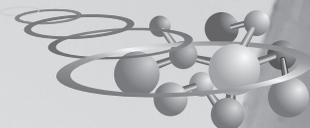


QUÍMICA 2012

PROGRAMA
NACIONAL
OLIMPÍADAS
DE QUÍMICA



XVIII
Olimpíada
Norte/Nordeste
de Química

V Olimpíada
Brasileira de
Química Júnior

Olimpíada
Brasileira
de Química

44th International
Chemistry
Olympiad

17^a Olimpíada
Iberoamericana
de Química



Prof. Jesualdo Pereira Farias
Reitor da Universidade Federal do Ceará

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

Prof^a. Márcia Maria Tavares Machado
Pró-Reitora de Extensão da UFC

Profa. Maria da Glória Carvalho Moura
Pró-Reitora de Extensão da UFPI

Newton Mário Battastini
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 Marcelino Jr.
Antonio Carlos Pavão
Flávia Christiane Guinhos
Kátia Cristina de Freitas Silva
Natércia Maria Miranda Bezerra
Marlene Barbosa Vieira
Vanessa Oliveira Cavalcanti
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

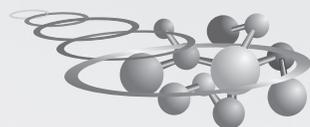
Capa:
Maherle

Editoração e Projeto Gráfico:
Maherle/Sérgio Melo

2012 © Programa Nacional Olimpíadas de Química
Lançamento em 30.11.2012 por ocasião da solenidade de encerramento dos eventos: XVIII Olimpíada Norte/Nordeste de Química, Olimpíada Brasileira de Química Júnior e Olimpíada Brasileira de Química - 2012
Tiragem: 15.000 exemplares.

Distribuição gratuita.

QUÍMICA



ÍNDICE 2012

Parte 1 - Olimpíadas Nacionais de Química

Calendário	04
Mensagem	05
Opinioa	07
XVIII Olimpíada Norte/Nordeste	
Exames	09
Soluções escolhidas	13
Resultados	18
V OBQ Junior	
Exames Fase I	25
Exames Fase II	33
Soluções escolhidas	00
Resultados	39
OBQ 2012	
Fase III Modalidade A	42
Fase III Modalidade B	50
Soluções escolhidas	59
Resultados	70

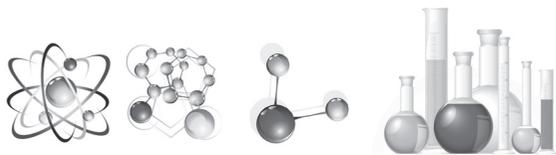
Parte 2 - Processo seletivo para compor a equipe nas olimpíadas internacionais de 2012

PROCESSO SELETIVO	78
OBQ Fase IV	81
OBQ FASE V	82
OBQ FASE VI	84
Resultado Final	91
44th International Chemistry Olympiad	92
Exame Teórico	92
Exame Prático	117
17^a Olimpíada Iberoamericana	132
Exame Teórico	132
Exame Prático	151
Destaques Olímpicos	158
Depoimentos	161
Considerações Finais	165
Endereços dos Coordenadores	166

Calendário 2012



Data	Hora	Atividade
14/01/2012	14:00h	Fase IV da OBQ-2011 (Exame sobre técnicas laboratoriais com o objetivo de selecionar a equipe que representará o Brasil nos Estados Unidos).
06 a 17/02/2012		Curso de Aprofundamento e Excelência (Fase V) para os 15 estudantes selecionados no exame de conhecimentos de laboratório. Será ministrado pela UFMG. Estudantes se deslocarão até a cidade-sede.
17/03/2012	9:00h	Exames da Olimpíada Brasileira de Química - 2011 Fase VI - Questões de baseadas na lista sugerida pelos organizadores da 44th IChO.
07/04/2012		Divulgação dos nomes dos quatro estudantes que representarão o Brasil nas competições internacionais
03 a 21/05/2012		Inscrições para a XVIII Olimpíada Norte/Nordeste de Química - XVIII ONNeQ. Quarenta estudantes por estado.
02/06/2012		Exames da Olimpíada Norte/Nordeste de Química - XVIII ONNeQ.
03/07/2012		Divulgação de resultados da Olimpíada Norte/Nordeste de Química - XVIII ONNeQ. A partir de 03/07/2012
06/06 a 15/08/2012		Inscrições para a V Olimpíada Brasileira de Química Júnior. Escolas inscrevem seus alunos de 8º e 9º anos do ensino fundamental. On line.
21 a 30/07/2012		44ª Olimpíada Internacional de Química, Washington - USA.
01 a 15/08/2012		Inscrições para a Olimpíada Brasileira de Química - 2012. Vinte e cinco estudantes por estado na modalidade A (estudantes da penúltima série do ensino médio ou série anterior, vinte e cinco estudantes por estado na modalidade B (estudantes da última série do ensino médio). Inscrições restritas aos coordenadores-estaduais.
25/08/2012	14:00h	Exames da Olimpíada Brasileira de Química - 2012. Fase III - Modalidades A e B. Questões analítico-expositivas.
25/08/2012		Exames da V Olimpíada Brasileira de Química Júnior - V OBQjr, para estudantes de 8º e 9º anos. (Fase I).
22 a 30/09/2012		17ª Olimpíada Ibero-americana de Química, Santa Fé de la Veracruz - Argentina.
20/10/2012		Exames da V Olimpíada Brasileira de Química Júnior, V OBQjr. (Fase II). Postagem dos exames até 26/10/2012.
25/10/2012		Divulgação dos resultados da OBQ-2012.
05/11/2012		Divulgação de resultados da V Olimpíada Brasileira de Química Júnior, V OBQjr, a partir de 05/11/2012.
29 e 30/11/2012	9h30min	Reunião do Conselho de coordenadores, em Fortaleza.
30/11/2012	19:00h	Solenidade de encerramento e premiação, em Fortaleza.



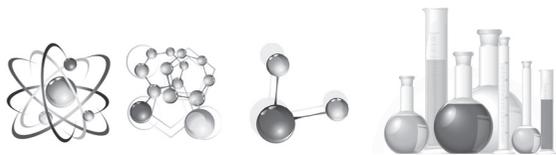
Mensagem

Mensagem do Reitor da **Universidade Federal do Piauí**

M aos participantes das Olimpíadas de
Química



AGUARDANDO O ARQUIVO



Pré-sal, ciência, tecnologia e educação

Sérgio Mascarenhas

Enquanto governadores, deputados e senadores brasileiros se engalfinham num cabo de guerra político pela partilha federativa dos recursos a serem gerados com a exploração do petróleo da camada pré-sal, vai passando quase despercebida e mais uma vez negligenciada a oportunidade histórica de o País garantir o uso desses recursos para dar um salto inédito e há muito necessário nas áreas de ciência, tecnologia e educação.

Se não bastasse atentar para a dívida humana e social que representa o atraso brasileiro nos indicadores de desempenho educacional e nos rankings internacionais de pesquisa e desenvolvimento, vale notar que nenhum país poderá ter um real desenvolvimento, neste século, sem um programa robusto de impulso à inovação que passe, também, pela inclusão intelectual das novas gerações.

Um verdadeiro plano de desenvolvimento da ciência, tecnologia e educação no Brasil não poderá ser feito só com protocolos de intenções, redução da burocracia e fomento pontual a programas e instituições de excelência. Nosso problema não é a falta de instrumentos, é de recursos. Numa palavra, é preciso destinar mais dinheiro, muito mais dinheiro, para que o País possa irrigar essa cadeia de capital humano que começa nas creches, passa pelo ensino fundamental e médio até chegar nas universidades, programas de pós-graduação e centros de inovação associados a empresas capazes de aplicar tecnologias inovadoras na geração de riqueza.

A própria competência para explorar o petróleo do pré-sal e os serviços dele derivados, com autonomia e inteligência, em médio e longo prazos, depende da constante renovação e evolução dessa cadeia intelectual. Nunca o País precisou tanto de engenheiros, geólogos, físicos, químicos, cientistas da computação, matemáticos, entre tantos outros profissionais cujo talento e formação se empregam em todas as etapas de geração e aplicação do conhecimento.

E não basta dar a esses futuros profissionais um diploma de nível superior. Será preciso, sim, investir na qualidade dessa formação, de modo que sejam dadas as condições para que possam inovar, gerar novas técnicas, processos e produtos intelectualmente apropriáveis e sustentar uma continuada e acirrada competição tecnológica com seus colegas norte-americanos, europeus e asiáticos.

Nas últimas décadas, os ciclos de produção e aplicação do conhecimento se encurtaram, levando a uma convergência temporal entre ciência e tecnologia. Enquanto foram necessários 40 anos desde o estabelecimento das leis da eletricidade



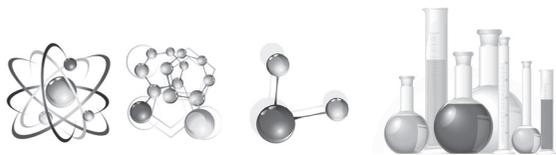
e magnetismo até o funcionamento do motor elétrico, a tecnologia mais recente da luz laser, por exemplo, já encontrou utilidade no mesmo ano de seu invento. Cada vez mais, produtos, processos e serviços tecnológicos têm vida curta, pressionados por um novo ciclo de inovação dentro de uma economia globalizada e com competitividade acelerada.

Vale então perguntar: em que, exatamente, o Brasil tem se mostrado inovador? Até hoje, não temos um único Prêmio Nobel, nem científico nem literário. Se quisermos comparar, basta lembrar que a Universidade Rockefeller, de Nova York, sozinha, já recebeu 26 deles, e o mais recente na área da medicina. O fato é que nossos jovens nunca foram devidamente educados para uma cultura baseada em ciência e tecnologia. Basta olhar em torno. Campos de pelada há em todo lugar, do centro às periferias. Carnaval fora de época, quase todo fim de semana. Já museus de ciência, planetários e bibliotecas são raros, e parecem cada vez menos procurados, assim como a própria carreira de professor, como mostrou estudo recente da Fundação Carlos Chagas.

Para mudar isso, ciência e tecnologia precisam impregnar o sistema educacional. Nossa inovação deveria começar pelos métodos e processos de ensino. Ainda estamos longe da “escola parque” sonhada por Anísio Teixeira. Nossos redutos de educação ainda respiram um ar cartorial, com estruturas engessadas, onde a tecnologia é mal-empregada e crescem os impulsos ao bullying e à violência. Nesse ambiente, os professores vivem uma espécie de síndrome de quatro medos: o medo do aluno, o medo do seu próprio desamparo pedagógico, o medo do conhecimento avassalador que jorra pela internet e o medo do futuro de sua carreira, desprezada não só pelo Estado, mas também pelos sistemas privados, com salários irrisórios e cargas didáticas intensas.

Mas não estamos perdidos. Há diversos bons exemplos de como virar esse jogo espalhados pelo Brasil. Um deles é a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), que aproximou a ciência e tecnologia do agronegócio nacional. Ainda falta popularizar a banda larga, informatizar escolas, disseminar o uso de computadores pessoais, criar centenas de museus e centros de ciência, promover o uso cívico das redes sociais e a produção de conteúdos educativos por agências multimídia, entre outras propostas que tive a oportunidade de apresentar durante a 4.^a Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável, em 2010, em Brasília.

Agora, nossas esperanças repousam na angustiada solicitação da Academia Brasileira de Ciências (ABC) e da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) para que parte dos recursos do petróleo do pré-sal seja destinada, em lei, para esses urgentes investimentos em ciência, tecnologia e inovação, formando o alicerce do



Opinião

desenvolvimento futuro do País. A meta deve ser, no mínimo, duplicar o volume de recursos investidos ao ano nessas áreas. Esse, sim, seria um verdadeiro salto de desenvolvimento do Brasil.

Sérgio Mascarenhas, físico, presidente honorário da SBPC, membro titular da Academia Brasileira de Ciências, é professor emérito do Instituto de Física de São Carlos, da USP

9

"Projetar Brasília para os Políticos que vocês colocaram lá, foi como criar um lindo vaso de flores prá vocês usarem como pinico. Hoje eu vejo, tristemente, que Brasília nunca deveria ter sido projetada em forma de avião, mas sim de Camburão"

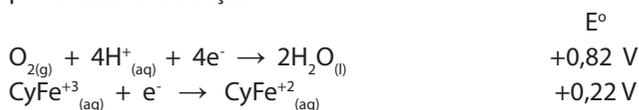
Oscar Niemayer



XVIII Olimpíada Norte/Nordeste de Química

Questão 1

O citocromo, molécula que representaremos como CyFe^{+2} , reage com o ar que respiramos para fornecer energia necessária para sintetizar adenosina trifosfato (ATP). O corpo usa ATP como fonte de energia para outras reações. Com base nos potenciais de redução:



Responda as questões abaixo:

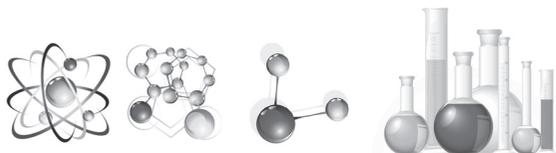
- Considerando que esta reação ocorra a em uma célula eletroquímica, indique os eletrodos (catodo e anodo) onde cada semi-reação deve ocorrer.
- Escreva a equação geral balanceada, e determine o potencial DE° gerado nessa reação.
- Explique se esse processo é exotérmico ou endotérmico.
- Explique porque essa transformação é do tipo oxido-redução, e identifique os agentes oxidante e redutor.

Questão 2

O agrônomo de uma usina de cana de açúcar solicitou uma avaliação do teor de sacarose contida em determinado lote de cana-de-açúcar. Para isso, foi entregue ao químico uma amostra de 2,0 litros de caldo de cana para determinar a concentração de sacarose ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$).

10

- Ao receber o resultado da análise, expresso em quantidade de matéria ($0,25 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$), o auxiliar de escritório, não conseguindo decifrá-lo, recorreu ao agrônomo que calculou a massa (g) de sacarose contida nos 2,0 litros de caldo de cana $0,25 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Que massa (g) de sacarose está contida nesses 2 litros de solução?



- b) Caso toda esta massa de sacarose fosse utilizada para adoçar um suco de limão para que este ficasse na concentração $0,15 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ de sacarose, quantos mL de suco poderiam ser preparados?

Dados: Massas molares C=12 g, O=16g, H=1g

Questão 3

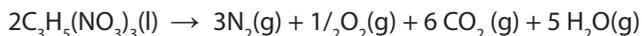
Os raios atômico e iônico ($2+$) para o cálcio e para o zinco estão relacionados a seguir:

Elemento	Raio (Å)	1ª energia de ionização
Ca	1,74	6,1 eV
Zn	1,31	9,4 eV
Ca ⁺²	0,99	
Zn ⁺²	0,74	

- a) Explique a razão de o raio iônico em cada caso ser menor que o raio atômico
b) Por que o raio atômico do cálcio é maior que o do zinco?
c) Por que a energia de ionização do zinco é maior que a do cálcio?
d) Para a formação dos cátions Ca⁺² e Zn⁺² será necessária uma segunda energia de ionização. Em relação à primeira, essa energia será maior ou menor? explique.

Questão 4

Devido os atentados terroristas ocorridos em Nova Iorque, Madri e Londres, os Estados Unidos e países da Europa têm aumentando o controle quanto à venda e produção de compostos explosivos que possam ser usados na confecção de bombas. Dentre os compostos químicos explosivos, a nitroglicerina é um dos mais conhecidos. É um líquido à temperatura ambiente, altamente sensível a qualquer vibração, decompondo-se de acordo com a equação:





Considere-se uma amostra de 4,45 g de nitroglicerina, massa molar 227 g/mol, contida em um frasco fechado com volume total de 100,0 mL .

a) Calcule a entalpia envolvida na explosão.

Dados: entalpia de formação das substâncias (kJ/mol): $C_3H_5(NO_3)_3(l) = -364$;
 $CO_2(g) = -394$; $H_2O(g) = -242$.

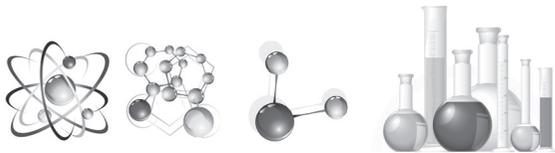
b) Calcule a pressão máxima no interior do frasco antes de seu rompimento, considerando-se que a temperatura atinge 127°C.

