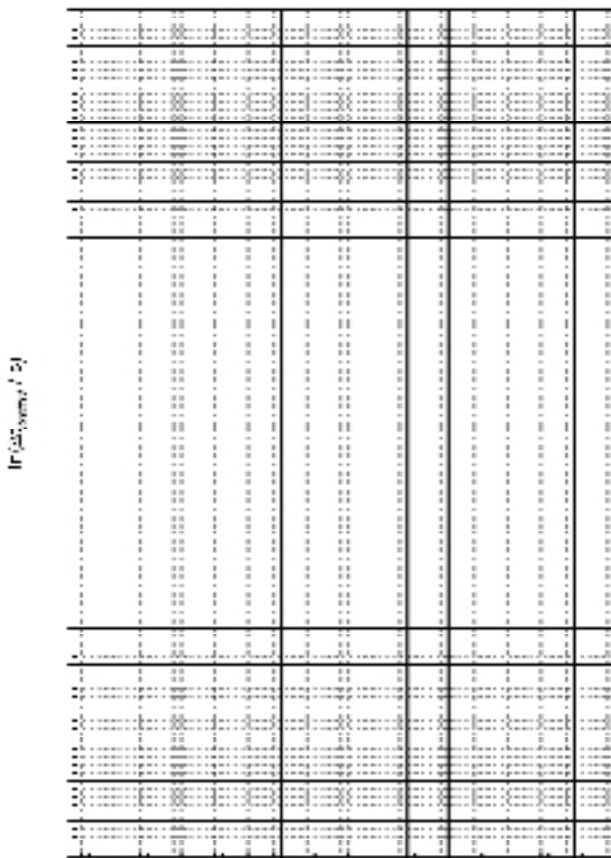
Quando você estiver satisfeito com todos os dados necessários para o problema 11, antes de continuar com a análise, é altamente recomendável que você comece o procedimento experimental do Problema 2, uma vez que há um tempo de reação de uma hora nesse problema.



Item 1.4: Preencha a tabela abaixo e marque os resultados no gráfico.

Dica: Tenha certeza de que os seus dados estão distribuídos da melhor maneira possível no espaço disponível.

No.	1	2	3	4	5
$\ln([I]_0 / M)$	- 5,30	- 4,89	- 4,61	- 4,42	- 4,20
Δt_{aceito} (s)					
$\ln(\Delta t_{\text{aceito}} / \text{s})$					





Item 1.5: Desenhe a melhor reta média no seu gráfico e utilize-a para determinar a ordem da reação em relação a $[I^-]$ (y).

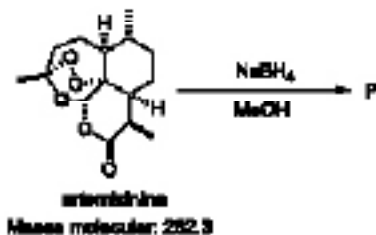
Item 1.6: Complete a tabela abaixo e calcule k para cada concentração de iodo. Anote o seu valor aceito da constante de velocidade, fornecendo a unidade apropriada. Lembre-se que a ordem da reação em relação ao $[Fe^{3+}]$ é igual a 1.

No	Δt_{acido} (s)	$[Fe^{3+}]_0$ ($\times 10^{-3}$ M)	$[I^-]_0$ ($\times 10^{-3}$ M)	$[S_2O_3^{2-}]_0$ ($\times 10^{-3}$ M)	k
1			5.0		
2			7.5		
3			10.0		
4			12.0		
5			15.0		

$k_{\text{acido}} = \dots\dots\dots$

Prática 2. Síntese de um derivado de Artemisinina

Artemisinina (também chamada de Quinghaosu) é uma droga antimalárica isolada das flores amarelas da erva *Artemisia annua* L., no Vietnã. Esta droga é altamente eficaz contra cloroquina-resistente *Plasmodium falciparum*. No entanto, a artemisinina tem uma baixa solubilidade em óleo e água, de modo que é preciso preparar seus novos derivados para melhorar a aplicabilidade desta droga. A redução da artemisinina é um método atraente para a síntese de novos derivados de artemisinina, como mostrado no Esquema 1.



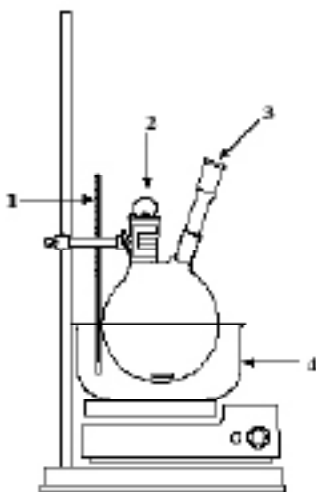


Esquema 1

Neste exame prático você vai reduzir a artemisinina para o produto P e verificar a sua pureza usando Cromatografia em Camada Delgada (CCD).

Montagem Experimental

- O conjunto experimental é mostrado na Figura 2.1.
- Você pode ajustar a posição do balão de fundo redondo de duas bocas, movendo a garra



1: termômetro digital; 2: rolha de plástico; 3: tubo secante de CaCl_2 ; 4: banho de gelo

Figure 2.1. Sistema reacional para o Problema 2

Procedimento

Passo 1. Síntese de um derivado de artemisinina

1. Prepare um banho de gelo a uma temperatura entre -20 e -15 °C, misturando gelo e cloreto de sódio no pote plástico (proporção aproximada de NaCl: gelo triturado de 1:3). Utilizar o termômetro digital para controlar a temperatura. Colocar o banho no agitador magnético. Coloque a placa isolante (IP) entre o banho e o agitador.
2. Conecte o tubo de secagem contendo CaCl_2 à boca menor do balão de fundo redondo e feche a outra boca com a rolha de plástico.





3. Coloque a barra magnética dentro do balão de fundo redondo seco e ajuste o sistema de reação no suporte de fixação, de modo que o sistema fique imerso no banho de gelo. Monitore a temperatura utilizando o termômetro digital.
4. Reserve uma pequena quantidade (cerca de 2 mg) de artemisinina para análise por TLC, abra a tampa da boca maior do balão e adicione o 1 grama de artemisinina.
5. Use o funil de vidro para adicionar 15 ml de metanol (medidos usando a proveta de 50 ml). Feche a tampa e ligue o agitador magnético. (coloque o agitador magnético para o nível 4). Ligue o cronômetro para controlar o tempo.
6. Após cerca de 5 min de agitação, abra a tampa e adicione cuidadosamente 0,53 g de NaBH_4 em pequenas porções, ao longo de 15 min, utilizando uma espátula. Feche a tampa entre cada adição. (Atenção: A adição NaBH_4 provoca rapidamente reações colaterais e transbordamento). Continue agitando por 50 min. Mantenha a temperatura do banho de gelo, abaixo de $-5\text{ }^\circ\text{C}$; remova, do banho, uma parte do líquido e adicione mais mistura de gelo esmagado e NaCl , se necessário. Esfrie o frasco contendo o 1 mL de ácido acético no banho de gelo.

Durante este tempo de espera, você deve aproveitar para terminar os cálculos do Problema 1 e responder às perguntas das etapas seguintes do experimento.

7. Prepare 50 ml de água destilada gelada (resfriada em banho de gelo) no erlenmeyer de 100 ml. Meça cerca de 20 a 22 mL de n-hexano na proveta de 50 mL e resfrie no banho de gelo. Depois da reação estar completa, mantenha o balão de reação no banho de gelo abaixo de $0\text{ }^\circ\text{C}$. Retire o tubo de CaCl_2 , abra a tampa e adicione gradualmente cerca de 0,5 mL de ácido acético frio ao frasco de reação até que o pH esteja entre 6 e 7. (Utilize o bastão de vidro para aplicar a mistura de reação no papel de pH.) Com agitação, adicione lentamente 50 mL de água gelada durante 2 min. Um sólido branco precipitará no balão de reação.
8. Monte o aparelho de filtração a vácuo. Coloque um papel de filtro sobre o funil de Buchner, molhe o papel de filtro com água destilada e abra a válvula de vácuo. Transfira a mistura de reação para o funil de Buchner e remova a barra magnética do balão de reação, usando uma espátula. Lave o produto três vezes com porções de 10 mL de água gelada (resfriada em banho de



gelo). Lave o produto duas vezes com porções de 10 ml de n-hexano gelado (resfriado em banho de gelo). Continue a usar a bomba, para secar o sólido sobre o papel filtro. Após cerca de 5 min, transferir cuidadosamente o pó seco para o vidro de relógio rotulado com o seu código e coloque na placa de Petri rotulada. **Desligue a válvula de vácuo quando você não estiver usando!**

Nota: A sua amostra será recolhida, seca e pesada mais tarde pelo assistente de laboratório.

Item 2.1 – o registro do seu rendimento será realizado após o exame por um dos assistentes de laboratório

Passo 2. Análise do produto por CCD

1. Verifique sua placa de CCD antes de usá-la. Não use placa danificada, você pode pedir para substituí-la sem penalidade. Use o lápis para desenhar a linha de aplicação, e a linha até onde o solvente irá correr, **exatamente como mostrado na Figura 2.2**. Escreva com o lápis seu código de estudante no topo da placa de CCD.

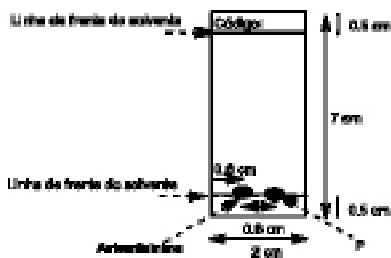


Figura 2.2. Instruções para a preparação da placa de CCD

2. Dissolva *cerca de* 1 mg de artemisinina (*uma ponta de espátula*) em *cerca de* 0,5 mL de metanol no tubo de teste pequenino rotulado (use a pipeta graduada rotulada de 5 mL). Dissolva *cerca de* 1 mg do produto em *cerca de* 0,5 mL de metanol no tubo de teste rotulado.
3. Aplique a solução de artemisinina e a solução do produto na placa de CCD usando dois diferentes tubos capilares, como mostrado na Figura 2.2.
4. Prepare a cuba para a corrida da placa de CCD. Use a proveta de 5 mL graduada para preparar a mistura de n-hexano/acetato de etila (7/3, v/v) como



o sistema eluente. Coloque a mistura de n-hexano/acetato de etila na cuba (**Nota:** O nível do solvente não deve atingir os spots na placa se preparado como mostrado). Cubra e agite suavemente a cuba, depois deixe-a em repouso por 2 min.

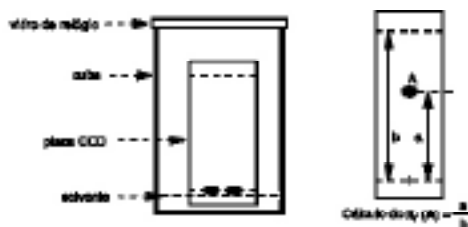


Figura 2.3. Placa de CCD na cuba e instruções para o cálculo de R_f do composto A

- Insira a placa de CCD, na posição vertical, na cuba. Espere até que o solvente atinja a marcação de linha de frente já desenhada. (**Nota:** Aconselha-se trabalhar nas questões abaixo enquanto espera a corrida da placa de CCD)
- Quando o solvente atingir a linha, remova a placa de CCD usando a pinça e seque o solvente com o secador de cabelo colocado na posição 1.
- Toque um pedaço de algodão no reagente revelador de cério, tomando cuidado para não deixar a pinça entrar em contato com a solução, uma vez que metais mancham a placa. Cuidadosamente aplique o revelador em toda a placa de TLC.
- Aqueça a placa de CCD usando o secador de cabelo na posição 2. (**Atenção: NÃO deixe o secador na posição COLD**) até que manchas azuis de artemisinina e do produto apareçam na placa de CCD.
- Solicite a um assistente de laboratório que tire uma foto da sua placa final de CCD junto com o seu código de estudante.
- Circule todos os pontos visualizados e calcule os valores de R_f tanto da artemisinina quanto do produto (Veja instruções na Figura 2.3). Coloque a sua placa de CCD numa placa de Petri.

Item 2.2: Preencha os valores de R_f na Tabela abaixo.

R_f Artemisinina	R_f Produto	R_f Artemisinina / R_f PRODUTO
-----	-----	-----

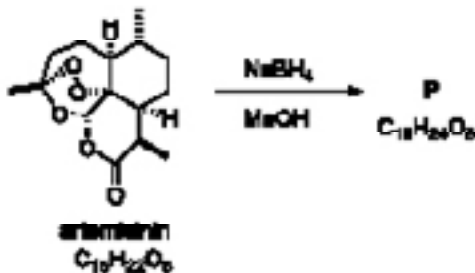


Item 2.3: Confira o número total de manchas reveladas na sua placa de CCD.

1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>
---	--------------------------	---	--------------------------	---	--------------------------	---	--------------------------	---	--------------------------

Passo 3. Identificação do produto de reação P

A redução da artemisinina leva a formação de dois estereoisômeros (P). A comparação do espectro de ^1H -RMN (em CDCl_3) de um dos isômeros com o espectro da artemisinina mostra um sinal extra em $\delta\text{H} = 5.29$ ppm como um dubleto e também um sinal extra como um singlete largo em $\delta\text{H} = 2.82$ ppm.



Item 2.4: Sugira uma estrutura para o produto P. (Você não precisa desenhar a estereoquímica dos compostos)

Item 2.5: P é uma mistura de dois estereoisômeros. Qual é a relação estereoquímica entre eles? Marque na caixa apropriada abaixo.