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

Questão 5

Um composto orgânico A, opticamente ativo, contém 6 átomos de carbono por molécula, ao ser desidratado produz o composto B, também opticamente ativo. O mesmo composto A ao ser oxidado com permanganato de potássio, forma o composto C, também opticamente ativo, que reage com metanol, em meio ácido, formando o éster D. O composto B ao ser reduzido com H_2 na presença de Pd forma o composto E, opticamente inativo.

Escreva as estruturas e os nomes dos compostos A, B, C, D e E.



Questão 1

Desenvolvida por **Késia Priscila Omena Cardoso**, IFAL – Maceió, AL

a) A semi - reação:

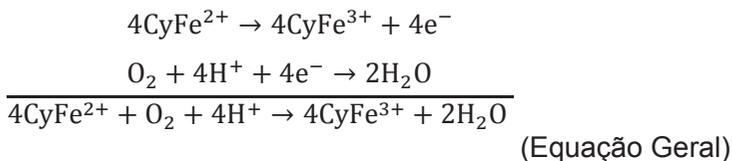


Tem o maior potencial de redução (E°), logo atua como cátodo.
Enquanto que a semi-reação:



Possui o menor potencial de redução, atuando como ânodo.

b)



O potencial gerado é:

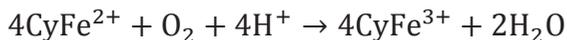
$$\Delta E^\circ = E^\circ(\text{recebe e}^-) - E^\circ(\text{perde e}^-)$$

$$\Delta E^\circ = +0,82 - (+0,22)$$

$$\Delta E^\circ = 0,60 \text{ V}$$

c) Tratando-se de uma reação na qual o O_2 atua como agente oxidante, o processo é exotérmico.

d) Pela equação geral:



No CyFe^{2+} , o Nox do ferro vai de +2 a +3 nos produtos, indicando assim perda de elétrons, logo o CyFe^{2+} é o agente redutor. Enquanto o O_2 é o agente oxidante, pois seu Nox vai de zero a -2 nos produtos. Essa variação do Nox indica perda e ganho de elétrons, sendo assim uma reação de óxido-redução.



Questão 2

Desenvolvida por **Wederson Santos Silva**, Colégio Motiva - Campina Grande, PB

- a) A massa de sacarose (massa molar de 342 g/mol) contida nesses 2 litros de solução de caldo de cana $0,25 \text{ mol L}^{-1}$ é de 171 gramas. Sabemos disso, pois: sabendo que cada litro de caldo de cana possui $0,25 \text{ mol}$ de sacarose e que temos 2 litros, encontraremos $0,5 \text{ mol}$ de sacarose ($2 \times 0,25$) nos 2 litros de caldo. Além disso, constatamos que a massa molar desse soluto é de 342 g/mol , sendo assim, na quantidade de $0,5 \text{ mol}$ de sacarose temos:

$$\begin{array}{l} 342 \text{ g} - 1 \text{ mol de sacarose} \\ X - 0,5 \text{ mol de sacarose} \end{array}$$

Temos, pois, pela regra de três acima, a quantidade de 171 gramas de sacarose nos 2 litros de caldo de cana.

- b) Enquanto 1 mol de sacarose possui 342 g, $0,15 \text{ mol}$ possui:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol} - 342 \text{ g} \\ 0,15 \text{ mol} - X \end{array} \quad X = 51,3 \text{ g}$$

Logo, $0,15 \text{ mol}$ de sacarose possui $51,3 \text{ g}$. Como temos 171 gramas de sacarose sendo usados para adocicar o suco de limão a uma concentração de $0,15 \text{ mol L}^{-1}$, teremos:

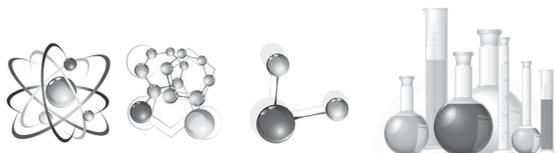
$$\begin{array}{l} 51,3 \text{ g de sacarose} - 1 \text{ litro de suco} \\ 171 \text{ g de sacarose} - X \end{array}$$

Assim sendo, poderemos preparar com 171 g de sacarose $3,33 \text{ litros}$ de suco de limão ou 3333 mL do suco em concentração de $0,15 \text{ mol L}^{-1}$ de sacarose.

Questão 3

Desenvolvida por **Flávio Luís Schneider Junior**, Colégio Militar – Manaus, AM

- a) Quando um átomo sofre ionização e torna-se um cátion, haverá um aumento na atração entre prótons e elétrons, essa atração será maior nos íons do que nos átomos no estado neutro devido à conservação do número de prótons e a diminuição do número de elétrons e conseqüentemente, o aumento da atração entre prótons e elétrons, com o aumento dessa atração ocorrerá uma



Soluções Escolhidas

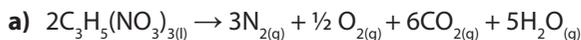
diminuição da distância entre os prótons e os elétrons, diminuindo assim o raio. Logo, o raio será maior em entidades neutras do que em cátions.

- b)** O zinco possui uma carga nuclear, número de prótons, maior que a carga nuclear do cálcio, como os dois estão em um mesmo período, possuem o mesmo número de camadas, o raio irá depender da carga nuclear efetiva, e a carga nuclear efetiva aumenta quando o número de prótons aumenta como o zinco possui um maior número de prótons ele terá uma maior carga nuclear efetiva e consequentemente seus prótons atrairão seus elétrons com mais intensidade do que os do cálcio, com o aumento da atração ocorrerá uma diminuição da distância entre prótons e assim terá um menor raio que o do cálcio. Logo, pelo fato do cálcio ter uma carga nuclear efetiva menor, ele tem um raio maior que o do zinco.
- c)** A energia de ionização é a energia necessária para se retirar um elétron do átomo no estado fundamental e gasoso. Como o zinco possui um raio menor que o do cálcio e possui uma carga nuclear efetiva maior que a do cálcio, seus prótons atraem os elétrons com mais intensidade que os do cálcio, então, para se retirar um elétron que está fortemente atraído pelo núcleo é necessário uma maior quantidade de energia, e como essa atração é maior no zinco que no cálcio, a energia de ionização de zinco fica sendo maior que a do cálcio.
- d)** Maior. Quando for retirado o primeiro elétron, ocorrerá um aumento na atração entre os prótons e elétrons, devido a conservação do número de prótons e a diminuição do número de elétrons, como o aumento dessa atração maior vai ser a energia necessária para a retirada do elétron, por essa a segunda energia de ionização é bem maior que a primeira.

Questão 4

Desenvolvida por **Pablo Ítalo do Nascimento Santos**, Colégio Santa Rita – Picos, PI

15



$$\Delta H = H_p - H_r$$

$$\Delta H = 0 + 0 + 6(-394) + 5(-242) - 2(-364)$$

$$\Delta H = -2364 - 1210 + 728$$

$$\Delta H = -3574 + 728$$

$$\Delta H = -2846 \text{ KJ} / 2 \text{ mols de } 2\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3$$



Descobrimos o número de mols de nitroglicerina envolvidos na reação:

$$n = m/MM$$

$$n = 4,45\text{g} / 227\text{g/mol}$$

$$n = 0,02 \text{ mols de nitroglicerina (aproximadamente)}$$

Logo, a entalpia envolvida na explosão pode ser assim calculada:

$$H = - 2846 \text{ KJ} / 2 \text{ mols de } 2\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3 \times 0,02 \text{ mols de } \text{O}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3$$

$$H = - 2846 \text{ KJ} \times 0,01\text{KJ}$$

$$H = - 28,46 \text{ KJ}$$

- b)** A pressão máxima no interior do frasco pode ser calculada tomando como referência a temperatura máxima atingida pelo sistema:

$$P.V = n.R.T$$

$$P \times 0,1 = 0,145 \times 0,082 \times 400$$

$$P = 0,145 \times 10 \times 32,8$$

$$P = 1,45 \times 32,8$$

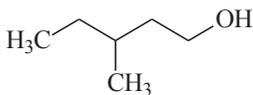
$$P = 47,56 \text{ atm}$$

A pressão máxima no interior do frasco antes de seu rompimento é de 47,56 atm.

Questão 5

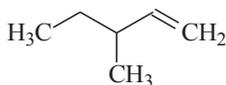
Desenvolvida por **Gabriel Mathews Viana Pinheiro**, Colégio Master – Fortaleza, CE
Estrutura e nome dos compostos **A, B, C, D e E**.

a)



3-metil pentan-1-ol

b)

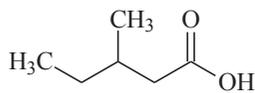


3-metil pent-1-eno



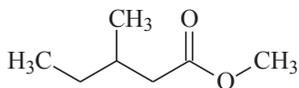
Soluções Escolhidas

c)



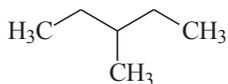
ácido 3-metilpentanóico

d)



3-metilpentanoato de metila

e)

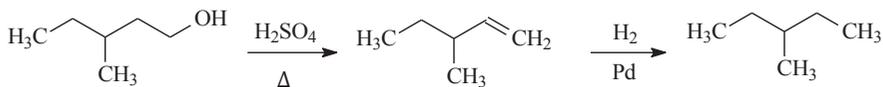


3-metil pentano

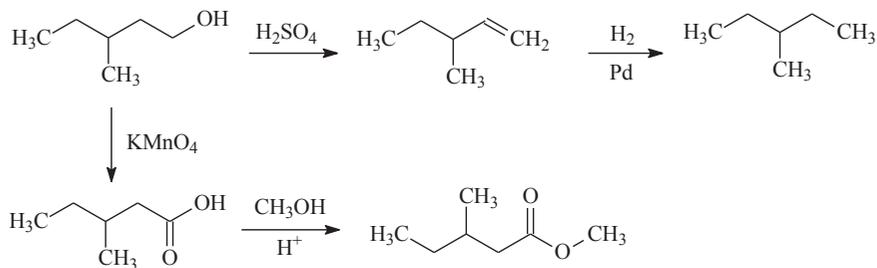
Raciocínio utilizado para desvendar as estruturas de **A**, **B**, **C**, **D** e **E**. **A** foi desidratado, o que nos leva a crer que ele é um álcool. A oxidação de um álcool pode fornecer aldeído ou ácido carboxílico (se for primário) ou cetona (se secundário).

A reação de **C** para produzir **D** foi uma esterificação, logo, não pode ser aldeído ou cetona. **C** é um ácido carboxílico, então **A** é um álcool primário.

A tem 6 átomos de carbono, sendo um deles quiral. Ao ser desidratado, forma o alceno **B**, também quiral. A possibilidade viável é:



Sabendo disso, as reações que temos são:



17



XVIII OLIMPÍADA NORTE/NORDESTE de QUÍMICA 2012

OURO

Nome	Cidade	UF	Score
Pablo Ítalo do Nascimento Santos	Picos	PI	100,0
Flávio Luís Schneider Junior	Manaus	AM	99,1
Ramon Santos Gonçalves da Silva	Belém	PA	96,0
Rafael Ribeiro Alves	Areia	PB	96,0
Joaquim Ivo Vasques Dantas Landim	Fortaleza	CE	95,0
Nathércia Castro Mota	Fortaleza	CE	95,0
Vitória Nunes Medeiros	Fortaleza	CE	95,0

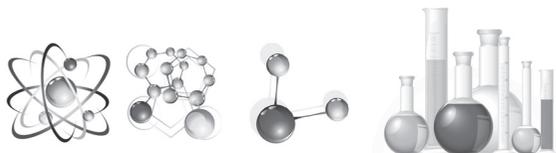
PRATA

Nome	Cidade	UF	Score
Émerson Holanda Marinho	Fortaleza	CE	94,0
Daniel de Siqueira Carvalho	Recife	PE	92,0
Pedro Henrique Rodrigues da Mota	Natal	RN	92,0
Francisco Davi Barbosa dos Santos	Fortaleza	CE	90,0
Gabriel Mathews Viana Pinheiro	Fortaleza	CE	90,0
Wederson Santos Silva	Massaranduba	PB	90,0
Wendrey Lustosa Cardoso	Manaus	AM	85,9
Eleodério Sales Bonfim Neto	Areia	PB	84,9
Ana Raquel Ferras Rameiro	Recife	PE	84,9
Késia Priscila Omena Cardoso	Maceió	AL	83,9
Vítor Jucá Policarpo	Fortaleza	CE	83,9
Wildson Santos C. Rosa	Teresina	PI	83,9

18

BRONZE

Nome	Cidade	UF	Score
Juliana Sales do Nascimento	Fortaleza	CE	81,9
Matheus Salmito Rodrigues Ponte	Fortaleza	CE	81,9
Pedro Lucas Porto Almeida	Fortaleza	CE	81,9
Emanoela Bitencourt Varjao	Aracajú	SE	81,9
Rhosane Silva dos Santos	Manaus	AM	80,9
Jéssica Silva Lopes	Fortaleza	CE	80,9
Gilmar Leite Pessoa Filho	João Pessoa	PB	80,9
Romullo Randell Macedo Carvalho	Teresina	PI	80,9



Resultados

Luana Ayane Rodrigues Santos	Maceió	AL	80,4
Lucas Soares Rodrigues Gomes	João Pessoa	PB	80,4
Thiago Buarque de Gusmão Lafayette	Maceió	AL	79,9
Alex Mendes Leonel Freire	Maceió	AL	78,9
Johnatan Santiago	Sto. Antônio de Jesus	BA	78,9
Joana Lourenco de Carvalho	João Pessoa	PB	78,9
Gustavo Henrique P. C. de Albuquerque	Recife	PE	78,9
Flavia Vanessa Carvalho S. Esteves	Teresina	PI	78,9
Jonadab dos Santos Silva	Maceió	AL	78,4
Camila Frade Oliveira	Natal	RN	78,4
Dimitri Reis de Matos	Salvador	BA	77,8
Diego Rodrigues Carvalho	Salvador	BA	76,8
Livio Moreira Rios	São Luís	MA	76,8
Jéssica Matias Lewinter	Fortaleza	CE	76,8
Leandro Favaro	Macapá	AP	76,8
Gabriel Castro Tavares	Manaus	AM	75,8
Hugo de Albuquerque Meira	Recife	PE	75,8

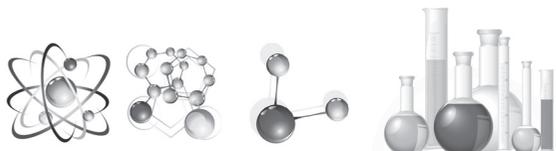
MENÇÃO HONROSA

Nome	Cidade	UF	Score
Téssio Perotti Arruda	Fortaleza	CE	74,8
Felipe de Souza Souto	Fortaleza	CE	72,8
Lívia Rodrigues de Araújo	Fortaleza	CE	72,8
Fabício Maciel Soares	São Luís	MA	72,8
Heitor Augusto Carneiro de Almeida	João Pessoa	PB	72,8
Joao Vistor Porto Jaaske	João Pessoa	PB	71,8
João Guilherme N. de Carvalho	Teresina	PI	71,8
Roger Leite Lucena	Imperatriz	MA	71,3
Abdon de Andrade Moutinho Neto	Recife	PE	70,8
Igor Barbosa Cunha	Aracajú	SE	70,8
Marcos Antonio Sá Failanche Filho	Macapá	AP	69,8
Pedro Henrique Gonçalves Carvalho	Fortaleza	CE	69,8
Luckeciano Carvalho Melo	Teresina	PI	69,8
Débora Barreto Ornelas	Salvador	BA	68,7
Breno Negreiros Pinto	Fortaleza	CE	68,7
Dárvylla de Sousa Lima	Fortaleza	CE	68,7
Wessley Roberto Batista da S. Guirino	Teresina	PI	68,7

XVIII ONNeQ



Marcus Di Fabianni Ferreira Lopes Filho	Manaus	AM	67,7
Felipe Eduardo de Paula Santos	Fortaleza	CE	67,7
Haroldo Nogueira Victoriano Neto	Fortaleza	CE	67,7
Pedro Ítalo Oliveira Gomes	Fortaleza	CE	67,7
Clisostenes Arruda Barbosa	Campina Grande	PB	67,7
Luiz Henrique Ferreira	Campina Grande	PB	67,7
Heron Ferreira Aragão	Santa Cruz do Capibaribe	PE	67,7
Natália Nobrega de Lima	Natal	RN	67,7
Liang Wei Dong	Salvador	BA	67,2
Bianca Davi Pereira de Almeida	Campina Grande	PB	67,2
Rodrigo Dias Garcia	Salvador	BA	66,7
Igor Chiasso Marques	Jaboatão dos Guararapes	PE	66,7
Marcelo Henrique Assunção Barros	Santa Cruz do Capibaribe	PE	66,7
Gustavo Maximiano Alves	Colinas do Tocantins	TO	66,7
Daniel Meira Nobrega de Lima	João Pessoa	PB	65,7
Angélica de Brito Sousa	Cocal dos Alves	PI	65,7
Raphael Souza de Almeida	Frei Paulo	SE	65,7
Larissa Ferreira Motavaz	Palmas	TO	65,7
Felipe Castro Vergasta	Salvador	BA	65,2
Lucas da Silva Ferreira	Maceió	AL	64,7
Júlio César Freitas Silva	Fortaleza	CE	64,7
Mateus Jucá Pinheiro	Fortaleza	CE	64,7
Maurocélvio Rocha Pontes Filho	Fortaleza	CE	64,7
Naiara de Oliveira Baptista	Fortaleza	CE	64,7
João Gabriel Mansano	São Luís	MA	64,7
Lívia Teresa Soars Stevenin	Natal	RN	64,7
João Ppedro O. Freitas	Aracajú	SE	64,7
Alberto José Pinto	Salvador	BA	64,2
Rebeca Beck	Salvador	BA	64,2
Kaynan Bezerra de Lima	Fortaleza	CE	64,2
Erinaldo da Costa Quintino Júnior	Maceió	AL	63,7
Bianca Gomes Wanderley	Manaus	AM	63,7
Juliany Pires Figueiredo	Manaus	AM	63,7
Maria Isabel Assis Viasus	Manaus	AM	63,7
Victor Sousa Silva	Fortaleza	CE	63,7
João Guilherme N. de Carvalho	Teresina	PI	63,7



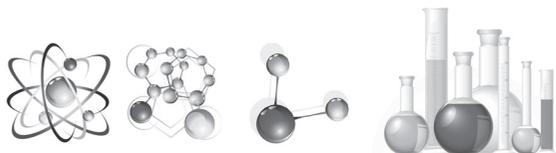
Resultados

Felipe Guedes de Oliveira Kucera	Manaus	AM	63,2
Lo-Amy David de O. Silva	Campina Grande	PB	63,2
Gabriel José Moreira da Costa Silva	Maceió	AL	62,7
Fábio Malheiros Lacerda Nascimento	Salvador	BA	62,7
Gabriel Dias Américo	Patos	PB	62,7
Guilherme Lobo F. Ziani	Recife	PE	62,7
Ícaro Vicente da Silva Rodrigues	Teresina	PI	62,7
Francisco Rebouças de Azevedo júnior	Mossoró	RN	62,7
Isaac César Coelho Argolo	Salvador	BA	62,2
Mateus Caracas Veras	Caucaia	CE	62,2
Matheus Wenzel Sá Gonçalves	Aracajú	SE	62,2
Letícia Góes Gitaí Fernandes	Maceió	AL	61,7
Rayanne Araújo Bezerra	Manaus	AM	61,7
Thiago de Oliveira Guedes	Salvador	BA	61,7
Artur Souto Martins	Fortaleza	CE	61,7
Francisco Maxsuwel Nunes de Oliveira	Caucaia	CE	61,7
Heitor Sales de Castro	Fortaleza	CE	61,7
Jefferson de Queiroz Gomes	Fortaleza	CE	61,7
João Pedro Nunes Aquime	Belém	PA	61,7
Barbara de Alvarenga Borges Fonseca	João Pessoa	PB	61,7
Emilly Rennale Freitas de Melo	Campina Grande	PB	61,7
Jordan de Maria Barros	Teresina	PI	61,7
Felipe Pereira de Lima	Manaus	AM	61,2
Gilmara da Rocha Brito	Cocal dos Alves	PI	61,2
Márcio Pinheiro Lima	Manaus	AM	60,7
Daniel Rocha de Sena	Salvador	BA	60,7
Caio Vidal Bezerra	Fortaleza	CE	60,7
Maria Beatriz B. Ferreira	Campina Grande	PB	60,7
Iago Guimarães Sentges	Salvador	BA	60,2
Marcio Santos Souza Cardoso	Salvador	BA	60,2
Cayo Felliphe Costa Parente	Manaus	AM	59,6
Millena de Albuquerque Silva	Manaus	AM	59,6
Matheus veras Guterres mendes	São Luís	MA	59,6
Jose Alberto de Araujo Gomes Filho	Campina Grande	PB	59,6
Lauro Augusto J. Oliveira	Aracaju	SE	59,6
Roberto Vieira dos Santos	Maceió	AL	59,1

XVIII ONNeQ



Ana Cecília Carvalho Torres	Recife	PE	59,1
Elaine Costa	Paulista	PE	59,1
Ana Cristina Barreto S. de Araújo	Itapissuma	PE	58,6
Renato Frankiley da Silva Lima	Recife	PE	58,6
Rodrigo Castiel Reis de Souza	Recife	PE	58,6
Pamplona de Sousa Xavier	Teresina	PI	58,6
Thiago Oliveira Rodrigues	Picos	PI	58,6
Letícia Bito Maynard	Aracajú	SE	58,6
Vitor do Bomfim A. Carvalho	Aracajú	SE	58,6
Irma Cszanik	Manaus	AM	58,1
Ana Paula Carvalho Simões	Salvador	BA	58,1
Orlando Verçosa Aceto	Recife	PE	58,1
Marina Albuquerque Berreza de Almeida	Mossoró	RN	58,1
Thallyta Kátia Feijó	Arapiraca	AL	57,6
Gabriel Saboia	Manaus	AM	57,6
Vitor Candeia	Manaus	AM	57,6
Mariane Greice Pereira Ventura	Salvador	BA	57,6
Emanuel Pereira de Queiroz	Fortaleza	CE	57,6
Felipe Brandão Forte	Fortaleza	CE	57,6
Agda Morgana Alves Alves	Belém	PA	57,6
Gabriela Deus Correia Lima	Teresina	PI	57,6
Lucas Smith	Manaus	AM	57,1
Lian Chiamentti	João Pessoa	PB	57,1
Alexandre Andrade Cavalcanti de Almeida	Recife	PE	57,1
Gabriela Wanderley da N. Farias de Barros	Mossoró	RN	57,1
Pablo Jango Lima Marques	Manaus	AM	56,6
Pedro Pereira de Almeida	Salvador	BA	56,6
Mariana Andressa Luna Pinheiro	São Luís	MA	56,6
Chelsea Magalhães Tavares da Silva	São Luís	MA	56,6
Emerson Rodrigues Vero Filho	Recife	PE	56,6
Milena Gomes de Andrade	Macaparana	PE	56,6
Lucas Leal Varjão	Aracajú	SE	56,6
Victor Yuri Santos Ramos	Aracajú	SE	56,6
Petrus Fay Dias da Fonsêca	Maceió	AL	56,1
Rodrigo Lins S. de Lima	Salvador	BA	56,1
Sofia Barretto Pereira	Salvador	BA	56,1



Resultados

Larissa Victória Barra de Moura	Belém	PA	56,1
Lucas David Noveline	Belém	PA	56,1
Iuri Wagner Gomes Ferreira	Natal	RN	56,1
Jacobus Laurens de Jager	Manaus	AM	55,6
Luciana Disraeli Macedo Oliveira	Macapá	AP	55,6
Matheus Bartz Noy	Campina Grande	PB	55,6
Matheus Rodrigues Marques de Lima	Campina Grande	PB	55,6
Tainã Soares de Lucena	Catingueira	PB	55,6
Lucas Philipovsky	Macapá	AP	55,1
Raissa Damasceno Barreto da Silva	Salvador	BA	55,1
Nilo Parente Pessoa Dias	Fortaleza	CE	55,1
Bianca da Silva Araújo	Patos	PB	55,1
Rayssa Daiana Silveira Okoro	São Luís	MA	54,6
Rodrigo Alaércio de Carvalho	Belém	PA	54,6
Gleyber Paixão Pinto	Palmas	TO	54,6
Tarcísio Freire de Oliveira e Silva	Salvador	BA	54,1
Renato Albuquerque Heluy	São Luís	MA	54,1
Daniel de Oliveira Sampaio Vasconcelos e Sá	Recife	PE	54,1
Éder Leandro da Silva Dantas	Natal	RN	54,1
Lais Maria Gaspar Coelho	São Luís	MA	53,6
Gabriel Lima Jurema	Teresina	PI	53,6
Renanna Najara Veras Rodrigues	Teresina	PI	53,6
Pedro Henrique Almeida Fraiman	Natal	RN	53,6
Aaron Moscoso Castro Rêgo	Aracajú	SE	53,6
Luanna Karoline L Nascimento	Aracajú	SE	53,6
Natally Suzy Anny N. Siqueira	Itabaiana	SE	53,6
Tiago da Silva Nunes	Aracajú	SE	53,6
Raphael Medeiros Lima	Palmas	TO	53,6
Andrews Oliveira Duyprath de Andrade	Salvador	BA	53,1
Rodrigo dos Santos	Maceió	AL	52,6
Ângela Gabriele Gomes Lira	Fortaleza	CE	52,6
Mariana Camyla Duarte Pontes	Fortaleza	CE	52,6
Renato Baiochi Alves Veronese	Palmas	TO	52,6
Lucas Luan Ildelfonso da Silva	Maceió	AL	52,1
Gean Carlos Costa e Costa	Manaus	AM	52,1
Victor de Araújo Rocha	Salvador	BA	52,1

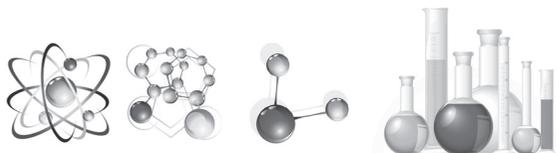
XVIII ONNeQ



José Ivan Ferreira de O. Neto	Belém	PA	52,1
Lara Caldeira Guedes de Souza	Belém	PA	52,1
Caroline dos Santos Marques	Palmas	TO	51,6
Gabriel Lucas A. de Sousa	Manaus	AM	51,1
Jailson Almeida Pinheiro Júnior	Salvador	BA	51,1
Victor Hill Saraiva Lima	Fortaleza	CE	51,1
Kaio Guilherme Andrade Santos	São Luís	MA	51,1
Safire Torres	Campina Grande	PB	50,6
Higor Brenner Lima	Teresina	PI	50,6
Victor Machado	Teresina	PI	50,6
Gabriel Antônio da Silva	Serra Talhada	PE	50,6
Ana Carine N. das Chagas	Porto Velho	RO	50,6
Daniel Ezequiel Francelino Joe Melo	Maceió	AL	50,0
Eduardo Marinho dos Santos	São Luís	MA	50,0
Joel Gustavo Pinto Oliveira	Belém	PA	50,0
Matheus Gomes Martins	Recife	PE	50,0
Carina de Oliveira Gregório	Teresina	PI	50,0

Uma disciplina ao compromisso e ela se transforma em uma decisão irreversível de que você fará hoje o que a maioria não fará (mesmo sabendo que deve fazer!), para que amanhã você possa ter o que a maioria não pode ter!

Zig Ziglar



V OLIMPÍADA BRASILEIRA DE QUÍMICA JÚNIOR

• 8º e 9º anos do Ensino Fundamental •

Fase I

INSTRUÇÕES FASE I

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

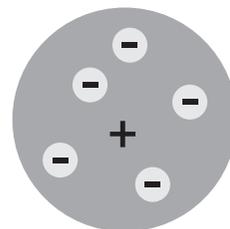
01. O conceito de elemento químico mudou ao longo da história. Atualmente, o seu significado passou a ser sinônimo de

- A) substâncias simples.
- B) qualquer substância que não sofra decomposição.
- C) um conjunto de todos os átomos que possuem o mesmo número de prótons.
- D) todo conjunto dos elementos básicos da natureza: ar, água, fogo e terra.

02. A ilustração indicada abaixo representa um dos modelos atômicos.

São feitas três afirmativas em relação a esse modelo.

- I Foi proposto por Dalton.
- II Considera a existência de uma partícula menor do que o átomo e dotada de carga elétrica negativa.
- III É o modelo aceito atualmente pela comunidade científica.



25

Está correto o que se afirma em

- A) I, apenas.
- B) II, apenas,
- C) III, apenas.
- D) I, II e III.

V OBQ Jr Fase I

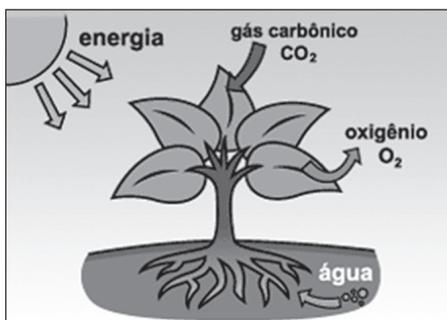


03. Complete o sentido correto para a sentença abaixo.

Eles ficaram surpresos com o que viram: a substância passou direto do estado sólido para o gasoso! Tio, daí eu expliquei... Gente, houve uma

- A) Destilação. B) Evaporação. C) Recristalização. D) Sublimação.

04. Observe a ilustração indicada a seguir.



Disponível em: <http://www.smartkids.com.br/especiais/>
(Acessado em: 11/07/2012)

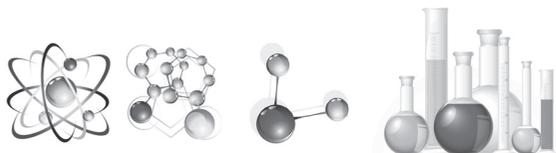
Qual o título que melhor representa o principal processo mostrado na imagem acima?

- A) Esquema da fotossíntese. B) Esquema do efeito estufa.
C) Esquema do aquecimento global. D) Esquema da poluição do ar e da água

05. Um grupo de estudantes realizou um experimento em uma Feira de Conhecimentos utilizando dois líquidos incolores (**A** e **B**). Em uma proveta, uma vidraria volumétrica muito usada em laboratórios de química, eles adicionaram um volume do líquido **A**. Depois, transferiram para a proveta um mesmo volume do líquido **B**. Observando-se a proveta, verificou-se que os líquidos incolores eram imiscíveis.

Em relação a essa atividade experimental é correto afirmar que, considerando-se as fases observadas, os dois líquidos formaram um(a):

- A) solução saturada. B) mistura heterogênea.
C) mistura homogênea transparente. D) sistema contendo uma única fase

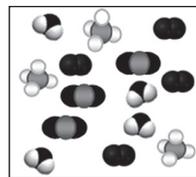


V OBQ Jr Fase I

06. O oxigênio possui ao nível do mar ponto de fusão e ponto de ebulição, respectivamente, de -219°C e de -183°C . Quando um cilindro que contém oxigênio liquefeito é aberto em qualquer local do Brasil, em qualquer época do ano, à temperatura ambiente, ocorre uma

- A)** destilação do líquido **B)** fusão para liberação do gás
C) liquefação **D)** vaporização

07. Observe o esquema mostrado ao lado. Considerando que as esferas de tonalidades e de tamanhos diferentes representam átomos de elementos químicos distintos, entre as opções abaixo, esse modelo representa os componentes de um:



- A)** pedaço de cobre **B)** líquido de um termômetro de mercúrio
C) anel de ouro e prata **D)** gás exalado pelo motor de um automóvel

08. O quadro apresentado abaixo indica algumas das funções, no organismo humano, de elementos químicos presentes em sais minerais diferentes (I, II, III e IV) e os alimentos onde eles são normalmente encontrados.

Sais minerais	Funções	Alimentos onde são encontrados
I	Componente da hemoglobina e atua na respiração celular. A sua falta causa anemia.	Fígado, gema de ovo, legumes e vegetais verdes.
II	Componente das moléculas de DNA e RNA e também participa da formação dos ossos e dos dentes.	Carnes, peixes, feijão, ervilha, cereais, leite e produtos lácteos.
III	Componente dos ossos e dos dentes; participa da contração dos músculos e da coagulação do sangue.	Vegetais (brócolis, espinafre, rúcula etc.), leite e produtos lácteos.
IV	Muito importante na formação dos ossos e dos dentes.	Água tratada para consumo humano.

A sequência que contém os nomes elementos químicos presentes nesses sais minerais e que indica corretamente as suas respectivas suas funções e alimentos onde são encontrados é dada por

- A)** I – Fósforo; II – Ferro; III – Cálcio; IV – Flúor
B) I – Fósforo; II – Cálcio; III – Flúor; IV – Ferro
C) I – Ferro; II – Fósforo; III – Cálcio; IV – Flúor
D) I – Ferro; II – Cálcio; III – Flúor; IV – Fósforo.