Isômeros Z/E	Enantiômeros	Diastereômeros	Isômeros constitucionais
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>





Problema Prático 3. Análise de um sal duplo hidratado de oxalato de zinco ferro (II)

O sal duplo de oxalato de zinco ferro (II) é um precursor comum na síntese da ferrita de zinco, que é largamente utilizada em muitos tipos de aparelhos eletrônicos, devido as suas interessantes propriedades magnéticas. Entretanto, tais sais duplos podem existir com diferentes composições e diferentes quantidades de água dependendo de como a amostra foi sintetizada.

Você irá analisar uma amostra pura (**Z**) do sal duplo hidratado de oxalato de zinco ferro (II) com o intuito de determinar sua fórmula empírica.

Procedimento

A concentração da solução padrão de KMnO_4 está afixada nas paredes do laboratório.

Traga um béquer de 250 mL limpo para o assistente de laboratório que estará esperando na balança. Você receberá uma amostra pura de Z para a análise. Pese precisamente entre 0,7 e 0,8 g da amostra pura de Z no papel de pesagem (m , gramas). Esta deve ser imediatamente transferida de maneira quantitativa para o seu béquer de 250 mL para a análise e a massa deve ser anotada na tabela abaixo.

Item 3.1: Anotação da massa da amostra de Z puro utilizada

Massa da amostra, m (gramas)	Assinatura do as- sistente de laboratório
-----	-----

Análise de Z

- Usando a proveta de 100 mL, meça cerca de 30 mL de solução de H_2SO_4 30% e adicione ao béquer de 250 mL contendo sua amostra precisamente pesada de amostra pura Z. Para acelerar a dissolução da sua amostra, você deve utilizar a chapa de aquecimento para aquecer a mistura, **mas seja cuidadoso para não entrar em ebulição**. Você não deve utilizar o termômetro digital, pois o meio ácido pode danificá-lo. Após o sólido ter sido dissolvido, remova o béquer da chapa de aquecimento e resfrie até próximo da temperatura ambiente. Após a solução ter esfriado, a transfira quantitativamente para um balão volumétrico de 100 mL. Adicione água destilada até atingir a marca de 100 mL. A partir de agora, nós iremos chamar essa solução de C.



- Use o béquer apropriadamente rotulado para transferir a soluço padrão de KMnO_4 para a bureta graduada com escala **marrom**.
- Use o outro béquer apropriadamente rotulado para transferir a soluço padrão de EDTA para a bureta graduada com escala azul.

Titula o com KMnO_4

- Usando uma pipeta graduada, adicione 5,00 mL da soluço **C** num erlenmeyer de 250 mL.
- Ao erlenmeyer, adicione cerca de 2 mL de soluço de H_2SO_4 (30%), cerca de 3 mL de soluço 3,0 M de H_3PO_4 e cerca de 10 mL de água destilada. Aqueça a mistura na chapa de aquecimento, **mas tome cuidado para não entrar em ebuli o**.
- Titule a soluço quente com a soluço padrão de KMnO_4 , anotando as suas leituras da bureta na tabela abaixo. No ponto final da titula o, uma colora o rosa na soluço deve aparecer. Repita a titula o conforme desejar e anote o volume aceitável da soluço de KMnO_4 consumida (V_1 , mL) na tabela.

Item 3.2: Anota o dos volumes de soluço padrão de KMnO_4 consumidos.

(Você NÃO PRECISA preencher toda a tabela)

	Titula�o No			
	1	2	3	4
Leitura inicial da bureta de KMnO_4 , mL				
Leitura final da bureta de KMnO_4 , mL				
Volume consumido de KMnO_4 , mL				

Volume aceito, $V_1 =$ _____ mL





Item 3.3: Pode-se utilizar HCl ou HNO₃ aquoso no lugar de H₂SO₄ para dissolver a amostra Z e realizar a análise subsequente?

HCl	SIM	<input type="checkbox"/>	NÃO	<input type="checkbox"/>
HNO ₃	SIM	<input type="checkbox"/>	NÃO	<input type="checkbox"/>

Titulação com EDTA

- Limpe ambos os béqueres de 250 mL para a próxima parte do experimento. Pipete 10,00 mL da solução C num béquer de 250 mL. Aqueça e agite a solução na chapa, **mas tome cuidado para não entrar em ebulição**. Adicione cerca de 15 mL de solução de NaOH 20% ao béquer e mantenha-o na chapa de aquecimento por cerca de 3-5 minutos para precipitar completamente o hidróxido de ferro e converter todo o Zn²⁺ no complexo iônico Zn(OH)₄²⁻.
- Usando um funil de vidro e o papel de filtro quantitativo, filtre a suspensão quente diretamente no erlenmeyer de 250 mL. **A partir desse ponto, tome cuidado com os volumes, uma vez que você preparará uma solução padrão com exatamente 100 mL deste filtrado**. Enquanto ele está filtrando, prepare um pouco de água destilada quente em um béquer de 250 mL (cerca de 50 mL). Lave o precipitado no papel de filtro (pelo menos cinco vezes) com pequenas porções (cerca de 5 mL) de água destilada morna. Resfrie o filtrado e o transfira quantitativamente a um balão volumétrico de 100 mL com um funil de vidro. Adicione água destilada até a marca de 100 mL. Esta será denominada a partir de agora como solução D.
- Pipete 10,00 mL da solução D num Erlenmeyer de 250 mL. Adicione cerca de 10 mL de tampão de amônia (pH = 9-10) e adicione uma pequena quantidade do indicador ETOO utilizando a espátula-colher de vidro. Misture bem até obter uma solução roxa. Titule a solução com a solução padrão 2,00 × 10⁻³ M de EDTA, anotando as suas leituras da bureta na tabela abaixo. No ponto final, a coloração da solução mudará para azul. Repita a titulação conforme desejar e anote o volume aceitável da solução de EDTA consumida (V₂, mL) na tabela.

Item 3.4: Anotação dos volumes de solução padrão de EDTA consumidos.

(Você NÃO PRECISA preencher toda a tabela)



	Titulação No			
	1	2	3	4
Leitura inicial da bureta de EDTA, mL				
Leitura final da bureta de EDTA, mL				
Volume consumido de EDTA, mL				

Volume aceito, $V_2 = \text{-----}$ mL

Item 3.5: Calcule o número de mols de Zn^{2+} , presente em 100 mL da solução C

Item 3.6: Escreva as equações iônicas para as reações de óxido-redução que ocorrem na titulação com $KMnO_4$.

Item 3.7: Calcule o número de mols de Fe^{2+} , $n_{Fe^{2+}}$, presente em 100 mL da solução C. **VOCÊ PRECISARÁ DA CONCENTRAÇÃO PRECISA DO $KMnO_4$ COLOCADA NAS PAREDES DO SEU LABORATÓRIO.**

Item 3.8: Calcule o número de mols do ânion $C_2O_4^{2-}$, $n_{C_2O_4^{2-}}$, em 100 mL da solução C.

Item 3.9: Calcule o número de mols de água, n_{H_2O} , na amostra original de Z tomada para análise.

Item 3.10: Dê a fórmula empírica de Z.





XIX Olimpíada Iberoamericana de Química

Montevideú

Problema Experimental 1

Pontuação: 20%

Caracterização química do sal de Reinecke

O sal de Reinecke é o sal de um composto de coordenação mononuclear de cor vermelha com cromo como átomo central. O metal encontra-se coordenado a seis átomos de nitrogênio com uma geometria octaédrica (figura 1). Apresenta na sua esfera de coordenação dois tipos de ligantes monodentados diferentes. O átomo dador é o nitrogênio em todos os casos.



Figura 1 - Esquema que mostra a esfera de coordenação do cromo rodeado de 6 átomos de nitrogênio através dos quais os ligantes se unem ao cromo.

Foi sintetizado pela primeira vez em 1863 através da reação entre tiocianato de amônio e dicromato de amônio no estado fundido. O íon tiocianato une-se ao íon metálico, ocupando algumas das posições de coordenação. As outras posições são ocupadas por um ligante neutro gerado na reação. O sal de Reinecke cristaliza como hidrato, e se for aquecido ligeiramente durante um certo tempo, perde 13,83 % em massa correspondendo às águas de cristalização que contém. O sal de Reinecke é bastante solúvel em água e de acordo com os valores das medições de condutividade corresponde a um eletrólito forte cuja relação molar cátion:ânion é de 1:1.

Historicamente, foi muito usado para precipitar aminas na forma de sais de amônio. Quando se dissolve em água, o complexo de cromo presente no sal permanece inalterado na solução devido à inércia que o centro metálico apresenta em relação à substituição. Isto significa, que a velocidade de substituição dos ligantes que formam o íon complexo pelo ligante água, presente no solvente, é tão baixa que não é observável à temperatura ambiente. Porém, essa reação de substituição torna-se muito mais rápida ao aumentar-se a temperatura.



Nesta atividade, realizarás a determinação do conteúdo de cromo no sal de Reinecke através de uma titulação na qual adicionarás um excesso de EDTA e após aquecimento, determinarás a quantidade de EDTA que ficou sem reagir titulando-a com uma solução padrão de níquel(II). Com base neste resultado calcularás a percentagem de cromo no sal de Reinecke. Também realizarás dois ensaios qualitativos que estabelecerão o estado de oxidação do cromo e a natureza do único cátion presente no composto problema. Com esta informação deduzirás a fórmula química do sal de Reinecke.

Procedimento experimental

Etapa I: Determinação do conteúdo de Cr

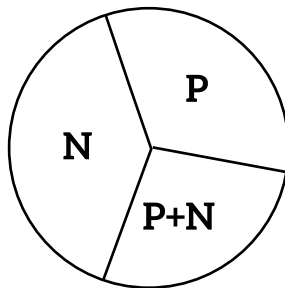
- 1) Transfira quantitativamente o total da amostra problema fornecida e contida num dos quatro porta-amostras rotulados “XX-X (seu código de estudante)/SR/x mg” para um Erlenmeyer de 50 mL, usando água destilada (aproximadamente 10 mL de água deverão ser suficientes para transferir todo o sólido).
- 2) Escreva na folha de respostas a massa de amostra que figura na etiqueta do porta-amostra.
- 3) Adicione 5,00 mL de solução padrão de EDTA (rótulo “EDTA 0,009084 mol L⁻¹”).
- 4) Leva a solução à ebulição lenta, agitando ocasionalmente até que a solução vermelha mude para violeta. Para isso use uma placa de aquecimento.
- 5) Deixa esfriar e adicione 2 mL do tampão amônia/amônio de pH 10 (rótulo “Buffer pH 10”). A solução mudará para uma cor azul.
- 6) No Erlenmeyer adiciona uma ponta de espátula do indicador murexide a 1 % em NaCl (rótulo “Murexida 1%”). A solução fica novamente de cor violeta.
- 7) Titule, utilizando uma bureta de 10,00 mL, com a solução padrão de níquel(II) (rótulo “NiCl₂ 0,004024 mol L⁻¹”) até mudança para cor castanho-alaranjado.
- 8) Repita os pontos 1-7 deste procedimento com os outros porta-amostras contendo a amostra problema, até à realização de entre duas a quatro titulações, conforme considerar adequado. Você terá no máximo quatro amostras para fazer esta titulação.





Etapa II: Reconhecimento do cátion

- 9) Transfira a amostra problema fornecida e contida num porta-amostras rotulado “XX-X (o teu código de estudante)/SR/Catión” para um béquer de 10 mL e misture-o com 1 mL de água destilada.
- 10) Adicione 1 gota de hidróxido de sódio 10 mol L⁻¹ (rotulado “NaOH 10 mol L⁻¹”) com uma pipeta de Pasteur de plástico e agite com uma espátula de plástico.
- 11) Desenhe com um lápis 3 secções num papel de filtro e coloque, com uma pipeta de Pasteur de plástico, a solução anterior e o reagente de Nessler (rótulo “Nessler”. **Atenção! Este reagente é tóxico, manipula-o com cuidado e em caso de dúvida chama o supervisor**), seguindo o esquema da figura.



P: Coloca uma gota de solução de sal de Reinecke

N: Coloca uma gota de reagente de Nessler

P+N: Coloca uma gota de solução do sal de Reinecke + uma gota de reagente de Nessler

- 12) Deixe secar e observe os resultados. Quando terminar, deve entregar este ensaio ao supervisor, anotando o teu código com lápis na parte de trás do papel de filtro.

Etapa III: Reconhecimento do estado de oxidação do cromo

- 13) Transfira a amostra problema fornecida e contida num porta-amostra rotulado “XX-X (o teu código de estudante)/SR/Cromo” para um tubo de ensaio rotulado com o teu código e misture-o com 1 mL de água destilada.
- 14) Adicione 3 gotas de hidróxido de sódio 10 mol L⁻¹ (rótulo “NaOH 10 mol L⁻¹”) com uma pipeta de Pasteur de plástico e agite.
- 15) Aqueça o conteúdo do tubo usando um banho-maria (ou banho de água quente), que voce vai preparar colocando água num copo de 250 mL e aquecendo-o na chapa de aquecimento. Observe a formação de um precipitado de cor verde escuro.
- 16) Uma vez quente, adicione gota a gota peróxido de hidrogénio 3% (rótulo



“H₂O₂ 3%”) até obter uma solução límpida de cor amarela-alaranjada (aproximadamente 12 gotas são suficientes).