V OBQ Jr Fase I



09. No laboratório de ciências de uma escola destilaram-se separadamente quatro amostras líquidas coletadas: I - da chuva, II - de um rio contaminado, III - de uma nascente e IV - da torneira desse próprio local. O destilado obtido em todos os casos era um líquido incolor com $PF = 0^\circ\text{C}$, $PE = 100^\circ\text{C}$ e $d = 1,0 \text{ g/cm}^3$ (a 25°C).

É correto afirmar que nessas condições

- A) os destilados obtidos de todas essas amostras se referem a uma mesma substância pura composta.
- B) a água da nascente é tão pura quanto os destilados obtidos das amostras da chuva, do rio e da torneira.
- C) as amostras da água da torneira e da chuva produzem destilados mais puros do que as demais amostras.
- D) o destilado da amostra do rio contaminado é uma substância mais impura do que a dos outros destilados.

10. A ilustração mostrada ao lado traz algumas características do elemento químico gálio. Com base nos dados fornecidos por esta imagem, são feitas três afirmações.

- I. O argônio possui $Z = 18$.
- II. O gálio possui 69,723 nêutrons.
- III. A configuração eletrônica $[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2 4p^1$ permite indicar o período e o grupo nos quais se localiza o gálio na tabela periódica.

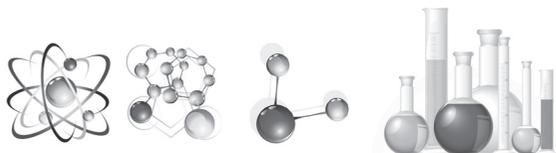


De acordo com os dados fornecidos pela imagem, está correto o que é afirmado em

- A) I e II B) I e III C) II e III D) I, II e III

28

11. Átomos de sódio ($Z=11$; $[\text{Ne}] 3s^1$), potássio ($Z = 19$; $[\text{Ar}] 4s^1$) e rubídio ($Z=37$; $[\text{Kr}] 5s^1$) reagem explosivamente quando entram em contato com a água. Além disso, eles combinam-se com o cloro e com o oxigênio formando, respectivamente, substâncias de fórmulas ECl e E_2O (onde "E" representa o elemento). Por sua vez, átomos de magnésio ($Z= 12$; $[\text{Ne}] 3s^2$), cálcio ($Z=20$; $[\text{Ar}] 4s^2$) e estrôncio ($z= 38$; $[\text{Kr}] 5s^2$) também reagem com água, mas não tão violentamente quanto esses outros elementos, e também se combinam com o cloro ($Z=17$; $[\text{Ne}] 3s^2 3p^5$) e com o oxigênio ($Z=8$; $1s^2 2s^2 2p^4$), porém, formando substâncias de fórmulas ECl_2 e EO , respectivamente.



V OBQ Jr Fase I

De acordo com os dados apresentados e com as características da atual tabela dos elementos químicos, é correto afirmar que

- A) as substâncias compostas exemplificadas são sólidos covalentes.
- B) o magnésio e o cloro são elementos constituídos pelo neônio (Ne).
- C) o sódio, o potássio e o rubídio pertencem ao mesmo grupo da tabela periódica.
- D) os elementos metálicos citados no texto são do mesmo período da tabela periódica.

12. Uma grande indústria de reciclagem resolveu destinar três depósitos grandes (I, II e III) para armazenagem de materiais separados em uma etapa preliminar de catação. Algumas características das substâncias desses materiais a serem depositadas em cada um dos depósitos estão descritas a seguir.

- I. Substâncias condutoras de eletricidade tanto no estado sólido quanto no líquido.
- II. Substâncias condutoras de eletricidade no estado líquido, mas não no estado sólido.
- III. Substâncias com pontos de fusão razoavelmente mais baixos do que as indicadas para os outros contêineres e que não conduzem a corrente elétrica nem no estado sólido nem no líquido.

Considerando tais especificações, em qual(is) desses contêineres devem ser armazenados, respectivamente, componentes à base de ouro retirados de equipamentos de informática e solventes orgânicos, como a acetona?

- A) I, apenas B) II, apenas C) I e III, respectivamente D) II e III, respectivamente.

13. Realizou-se um experimento com uma bebida de coloração laranja apreendida em uma operação policial. Os seus constituintes eram: essência, corante e água. O objetivo principal da análise era conseguir obter, de forma isolada, o componente de maior percentual nesse produto.

29

Nas condições estabelecidas, qual o processo mais indicado para a obtenção dessa substância em laboratório?

- A) Centrifugação B) Decantação C) Destilação simples D) Destilação fracionada

14. A moeda de R\$ 1 possui um disco interno formado por uma liga de Cu e Ni e um disco externo composto por alpaca, uma liga metálica de Cu, Ni, Sn e Ag.

V OBQ Jr Fase I



Uma moeda de R\$ 1 pode ser considerada como um exemplo de

- A) mistura metálica sólida.
- B) objeto com baixa condutividade elétrica.
- C) um tipo de material semelhante ao utilizado na fabricação de pregos para usos comuns.
- D) um conjunto de ligas que possui as mesmas propriedades físicas e químicas dos seus elementos químicos constituintes.

15. Um estudante enumerou três diferentes iniciativas que ele considerava como exemplos de “química verde”, conforme mostrado abaixo.

- I. Biocombustível a partir do bagaço de cana.
- II. Biodiesel a partir de óleo usado em lanchonete.
- III. Aditivo para massas de pães e biscoitos a partir de soluções de baterias.

São exemplos adequados aos princípios da “química verde” o que se afirma em

- A) I e II.
- B) I e III.
- C) II e III.
- D) I, II e III.

16. Em um recipiente contendo acetona foram imersos quatro copos: um de alumínio, um de isopor, um de papel e um de vidro. Verificou-se uma modificação em apenas um deles, acompanhada pela liberação de gás. Ao final, resultou-se em uma pasta, que se tornou sólida após o seu resfriamento.

De acordo com as características dos materiais desses objetos, qual deles teve o seu formato alterado pela ação do solvente?

- A) Alumínio.
- B) Isopor.
- C) Papel.
- D) Vidro.

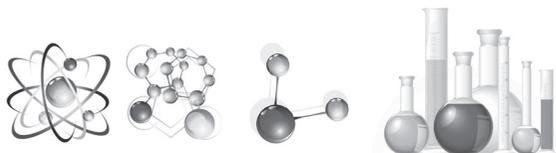
30

17. Observe a imagem abaixo. O principal aspecto abordado nessa ilustração se refere à:

- A) misturas heterogêneas
- B) reações químicas.
- C) substâncias simples.
- D) fontes naturais de calorias.



© 2007 Publications International, Ltd.
Disponível em: <http://criancas.hsw.uol.com.br/> (Acessado em: 11/07/2012)



V OBQ Jr Fase I

18. Um pedaço de enxofre (S_8) foi comprado em um armazém e colocado dentro de uma cisterna. Essa cisterna é abastecida com água fornecida pela companhia de águas e esgoto do município. Depois de ser transferido para a cisterna, esse material pôde ser observado dentro do reservatório por vários meses.

São feitas três afirmativas referentes à situação acima descrita.

- I. O pedaço de enxofre é constituído por uma substância covalente, por isso não se dissolveu.
- II. O material comprado no armazém é uma substância simples, ainda que pudesse conter algumas impurezas, e se dissolve lentamente na água da cisterna.
- III. O sistema existente dentro da cisterna, após um mês da transferência do enxofre, é considerado uma mistura homogênea.

Está correto o que se afirma em

- A) I, apenas. B) II, apenas. C) I e III. D) II e III.

19. Observe a figura indicada abaixo.



Disponível em: <http://007blog.net/> (Acessado em: 11/07/2012)

Esta imagem reforça um dos alertas ambientais que vêm sendo realizado, principalmente quanto aos

31

- A) riscos de áreas polares serem destruídas por causa dos biocombustíveis.
- B) efeitos da chuva ácida como uma ameaça para a extinção dos ursos polares.
- C) perigos dos ursos migrarem para as regiões tropicais em busca de mais alimentos.
- D) impactos causados nas camadas polares pela influência do homem na maior produção e no maior lançamento de CO_2 na natureza.

20. Uma professora de ciências montou quatro sistemas, como o indicado abaixo

V OBQ Jr Fase I



na figura abaixo, para realizar um experimento de condutividade elétrica na sala de aula. A lâmpada usada era muito pequena.



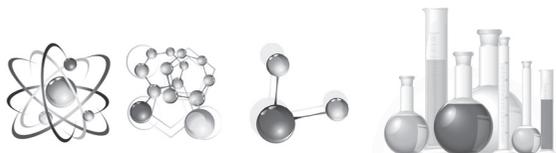
Ela testou a condutividade em quatro copos distintos contendo em cada um deles um líquido diferente: um óleo vegetal, uma solução de açúcar, uma solução de sal de cozinha e água da torneira. A lâmpada ficou acesa em apenas dois desses sistemas.

De acordo com a composição desses líquidos, a pequena lâmpada foi acesa nos copos contendo:

- A) água da torneira e solução de sal de cozinha.
- B) água da torneira e óleo vegetal.
- C) óleo vegetal e solução de açúcar.
- D) solução de açúcar e solução de sal de cozinha.

GABARITO

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



V OLIMPÍADA BRASILEIRA DE QUÍMICA JÚNIOR

• 8º e 9º anos do Ensino Fundamental •

Fase II

INSTRUÇÕES

1. A prova consta de 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 Em 2011, o elemento químico de número atômico 112 foi aceito oficialmente e passou a integrar a tabela periódica. O reconhecimento veio das uniões internacionais de química e física puras e aplicadas (respectivamente IUPAC e IUPAP, siglas em inglês). Alguns átomos desse elemento foram produzidos em experiências desenvolvidas por cientistas dos laboratórios de Dubna, na Rússia, e Lawrence Livermore, nos EUA. Os átomos do elemento 112 são altamente instáveis e existem por apenas alguns milionésimos de segundo, antes de se dividirem em átomos de outros elementos.

Adaptado de JC e-mail 3782, de 12 de Junho de 2009

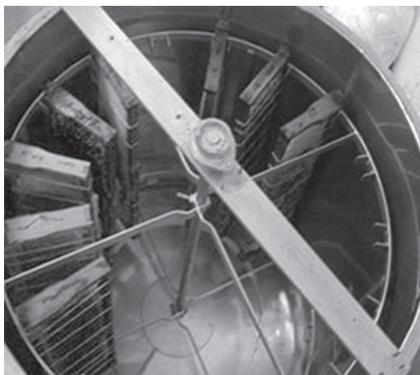
De acordo com as suas características e propriedades, na tabela periódica, o elemento químico com o número atômico 112 se localiza

- A) antes do hidrogênio.
- B) vizinho ao hidrogênio.
- C) no grupo dos gases nobres.
- D) após o elemento que possui 111 prótons.

V OBQ Jr Fase II



02 Os produtores apícolas levam os quadros contendo favos de mel para um estabelecimento chamado de “casa do mel”. Nesse local, é realizada a extração, o processamento, o envase e a estocagem do produto. Após a retirada da camada de cera que cobre os favos, os quadros são fixados dentro de um equipamento, como o mostrado na figura ao lado, no qual ocorre a etapa **I** desse processo. Depois de extraído, o mel passa pela etapa **II**, na qual se recomenda o uso de várias peneiras, com gramaturas diferentes, seguindo a ordem da maior para a menor. Em nova separação, etapa **III**, o produto fica em repouso em um tanque, por aproximadamente 48 h, para que as bolhas, produzidas ao longo do processo, e as partículas não retiradas na etapa anterior possam ser eliminadas. Em seguida, o mel é envasado e, depois, rotulado.



Para um processamento adequado do mel, as etapas I, II e III, correspondem respectivamente à

- A) centrifugação, filtração e decantação. B) centrifugação, peneiração e aeração.
C) filtração, peneiração e centrifugação D) filtração, peneiração e aeração.

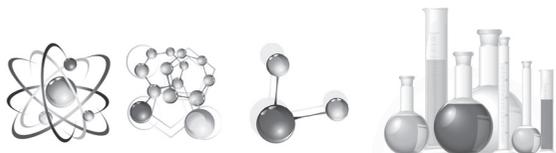
03 A maior parte do carbono ($Z=6$) presente na Terra é composta por cerca de 98,9% de carbono-12, algo próximo a 1,1% de carbono-13 e uma quantidade muito pequena (traços) de carbono-14, uma espécie radioativa. O carbono-14 é a espécie investigada em uma técnica, chamada de técnica de radiocarbono, que permite determinar a idade aproximada de diferentes artefatos.

34

O texto informa que há

- A) diferentes tipos de elementos químicos de carbono na Terra.
B) uma espécie isotópica de carbono com aplicação arqueológica.
C) diferentes espécies de carbono com diferentes números atômicos.
D) três formas alotrópicas para o carbono: carbono-12, carbono-13 e carbono-14.

04 Uma fábrica resolveu utilizar gelo seco (CO_2 sólido a $-78,5\text{ }^\circ\text{C}$), armazenado dentro de sacos plásticos perfurados, em seus carrinhos de vendas de picolés e



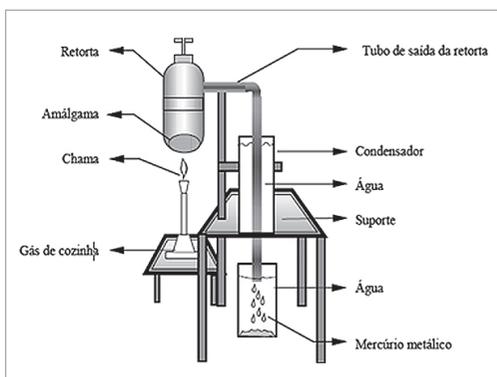
V OBQ Jr Fase II

sorvetes. A decisão aconteceu depois de se confirmar que a baixa temperatura do gás liberado pelo gelo seco mantém os alimentos congelados dentro dos carrinhos, ao longo do período indicado pela empresa para a comercialização desses produtos na rua.

Em relação às informações contidas no texto acima, é **CORRETO** afirmar que

- A) o gás liberado dos sacos plásticos é constituído basicamente por vapor d'água.
- B) o gelo seco sofre sublimação e o gás frio de CO_2 retarda o degelo dos produtos.
- C) o gás produzido no carrinho é o resultado de um fenômeno químico, uma reação, que ocorre entre o gelo seco e o oxigênio.
- D) o gelo seco é formado por uma mistura contendo duas substâncias diferentes, uma líquida e outra gasosa, que mantêm a refrigeração nos carrinhos.

05 Mineradores utilizam mercúrio para separar o ouro. Nesse processo, forma-se uma liga sólida, com o teor de ouro normalmente de 30 a 50%. Para separar o ouro do mercúrio, comumente é feita a pirólise do mercúrio. Um processo indicado para essa pirólise é a retortagem do amálgama, utilizando-se uma retorta, como o equipamento ilustrado ao lado, que foi desenvolvido no CETEM/MCT. Essa retorta proporciona uma recuperação total do ouro amalgamado e do mercúrio utilizado no processo.



35

Adaptado de: <http://www.cetem.gov.br/publicacao/CTS/CT2007-071-00.pdf> (Acesso em: 01/10/2012)

Na retortagem de amálgama de ouro e mercúrio ocorre o processo de

- A) cristalização do mercúrio.
- B) destilação do mercúrio.
- C) reação do mercúrio.
- D) sublimação do mercúrio.



06 Em temperatura ambiente e pressão atmosférica normal (uma atmosfera), o hidrogênio (H_2) se encontra em estado gasoso, mas caso seja resfriado se liquefaz. Em pressão atmosférica, isso ocorre a $-253\text{ }^\circ\text{C}$.

Sabendo-se que o hidrogênio tem $Z=1$, é **CORRETO** afirma que

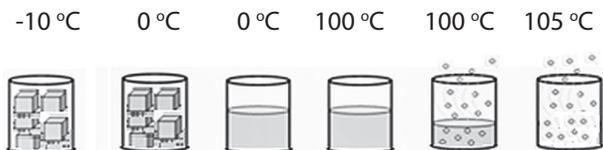
- A) a ligação covalente de cada molécula de H_2 é rompida quando essa substância muda de estado líquido para gasoso.
- B) as ligações covalentes das moléculas de hidrogênio são fracas porque essa substância apresenta baixo ponto de ebulição.
- C) as ligações covalentes do H_2 envolvem uma transferência total de elétrons, fazendo que esse gás tenha uma temperatura de ebulição muito baixa.
- D) a ligação covalente de cada molécula de H_2 apresenta um compartilhamento de dois elétrons entre os dois átomos de hidrogênio e assim se mantém quando a substância é liquefeita.