- 17) Resfrie a solução usando um banho de água-gelo. Utilize, para isso, o recipiente térmico fornecido.
- 18) Adicione 2 mL de acetato de etila (rótulo “AcOEt”) e, a seguir, gota a gota, peróxido de hidrogénio em meio ácido (rótulo “H₂O₂·HCl”), agitando até se observar uma coloração azul na camada orgânica. A cor azul é devida à formação de ácido peroxicrômico, que pode escrever-se com a fórmula CrO₅·H₂O. Este é um composto de cromo(VI) que é pouco estável em água, mas estabiliza na camada orgânica.
- 19) Observe os teus resultados. Quando terminar, deve entregar, ao supervisor, o tubo com este ensaio.

Problema Experimental 2

Pontuação: 20%

Síntese de um precursor da Metacualona

A Metacualona é um agente sedante que atua a nível de Sistema Nervoso Central. Foi sintetizada pela primeira vez em 1951 e sua comercialização no mercado americano começou em 1965. No ano de 1972, já estava entre os 6 agentes sedantes mais vendidos, e em 1964, sua produção legal foi interrompida.

Uma das possíveis estratégias de síntese da Metacualona implica na preparação do **Composto 1** de acordo com a Figura 2.

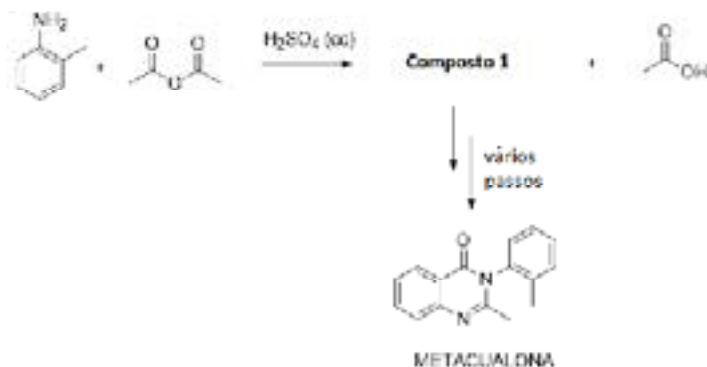


Figura 2 - Reação principal.



O objetivo desta prova experimental é a síntese do Composto 1 a partir de *o*-toluidina e anidrido acético, em um meio catalisado por ácido sulfúrico. Em seguida, a pureza do composto obtido será avaliada.

Procedimento experimental

Etapa I: Síntese do Composto 1

- 1) Em um frasco Erlenmeyer de 100mL, misture 2,4 mL de *o*-toluidina (rotulada "***o*-toluidina**") com 3,0 mL de anidrido acético (rotulado "**Ac₂O**"). Agite com uma bagueta de vidro.
- 2) Adicione duas gotas de ácido sulfúrico concentrado (rotulado "**H₂SO₄ cc**") e imediatamente resfrie o meio reacional em banho de gelo, agitando durante cinco minutos até a formação de sólido.
- 3) Ao sólido formado, adicione 50 mL de água destilada com o auxílio de uma proveta, permitindo que alcance a temperatura ambiente.
- 4) Aqueça então essa mistura até a ebulição com o auxílio de uma chapa de aquecimento, segurando o frasco com uma garra e agitando o frasco continuamente, até que todo o sólido seja dissolvido. Se porventura for formada uma fase oleosa, mantenha a agitação até observar a dissolução de grande parte da mesma.
- 5) Filtre a quente os possíveis óleos formados através de um funil com um chumaço de algodão adaptado. Deixe o filtrado esfriar a temperatura ambiente. O produto precipitará na forma de um sólido branco.
- 6) Filtre a vácuo o sólido obtido utilizando um funil de Büchner (ver Anexo I). Lave o mesmo com duas porções de 25 mL de água destilada cada uma. Terminada a última lavagem, mantenha a sucção até que não se observem mais gotas de líquido caindo do funil.
- 7) Descarte o filtrado no recipiente adequado (rotulado "**Filtrado**").
- 8) Transferir o produto obtido a uma placa de Petri rotulada com seu código de estudante. Esta placa foi previamente pesada e o supervisor escreverá esse dado em suas folhas de resposta durante a prova experimental.
- 9) Ao final desse procedimento, você obteve um produto de pureza aceitável para ser empregado em síntese. Retire uma pequena porção de sólido para



realizar a caracterização do produto e o controle de sua pureza por Cromatografia em Camada Delgada (TLC, ver Anexo II)

Etapa II: Caracterização do produto e avaliação de sua pureza

- 10) Na placa de Cromatografia em Camada Delgada que lhe foi fornecida, marque com lápis e régua uma linha inferior, a aproximadamente 0,5 cm da borda.
- 11) Em um tubo de ensaio, prepare uma solução do produto obtido, dissolvendo-o em uma pequena quantidade do solvente de corrida (rotulado “**Solvente TLC**”).
- 12) Aplique na placa (a aproximadamente 0,5 cm da borda) a solução do seu produto (A) e uma solução-padrão do reagente o-toluidina (rotulada “Patrón o-toluidina”) (B), utilizando tubo capilares, conforme mostrado na figura 3.



Figura 3 – Aplicação e desenvolvimento da análise por TLC.

- 13) Utilize como eluente de corrida a mistura fornecida (rotulada “**Solvente TLC**”) e deixe a eluição se desenvolver no recipiente correspondente. Ao terminar a eluição, marque a frente do solvente conforme indicado na figura 3.
- 14) Revele a placa com a lâmpada UV e determine o Fator de Retenção (R_f) do composto 1 e do reagente.
- 15) Ao finalizar o experimento, entregue ao supervisor do laboratório:
 - A placa desenvolvida dentro da bolsa plástica fornecida, rotulada com seu código de estudante.
 - O produto obtido dentro da placa de Petri rotulada com seu código de estudante.



Pista



A Dra. Kay Scarpetta, famosa advogada e médica, protagonista das novelas da escritora Patricia Cornwell, acaba de receber um novo cadáver. Logo após a rigorosa revisão técnico anatômica, a Dra. Scarpetta suspeita que a morte foi causada por envenenamento e descobre um sólido suspeito em uma das mãos do cadáver. A referida substância é enviada para análise no Laboratório de Química Forense e químico responsável pelo caso começa seu trabalho pela medida do ponto de fusão da substância desconhecida (PF = 133-135 ° C). Com essa informação e outros dados relacionados, fornecidos pela Dra. Scarpetta, procura-se reduzir a lista das possíveis substâncias a três (Figura 4). Uma vez que o química não dispunha de padrões dessas substâncias para uma possível comparação cromatográfica, nem do equipamento espectroscópico necessários, decidiu realizar uma série de análises qualitativas para a identificação da substância problema A.

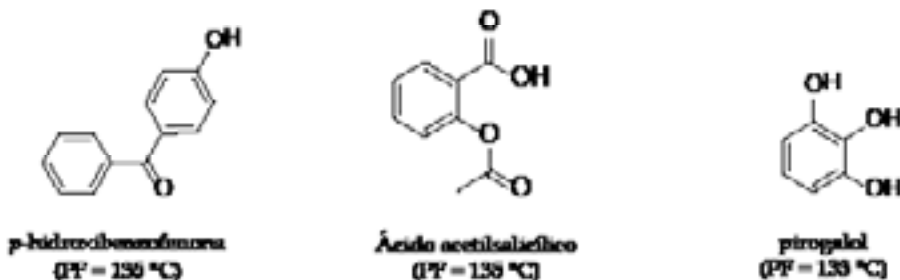


Figura 4 - Lista de possíveis substâncias.

Procedimento experimental

- 1) Dissolva em dois tubos de ensaio uma ponta de espátula da substância problema A (rotulada "**Problema A**") em 20 gotas de etanol (rotulado "**EtOH**").
- 2) Adicione em um dos tubos duas gotas de solução de cloreto de ferro(III) 1% (rotulada "**FeCl₃ 1%**"). Compare o resultado obtido com um branco contendo somente uma mistura de etanol e solução de cloreto de ferro(III) 1%.
- 3) Adicione ao segundo tubo que contém amostra duas gotas do reagente de



Brady (2,4-Dinitrofenilhidrazina, rotulado “**Brady**”). Compare o resultado obtido com um branco contendo somente uma mistura de etanol e reagente de Brady.

Anexo I

Filtração a Vácuo

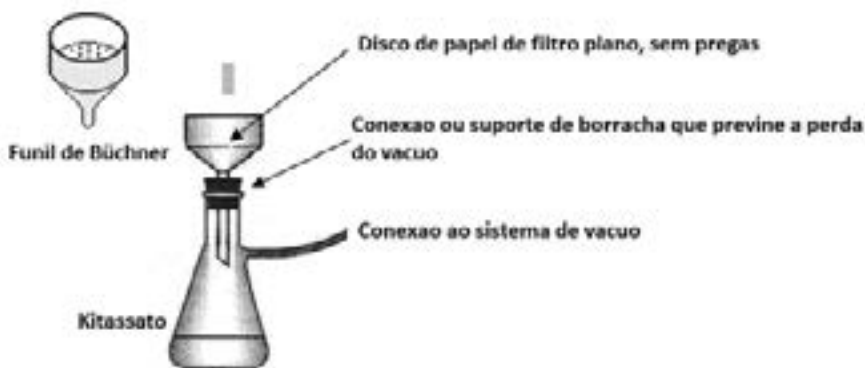


Figura A1 – Dispositivo para filtração a vácuo.

- 1- Para filtrar, corte um disco de papel de filtro que cubra totalmente os orifícios do funil Büchner e que encaixe perfeitamente plano sobre a placa filtrante. **Não deve apresentar pregas**; pois, se houver, o sólido se escorrerá, e você precisará voltar a filtrar a solução. Molhe o papel de filtro com água destilada para aderi-lo ao fundo do funil.
- 2- Conecte o sistema mostrado na figura A1 a uma das bombas ou trompas de vácuo que se encontram no laboratório. Ligue o sistema de vácuo e mantenha a sucção durante o tempo solicitado pelo procedimento. Peça a assistência de um supervisor para esta etapa.
- 3- Deixe o produto secar mantendo sucção por uns minutos, de acordo com as instruções do experimento.
- 4- Qualquer dúvida, você pode consultar um supervisor.



Anexo II

Cromatografia em Camada Delgada

Lhe foi fornecida uma placa de sílica gel 60 com indicador fluorescente e uma cuba (câmara, recipiente) de cromatografia. Coloque na cuba o solvente adequado uns 10 minutos antes de fazer a corrida cromatográfica. Não toque a superfície da placa com os dedos nem a raspe. Pegue-a sempre pelas bordas.

Marque com o lápis a linha de partida (origem) e os 3 pontos de aplicações, conforme a figura 3. Utilizando um capilar, aplique sobre cada um desses pontos uma gota das soluções a analisar. Entre cada aplicação enxague o capilar com um pouco da mistura eluente (rotulada “**Solvente TLC**”) colocada em um tubo de ensaio. Deixe **secar muito bem** a mancha da aplicação. Introduza a placa na cuba, cuidando para que o nível do solvente não atinja a linha de partida (figura 3).

ATENÇÃO: Não toque na cuba durante o desenvolvimento da eluição cromatográfica.

Deixe a eluição desenvolver-se e retire a placa da cuba, somente quando o solvente chegar a aproximadamente 2 mm abaixo da borda superior. Marque-meça com uma régua a distância percorrida pelo solvente desde a origem. Deixe-a secar.

Observe a placa sob a lâmpada de luz ultravioleta. Marque a posição das manchas dos compostos com o lápis. **NUNCA olhe diretamente para a luz ultravioleta.** Meça a distância percorrida por cada um dos compostos considerando a região central de cada mancha.

Determine o R_f dos compostos observados na placa.





Exame Teórico

Instruções

- Este exame contém um total de 34 páginas, incluindo as Folhas de Resposta, uma cópia da Tabela Periódica e um conjunto de equações, constantes universais e equivalências que lhes podem ser úteis.
- Escreva seu nome e o código de estudante no local designado na capa do exame.
- Cada EXERCÍCIO possui uma capa inicial com dados que você poderá necessitar para resolvê-los.
- Você tem 5 horas para completar todas as tarefas e para registrar seus resultados nas caixas de resposta. Você deve interromper seu trabalho imediatamente após receber o sinal de parada. Uma demora de mais de 3 minutos para interrompê-lo resultará numa penalização de 5 pontos.
- Você deve escrever todos os seus resultados nos espaços (caixas) apropriados de cada página. Nada que seja escrito em outro lugar será considerado para pontuação; você pode utilizar o verso das Folhas de Respostas como papel de rascunho.
- Quando necessário, escreva os cálculos relevantes nas caixas de respostas. Você somente receberá a nota máxima **se o procedimento para obter o resultado final estiver explícito.**
- Use somente a lapiseira fornecida e sua própria calculadora.
- Tenha em conta que nos dados numéricos a vírgula separa a parte inteira dos decimais, por exemplo: 6153,2 lê-se: “seis mil cento e cinquenta e três (vírgula) dois décimos”.
- Se você necessitar realizar cálculos de massas molares, utilize os dados da tabela periódica fornecida junta com o exame, empregando somente 3 algarismos significativos. Como de exemplo, considere a massa atômica do cloro 35,5 e a do carbono 12,0.
- Se precisar ir ao banheiro, peça permissão ao supervisor.
- Ao terminar o exame e quando for indicado, entregue as folhas de respostas conforme as instruções que serão dadas pelo supervisor. Não saia do laboratório, até que seja autorizado.





Constantes físicas, equações e equivalências

Constante de Avogadro, N	$6,0221 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de Boltzmann, k_B	$1,3807 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$
Constante de Coulomb, k	$8,99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \text{ C}^{-2}$
Constante Universal dos gases, R	$8,3145 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,08206 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
Constante de Faraday	$96485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$
Velocidade da luz, c	$2,9979 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Constante de Planck, h	$6,6261 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
Carga do elétron, e	$1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Permissividade do vácuo, ϵ_0	$8,8541 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{J}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$
Massa do elétron, m_e	$9,10938215 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Pressão padrão, P	$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$
Pressão atmosférica, P_{atm}	$1,01325 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ Torr} = 1 \text{ atm}$
Zero da escala Celsius	273 K
1 nanômetro (nm)	10^{-9} m
1 picômetro (pm)	10^{-12} m
1 Angstrom (Å)	10^{-10} m
Π	$3,1416$
1 cal	$4,184 \text{ J}$
1 m ³	1000 L



$$q = m C_p \Delta T$$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta E = q + W$$

$$\Delta H = \Delta E + \Delta(pV)$$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln(K)$$

$$pV = nRT$$

$$E = E^\circ - (RT/nF) \ln Q$$

$$\Delta G^\circ = -nFE^\circ$$

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

$$P_A = y_A P$$

$$y_1 + y_2 + \dots + y_n = 1$$

$$V_{\text{aluno}} = \pi (\text{raio}^2) \text{ altura}$$

$$V_{\text{cubo}} = \text{aresta}^3$$

$$d = m/V$$

$$c^2 = a^2 + b^2$$



EXERCÍCIO 1

(10%)

A lactose é um dissacarídeo presente no leite de todos os mamíferos, e por isso também é chamada de “açúcar do leite”. Ele é composto por glicose e galactose (que é o epímero na posição C-4 da glicose). Uma das primeiras etapas do seu metabolismo é a hidrólise enzimática realizada pela enzima lactase, produzindo D-glicose (Figura 1) e D-galactose livre. A lactase é uma β -galactosidase, ou seja, uma enzima que hidrolisa ligações glicosídicas nas quais a galactose está na configuração β .

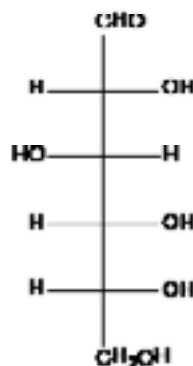


Figura 1. Forma aberta da D glicose.

(a) Desenhe a estrutura da D-galactose nas projeções de Fischer e de Haworth.

Reagindo a lactose com iodeto de metila, em condições adequadas, obtém-se a metilação de todos os grupos hidroxilas livres, formando octametil lactose. A hidrólise ácida deste derivado produz uma 2,3,4,6-tetra-O-metil-D-galactopiranosose, A, e 2,3,6-tri-O-metil-D-glucopiranosose, B.

(b) Desenhe as estruturas dos derivados A e B.

(c) Desenhe a estrutura da lactose.

(d) A lactosa é um açúcar redutor? SIM ou NÃO

(e) Na prática é possível mostrar se um açúcar é redutor ou não, utilizando o reagente de Fehling. A reação entre o açúcar em estudo e o reagente consiste em:

- Uma reação redox entre o açúcar e o ion Cu^{2+} , na qual o açúcar se oxida
- Uma reação redox entre o açúcar e o ion Ag^+ , na qual o açúcar se oxida
- Uma reação redox entre o açúcar e o ion Cu^{2+} , na qual o açúcar se reduz
- Uma reação redox entre o açúcar e o ion Ag^+ , na qual o açúcar se reduz

Os açúcares se encontram em algumas plantas, formando os chamados glicosídeos cianogênicos, metabólitos secundários que funcionam como uma



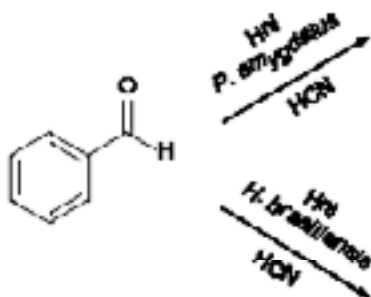
defesa natural da planta contra as agressões externas. Estes compostos são constituídos de uma α -hidroxinitrila (também chamada cianidrina) e um açúcar. Diante de um dano tecidual e conseqüente perda da integridade celular, estes glicosídeos entram em contato com as enzimas que os degradam (glicosídases), liberando cianeto de hidrogênio, causando toxicidade ao agressor.

O primeiro glicosídeo cianogênico descrito e estudado foi o O-gentiobiosídeo da (R)-mandelonitrila ou Amigdalina. O gentiobiose é um dissacárido constituído por duas unidades de D-glicopiranosose ligadas por uma ligação glicosídica β (1 \rightarrow 6).

(f) Desenhe a estrutura da gentiobiose na projeção de Haworth.

Uma possível síntese de (R)-mandelonitrila envolve a utilização de enzimas hidroxinitrila liases (Hnl), que permitem obter o produto enantiomericamente puro a partir de benzaldeído e cianeto de hidrogênio. A enzima Hnl isolada do amendoim, *P. amygdalus*, permite obter o estereoisômero (R) como um único produto e a Hnl isolada a partir da árvore da borracha, *H. brasiliensis*, dá selectivamente a cianidrina (S).

(g) Desenhe as estruturas das cianidrinas C e D com a estereoquímica correta.



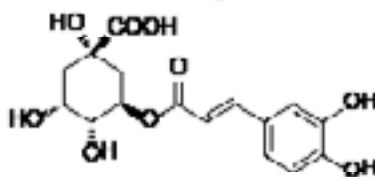
(h) Desenhe a estrutura da Amigdalina.



EXERCÍCIO 2

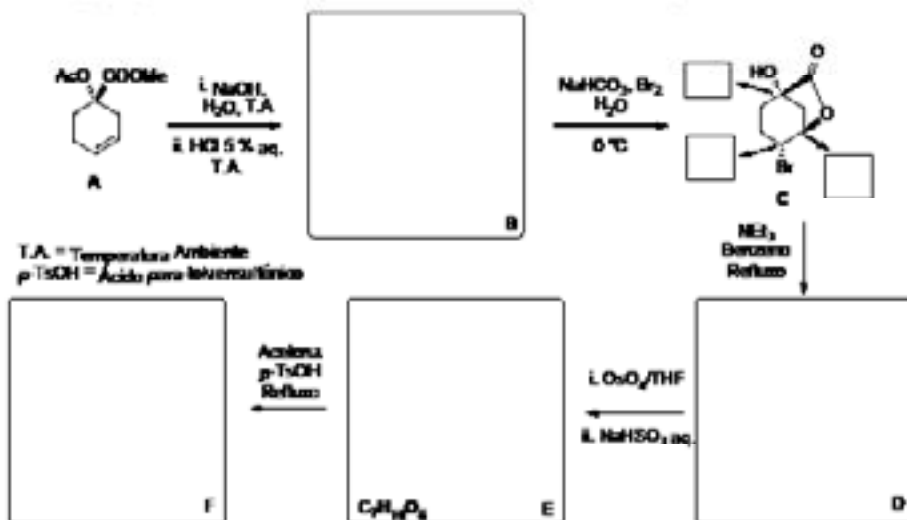
(10%)

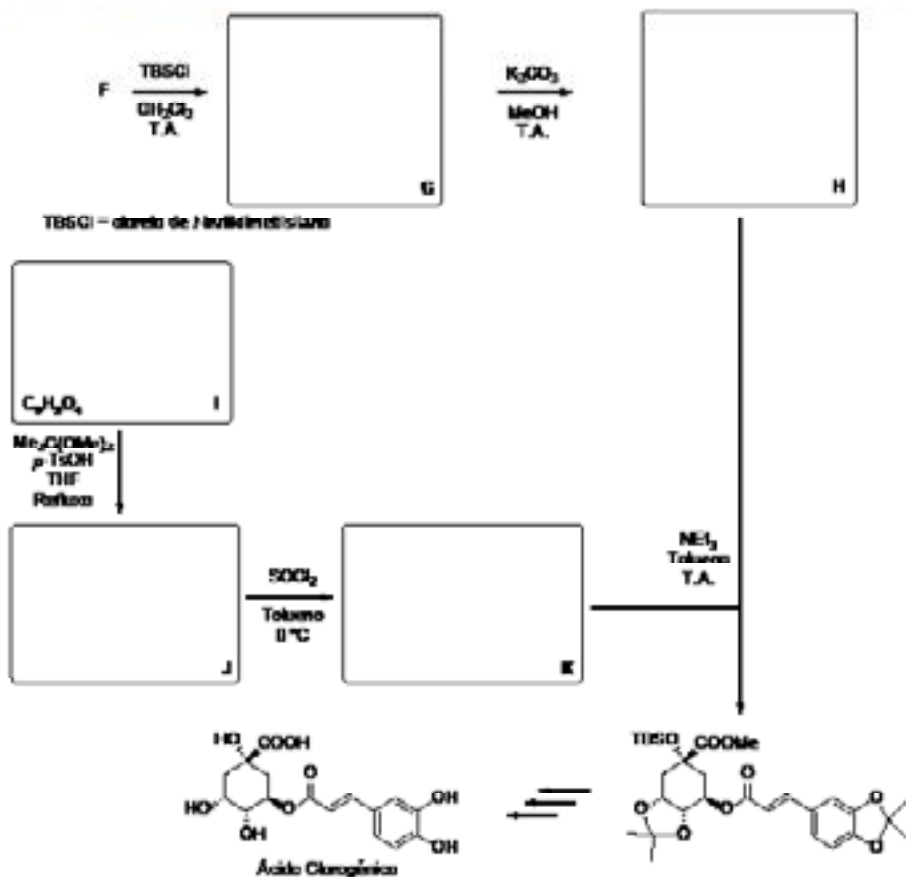
O mate é uma bebida tradicional do Uruguai. Refere-se à infusão feita a partir de folhas secas de erva-mate (*Ilex paraguariensis*). Esta bebida, com pequenas diferenças em seus padrões de preparação e consumo, também é típica de outros países, como Argentina, Paraguai e, em menor grau, do Brasil, Chile e Bolívia. No Uruguai cerca de 32 milhões de quilos de erva-mate é consumido anualmente. Extratos de erva-mate fornecem quantidades muito elevadas de cafeína e flavonóides. Por sua vez, em menor grau, um certo número de outros compostos que podem ter diversos interesses, são extraídos. Incluindo o ácido clorogênico, o que possui atividades biológicas promissoras como antidiabética, anti-hipertensiva e anti-inflamatória.



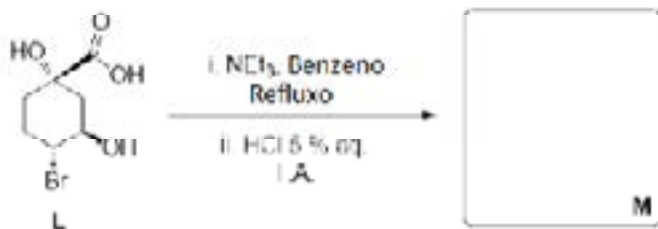
Ácido Clorogénico

- (a) Uma possível via de síntese do ácido clorogênico é apresentada a seguir. Desenhe as estruturas dos compostos **B, D, E, F, G, H, I, J e K** com a estereoquímica correta. Determine a configuração absoluta dos carbonos assimétricos (estereocentros) em C.



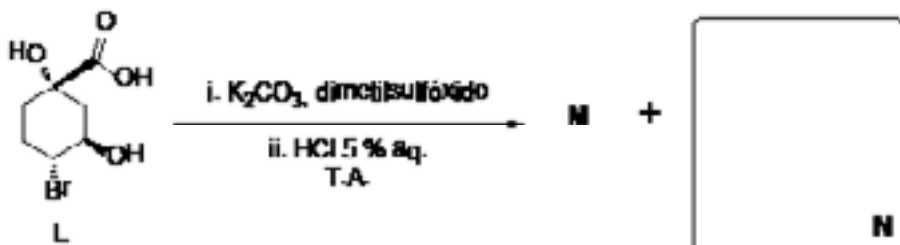


(b) Na síntese do intermediário C, isolou-se como subproduto um composto que foi identificado como L, o qual, tratado nas condições mostradas abaixo, produz o composto M. Desenhe a estrutura de M com sua estereoquímica correta, sabendo que ele não reage com ozônio.





- (c) Desenhe os confôrmeros de mínima energia, no equilíbrio, para o composto **L**. Indique também qual é o mais estável.
- (d) Reagindo **L**, a quente, com carbonato de potássio em dimetilsulfóxido, obtém-se uma mistura de **M** e **N**, os quais têm a mesma fórmula molecular. Desenhe a estrutura de **N** com sua estereoquímica correta.



- (e) Assinale os mecanismos pelos quais se obtém **M** e **N**.

Composto **M**: Composto **N**:

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Mecanismo E1 | <input type="checkbox"/> Mecanismo E1 |
| <input type="checkbox"/> Mecanismo E2 | <input type="checkbox"/> Mecanismo E2 |
| <input type="checkbox"/> Mecanismo SN1 | <input type="checkbox"/> Mecanismo SN1 |
| <input type="checkbox"/> Mecanismo SN2 | <input type="checkbox"/> Mecanismo SN2 |

EXERCÍCIO 3

(10%)

Realizar-se-á a síntese do cloreto de sódio a partir de seus elementos. Para tal, um reator rígido de 0,500 L será evacuado por meio da extração parcial do ar nele contido, usando uma bomba de vácuo, o que gera pressão e temperatura finais de 0,20 atm e 17,2 °C, respectivamente. Depois disso, cloro gasoso é injetado, gerando pressão e temperatura finais de 4,70 atm e 17,2 °C. Finalmente, 3,20 g de sódio metálico de pureza 98,9%, finamente dividido e preaquecido, são adicionados. A reação é iniciada com uma faísca, gerada entre dois eletrodos conectados a uma fonte de tensão. Quando a reação termina, 5,23 g de cloreto de sódio são obtidos.