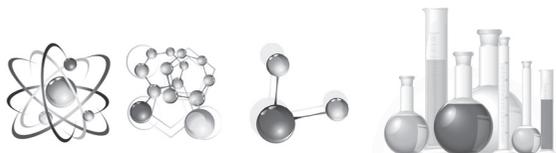
07 Uma forma de se testar a veracidade de uma pedra de diamante é tentando riscá-lo com uma barra de metal contendo um pequeno cristal de diamante verdadeiro fixo na sua ponta. Caso o diamante seja verdadeiro, não será possível observar o aparecimento de um risco sobre o mesmo. Nesse caso, embora possa conter um pequeno teor de impurezas, basicamente, a pedra é constituída por átomos de

- A) "Ag" B) "Au" C) "C" D) "Ca"

08 Realizou-se um experimento, no qual um frasco de vidro contendo cubos de gelo, retirado do freezer, sofreu um aquecimento, sob pressão constante de 1 atm, conforme ilustrado a seguir.

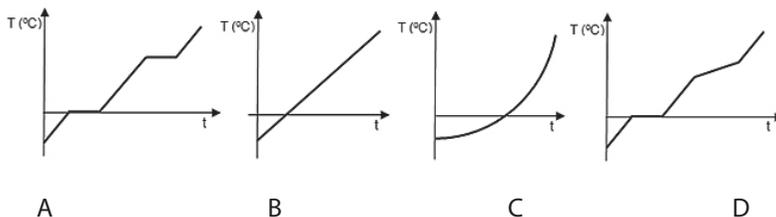
36





V OBQ Jr Fase II

Qual dos gráficos abaixo apresenta uma curva de aquecimento adequada para esse processo?



09 Muitos trabalhadores percorrem diariamente vários quilômetros até a cratera de um vulcão indonésio para buscar pedras amarelas, constituídas basicamente por uma única substância simples. Eles vendem esse material para fábricas locais, que purificam essa substância e a utilizam para refinar açúcar e produzir fósforos e remédios. Coletar esse “ouro amarelo” tem o seu preço. Apesar de a remuneração diária de U\$ 8,0 (oito dólares) ser muito maior do que a de agricultores, a profissão é muito mais perigosa. Os operários trabalham no entorno de um enorme lago no interior da cratera, que é considerado um dos mais ácidos do mundo, e onde há emissões de gases tóxicos, que já mataram muitos catadores dessas pedras.

Adaptado de: http://www.dailymotion.com/video/xht63x_ouro-amarelo_news (Acesso em: 01/10/2012)

Em relação à principal substância abordada no texto acima, é **CORRETO** afirmar que ela é

- A) um sal.
- B) constituída pelo elemento químico Au.
- C) o enxofre.
- D) formada por dois elementos químicos.

10 Baseando-se em experimentos com radioatividade, o cientista Ernest Rutherford propôs um modelo atômico.

Qual das imagens apresentadas a seguir corresponde a esse modelo?

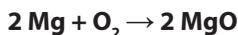


- A
- B
- C
- D



QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS

11 A queima de um pedaço de fita de magnésio ocorre segundo a equação da reação química mostrada abaixo. Nesse processo, ocorre liberação de energia na forma de calor e de uma intensa luminosidade.



Utilizando-se essa reação, qual é a massa de magnésio necessária para se produzir 2,0 g de óxido magnésio?

Dados de massas (molares): C = 12 g/mol; O = 16 g/mol; Mg = 24 g/mol.

12 Com base nos princípios da química verde, avalie as vantagens da utilização do equipamento ilustrado na questão **05** em um garimpo de ouro.

13 Discuta se o ar é uma solução e se é possível separar alguns dos seus principais componentes.

GABARITO - QUESTÕES DE MÚLTIPLA ESCOLHA

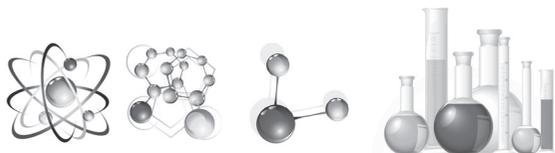
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
D	A	B	B	B	D	C	A	C	B

POSSÍVEIS RESPOSTAS - QUESTÕES ANALÍTICO EXPOSITIVAS

11 1,2 g de magnésio.

12 Essa técnica reduz ou elimina a geração de produtos e sub-produtos tóxicos, que são nocivos à saúde humana ou ao ambiente, pois os constituintes da amálgama são totalmente recuperados.

13 O ar é uma solução, uma mistura homogênea. Os seus constituintes podem ser liquefeitos e, depois, separados por destilação fracionada.



V OLIMPÍADA BRASILEIRA DE QUÍMICA JÚNIOR RESULTADO

Aluno	Escola	Cidade	UF	ANO	NOTA
O U R O					
Rodrigo Silva Ferreira	Militar de Salvador	Salvador	BA	9o	100
Maria Eduarda Belota Moreno	Olimpo DF	Brasília	DF	9o	100
André Saugo Mazzari	Notre Dame de Campinas	Campinas	SP	8o	99
João Martins Cortez Filho	Dom Barreto	Teresina	PI	9o	96
Pedro Henrique R. de Freitas	Militar de Brasília	Brasília	DF	9o	95
Pedro Oscar Souza Livera	Esc. Internacional de Aldeia	Camaragibe	PE	9o	95
João Pedro Ramos Milhome	Dom Barreto	Teresina	PI	9o	95

P R A T A					
Leonardo Oliveira Reis	Anchieta	Salvador	BA	9o	93
Letícia Pereira de Souza	Objetivo Junior	Taubaté	SP	9o	93
Fernanda Gonçalves Fidêncio	EEEB Gov. André F. Montoro	Valinhos	SP	9o	92
Victória Moreira Reis Cogo	Dom Barreto	Teresina	PI	9o	91
Larissa Narumi Takeda	Militar de Porto Alegre	Porto Alegre	RS	9o	91
Vinícius de Camargo	Fund. Univer. Vida Cristã	Mococa	SP	9o	91
Gustavo Francisco de Oliveira	Fund. Univer. Vida Cristã	Mococa	SP	9o	91
Thiago Ferreira Kalife	Esc. Interamérica	Goiânia	GO	9o	90
Larissa Malanski Chimin	Marista de Cascavel	Cascavel	PR	9o	90
Izadora Bandoch	Militar de Curitiba	Curitiba	PR	9o	90
Francisco Anderson S. de Moura	Dom Barreto	Teresina	PI	9o	90
Hugo Concolato de O. Freitas	Sistema Elite de Ensino	Rio de Janeiro	RJ	9o	90
Ariadne Garcia Leite	Militar de Porto Alegre	Porto Alegre	RS	9o	90
Laura Jardim Chiarelli	EMEF Profª. Arlinda R. Negri	Dumont	SP	9o	89
Wesley Marques Gonçalves	Esc. de Aplicação do Recife	Recife	PE	9o	88,5
Igor Radel Ribeiro	Antonio Vieira	Salvador	BA	9o	88

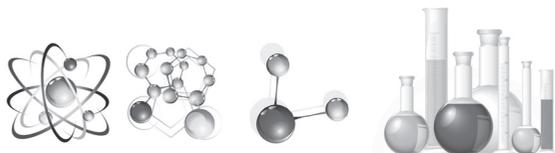
V OBQJr Resultado



João Victor Resende Carvalho	E M Mario Faustino	Teresina	PI	9o	88
Arthur Augusto Siqueira Carvalho	Dom Barreto	Teresina	PI	9o	88
Daniel Souza de Almeida	EEEM Demétrio Ribeiro	Alegrete	RS	9o	88
Richard William R. A. dos Santos	EMEF Profª. Arlinda R. Negri	Dumont	SP	9o	88
Gabriel Pereira Penna Andrade	FIDE	Itabira	MG	9o	87,5
Gabriel Bertoni Lugtenburg	Classe A	Porto Velho	RO	9o	87
Elcio Koodiro Yoshida	Etapa	São Paulo	SP	9o	87

BRONZE

Nayara Lima Rocha da Cruz	Anchieta	Salvador	BA	9o	86
Lia de Freitas Araújo Alves	Farias Brito	Fortaleza	CE	9o	86
Vitória Barros Gomes	Dom Barreto	Teresina	PI	9o	86
Giuliano Pantarotto Semente	Inst. Educ. Parque Ecológico	Indaiatuba	SP	9o	86
André Gandelman Bovolini	Bandeirantes	São Paulo	SP	9o	86
Marcio Vinicius D. Ross	EE Prof Azarias Mendes	Votorantim	SP	9o	86
Gabriel M. de Oliveira Santos	EE Prof Azarias Mendes	Votorantim	SP	9o	86
Samuel Domingues Beato	EE Prof Azarias Mendes	Votorantim	SP	9o	86
Deivid Déda Araújo Nunes	Amadeus	Aracaju	SE	9o	86
Giovanna Soares Nutels	Contato	Maceió	AL	9o	85
Seon Augusto de S. Ferreira	Militar de Salvador	Salvador	BA	9o	85
Leonardo Patiño Gonçalves	Esc. Interamérica	Goiânia	GO	9o	85
José Henrique Carvalho	Militar de Curitiba	Curitiba	PR	9o	85
Marcírio Barcellos Gessinger	Militar de Porto Alegre	Porto Alegre	RS	9o	85
Bento Bruno Pereira	Militar de Porto Alegre	Porto Alegre	RS	9o	85
Laís Yoshie Morikawa Muta	Mater Amabilis	Guarulhos	SP	9o	85
Rafael da Costa Araripe	Petrópolis	São B. do Campo	SP	9o	85
Lucas Jun Koba Sato	Bandeirantes	São Paulo	SP	9o	85
Susanna Tawata Tamachiro	Exatuse	São Paulo	SP	9o	85
Gabriel Moura Braúna	Ari de Sá Cavalcante	Fortaleza	CE	8o	85
Gustavo Pereira de Souza	São Francisco Xavier	Ipatinga	MG	9o	84,5



V OBQJr Resultado

Thalita Micaelle Lira da Luz	Patricia Costa	Olinda	PE	80	84,5
Lucas Tadeu Rocha Santos	Farias Brito Sobralense	Sobral	CE	90	84
Valentina de M. Cezar de Araújo	Diocesano Leão XIII	Paranaguá	PR	90	84
Gustavo Guedes Faria	Poliedro	São José dos Campos	SP	90	84
Gabriela do Couto Fernandes	Olimpo DF	Brasília	DF	90	83,5
Gabriela F. Borges da Costa	Profa. Julieta M. dos Santos	Coxim	MS	90	83,5
Hélio Luigi Crêspo Neto	Esc. de Aplic. do Recife	Recife	PE	90	83,5
Bruno Felipe Santos de Oliveira	Esc. Batista Biblica	Salvador	BA	90	83
Lauro de Araújo Costa Moura	Farias Brito	Fortaleza	CE	90	83
Eliabe Bastos Dias	Sete de Setembro	Fortaleza	CE	90	83
Heron Almeida Medeiros Filho	Dom Barreto	Teresina	PI	90	83
Ralph Biaggi Neto	Anchieta - Objetivo	Ribeirão Preto	SP	90	83
Cláudio Adão da Cunha	EMEF Profa. Mercedes Klein	São José dos Campos	SP	90	83
Leonardo Henrique M. Florentino	Objetivo Vergueiro	São Paulo	SP	90	83

A lista de alunos agraciados com **MENÇÃO HONROSA** e os **DEMAIS CLASSIFICADOS** na **V Olimpíada Brasileira de Química Júnior** encontra-se disponível em www.obquimica.org/



QUESTÃO 8

Um metal **M** é dissolvido em ácido clorídrico concentrado e observa-se a liberação de um gás **A**. À solução obtida foi adicionada tioacetamida formando um precipitado amarelo. A solução foi centrifugada e o sobrenadante separado. Ao sobrenadante foi adicionada uma solução de nitrato de prata e percebeu-se a precipitação de um sólido **B** branco. As espécies **M**, **A** e **B** são, respectivamente:

- Cu, gás hidrogênio e cloreto de prata.
- Cd, gás oxigênio e clorato de prata.
- Co, gás hidrogênio e cloreto de prata.
- Cd, gás hidrogênio e cloreto de prata.
- Cu, gás oxigênio de cloreto de prata.

QUESTÃO 9

Um estudante, a pedido de seu professor, precisa preparar 400 mL de uma solução de amônia 5 mol/L. No rótulo do frasco de amônia, lacrado, que utilizará para preparar sua solução, o estudante observou as seguintes informações:

- Concentração (m/m): 29,0%
- Densidade: $0,9 \text{ g.cm}^{-3}$
- Massa molar: $17,02 \text{ g.mol}^{-1}$

A partir dessas informações, deduz-se que o volume de solução concentrada, medida pelo estudante, para preparar a solução solicitada pelo professor foi de:

- 86,00 mL
- 94,15 mL
- 112,03 mL
- 130,42 mL
- 145,31 mL

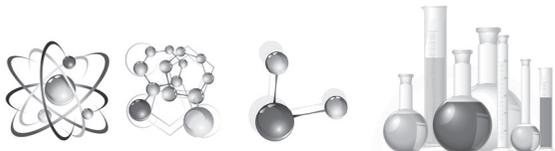
QUESTÃO 10

A decomposição do N_2O_4 em NO_2 é dada pela seguinte reação:



Coloca-se n mols de N_2O_4 em um recipiente de pressão p e temperatura T e espera-se o equilíbrio ser atingido. Sabendo que o grau de decomposição é α , a constante de equilíbrio K_c pode ser expressa como:

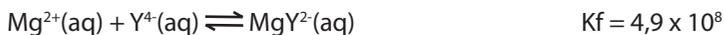
- $K_c = \frac{2a}{pRT(n-a)^2}$
- $K_c = \frac{2a}{pRT(n-a)^2}$
- $K_c = \frac{a}{4pRT(n^2+a^2)}$
- $K_c = \frac{4pa}{[(RT)(c+a)]^2}$
- $K_c = \frac{4apRT}{(n^2-a^2)}$



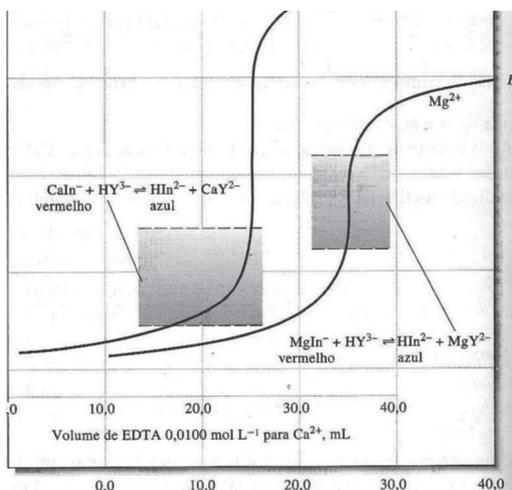
PARTE B - QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS

QUESTÃO 11

Em química analítica, é possível determinar satisfatoriamente a concentração de metais em solução usando agentes complexantes. O agente quelante mais utilizado é o EDTA, visto que ele reage com os cátions metálicos em uma proporção bem definida de 1:1. O EDTA é um ácido poliprótico com quatro prótons ionizáveis, cuja estrutura pode ser simplificada pela fórmula H_4Y . Titulações com EDTA são feitas comumente em soluções tamponadas de $pH = 10$, para que não haja competição entre os íons metálicos e os íons H^+ , garantindo a formação de um complexo estável. Uma das grandes utilidades do uso de EDTA é para a determinação de cálcio e magnésio. As reações de complexação e suas respectivas constantes de equilíbrio são apresentadas abaixo.



No processo de titulação é utilizado o indicador negro de Ericromo T (H_3In em sua forma protonada), que forma complexos de cor vermelho-vinho com os metais em solução. Em $pH = 10$, quando deslocado pelo EDTA, o indicador encontra-se na forma HIn^{2-} de cor azul. Logo, o final da titulação é tido quando a solução assume uma coloração azul indicando o excesso do indicador livre. O gráfico para a titulação complexométrica de cálcio e magnésio, em $pH = 10$, é apresentado a seguir.