- (a) Escreva a equação balanceada de obtenção do cloreto de sódio. Indique os estados físicos.
- (b) Calcule o rendimento da reação.

O reator no qual se realizou a reação foi colocado dentro de um recipiente termicamente isolado, contendo 1800 mL de água, para evitar o superaquecimento. Durante a reação, a temperatura da água se elevou de 17,2 a 22,1 °C.

- (c) Estime o ΔH de formação do NaCl em kJ mol^{-1} . Para tal, suponha que não há reações secundárias. Pode supor que, dentro do reator, a variação de temperatura durante o processo é desprezível.

A energia de rede (U_{rede}) é definida como a energia necessária para provocar a decomposição de um mol de sólido iônico em seus íons no estado gasoso. U_{rede} não pode ser determinada experimentalmente de maneira direta, portanto outra forma de estima-la é empregando dados experimentais tabelados para espécies relacionadas, como energias de ionização, eletroafinidades, entalpias de formação e entalpias de ligação.

- (d) Estime a energia de rede (U_{rede}) do cloreto de sódio, em kJ mol^{-1} , de acordo com a definição anterior.

De acordo com o modelo de ligação iônica, a energia de rede (U_{rede}) pode ser estimada conforme a equação de Born-Landé:

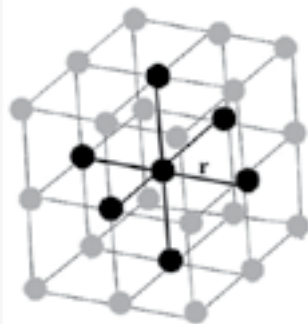
$$U = \frac{-kANz_Cz_Ae^2}{r_C + r_A} \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

Onde k é a constante de Coulomb, A é uma constante adimensional que depende da estrutura cristalina e denominada constante de Madelung, N é o número de Avogadro, z_C e z_A representam as cargas do cátion e do ânion, e é a carga do elétron, r_C e r_A são os raios do cátion e do ânion e n é o expoente de Born, que contabiliza a repulsão entre íons devido às suas nuvens eletrônicas. Para descobrir o expoente de Born, deve-se escrever a configuração eletrônica do cátion e do ânion, selecionar os valores de n para cada um, de acordo com a tabela fornecida na folha de rosto, e, por fim, achar a média entre os valores.

- (e) Escreva a configuração eletrônica no estado fundamental dos íons sódio e cloreto. Calcule também o expoente de Born para o cloreto de sódio.
- (f) Empregando a equação de Born-Landé, calcule a energia de rede em kJ mol^{-1}



A constante de Madelung, que aparece na equação e Born-Landé, é calculada a partir de uma série matemática de infinitos termos, que leva em conta as atrações e repulsões dos cátions e ânions presentes na rede cristalina. Vejamos o que acontece no cálculo da constante de Madelung para o cloreto de sódio. Para o cátion sódio assinalado bem no centro do desenho (célula unitária do cloreto de sódio), observa-se que apresenta 6 interações atrativas iguais com os seis ânions marcados em preto, que se localizam a uma distância r (aproximadamente igual a $r_c + r_A$)

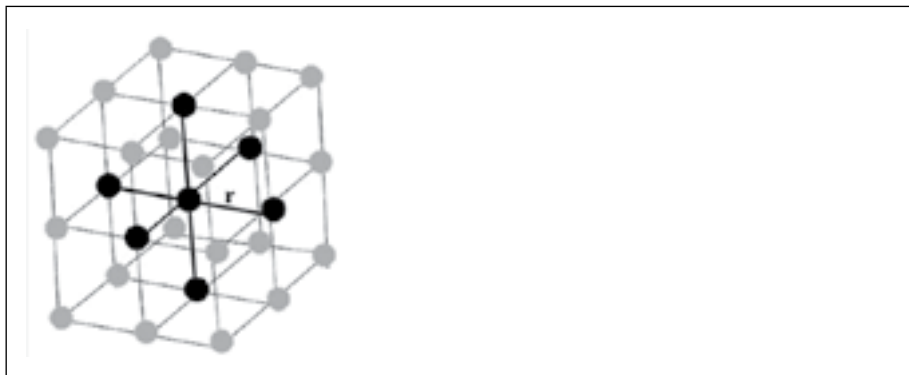


Célula unitária do cloreto de sódio. Observe que íons distintos foram pintados da mesma cor.

Assim, o primeiro termo da Constante de Madelung é calculado da seguinte forma: Determina-se o número de íons a uma dada distância r e divide-se por r . Portanto, o primeiro termo seria $6/r$. Se tomarmos r como unidade de distância na rede cristalina, o primeiro termo seria, finalmente, $6/1 = 6$.

Seguindo esse raciocínio, o segundo termo representa a repulsão do cátion central com os outros cátions Na^+ mais próximos na rede cristalina, que estão localizados a uma distância maior que r .

(g) Calcule o segundo termo da série, tomando r como unidade de distância na rede. Indique também no desenho quais são os íons Na^+ envolvidos.



(g) Estime a densidade do cloreto de sódio sólido, em g cm^{-3}



Dados

- Considere que toda fase gasosa se comporta idealmente
- Densidade da água = 1,00 g mL⁻¹
- Calor específico da água = 4,18 cal g⁻¹ K⁻¹
- $\text{Na}(s) \rightarrow \text{Na}^+(g) + e \quad \Delta H^0 = 603,2 \text{ kJ mol}^{-1}$
- $\Delta H^0_f(\text{Na}^+, s) = -411,0 \text{ kJ mol}^{-1}$
- Entalpia de ligação Cl-Cl = 243,36 kJ mol⁻¹
- $\text{Cl}(g) + e \rightarrow \text{Cl}^-(g) \quad \Delta H^0 = -348,8 \text{ kJ mol}^{-1}$
- Constante de Madelung (cloreto de sódio) = 1,75
- $r(\text{Na}^+) = 116 \text{ pm}$
- $r(\text{Cl}^-) = 167 \text{ pm}$
- Expoentes de Born:

Configuração electrónica	N
[He]	5
[Ne]	7
[Ar]	9
[Kr]	10
[Xe]	12

EXERCÍCIO 4

(15%)

A 298K, constrói-se uma pilha com dois compartimentos. Ambos constam de um eletrodo de níquel submerso em uma solução aquosa de cloreto de níquel. A um dos compartimentos, se adiciona uma solução aquosa de carbonato de sódio, causando a precipitação de um slido verde. Essa fase sólida adere ao eletrodo e participa do processo eletroquímico. O circuito da pilha é fechado com a adição de uma ponte salina e de um multímetro.

- (a) Escreva a equação balanceada que representa a reação de precipitação do solido verde. Indique os estados físicos.



- (b) Escreva e balanceie as duas semirreações que ocorrem na pilha, indicando qual eletrodo funciona como ânodo e qual funciona como cátodo. Escreva e balanceie também a equação global da pilha. Inclua os estados físicos.
- (c) Calcule a constante do produto de solubilidade (K_{ps}) do sólido a 298 K.
- (d) i) Utilizando o valor de K_{ps} que você obteve na seção anterior, calcule a solubilidade molar do sólido verde em água a 298 K. Se não puder resolver a parte (c), considere que o K_{ps} do sólido, tabelado a 298 K, é $7,00 \times 10^{-9}$.
- ii) Se essa solução saturada contém 0,950 mg de soluto por cada 100 g de solvente a 298 K, calcule sua densidade na mesma temperatura em mL^{-1} .

O compartimento que contém a fase sólida verde foi construído colocando o eletrodo de níquel em uma mistura de 10 mL de uma solução de carbonato de sódio $1,0 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ e 90 mL de uma solução $2,1 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ de cloreto de níquel (II)

- (e) Calcule as concentrações de íon níquel e íon carbonato e a massa de sólido precipitado, em mg, a 298K, uma vez alcançado o equilíbrio de solubilidade e antes de conectar a pilha. Suponha que os volume são aditivos;

O outro compartimento foi construído mergulhando o eletrodo de níquel em uma solução $0,20 \text{ mol L}^{-1}$ de cloreto de níquel(II).

- (f) Calcule o potencial da pilha a 298 K. Se você não pôde calcular alguma das concentrações anteriores, pode utilizar as concentrações iniciais que considerar necessárias.

A solução do compartimento que contém o sólido verde foi filtrada e seu pH foi ajustado para 10,75 pela adição de uma solução-tampão. Dois eletrodos de platina foram mergulhados, e a solução foi eletrolisada. Ajustando as condições experimentais, é possível oxidar seletivamente o íon carbonato presente, para fornecer como produto o íon peroxidicarbonato, $\text{C}_2\text{O}_6^{2-}$. Estruturalmente, esse anión é formado por dois íons carbonato unidos através de uma ligação tipo peróxido.

- (g) Escreva e balanceie a equação que representa a semirreação de oxidação do íon carbonato. Indique os estados físicos.
- (h) Desenhe as estruturas de Lewis em ressonância dos íons carbonato e peroxidicarbonato.
- (i) Indique qual é a geometria molecular e a hibridização dos seguintes átomos no íon peroxidicarbonato.



**Átomos de carbono:**

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Tetraédrica | <input type="checkbox"/> sp |
| <input type="checkbox"/> Pirâmide Trigonal | <input type="checkbox"/> sp^2 |
| <input type="checkbox"/> Trigonal plana | <input type="checkbox"/> sp^3 |
| <input type="checkbox"/> Quadrada plana | <input type="checkbox"/> sp^3d |
| <input type="checkbox"/> Angular | <input type="checkbox"/> Não hibridiza |

Átomos de oxigênio da ligação tipo peróxido:

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Tetraédrica | <input type="checkbox"/> sp |
| <input type="checkbox"/> Pirâmide Trigonal | <input type="checkbox"/> sp^2 |
| <input type="checkbox"/> Trigonal plana | <input type="checkbox"/> sp^3 |
| <input type="checkbox"/> Quadrada plana | <input type="checkbox"/> sp^3d |
| <input type="checkbox"/> Angular | <input type="checkbox"/> Não hibridiza |

Essa reação de oxidação do íon carbonato tem sido estudada intensamente, já que o íon peroxidicarbonato que é obtido como produto é um potente agente alvejante (branqueador) que se utiliza na indústria dos produtos de limpeza. Cientistas canadenses analisaram a cinética desse processo, medindo a variação da concentração de íon carbonato em função do tempo. Os resultados, a 298 K, estão exibidos na tabela à direita. A partir dos dados, a lei de velocidade calculada é: $v = k$ [íon carbonato].

Calcule a constante de velocidade k em s^{-1} , a 298 K

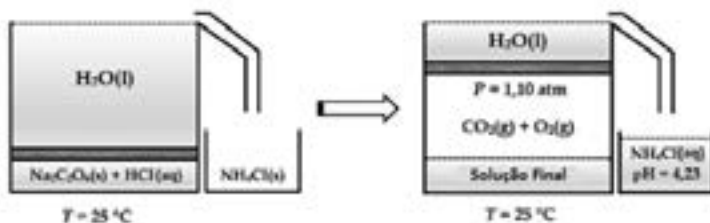
Se esse mesmo experimento for repetido a diferentes temperaturas, pode-se obter a equação que representa a variação da constante de velocidade k em função da temperatura T . A expressão é

$$U = \frac{-kANz_C z_A e^3}{r_C + r_A} \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

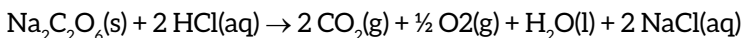
Determine a energia de ativação, em kJ mol^{-1} . Para isso, suponha que a expressão da lei de velocidade e o mecanismo reacional não variam com a temperatura.



O íon peroxidicarbonato obtido eletroliticamente é precipitado posteriormente como o sal de sódio $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_6$. Para que esse produto possa ser utilizado em formulações de alvejantes, é necessário um mínimo de pureza de 95%. Com o objetivo de determinar a pureza do $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_6$ preparado, monta-se o sistema mostrado na figura, a 25°C . Coloca-se inicialmente 1,10 g do $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_6$ preparado, em presença de quantidade suficiente de ácido clorídrico, em um recipiente rígido e fechado com um êmbolo ideal (de massa e atrito desprezíveis). Sobre o êmbolo, se adiciona água líquida até o topo do recipiente.



O $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_6$ reage quantitativamente ($R = 100\%$) com o HCl de acordo com a equação seguinte:



produzindo uma mistura de CO_2 e O_2 gasosos cuja pressão total é 1,10 atm. Quando a reação terminou, os gases deslocaram o êmbolo para cima, fazendo com que parte da água que se encontrava sobre o sistema fosse transferida quantitativamente a um recipiente anexo, contendo 161 g de cloreto de amônio sólido puro. Assim que todo o cloreto de amônio se dissolve na água, o pH da solução resultante é 4,23 e sua densidade é $1,08 \text{ g mL}^{-1}$

- (l) Calcule a concentração, em mol L^{-1} , de cloreto de amônio no recipiente anexo
- (m) Calcule o volume de água, em mL, que foi transferido ao recipiente anexo.
- (n) Estime a pureza do $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_6$ obtido e indique se está apto a ser utilizado na formulação de alvejantes. Você pode realizar três aproximações: (i) que o volume da solução dentro do recipiente com o êmbolo não varia durante a reação; (ii) que a solubilidade dos gases nessa solução é desprezível e (iii) que a pressão de vapor de água a 25°C é nula. Se você não pôde calcular o volume de água transferido, empregue o valor 100 mL.





Dados

- Potenciais-padrão de redução 298 K:
 - $E^\circ(\text{Ni}^{2+}(\text{ac})/\text{Ni}(\text{s})) = -0,230 \text{ V}$
 - $E^\circ(\text{NiCO}_3(\text{s})/\text{Ni}(\text{s})) = -0,472 \text{ V}$
 - $E^\circ(\text{Na}^+(\text{ac})/\text{Na}(\text{s})) = -2,710 \text{ V}$
 - $E^\circ(\text{C}_2\text{O}_6^{2-}(\text{ac})/\text{CO}_3^{2-}(\text{ac})) = 0,451 \text{ V}$
 - $E^\circ(\text{Cl}_2(\text{g})/\text{Cl}^-(\text{ac})) = 1,360 \text{ V}$
- Constantes de equilíbrio a 298 K:
 - $K_w = 1,00 \times 10^{-14}$
 - $K_b(\text{NH}_3) = 1,80 \times 10^{-5}$
- Densidade da água = $1,00 \text{ g mL}^{-1}$
- Considere que a densidade da água não se altera com a temperatura.
- Em todos os casos, considere aplicável a Equação de Arrhenius
- Considere que toda fase gasosa se comporta idealmente
- Considere que as concentrações são iguais às atividades.
- Desconsidere a hidrólise dos íons carbonato e níquel(II)

EXERCÍCIO 5

(15%)

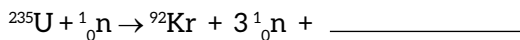
Nos reatores nucleares utiliza-se a fissão nuclear para produzir energia. No processo de fissão, um núcleo pesado divide-se em dois ou mais fragmentos, dando origem a uma grande quantidade de energia por grama de material que fissionou. Para obter uma fissão controlada pode-se bombardear, por exemplo, núcleos de urânio-235 com nêutrons que tenham a energia adequada. Neste processo, os nêutrons são absorvidos pelos núcleos de urânio que ficam instáveis, dividindo-se em dois ou mais núcleos menores.

(a) Complete a seguinte tabela:

Núcleo	Número de massa	Número atômico	Número de prótons	Número de nêutrons
^{235}U				



- (b) Complete a equação que simboliza um processo de fissão do urânio-235.



Na verdade, quando o urânio-235 se fissiona, são produzidos muitos núcleos diferentes. Embora a massa média dos fragmentos seja de 118, a maior parte das fissões fornece fragmentos irregulares cujas massas se encontram entre 95 e 137. A maioria desses fragmentos são instáveis e podem ser muito perigosos se liberados ao meio ambiente. O céσιο-137 é um dos produtos de fissão mais comuns nos reatores nucleares que empregam urânio-235. Além disso, é também um dos mais problemáticos, devido à sua mobilidade no ambiente, porque na forma de íon ${}^{137}\text{Cs}^+$ ele é incorporado aos ciclos biológicos e aos seres vivos, principalmente por conta de sua elevada solubilidade em água. Isso é agravado pelo fato de ser um problema persistente devido à sua meia-vida, de 11012 dias.

- (c) O céσιο-137 é um emissor beta, que decai espontaneamente a um isótopo metaestável de bário, ${}^{137\text{m}}\text{Ba}$. O ${}^{137\text{m}}\text{Ba}$, por sua vez, é um emissor gama que apresenta uma meia-vida de apenas 153 segundos, transformando-se em ${}^{137}\text{Ba}$, que é estável. Escreva as duas equações de decaimento radioativo correspondentes.

Logo após um acidente nuclear, foi constatado que a atividade de ${}^{137}\text{Cs}$ em uma amostra de água de um lago próximo era de 2500 desintegrações por segundo (dps) por cada litro de água. A atividade de um emissor radioativo se relaciona à quantidade de átomos presentes de acordo com a seguinte equação:

$$A = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} N$$



Onde A é a atividade em dps, N é o número de átomos radioativos e $t_{1/2}$ é o tempo de meia-vida, ou seja, o período de tempo que deve transcorrer para que a atividade caia à metade.

- (d) Calcule a concentração de céσιο-137 no lago, em mol L^{-1} .

O lago em questão tem uma forma aproximadamente cilíndrica, com um diâmetro de 3,00 km e uma profundidade de 110 m.



(e) i) Estime o volume do lago em litros

ii) Calcule a consequente atividade de céσιο-137 em dps.

Assim que se passam 10 anos do acidente, deseja-se realizar um tratamento da água para sua recuperação. Devido ao tempo decorrido, a atividade haverá variado ao longo do tempo de acordo com a seguinte equação:

$$A = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} N$$

Onde A é a atividade em dps após dado tempo t, A_0 é a atividade inicial em dps e $t_{1/2}$ é o tempo de meia-vida.

(f) Estime qual porcentagem da atividade de céσιο-137 inicial do lago que se mantém depois de decorridos 10 anos

Para purificar a água do lago, um químico propôs um procedimento no qual, na etapa final, se dissolvia azul da Prússia ($\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$) na água do lago. Este composto contém o ânion $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$, que é capaz de precipitar o céσιο que está dissolvido na água do lago. A equação que representa o processo de precipitação é a seguinte:



(g) Calcule a massa mínima de $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ (massa molar = $858,6 \text{ g mol}^{-1}$) que pode precipitar todo o céσιο-137 que ainda permanece no lago após uma década. Considere que esta é a única reação de precipitação que ocorre. Se você não conseguiu calcular a atividade após decorridos 10 anos, pode utilizar a atividade inicial.

(h) Indique qual das afirmações seguintes relacionadas com o azul da Prússia é correta.

- O estado de oxidação do ferro no cátion é +2
- O estado de oxidação do ferro no ânion é +2
- O estado de oxidação do ferro no cátion é +4
- O estado de oxidação do ferro no ânion é -4
- Nenhuma das opções anteriores é correta



O gerente da empresa encarregada de purificar a água do lago verificou que esta metodologia para retirar o íon cério-137 só seria economicamente rentável se o seu rendimento fosse superior a 90%.

- (i) Calcule o valor da constante de equilíbrio, a 25 °C, para a reação de precipitação 1. Indique também se o processo será economicamente rentável.

$K =$	Economicamente rentável? SIM ou NÃO
-------	--

O químico deve sugerir o momento do ano em que se deverá fazer o tratamento da água do lago. Para isso é muito importante considerar tanto a temperatura como o volume da água do lago, os quais, variam durante todo o ano. Estas duas grandezas afetarão o rendimento do processo de precipitação do $Cs_4[Fe(CN)_6](s)$. O químico recolheu os dados seguintes da temperatura e do volume médios da água do lago por mês:

Mês	$T(^{\circ}C)$	$V(L)$	Mês	$T(^{\circ}C)$	$V(L)$	Mês	$T(^{\circ}C)$	$V(L)$
Janeiro	21,5	$6,5 \times 10^5$	Maio	17,6	$7,6 \times 10^5$	Setembro	16,8	$7,0 \times 10^5$
Fevereiro	21,3	$6,7 \times 10^5$	Junho	16,0	$7,3 \times 10^5$	Outubro	17,3	$7,4 \times 10^5$
Março	20,8	$7,0 \times 10^5$	Julho	15,3	$6,9 \times 10^5$	Novembro	18,7	$7,0 \times 10^5$
Abril	19,7	$7,5 \times 10^5$	Agosto	14,2	$6,5 \times 10^5$	Dezembro	20,5	$6,9 \times 10^5$

- (j) Indica em que mês do ano se deve realizar a purificação da água do lago descrita na parte (g) para minimizar a solubilidade do $Cs_4[Fe(CN)_6](s)$.

- | | | |
|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Janeiro | <input type="checkbox"/> Maio | <input type="checkbox"/> Setembro |
| <input type="checkbox"/> Fevereiro | <input type="checkbox"/> Junho | <input type="checkbox"/> Outubro |
| <input type="checkbox"/> Março | <input type="checkbox"/> Julho | <input type="checkbox"/> Novembro |
| <input type="checkbox"/> Abril | <input type="checkbox"/> Agosto | <input type="checkbox"/> Dezembro |

- (l) Calcule o quociente entre os valores da constante de equilíbrio da reação 1 entre os meses de janeiro e julho.





Dados

- $S^0(\text{Cs}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6], \text{s}) = 44,5 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
- $S^0(\text{Cs}^+, \text{aq}) = 133,1 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
- $S^0([\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}, \text{aq}) = 95,0 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
- Considere que ΔH e ΔS são independentes da temperatura



Destaques Olímpicos - 2014

A Fase III da OBQ-2014 resultou em uma quantidade de estudantes medalhados os quais se credenciaram a participar da Fase seguinte da olimpíada. Somados aos estudantes medalhados na OBQjr do ano anterior, tivemos setenta e seis candidatos na OBQ-2013 Fase IV que representa a fase inicial do processo seletivo para a escolha dos estudantes que representaram o Brasil nas olimpíada internacionais em 2014.

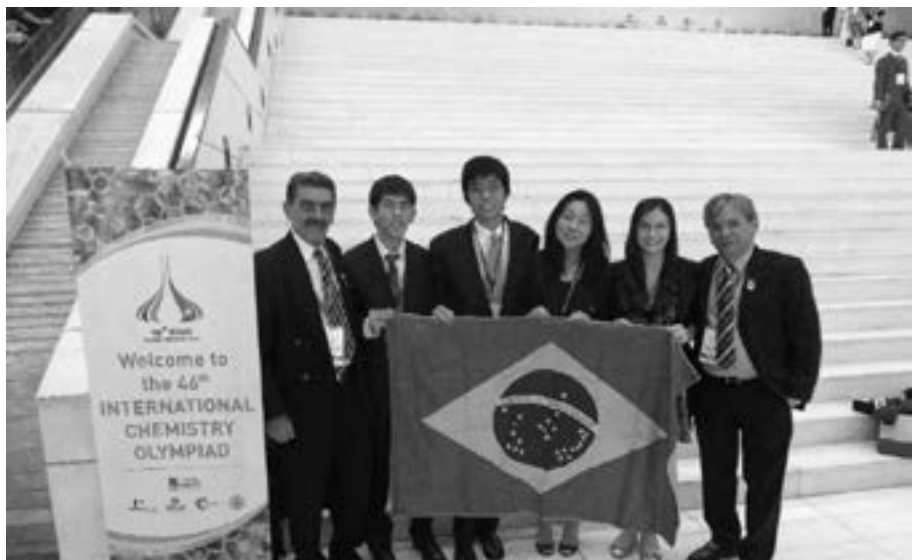
O exame classificou 18 alunos para participar do Curso de Aprofundamento e Excelência em Química ministrado por professores do Curso de Pós-graduação em Química da UFPI, realizado no período de 10.03 a 22.03.2014.

Participaram dessa **Quinzena Olímpica** os estudantes: Artur Souto Martins, Lia de Oliveira Domingues, Giovanni Elson Rafael de Souza, George Henrique N. da Mota Junior, Glicia Rodrigues Ferreira, Pedro Teotônio de Sousa e Leticia Campos de Oliveira (**Ceará**); Chan Song Moon, Elcio Koodiro Yoshida, Kevin Eiji Iwashita, Arthur Lasak Okuda e Leonardo Henrique Martins Florentino (**São Paulo**); Daniel Tenório C. Soares, Pedro Filipe Medeiros Gomes e Gianluca Carrilho Malta (**Pernambuco**); David Silva Almeida, Fábio Gabriel Costa Nunes e Pedro Jorge Luz A. Cronemberger (**Piauí**).

Trinta dias após a quinzena olímpica o processo seletivo foi finalizado com a aplicação do exame elaborado pelos professores da UFPI com base nos conteúdos por eles discutidos (FASE VI). O resultado selecionou os cinco estudantes com maiores escores: **Chan Song Moon, Kevin Eiji Iwashita, Lia de Oliveira Domingues, Artur Souto Martins e Fábio Gabriel Costa Nunes**.

Os quatro primeiros representaram o Brasil na 46th International Chemistry Olympiad, realizada em Hanói-Vietnã e o estudante Fábio Nunes integrou a delegação brasileira que participou na XIX Olimpíada Iberoamericana de Química, realizada em Montevidéu-Uruguai, substituindo a estudante Lia Domingues.

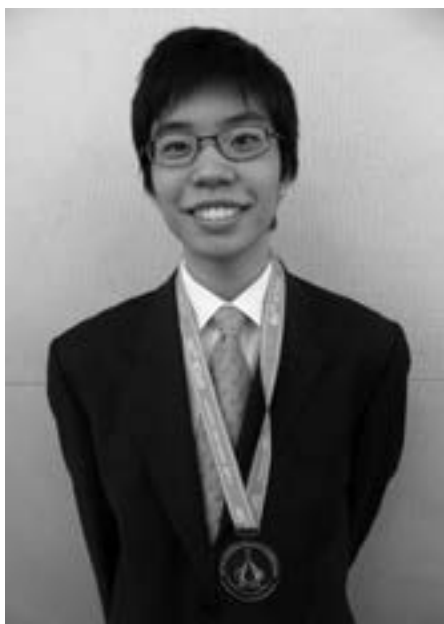




Delegação Brasileira na 46th IChO, Hanói (julho-2014)



Artur, medalha de bronze na 46th IChO e medalha de prata na XIX OIAQ.



Kevin, medalha de bronze na 46th IChO e medalha de prata na XIX OIAQ.