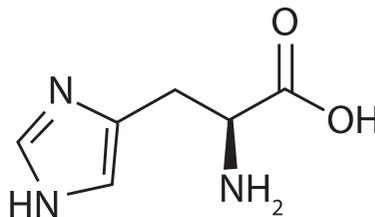
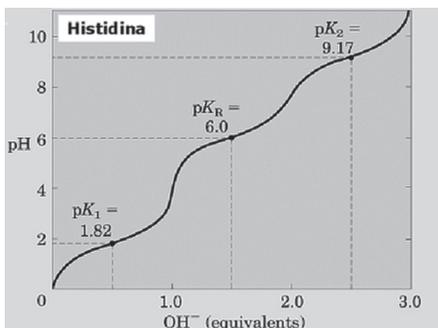


Para se determinar a concentração de uma solução de Ca^{2+} , foi preparada uma solução de EDTA dissolvendo $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot \text{H}_2\text{O}$ em água e completando o volume do balão até 250 mL. Como a concentração de EDTA era desconhecida, foi usada uma solução de Mg^{2+} de concentração 0,0050 M para padronização. O volume gasto na padronização de 25,0 mL da solução de EDTA foi de 18,5 mL da solução de Mg^{2+} . Antes de iniciar a titulação da solução cálcio, 50,0 mL dessa solução foram misturados com 50,0 mL da solução de magnésio utilizada na padronização do EDTA. A nova solução foi diluída em balão volumétrica até o volume de 500 mL. Uma alíquota de 50 mL foi então tamponada em $\text{pH} = 10$ e titulada com a solução de EDTA gastando 9,7 mL para que a solução ficasse azul.

- I) Explique analiticamente o porquê da adição de magnésio à solução de cálcio antes da titulação.
- II) Calcule a concentração de Ca^{2+} da solução inicial. Expresse o resultado em mol.L^{-1} e em ppm.

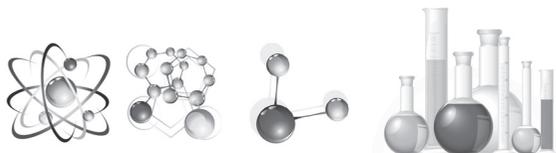
QUESTÃO 12 - Equilíbrio ácido-base.

O gráfico abaixo representa o progresso da titulação do aminoácido histidina com equivalentes de NaOH.



Histidina

- I) Apresente todos os equilíbrios de ionização relevantes para a histidina, indicando para cada um deles o pK relacionado. Indique, também, as zonas de maior capacidade tamponante para este aminoácido.



Modalidade A

- II) Para reproduzir o meio intracelular em laboratórios de bioquímica, tampões de fosfato são utilizados. Considerando que o pH intracelular seja igual a 7,4 e que a solução utilizada para o preparo do tampão tenha $[\text{PO}_4^{3-}] = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$, calcule o volume de HCl $6,00 \text{ mol.L}^{-1}$ que deve ser adicionado a 500 mL dessa solução, para obtenção da solução desejada.

Dados: $\text{pK}_a(\text{H}_3\text{PO}_4) = 2,15$ $\text{pK}_a(\text{H}_2\text{PO}_4^-) = 7,1$ $\text{pK}_a(\text{HPO}_4^{2-}) = 12,4$

QUESTÃO 13

Uma fábrica que produz cal (CaO) necessita reduzir o custo de produção para se manter no mercado com preço competitivo para o produto. A direção da fábrica solicitou ao departamento técnico o estudo da viabilidade de reduzir a temperatura do forno de calcinação de Carbonato de Cálcio dos atuais 1500K para 800K.

- I) Considerando apenas o efeito termodinâmico, pergunta-se: O departamento técnico pode aceitar a nova temperatura de calcinação?
- II) Em caso afirmativo, o departamento técnico pode fornecer outra temperatura de operação que proporcione maior economia?
- III) Em caso negativo, qual é a temperatura mais econômica para se operar o forno de calcinação?

Dados a 25°C

Substância	$\Delta S / \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	$\Delta H^0 / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
$\text{CaCO}_{3(s)}$	92,9	- 1 206,9
$\text{CaO}_{(s)}$	39,8	-635,1
$\text{CO}_{2(g)}$	213,6	-393,5

OBS: desconsidere a variação das propriedades com a temperatura

QUESTÃO 14

Uma grande diferença entre os elementos do segundo período para os demais é a falta de capacidade de formar um grande número de ligações químicas. São observados moléculas ou íons como o SiF_6^{2-} , PF_6^- e SF_6 , mas nenhum análogo é observado para carbono, nitrogênio ou oxigênio.

- I) Utilizando de conceitos da Teoria da Ligação de Valência, explique por que os elementos silício, fósforo e enxofre podem fazer um maior número de ligações que o máximo possível para carbono, nitrogênio ou oxigênio.

OBQ-2012 Fase III



Além do SF_6 , o enxofre forma uma vasta série de compostos com o flúor: S_2F_2 , SOF_2 , SF_4 , SOF_4 e o S_2F_{10} .

II) Existem dois compostos com fórmula química S_2F_{10} , um dos exemplos de isomeria mais simples da química inorgânica. Escreva a estrutura de Lewis para os dois isômeros.

As moléculas SF_4 e SOF_4 possuem igual número pares de elétrons ao redor do átomo central, para esses pares está prevista uma geometria de bipirâmide trigonal.

III) Represente espacialmente o arranjo bipirâmide de base trigonal e identifique as posições axiais (*ax*) e equatoriais (*eq*) em sua representação. Defina os ângulos tetraédricos formados entre as posições equatoriais e entre uma axial e uma equatorial.

IV) O SOF_4 tem, obviamente, uma ligação diferente das demais. Represente essa molécula considerando o seu arranjo espacial e explique a sua escolha para a posição dessa ligação.

V) Entre as moléculas SF_4 e XeF_4 , qual apresentará o menor ângulo entre as ligações? Justifique sua resposta.

QUESTÃO 15

A amônia, nas condições ambientes, é um composto gasoso, usado como matéria-prima para diversas substâncias, por exemplo, na fabricação de fertilizantes agrícolas, explosivos para fins militares, gás de refrigeração, etc.

É preparada através de síntese direta com gás hidrogênio (processo Haber-Bosch).

Na fabricação de fertilizantes e de explosivos, usa-se um sal, obtido a partir da sua reação com ácido nítrico.

48

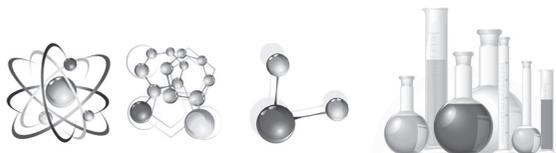
Com relação à amônia:

I) Qual a sua geometria molecular?

II) Escreva a equação de ionização que ocorre, quando é dissolvida em água, citando o nome comercial da solução obtida.

III) Ao entrar em contato com gás clorídrico, produz um determinado sal. Qual a cor que a solução aquosa desse sal desenvolverá, na presença de fenolftaleína? Explique.

IV) Escreva as reações de síntese da amônia e da formação de seu sal, conforme texto acima.



QUESTÃO 16

Em uma estação padrão de tratamento de água para consumo humano, a água, após sua captação de um rio ou represa, passa pela seguinte sequência de processos:

1. Adição de sulfato de alumínio para reagir com a alcalinidade da água e agregar as impurezas dissolvidas e em suspensão na água.
 2. Processo de agitação lenta (mistura lenta) da água para aumentar o tamanho das partículas formadas no processo anterior.
 3. Processo de separação por sedimentação das partículas formadas nos processos anteriores ficando a água superficial límpida.
 4. Processo destinado a remover partículas em suspensão em meio filtrante constituído de areia.
 5. Processo no qual é utilizado cloro para matar os microorganismos patogênicos.
 6. Processo em que é adicionado ácido fluossilícico.
 7. Adição de uma suspensão de cal hidratada para eliminar a acidez da água.
- I) Identifique cada um desses processos
- II) Escreva a fórmula do ácido fluossilícico (ácido hexafluorossilícico)
- III) Segundo norma do Ministério da Saúde, o valor máximo permitido de fluoreto em água para consumo humano é de 1,5 mg/L. Considerando que o ácido fluossilícico, adicionado à água, é utilizado na forma de uma solução aquosa a 23%, com densidade igual a 1,19 g/mL, e que todo o flúor presente é disponibilizado na forma de fluoreto, calcule o volume máximo dessa solução que pode ser adicionado a cada m³ de água para consumo humano.

**B****Olimpíada Brasileira
de Química - 2012****MODALIDADE B (3º ano)****PARTE A - QUESTÕES MÚLTIPLA ESCOLHA****QUESTÃO 1**

A queima de 1,6163 g uma substância líquida formada apenas por C, H e O em um laboratório de Química formou 1,895 g de H_2O e 3,089 g de CO_2 . Com base nas informações, podemos concluir que a fórmula empírica da substância queimada é:

- a) CH_4O b) $C_3H_6O_2$ c) $C_2H_4O_2$ d) C_2H_6O e) C_2H_4O

QUESTÃO 2

O Cloreto de Hidrogênio, $HCl(g)$, é um gás incolor, irritante, corrosivo e altamente tóxico à temperatura ambiente. Suponha que o Cloreto de Hidrogênio seja um gás ideal, qual o tipo de interação ocorreria entre as moléculas de Cloreto de Hidrogênio?

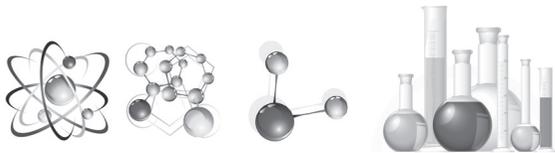
- a) Dipolo- Dipolo b) Dipolo- Induzido
c) Ligação de Hidrogênio d) Forças de London
e) Nenhuma das alternativas

QUESTÃO 3

50

Na reação de Landolt, uma solução de iodato de potássio é adicionada a uma solução acidificada de bissulfito de sódio contendo amido. Um dos produtos gerados continua a reagir com o bissulfito. Quando este é totalmente consumido, forma-se um íon. Por fim, um complexo azul será formado com o amido e a espécie iônica. Sobre este íon, assinale a alternativa que indica a hibridização do átomo central e a sua geometria molecular.

- a) sp ; linear b) sp^2 ; angular. c) sp^3d ; bipirâmide trigonal.
d) sp^3d ; linear e) sp^2 ; linear.



QUESTÃO 4

Um metal **M** é dissolvido em ácido clorídrico concentrado e observa-se a liberação de um gás **A**. À solução obtida foi adicionada tioacetamida formando um precipitado amarelo. A solução foi centrifugada e o sobrenadante separado. Ao sobrenadante foi adicionada uma solução de nitrato de prata e percebeu-se a precipitação de um sólido **B** branco. As espécies **M**, **A** e **B** são, respectivamente:

- a) Cu, gás hidrogênio e cloreto de prata b) Cd, gás oxigênio e clorato de prata.
 c) Co, gás hidrogênio e cloreto de prata d) Cd, gás hidrogênio e cloreto de prata.
 e) Cu, gás oxigênio de cloreto de prata.

QUESTÃO 5

1) Um estudante, a pedido de seu professor, precisa preparar 400 mL de uma solução de amônia 5 mol/L. Ao olhar frasco lacrado de amônia que utilizará para produzir sua solução, o estudante observou as seguintes informações:

- Concentração (m/m): 29,0%
- Densidade: 0,9 g.cm⁻³
- Massa molar: 17,02 g.mol⁻¹

A partir das informações, o volume de solução concentrada medida pelo estudante para preparar a solução solicitada pelo professor foi de:

- a) 86,00 mL b) 94,15 mL c) 112,03 mL d) 130,46 mL e) 145,31 mL

QUESTÃO 6

A decomposição do N₂O₄ em NO₂ é dada pela seguinte reação:



Coloca-se n mols de N₂O₄ em um recipiente de pressão p e temperatura T e espera-se o equilíbrio ser atingido. Sabendo que o grau de decomposição é α, a constante de equilíbrio K_c pode ser expressa como:

- a) $K_c = \frac{2a}{pRT(n-a)^2}$ b) $K_c = \frac{4pa^2}{RT(n^2-a^2)}$ c) $K_c = \frac{a}{4pRT(n^2+a^2)}$
 d) $K_c = \frac{4pa}{[(RT)(n+a)]^2}$ e) $K_c = \frac{4apRT}{(n^2-a^2)}$



QUESTÃO 7

O actínio $^{228}_{88}\text{Ac}$ possui um tempo de meia-vida igual a 6,13 horas bem próximo ao tecnécio-99m considerado um radioisótopo ideal para o uso de diagnóstico para a determinação de doenças. Sua equação de decaimento é a seguinte: $^{228}_{88}\text{Ac} \longrightarrow ^0_{-1}\beta + ^{228}_{90}\text{Th}$. Com relação a essas informações e aos fenômenos radioativos, são feitas as afirmações a seguir:

- I) o tempo necessário para que uma massa de m_0 de actínio se reduza para $3/8$ de sua massa inicial (m_0) são cinco horas e quarenta e sete segundos. Considere $\log 2 = 0,301$ e $\log 3 = 0,477$.
- II) além das desintegrações radioativas envolvendo partículas e radiação eletromagnética, foi observado outro fenômeno nuclear denominado de captura eletrônica. Este fenômeno consiste na captura de um elétron extranuclear. O elétron capturado reage com um próton formando um nêutron. Assim, a carga do isótopo diminui em uma unidade e a massa aumenta em uma unidade, já que o nêutron tem massa;
- III) são necessárias a emissão de oito partículas alfa e 3 partículas beta para que o decaimento do actínio promova o aparecimento do isótopo de platina;
- IV) a primeira lei de Soddy aborda que ao emitir uma partícula alfa o isótopo radioativo irá desintegrar um nêutron para que haja a perda de quatro unidades de massa e duas unidades de carga do isótopo;
- V) diferentemente das partículas alfa e beta a radiação gama é de natureza eletromagnética e seu poder de penetração é alto de modo a ser nocivo para o ser humano;
- VI) ao emitir radiação gama o $^{228}_{88}\text{Ac}$ se desintegra em outro elemento diferente.

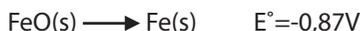
52

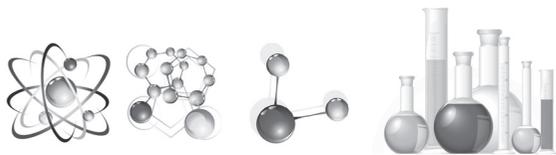
Dessas afirmações, são corretas:

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

QUESTÃO 8

Abaixo são apresentados os potenciais padrão para as reduções dos seguintes óxidos metálicos:





Modalidade B

O potencial de uma pilha pode ser relacionado com potencial padrão das semi-reações pela Equação de Nerst:

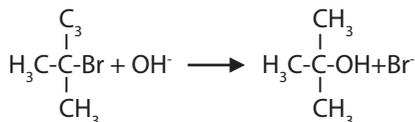
$$E = E^{\circ} - \frac{RT}{nF} \ln Q$$

Com base nos dados, a única opção correta é:

- A reação depende do pH.
- Dissolvendo FeO em excesso de ácido nítrico concentrado e basicificando a solução, posteriormente, obtêm-se Fe(OH)₂.
- Sabendo que NiO possui a mesma estrutura cristalina que NaCl, pode-se afirmar que o número de coordenação do Ni é 8.
- O óxido de Ni(III) é uma espécie diamagnética.
- A adição de alumínio metálico ao sistema forma uma pilha de potencial E = 2,06V. E°(Al³⁺/Al⁰) = -1,66V.

QUESTÃO 9

Um mecanismo de reação bastante estudado em química orgânica é a substituição nucleofílica de 1ª ordem (S_N₁). Esse é um mecanismo de reação que envolve a formação de carbocátions na etapa determinante da reação. Esse tipo de reação é caracterizado como S_N₁ porque a etapa de formação do carbocátion, que determina a velocidade da reação, é unimolecular, pois, só envolve uma espécie em sua formação. Dada a reação abaixo, responda:



- A lei de velocidades para esse o consumo do brometo de terc-butila é dado por $V = k[(\text{CH}_3)_3\text{CBr}][\text{OH}^-]$.
- Como a formação do carbocátion é a etapa determinante da reação, pode-se afirmar que $V = k[(\text{CH}_3)_3\text{C}^+][\text{OH}^-]$.
- A velocidade de reação é dada por $V = k[(\text{CH}_3)_3\text{CBr}]$. Correta, pois, como a etapa determinante só depende da formação do carbocátion, a velocidade da reação



que é determinada ela etapa lenta depende apenas da concentração do brometo de terc-butila.

- d) Um gráfico da concentração de brometo de terc-butila em função da velocidade é uma reta com coeficiente angular igual $k[\text{OH}^-]$.
- e) O oxigênio na molécula de álcool terc-butílico tem hibridização sp pois faz apenas duas ligações, uma com o carbono e outra com o hidrogênio.