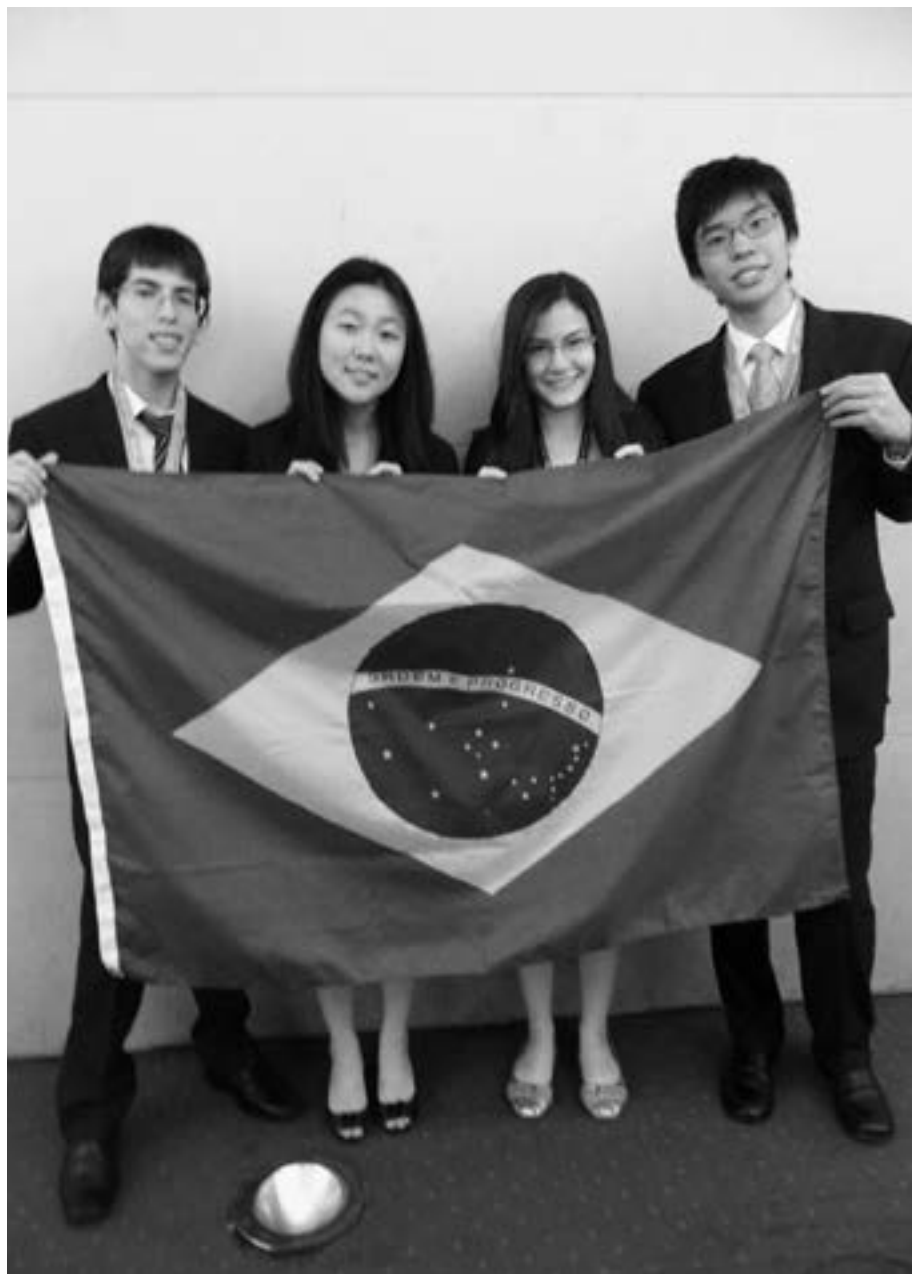
Chan, medalhas de bronze na 46th IChO e na XIX OIAQ.



Fábio, medalha de bronze na XIX OIAQ.



Lia, representou o Brasil na 46th IChO





Em ombros de gigantes

Iniciei minha participação no mundo olímpico aos 13 anos, quando participei pela primeira vez da Maratona Cearense de Química. Ao longo de 6 (seis) anos de dedicação contínua, entre altos e baixos, cresci, me transformei, tanto no âmbito profissional como no pessoal. Esse crescimento foi mediado por inúmeros ensinamentos e lições proporcionados pela olimpíada no decorrer dos anos e pelos quais sou e serei extremamente grata. Dentre tantas lições, uma se destaca, porque, para mim, esta se converteu em algo de valor inestimável: o único limite é aquele que você define para si mesmo.

Gostaria de ilustrar um exemplo de como essa lição mudou a minha vida. Durante a minha primeira participação na IChO eu conheci pessoas de todas as partes do mundo que, assim como eu, tinham uma afinidade – para não dizer paixão – especial pela química e seu mundo. Imaginem minha surpresa ao descobrir que estes adolescentes, que tinham tanto em comum comigo, haviam ousado pleitear vaga nas melhores universidades do mundo onde poderiam se especializar na química e construir uma carreira pautada por essa ciência tão instigante – todos foram aceitos. Isso era tudo o que eu precisava saber. Seria possível sim estudar no exterior e potencialmente em universidades renomadas; essa realidade também poderia ser minha. Desse momento em diante eu sabia exatamente o que fazer: unir a minha paixão pela química com a minha vontade de estudar no exterior. Fiz tudo que estava ao meu alcance para realizar esse sonho e seria mentira se eu não admitisse que foram muitos os desafios e as abdições. No dia 15 de março de 2007, após quase 2 anos de dedicação e preparação, recebi a carta de aceitação do Massachusetts Institute of Technology. O diferencial na minha aplicação? Acredito veementemente que minha performance nas olimpíadas de química foi o principal fator e sem a qual eu jamais teria realizado esse sonho.

À primeira vista pode parecer que realizar sonhos e alcançar objetivos depende única e exclusivamente do indivíduo. Essa é uma noção com a qual discordo categoricamente. O estabelecimento de limites é uma ação que parte do indivíduo, entretanto, o caminho a ser seguido para alcançar as metas definidas é um processo colaborativo. No meu caso o apoio incondicional da minha família, dos meus professores e da minha escola foi fundamental. Minha família apoiou meu horário de estudo de domingo a domingo, minha indisponibilidade para viajar durante carnaval ou Semana Santa, dentre tantas outras abdições e sacrifícios.

Meus pais não mediram esforços para me proporcionar o que fosse necessário: os exames de inglês e de ciências requeridos como parte do processo





seletivo para as universidades americanas, os últimos lançamentos em livros de química, ou me buscar no colégio às 10 horas da noite. Mais importante foi o fato deles me deixarem sonhar, não tentar me impedir ou impor obstáculos. Até hoje na sociedade cearense sair de casa rumo a outro país com apenas 17 anos, especialmente para uma mulher, não é algo que todas as famílias autorizariam ou apoiariam. Isso sem falar na escolha consciente de estudar química quando os cursos de medicina, direito e engenharia são vistos como claramente superiores e restrito aos “melhores alunos”. Meus professores, por sua vez, se desdobravam para me proporcionar a melhor preparação. Meus eternos mestres corrigiam meus exercícios nos fins de semana, ficavam horas ao telefone esclarecendo minhas dúvidas, davam aulas extras focando nas minhas deficiências, compartilhavam a experiência adquirida ao longo de anos, só para citar alguns exemplos. Minha escola nunca me disse “Não”, ao contrário, se desdobrou para deixar ao meu dispor simplesmente tudo que estava ao seu alcance: desde transporte para as diferentes sedes, ao material didático, salas de aula e professores.

Meu caminho até agora foi marcado por pessoas que, talvez, jamais entenderão o quanto fizeram de mim uma pessoa e profissional melhores. Espero com esse texto dar testemunho do poder de sonhar alto, de sempre buscar além, e do papel crucial desempenhado pelos personagens que fazem parte da história de cada um de nós. Apoio incondicional é um presente que pode – e deve – ser conquistado. Minha família, meus professores e a minha escola testemunharam a diligência e a determinação que dediquei à realização dos meus sonhos e que pude desenvolver graças à olimpíada. Meu caminho teve início com as Olimpíadas de Química, um certame que se constitui mais que uma simples competição, a mim ela mostrou que sonhos podem ser mais que sonhos quando existe dedicação, e provou-me que eu não teria chegado tão longe se não fosse pelas mãos dos gigantes que encontrei pelo caminho, os quais me puseram em seus ombros e me ajudaram a enxergar mais longe.

Thaís Terceiro Jorge

Consultora na Merck KGaA, Alemanha

Bacharel em Química e Biologia - MIT

Mestre em Epidemiologia Ambiental e

Avaliação de Riscos - Harvard School of Public Health
Medalha de Prata na IChO 2008 em Budapeste, Hungria

Medalha de Prata na IChO 2007 em Moscou, Rússia

Medalha de Ouro na OIAQ 2007 no Rio de Janeiro, Brasil

Medalha de Ouro na OBQ - 2005, 2006, 2007



A Química mudou a minha vida

Comecei a participar de Olimpíadas Científicas em 2011, com a OBMEP. Meu empenho nunca havia sido tão intenso, antes preferia jogar futebol. Até gostava bastante de matemática e astronomia, mas o que mudou a minha vida foi a química. Em 2014, quando participei pela primeira vez da OBQJr, fiquei sabendo que iria fazer a prova no mesmo dia, não me sentia bem preparada, mas consegui a aprovação. Então, comecei a estudar para a segunda fase, além do estabelecido pela escola.

Neste mesmo ano, meu colégio passou por um bom tempo sem professor de química, tendo tido três professores diferentes, até que um deles ficou permanente. Até então eu não sabia direito o que era um átomo, que dirá ter alguma preparação para fazer uma prova de Olimpíada. Mas, estava decidida a participar. Passei a procurar e pedir emprestados livros onde pudesse encontrar os conteúdos exigidos e me dediquei a estudar. Eu não pensava noutra coisa a não ser estudar e entender os conteúdos de química. Não fazia por obrigação, fazia porque a cada dia eu me apaixonava mais por essa disciplina, e a vontade de saber mais e mais se tornava automática.

Após a prova, ao saber do resultado, ganhei “uma medalha de ouro” e o segundo lugar nacional, tive a certeza de que todos os dias e noites estudando valeram a pena. Tenho muito orgulho de sempre ter estudado em escola pública, onde tenho ótimos professores que me orientaram, incentivaram e me fizeram acreditar que quando temos objetivos e dedicação alcançamos grandes realizações, tal como essa conquista da medalha de ouro na Olimpíada Brasileira de Química Júnior. Também acredito que ser autodidata é um grande passo para quem deseja ser pesquisador, pois nos tornamos mais capazes e independentes buscando nossos objetivos por conta própria.

Mesmo tendo tido uma participação tão curta, posso dizer que o Programa Nacional Olimpíadas de Química transformou a minha vida: meus sonhos não são os mesmos, meus objetivos vão muito além. Agora sei que podemos chegar aonde quisermos, basta ter vontade e determinação, e é com essa ideia que busco participar da OBQ em 2015 e, talvez, de uma Olimpíada Internacional.

Contudo, deixo um recado aos adolescentes brasileiros: não pensem que é a escola ou a condição social do aluno que faz a diferença, mas a vontade e dedicação aos estudos. Não se limitem ao conteúdo da sala de aula, estudem,





pesquisem, busquem mais, pois não há coisa melhor do que entender o mundo, o lugar em que vivemos.

Giovana Pertuzzatti Rossatto, 14 anos

Escola Estadual de Ensino Fundamental Afonso Pena, 9º ano
Frederico Westphalen- RS
OBQ Júnior - ouro (2014)
OBA - ouro (2014)
OBMEP - bronze (2012) e menção honrosa (2013)

“Se, na verdade, não estou no mundo para simplesmente a ele me adaptar, mas para transformá-lo; se não é possível mudá-lo sem um certo sonho ou projeto de mundo, devo usar toda possibilidade que tenha para não apenas falar de minha utopia, mas participar de práticas com ela coerentes”.



Capilarizando-se nas cidades do interior

Mais um ano de muito trabalho, muito envolvimento dos coordenadores estaduais e, principalmente, de muitas vitórias. Não foi uma caminhada fácil, inúmeros percalços tivemos de contornar para cumprir cronograma e objetivos delineados para este ano. No decorrer de 2014, ultrapassamos as metas estabelecidas para algumas atividades e enfrentamos sérias dificuldades em alcançar outros objetivos. Mudanças realizadas objetivando o aperfeiçoamento das metodologias não surtiram os efeitos desejados e causaram turbulências.

Por outro lado, a Olimpíada Brasileira de Química Júnior transcorreu de forma brilhante, com maior abrangência territorial frente ao ano anterior e um resultado que nos causou grande satisfação. Na Fase final, quatro estudantes atingiram pontuações equiparadas ao nível ouro, com destaque para dois que alcançaram escores máximos, um deles, uma estudante gaúcha com matrícula em uma escola pública, que registrou um depoimento para estes Anais.

Inegavelmente, o grande destaque foi o projeto mantido pela CAPES, a cada ano vemos maior presença de estudantes de escolas públicas disputando premiações de reconhecimento nas Olimpíadas de Química, eles aparecem em quantidades cada vez maiores e, aos poucos, ascendem nas listas de resultados.

Em 2014, as olimpíadas de química avançaram de forma superlativa na direção dos municípios interioranos e resultou massiva participação de jovens nesse certame educacional. Neste evidente sucesso, devemos destacar os prodigiosos efeitos do projeto Ações Construtivas do Conhecimento Químico nas Escolas Públicas, mantido pela CAPES, cujos licenciandos, selecionados para assistir alunos de escolas públicas, deram o máximo de si e conseguiram despertar nos seus alunos a vontade de se lançarem a novos desafios.

Semelhante eficácia também foi percebida noutros estados, alguns deles extrapolando todas as expectativas, tal como ocorreu na Paraíba, que reuniu maior número de participantes dentre todas olimpíadas estaduais, 50.896 estudantes, quantidade 150% maior que o certame do ano anterior. Sem dúvida, um primoroso trabalho da equipe paraibana que, com esse impressionante crescimento, logrou destaque dentre todas as demais e difundiu as olimpíadas de química em larga área do interior da Paraíba.





Merece menção de destaque o expressivo crescimento, em relação ao ano anterior, observado noutras olimpíadas estaduais, a exemplo da coordenadoria em Roraima, cuja equipe organizadora investiu na interiorização do projeto e respondeu com maestria ao crescimento da demanda que se apresentou neste ano, grande parte oriunda do interior do estado.

Saltos quantitativos expressivos com respeito ao ano anterior ocorreram no estado de Rondônia, também favorecido pela interiorização dos cursos de apoio aos alunos das escolas públicas. Na Bahia, com a expansão do seu raio de ação, ampliou para 85 (oitenta e cinco) as coordenações municipais. Com esta expressiva rede de apoio despontou um estado de maior número de polos para a difusão e execução das olimpíadas de química e favoreceu a participação de mais estudantes, 75% deles oriundos das escolas públicas. São conquistas que evidenciam o esforço dos jovens acadêmicos de química, participantes do projeto Ações Construtivas do Conhecimento Químico nas Escolas Públicas, os quais se esforçaram em satisfazer os anseios de seus alunos e recompensado responderem a desafios decorrentes de seus estudos.

É um alvissareiro incentivo ver o novo portal do Programa Nacional Olimpíadas de Química, lançado na internet em 2012 em substituição ao anterior, ultrapassar, no início de novembro/2014, a marca de um milhão de acessos. Isto corresponde uma média superior a 1000 acessos/dia, um feito sinalizador do interesse que o projeto vem movendo no meio escolar e que estimula mais ainda todos colegas coordenadores que de forma desprendida constroem a história de nossa olimpíada.

Sérgio Melo

Eu vou conhecendo tão bem os problemas, que me sinto muito motivado em resolver aquilo que não consigo entender, em quebrar essa barreira. Eu acho isso muito importante, estar motivado. Acho que é isso que faz a gente se dar bem no trabalho, a ter reconhecimento e até ganhar prêmios. Se você não se interessar realmente pelos objetos com os quais trabalha, não vai a lugar algum.

Artur Ávila
 Matemático, primeiro brasileiro
 a receber a medalha Fields



Relação de endereços

ESTADO	COORDENADOR	ENDEREÇO PROFISSIONAL
ACRE	Prof. Iusseny do Nascimento Soares Vieira iusseny.vieira@ifac.edu.br	Instituto Federal do Acre - Campus Xapuri Rua Cel. Brandão 1622 Centro 69.930-000 Xapuri - AC (68) 3542.2083
ALAGOAS alagoas.obquimica.org/	Prof. Joacy Vicente Ferreira joacyferreira@ifal.edu.br	IFAL - Campus Maceió Instituto Federal de Alagoas Rua Mizael Domingues, 75 Poço 57.020-600 Maceio - AL Fone: (82) 2126-7000 / 7024 2126.7050 (fax)
AMAPÁ amapa.obquimica.org/	Prof. Roberto Messias Bezerra messias@unifap.br	Universidade Federal do Amapá Rod. Juscelino Kubitschek, Km 02 68.902-280 Macapá - AP Fone: (96)3312-1700
AMAZONAS www.oaq.ufam.edu.br olimpiadasdequimica@ hotmail.com	Prof. Tereza Cristina Souza de Olivei- raterazacristina@ufam.edu.br Prof. Paulo Rogério da Costa Couceiro couceiro@ufam.edu.br olimpiadasdequimica@hotmail.com	Universidade Federal do Amazonas Instituto de Ciências Exatas - Departamento de Química - Bloco 10 - Departamento de Química/ ICE/UFAM Setor Norte do Campus Universitário Sen. Arthur Virgílio Filho Av. Gal. Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 6.200 69.077-000 Manaus - AM Coroadó (92) 3305-2874 (telefax)
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 Geremoabo, s/n (Ondina) 40.170- 115 Salvador - BA (71) 3283.6813 3237.4117 (Fax)
CEARÁ http://www.necim.ufc.br	Prof. Leonilde Maria Câmara Jatahy necim@bol.com.br leojatathy@ig.com.br Prof. Cláudia Christina B. S. Carneiro	Universidade Federal do Ceará NECIM - Núcleo de Ensino de Ciências e Matemática Av. da Universidade, 2470 60020-180 Fortaleza - Ceará (85) 3366.7796
DISTRITO FEDERAL http://www.petiq.unb.br/	Prof. Elaine Rose Maia emaia@unb.br elaine.rose.maia@ gmail.com petqui@unb.br	Universidade de Brasília - Instituto de Química Campus Universitário Darcy Ribeiro - 70910-970 ICC Sul - Asa Norte Cx. Postal: 04478 (61) (61) 3107-3895 / 3893 / 3806





ESPÍRITO SANTO www.cce.ufes.br/dqui/ocq-es	Prof. Carlos Vital Paixão de Melo cypaixao@globo.com carlosmelo@ufes.br	Universidade Federal do Espírito Santo Departamento de Química - CCE Av. Fernando Ferrari, 514 Goiabeiras 29.075-910 Vitória – ES (27) 3335.2486 3335.2826
GOIÁS http://www.jatai.cefetgo.br/licenciatura/OBQ.html www.obqgoias.com.br	Renato Cândido da Silva obqgoias@yahoo.com.br Prof. Carlos César da Silva cefetjatai@yahoo.com.br Prof. Hernane de Toledo Barcelos	Universidade Federal de Goiás, Instituto de Química Campos II Samambaia Bloco I 74001-970 Goiânia, GO Telefone: 62 3521.1167 Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás UNED JATAÍ Rua Riachuelo, 2090 Setor Samuel Graham 75.800-000 Jataí - GO (64) 3632.8600 Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás Campus Goiânia Rua 75, nº 46, Centro. 74055-110. Goiânia - GO (62) 3227-2700
MARANHÃO maranhao.obquimica.org/	Prof. Jean Carlo Antunes Catapreta jcac889@hotmail.com Prof. Roberto Batista de Lima rblimas@gmail.com	Universidade Federal do Maranhão Departamento de Química Av. dos Portugueses, s/n Campus da Bacanga 65.080-805 São Luis - MA Fone: (98) 3272.8227 / 9241
MATO GROSSO	Prof. Luiz Both bothluiz@ibest.com.br luiz_both@hotmail.com	IFMT Rua 28, Quadra 38, Casa 14, Jardim Universitário 78.075-592 Cuiabá - MT Fone: 65 3653.9206 (IFMT) 3663.1374
MATO GROSSO DO SUL	Prof. Onofre Salgado Siqueira olimpiada.quimica.ms@gmail.com onofre.s.siqueira@gmail.com	Universidade Federal do Mato Grosso do Sul Instituto de Química Rua Filinto Muller, 1555 (Cidade universitária) 79.070-900 Campo Grande - MS (67) 345.3556 345.3552 (FAX)
MINAS GERAIS http://www.qui.ufmg.br/omq/ http://zeus.qui.ufmg.br/~omq/	Profa. Ana Luiza de Quadros omq.ufmg@gmail.com	Universidade Federal de Minas Gerais Departamento de Química Instituto de Ciências Exatas (ICEx) Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 Pampulha 31.270-901 Belo Horizonte - MG (31) 3409.7558 Fax: (31) 3499.5700



PARÁ para.obquimica.org/	Prof. Márcio de Souza Farias toraqk@yahoo.com.br Profa. Patrícia da Luz pdaluz@yahoo.com	Instituto Federal do Pará - IFPA Departamento de Química Avenida Almirante Barroso, 1155 Bairro do Marco 66093-020 Belém - PA
PARAÍBA paraiba.obquimica.org/	Francisco Ferreira Dantas Filho	Universidade Estadual da Paraíba –UEPB - Centro de Ciências Tecnologia - Depto. Química Rua Juvêncio Arruda, s/n Bodocongó 58.109-790 - Campina Grande -PB Telefone: (83) 8838.0384 (83) 9919 -7772
PARANÁ http://www.oprq.daqbi.ct.utfpr.edu.br/	Prof. José Carlos Colombo josecarloscolombo@gmail.com colombo@utfpr.edu.br	Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Curitiba - Sede Ecoville Rua Dep. Heitor Alencar Furtado, 5000 Bloco C 81280-340 - Curitiba - PR - Brasil Fone: (41) 3279.4575 / 4522
PERNAMBUCO pernambuco.obquimica.org/	Prof. Antônio Carlos Pavão pavao@ufpe.br Vice-coordenadora: Profa. Lindomar Silva lindomar.avelino88@gmail.com	Espaço Ciência - Memorial Arcoverde, Complexo de Salgadinho Olinda -PE Fone: 81-3183.5525 / 3183.5528 Universidade Federal de Pernambuco, CCEN, Depto. de Química Fundamental, Cidade Universitária, 50 740-521 Recife - PE Fone: 81-2126.7415 / 2126.8442 (fax)
PIAUI piaui.obquimica.org/	Prof. José Milton Elias de Matos jmematos@gmail.com	Universidade Federal do Piauí Depto de Química - SG2 CCN - Campus da Ininga 64049-550 - Teresina - PI Fone: (86) 3215.5620 telefax
RIO DE JANEIRO http://sites.google.com/site/olimpiadadequimicarj/	Prof. Paulo Chagas paulo.chagas@ifrrj.edu.br Prof. Luis Carlos de Abreu Gomes luisquimica@globo.com	IFRJ - Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - Rua Senador Furtado, 121 Praça da Bandeira - 20.270-021 Rio de Janeiro - RJ (21) 3978. 5918 3567.0283 (Fax) CIEP 436 Neusa Brizola - 24.425 - 004 Neves - São Gonçalo - RJ - Fone: 21 9795 0176 Rua Dr. José Augusto Pereira dos Santos s/n Fone: 21 8897-4492
RIO GRANDE DO NORTE oqrn.quimica.ufrn.br	Prof. Fabiano do Espírito Santo Gomes feibi_natal@yahoo.com.br Profa. Maria de Fátima Vitória de Moura mfmvoura@quimica.ufrn.br	Universidade Federal do Rio Grande do Norte Centro de Ciências Exatas e da Terra Instituto de Química Av. Senador Salgado Filho, 3000 – Lagoa Nova Campus Universitário 59.072-970 Natal - RN Fone: (84) 3215.3828 R: 222 3215.9224 (Fax)





RIO GRANDE DO SUL http://gaia.liberato.com.br/olimpiada/index.php Twitter: http://twitter.com/oqdors	Coordenação Colegiada: Prof. Daniel Jacobus Prof. Fábio Roberto Becker Dilélio Profª. Sabrina da Silva Bazzan Profa. Nair CXristina Muller oqdors@gmail.com quimica@liberato.com.br	Fundação Escola Técnica Liberato Salzano V. da Cunha Rua Inconfidentes, 395 Primavera 93.340-140 - Novo Hamburgo - RS (51) 3584.2027
RONDÔNIA www.programa-olimpiada-rondoniense-de-quimica.com/	Prof. Renato Cassaro renatocassaro26@hotmail.com Prof. Jandi Costa jandi@gmail.com	Fundação Universidade Federal de Rondônia- UNIR Laboratório de Química Analítica de Solos Departamento de Química BR 364 km 9 78.000-000 Porto Velho - RO Fone (69) 2182.2193
RORAIMA roraima.obquimica.org/	Profa. Maria Lúcia Taveira taveiram@dqui.ufr.br Profa. Cléria Mendonça de Moraes cmdmoraes@yahoo.com.br	Universidade Federal de Roraima Departamento de Química - Campus do Paricarana 69.301-270 Boa Vista - RR Fone: (95) 621.3140 621.3137 623.1581 224.7302 Universidade Estadual de Roraima
SANTA CATARINA www.ocquimica.com.br	Prof. Gilson Rocha Reynaldo gilson@unisul.br José Maximiliano Muller Netto max@crqsc.gov.br Jonas Comin Nunes jonas@crqsc.gov.br	Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL Av. José Acácio Moreira, 787 - Caixa postal 370 88.704-900 Tubarão - SC Bairro Dehon Fone: (48) 621.3371 - Fax (48) 621 3000
SÃO PAULO http://allchemistry.iq.usp.br	Prof. Ivano G. R. Gutz abqsp@iq.usp.br gutz@iq.usp.br	ABQ – Regional São Paulo Instituto de Química da USP Av. Prof. Lineu Prestes, 748 sala 1274 05.508-000 São Paulo - SP (11) 3091.2159 (Mirian, 8-12h) 3091.2150
SERGIPE http://osequim.blogspot.com.br/	Prof. André Luiz bacelar Silva Barreiros osequim@gmail.com	Universidade Federal de Sergipe - Depto. de Química Campus Prof. José Aloísio de Campos Av. Mal. Rondon, s/n Jardim Rose Else 49.100.000 São Cristóvão - SE Fone: (79) 2105.6898
TOCANTINS tocantins.obquimica.org/	Prof. José Expedito Cavalcante da Silva mailto:eliete@unitins.br 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 81112869, 63 21122201