QUESTÃO 10

Ácido benzóico reage com o composto A produzindo um cloreto de acila que, por sua vez, reage com etilamina formando o composto orgânico B. Os compostos A e B são, respectivamente:

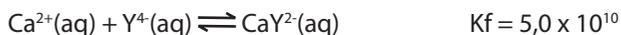
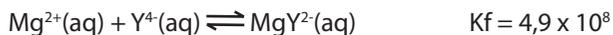
- a) HCl e N-etilbenzamida.
- b) PCl_3 e benzoato de etila.
- c) SOCl_2 e anidrido benzoico.
- d) SOCl_2 e N-etilbenzamida.
- e) PCl_3 e anidrido p-etilbenzamida.

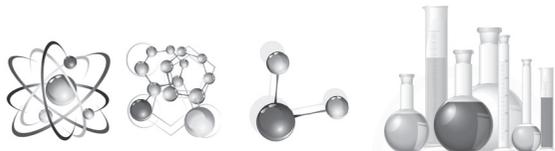
PARTE B - QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS

QUESTÃO 11

Determinação de cálcio por titulação complexométrica usando EDTA.

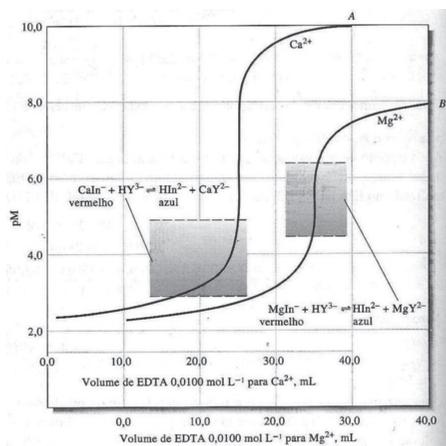
Em química analítica, é possível determinar satisfatoriamente a concentração de metais em solução usando agentes complexantes. O agente quelante mais utilizado é o EDTA, visto que ele reage com os cátions metálicos em uma proporção bem definida de 1:1. O EDTA é um ácido poliprótico com quatro prótons ionizáveis, cuja estrutura pode ser simplificada pela fórmula H_4Y . Titulações com EDTA são feitas comumente em soluções tamponadas de $\text{pH} = 10$, para que não haja competição entre os íons metálicos e os íons H^\pm , garantindo a formação de um complexo estável. Uma das grandes utilidades do uso de EDTA é para a determinação de cálcio e magnésio. As reações de complexação e suas respectivas constantes de equilíbrio são apresentadas abaixo.





Modalidade B

No processo de titulação é utilizado o indicador negro de Ericromo T (H3In em sua forma protonada), que forma complexos de cor vermelho-vinho com os metais em solução. Em pH = 10, quando deslocado pelo EDTA, o indicador encontra-se na forma HIn⁻ de cor azul. Logo, o final da titulação é tido quando a solução assume uma coloração azul indicando o excesso do indicador livre. O gráfico para a titulação complexométrica de cálcio e magnésio, em pH = 10, é apresentado a seguir.



Para se determinar a concentração de uma solução de Ca^{2+} , foi preparada uma solução de EDTA dissolvendo $\text{NaH}_2\text{Y} \cdot \text{H}_2\text{O}$ em água e completando o volume do balão até 250 mL. Como a concentração de EDTA era desconhecida, foi usada uma solução de Mg^{2+} de concentração 0,0050 M para padronização. O volume gasto na padronização de 25,0 mL da solução de EDTA foi de 18,5 mL da solução de Mg^{2+} . Antes de iniciar a titulação da solução cálcio, 50,0 mL dessa solução foram misturados com 50,0 mL da solução de magnésio utilizada na padronização do EDTA. A nova solução foi diluída em balão volumétrica até o volume de 500 mL. Uma alíquota de 50 mL foi então tamponada em pH = 10 e titulada com a solução de EDTA gastando 9,7 mL para que a solução ficasse azul.

55

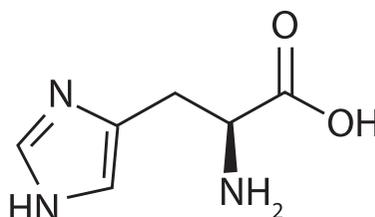
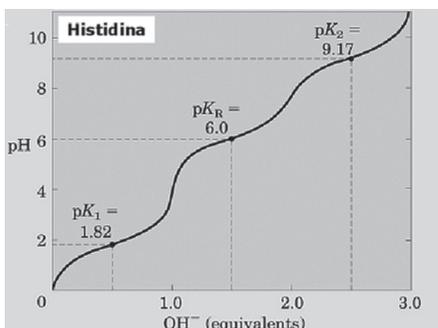
- I) Explique analiticamente o porquê da adição de magnésio à solução de cálcio antes da titulação.
- II) Calcule a concentração de Ca^{2+} da solução inicial. Expresse o resultado em mol.L^{-1} e em ppm.



QUESTÃO 12

Equilíbrio ácido-base.

O gráfico abaixo representa o progresso da titulação do aminoácido histidina com equivalentes de NaOH.



Histidina

I) Apresente todos os equilíbrios de ionização relevantes para a histidina, indicando para cada um deles o pK relacionado. Indique, também, as zonas de maior capacidade tamponante para este aminoácido.

Para reproduzir o meio intracelular em laboratórios de bioquímica, tampões de fosfato são utilizados.

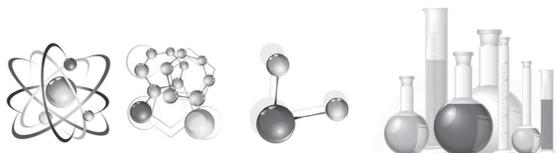
II) Considerando que o pH intracelular seja igual a 7,4 e que a solução utilizada para o preparo do tampão tenha $[PO_4^{3-}] = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$, calcule o volume de HCl $6,00 \text{ mol.L}^{-1}$ que deve ser adicionado a 500 mL dessa solução, para obtenção da solução desejada.

56

Dados: $pK_a(H_3PO_4) = 2,15$ $pK_a(H_2PO_4^-) = 7,1$ $pK_a(HPO_4^{2-}) = 12,4$

QUESTÃO 12

Uma fábrica que produz cal (CaO) necessita reduzir o custo de produção para se manter no mercado com preço competitivo para o produto. A direção da fábrica solicitou ao departamento técnico o estudo da viabilidade de reduzir a temperatura do forno de calcinação de Carbonato de Cálcio dos atuais 1500K para 800K.



Modalidade B

- I) Considerando apenas o efeito termodinâmico, pergunta-se: O departamento técnico pode aceitar a nova temperatura de calcinação?
- II) Em caso afirmativo, o departamento técnico pode fornecer outra temperatura de operação que proporcione maior economia?
- III) Em caso negativo, qual é a temperatura mais econômica para se operar o forno de calcinação?

Dados a 25°C

Substância	$\Delta S / J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$	$\Delta H^0 / kJ \cdot mol^{-1}$
$CaCO_{3(s)}$	92,9	- 1 206,9
$CaO_{(s)}$	39,8	-635,1
$CO_{2(g)}$	213,6	-393,5

OBS: desconsidere a variação das propriedades com a temperatura

QUESTÃO 13

Uma grande diferença entre os elementos do segundo período para os demais é a falta de capacidade de formar um grande número de ligações químicas. São observadas moléculas ou íons como o SiF_6^{2-} , PF_6^- e SF_6 , mas nenhum análogo é observado para carbono, nitrogênio ou oxigênio.

- I) Utilizando de conceitos da Teoria da Ligação de Valência, explique por que os elementos silício, fósforo e enxofre podem fazer um maior número de ligações que o máximo possível para carbono, nitrogênio ou oxigênio.

Além do SF_6 , o enxofre forma uma vasta série de compostos com o flúor: S_2F_{2n} , SOF_{2n} , SF_{4n} , SOF_{4n} e o S_2F_{10} .

- II) Existem dois compostos com fórmula química S_2F_{10} , um dos exemplos de isomeria mais simples da química inorgânica. Escreva a estrutura de Lewis para os dois isômeros.

As moléculas SF_4 e SOF_4 possuem igual número pares de elétrons ao redor do átomo central, para esses pares está prevista uma geometria de bipirâmide trigonal.

- III) Represente espacialmente o arranjo bipirâmide de base trigonal e identifique as posições axiais (*ax*) e equatoriais (*eq*) em sua representação. Defina os ângulos teóricos formados entre as posições equatoriais e entre uma axial e uma equatorial.

57



- IV) O SOF_4 tem, obviamente, uma ligação diferente das demais. Represente essa molécula considerando o seu arranjo espacial e explique a sua escolha para a posição dessa ligação.
- V) Entre as moléculas SF_4 e XeF_4 , qual apresentará o menor ângulo entre as ligações? Justifique sua resposta.

QUESTÃO 14

Na segunda metade do século XIX, Van't Hoff e Le Bel estabeleceram o início da estereoquímica analisando o número de isômeros de algumas substâncias orgânicas. As observações experimentais só poderiam ser explicadas se o carbono ocupasse o centro de um tetraedro, com as ligações apontando para os vértices desse poliedro. Assim, descartou-se a possibilidade de uma geometria plana, com o carbono no centro de um quadrado. Um exemplo do conhecimento do número de isômeros pode ser visto a seguir:

$\text{CH}_2\text{R}'\text{R}''$ = não há isômero

$\text{CHR}'\text{R}''\text{R}'''$ = dois isômeros

- I) Mostre que um arranjo espacial com o carbono em uma estrutura plana – o centro de um quadrado, não poderia sustentar o número de isômeros observado para os compostos do tipo $\text{CH}_2\text{R}'\text{R}''$ e $\text{CHR}'\text{R}''\text{R}'''$.
- II) Represente espacialmente os dois isômeros de um composto tipo $\text{CHR}'\text{R}''\text{R}'''$.

QUESTÃO 15

Determinado composto orgânico "A" tem massa molecular de 70 g/mol e apresenta a seguinte composição centesimal: C 85,71 % H 14,28%

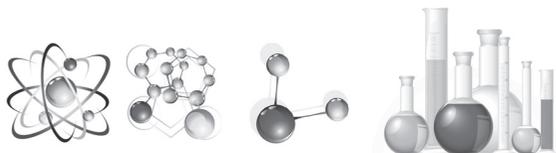
58

Este composto, ao sofrer ozonólise, seguida de hidrólise, origina acetona e um novo composto orgânico "B".

O composto "B" é, então, separado e tratado com solução de KMnO_4 , em meio ácido sulfúrico, resultando no composto orgânico "C", isômero de função, de outro composto orgânico "D".

O composto "D", é saponificado com solução aquosa de KOH, originando os compostos "E" e "F".

Faça todas as reações envolvidas no processo descrito acima e nomeie pelas normas IUPAC os compostos A, B, C, D e F.



Respostas escolhidas OBQ

Modalidades A e B

QUESTÃO 11

Desenvolvida por **Juliana Barbosa Echenique**, IFRJ, Rio de Janeiro, RJ.

a - Através do gráfico da titulação complexométrica do Ca^{2+} e do Mg^{2+} apresentado, observa-se que a reação entre Ca^{2+} e o indicador ocorre muito no começo da curva de titulação desse metal, e não na parte central da inflexão. Tendo o complexo CaY^{2-} um K_f maior que o MgY^{2-} , o Mg^{2+} não interfere diretamente na interação do EDTA com o Ca^{2+} , no entanto, a adição de Mg^{2+} garante que a mudança da coloração (aparecimento da cor azul) só ocorra após o término da titulação de “todo” metal presente. Esse procedimento foi feito para que a “reação fosse mais lenta”, isto é, para que a reação demorasse mais tempo para ficar azul. Conhecendo a concentração do EDTA e do Mg^{2+} é possível, portanto, descontar o EDTA gasto com o Mg^{2+} e calcular o volume gasto na titulação do Ca^{2+} . Sendo assim, é possível encontrar a concentração do Ca^{2+} .

b - $[\text{EDTA}] = 3,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} \rightarrow (18,5 \cdot 5,0 \cdot 10^{-3} / 25,0)$

$$V_{\text{solução}} = 50,0 \text{ mL}$$

$$V_{\text{EDTA}} = 9,7 \text{ mL}$$

$$m_{\text{solução}} = 9,7 \cdot 3,7 \cdot 10^{-3} / 50,0 \rightarrow m_{\text{solução}} = 7,178 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$

Logicamente, temos:

$$7,178 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \text{ ----- } 1 \text{ L}$$

$$3,589 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \text{ ----- } 500 \text{ mL}$$

Como temos uma solução de volume igual a 500 mL, analisando:

$$50 \text{ mL} \rightarrow \text{Mg}^{2+} (0,005 \text{ mol/L}); \text{ logo: } n = 0,005 \cdot 0,05 \rightarrow n = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mols de Mg}^{2+}$$

$$50 \text{ mL} \rightarrow \text{Ca}^{2+}$$

$$400 \text{ mL} \rightarrow \text{água}$$

OBQ-2012 Fase III



Como temos $3,589 \cdot 10^{-4}$ mols de metal, sendo que destes, $2,5 \cdot 10^{-4}$ mols são de Mg^{2+} . Logo:

$3,589 \cdot 10^{-4}$ mols de metal - $2,5 \cdot 10^{-4}$ mols de Mg^{2+} = $1,089 \cdot 10^{-4}$ mols de Ca^{2+} . Este valor é para um volume de 500 mL. Então na inicial teremos:

$$m_{Ca^{2+}} = 1,089 \cdot 10^{-4} / 0,05 \rightarrow m_{Ca^{2+}} = 2,178 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

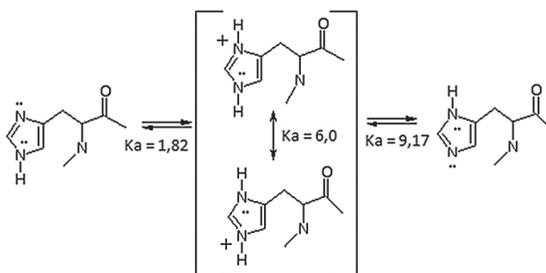
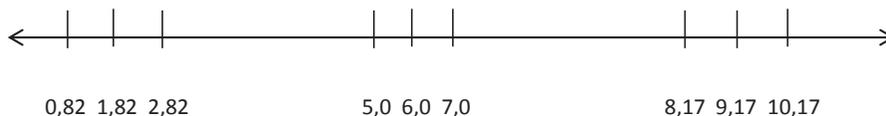
Para transformar em ppm é só multiplicar a molaridade encontrada por massa atômica e depois multiplica por 1000, veja:

$$\text{ppm} = 2,178 \cdot 10^{-3} \cdot 40,1 \cdot 1000 \rightarrow \text{concentração de } Ca^{2+} \text{ em ppm} = 87,34 \text{ ppm.}$$

QUESTÃO 12

Desenvolvida por **Gabriel Mathews Viana Pinheiro**, Colégio Master -Fortaleza,CE

Para ilustrar as espécies protônicas será feito em gráfico de topo:

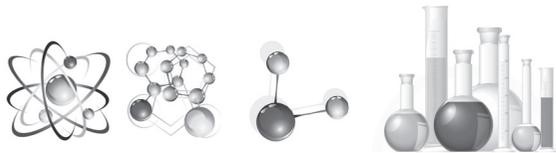


60

Vamos representar a estrutura ao lado como sendo H_3A^{2+} .

• Equilíbrio de ionização relevantes para a histidina.





Questões escolhidas

• As zonas de maior capacidade tamponante estão na faixa de $\text{pH} = \text{pK}^+ - 1$. Logo, as zonas de maior capacidade tamponante são:

$$0,82 \leq \text{pH} \leq 2,82 \text{ (tampão entre } \text{H}_3\text{A}^{2+}_{(\text{aq})} \text{ e } \text{H}_2\text{A}^+_{(\text{aq})} \text{)}$$

$$5,0 \leq \text{pH} \leq 7,0 \text{ (tampão entre } \text{H}_2\text{A}^+_{(\text{aq})} \text{ e } \text{HA}_{(\text{aq})} \text{)}$$

$$8,17 \leq \text{pH} \leq 10,17 \text{ (tampão entre } \text{HA}_{(\text{aq})} \text{ e } \text{A}^-_{(\text{aq})} \text{)}$$

II) A zona de maior capacidade tamponante de um tampão de H_2PO_4^- e HPO_4^{2-} e $\text{pH} = \text{pK}_a + 1$, no caso: $6,1 \leq \text{pH} \leq 8,1$.

• Equação de Henderson-Hasselbalch: $\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{Base}]}{[\text{Ácido}]}$

• Cálculo da razão $[\text{HPO}_4^{2-}]/[\text{H}_2\text{PO}_4^-]$ necessária para um tampão de H_2PO_4^- de $\text{pH} = 7,4$.

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}$$

$$7,4 = 7,1 + \log \frac{[\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}$$

$$\frac{[\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]} = 1,995$$

• Cálculo do número de mols de PO_4^{3-} da solução:

$$\text{nPO}_4^{3-} = \text{M PO}_4^{3-} \times \text{V PO}_4^{3-} = 0,01\text{M} \times 0,500\text{ L} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol de } \text{PO}_4^{3-}.$$

• No tampão com $\text{pH} = 7,4$ as espécies presentes que contém fósforo serão HPO_4^{2-} e H_2PO_4^- . Equilíbrio de massa: $5 \times 10^{-3} \text{ mol} = \text{nHPO}_4^{2-} = \text{nH}_2\text{PO}_4^-$ (I)

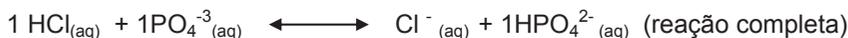
Cálculo do nHPO_4^{2-} e do nH_2PO_4^- no tampão:

$$\frac{[\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]} = \frac{\text{nHPO}_4^{2-} / \text{V}}{\text{nH}_2\text{PO}_4^- / \text{V}} = 1,995 \text{ (II)}$$

Substituindo (II) em (I), temos:

$$1,995 \times \text{nH}_2\text{PO}_4^- = \text{nHPO}_4^{2-} = 5 \times 10^{-3} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{nHPO}_4^{2-} = 1,669 \times 10^{-3} \text{ mol} \\ \text{nH}_2\text{PO}_4^- = 3,33 \times 10^{-3} \text{ mol} \end{array} \right.$$

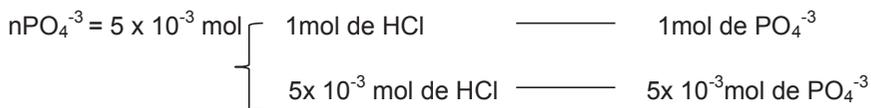
• Quando o HCl é adicionado :



OBQ-2012 Fase III

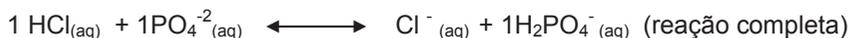


- Cálculo do volume de HCl necessário para converter todo o PO_4^{3-} e HPO_4^{2-}



$$\text{VHCl} = \text{nHCl} / \text{MHCl} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol} / 6,00 \text{ mol} = 8,33 \times 10^{-4} \text{ L}$$

- Depois disso, quando HCl é adicionado, ocorre a seguinte reação:



$1,669 \times 10^{-3} \text{ mol}$ de HPO_4^{2-} devem ser consumidos para que possa ter $\text{nH}_2\text{PO}_4^{-} = 1,669 \times 10^{-3}$ e $\text{nHPO}_4^{2-} = 3,33 \times 10^{-3} \text{ mol}$. Logo:



$$\text{VHCl} = \text{nHCl} / \text{MHCl} = 1,669 \times 10^{-3} \text{ mol} / 6,00 \text{ mol} = 2,78 \times 10^{-4} \text{ L}$$

$$\text{Volume total de HCl } 6,0\text{M necessário} = (8,33 + 2,78) \times 10^{-4} \text{ L} = 1,111 \times 10^{-3} \text{ L}$$

QUESTÃO 13

Desenvolvida por **João Lucas Maehara Said dos Reis**, IFES, Marataízes- ES.

Para produzir cal (CaO), a fábrica faz a seguinte reação de decomposição (calcinação):



62

I) É necessário analisar os valores de ΔG para as temperaturas de 1500K e 800K

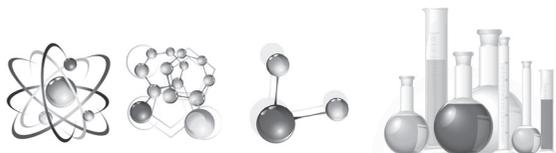
A partir dos dados disponíveis na tabela, calcula-se os valores de ΔH^0 e ΔS para reação de calcinação:

$$\Delta H^0 = \sum \Delta H^0 \text{ produtos} - \sum \Delta H^0 \text{ reagentes}$$

$$[1 \text{ mol } (-635,1 \text{ KJ mol}^{-1}) + 1 \text{ mol } (-393,5 \text{ KJ mol}^{-1})] - [1 \text{ mol } (1206,9 \text{ KJ mol}^{-1})]$$

$$= 1,783,10 \text{ KJ}$$

$$\Delta S^0 = \sum \Delta H^0 \text{ produtos} - \sum \Delta H^0 \text{ reagentes}$$



Questões escolhidas

$$[(213,6 \text{ J mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}) 1 \text{ mol} + 1 \text{ mol} (39,8 \text{ J mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})] - [1 \text{ mol} (92,95 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})]$$

$$= 1,605 \cdot 10^{-1} \text{ KJ K}^{-1}$$

A partir dos valores obtidos calcula-se valor de ΔG a parti da expressão $\Delta G = \Delta H^0 - \Delta S^0 - T$

Para a temperatura de 800k: $\Delta G = 1,783 \cdot 10^{-1} \text{ KJ} - 1,605 \cdot 10^{-1} \text{ KJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 1500 \text{ K}$

$$= -62,45 \text{ KJ}$$

Para a temperatura de 800k: $\Delta G = 1,783 \cdot 10^2 \text{ KJ} - 1,605 \cdot 10^{-1} \text{ KJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 800 \text{ K}$

$$= 49,9 \text{ KJ}$$

A 800k tem que $\Delta G > 0$. A esta temperatura a reação não é espontânea, o que desfavorável para a indústria. Logo, o departamento técnico na de vê aceitar mudança da temperatura de calcinação de 1500K para 800K.

II) De acordo com item anterior o caso é negativo. A resposta do item anterior diz que não é conveniente aceitar a diminuição da temperatura, logo, não é conveniente tentar novas medidas de economia baixando a temperatura.

III) A temperatura mais econômica é aquela em que T assuma o menor valor possível para que $\Delta G < 0$

A partir da expressão $\Delta G = \Delta H^0 - \Delta S^0 - T$

$$\Delta H^0 - \Delta S \cdot T < 0$$

$$\Delta H^0 < \Delta S \cdot T$$

$$T > \frac{\Delta H}{\Delta S}$$

$$T > = \frac{1,783 \cdot 10^{-2} \text{ KJ}}{1,605 \cdot 10^{-1}}$$

$$T \Rightarrow 1110,90 \text{ K}$$

Logo, para qualquer valor de T maior que 111,90 K tem-se $\Delta G < 0$ pode-se, portanto, operar o forno de calcinação à temperatura de 1111K. Portanto, a temperatura mais econômica deve ser superior a 1110,9K lembrando que não é viável uma temperatura igual a 1110,9 K , pois o equilíbrio seria estabelecido.



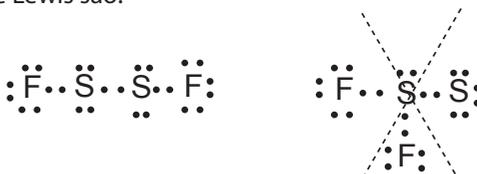
Em suma:

- I) Não. O departamento técnico não pode aceitar a nova temperatura (800K). Como a reação é espontânea apenas para $T > 1110,9K$, a 800K reação não ocorreria.
- II) O caso foi negativo.
- III) A temperatura mínima para se operar o forno de calcinação é a temperatura mínima para qual a reação é espontânea, ou seja, aproximadamente 1110,9K.

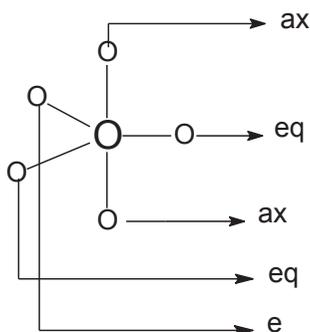
QUESTÃO 14

Questão ANULADA. Contudo, teve a seguinte solução dada pelo estudante **João Lucas Maehara Said dos Reis**, IFES, Marataízes, ES.

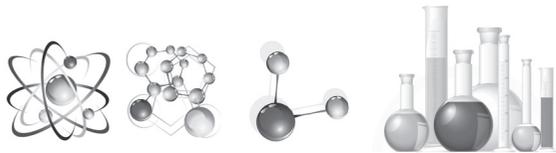
- I) Os elementos silício, fósforo e enxofre possuem orbitais d em suas camadas de valência, que os permitem formar um número de orbitais híbridos maior, e conseqüentemente um maior número de ligações. E o carbono, nitrogênio e o oxigênio possuem apenas orbitais s e p em sua camada de valência, que é a L. E isso impede que ocorra uma expansão do octeto nesses elementos, limitando assim o número de ligações possíveis.
- II) As estruturas de Lewis são:



- III) Arranjo bipirâmide de base trigonal:

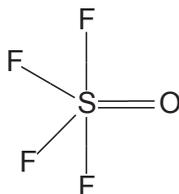


Ângulo entre equatoriais: 120° / ângulo entre equatorial e axial: 90°

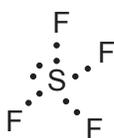


Questões escolhidas

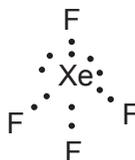
IV) A ligação com o O foi colocada na posição equatorial para oferecer mais estabilidade à molécula, devido à conformação trigonal plana entre os átomos do eixo equatorial.



V) Como a repulsão de pares de elétrons não ligantes é maior do que de elétrons ligantes, o XeF_4 apresentará o menor ângulo entre ligações, já que os pares ligantes estarão mais próximos uns dos outros e ele possui 2 pares de elétrons não ligantes, enquanto o SF_4 possui apenas 1.



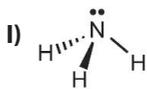
par de e- não ligantes



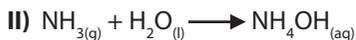
2 pares de e- não ligantes

QUESTÃO 15 - Modalidade A

Desenvolvida por **Rafael Tedeschi Eugênio Pontes Barone**, Colégio COC, Araçatuba-SP.



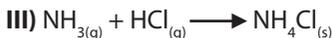
A amônia apresenta hibridização sp^3 , possuindo um par de elétrons não-ligantes. Logo, sua geometria é piramidal.



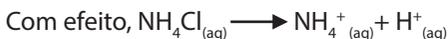
OBQ-2012 Fase III



A solução aquosa de hidróxido de amônio é usada em produtos desinfetantes como Ajax ou Veja, sendo também conhecida como amoníaco.



A solução aquosa de NH_4Cl , na presença de fenolftaleína, será incolor uma vez que esse indicador ácido-base não manifesta cor em meio ácido.



O $\text{Cl}^-(\text{aq})$ não sofre hidrólise (uma vez que o HCl é um ácido forte).

Contudo, o $\text{NH}_4^+(\text{aq})$ sofre hidrólise, conforme a reação:

O aumento da concentração de H^+ devida a hidrólise salina do $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ deixará a solução ácida, de sorte a deixá-la incolor na presença de fenolftaleína.



(em cima da seta da reação tem escrito: alta temperatura e em baixo da seta tem: alta pressão)



QUESTÃO 15 - Modalidade B

Desenvolvida por **Gabriel Mathews Viana Pinheiro**, Colégio Master – Fortaleza, CE.

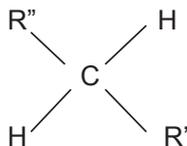
Item I:

Supondo um arranjo com o carbono em uma estrutura plana, no centro de um quadrado, teríamos:

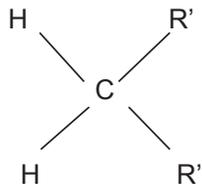
→ Para o $\text{CH}_2\text{R}'\text{R}''$: Dois tipos de isômeros. A constatação experimental, contudo, é que $\text{CHR}'\text{R}''$ é um composto sem isômeros.

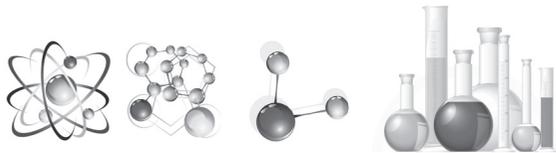
66

ISÔMERO TRANS



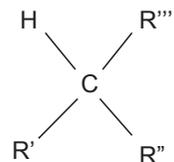
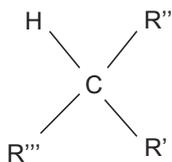
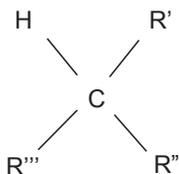
ISÔMERO CIS





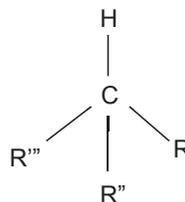
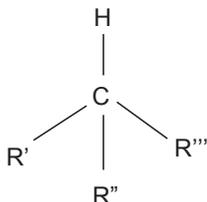
Questões escolhidas

→ Para o CHR'R'''



→ Três tipos de isômeros. A constatação experimental, contudo, é que CHR'R''' é um composto que possui somente 2 isômeros.

Item II: Os 2 isômeros de CHR'R''' são enantiômeros (guardam um relação de objeto-imagem, mas não são superponíveis).



QUESTÃO 16 - Modalidade A

Desenvolvida por **Luis Fernando Machado Poletti Valle**, Mater Amabilis, São Paulo, SP.

I) Processos:

- Agregação;
- Floculação;
- Decantação;
- Filtração;
- Purificação;
- Fluoração/fluoretação;
- Neutralização

II) Fórmula do ácido:

A fórmula do ácido em questão é H₂SiF₆

III) Cálculo da quantidade de ácido:

Note que para cada m³ de água, pode-se ter no máximo 1,5 mg x 1000 L = 1,5 F.

OBQ-2012 Fase III



Com a massa molar, vemos que isso corresponde a cerca de 78,9 mmol de F (0,0789 mol F). Mas pela fórmula do ácido vemos que 1 mol de ácido gera 6 mols de F, logo o valor de F corresponde aproximadamente 1,9 g de ácido.

Pelo enunciado, temos que há 23% de 1,19 g (0,27 g) de ácido por mL de solução, logo temos que se deve adicionar no máximo 6,93 mL da solução de ácido fluorsilícico para cada m3 de água para consumo humano.

QUESTÃO 16 - Modalidade B

Desenvolvida por **Tiago Follmann Perin**, Fundação Liberato Salzano, Novo Hamburgo, RS.

$$85,71\text{g C} \text{ --- } 100\text{g A}$$

$$X \text{ --- } 70\text{g}$$

$$X = 60\text{g C}$$

$$1 \text{ mol C} \text{ --- } 12\text{g}$$

$$X \text{ --- } 60\text{g}$$

$$X = 5 \text{ mol}$$



$$14,28\text{g H} \text{ --- } 100\text{g A}$$

$$X \text{ --- } 70\text{g}$$

$$X = 10\text{g}$$

$$1 \text{ mol H} \text{ --- } 1\text{g}$$

$$X \text{ --- } 10\text{g}$$

$$X = 10 \text{ mol}$$

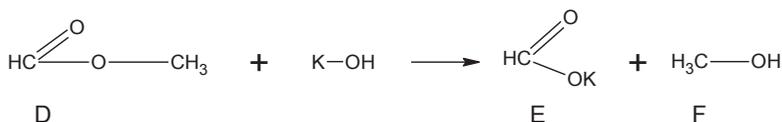


A

B



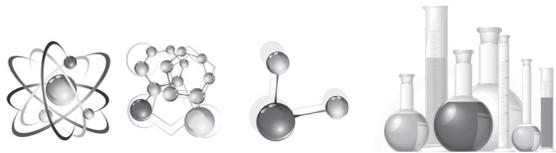
Isômero de função de ácido = éster



D

E

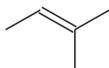
F



Questões escolhidas

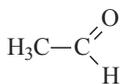
Compostos nomenclatura IUPAC

A



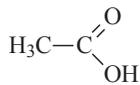
2-metil-but-2-eno

B



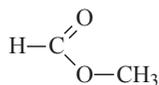
etanal

C



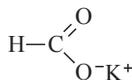
ácido etanoico

D



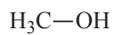
metanoato de metila

E



metanoato de potássio

F



metanol



MODALIDADE A

OURO

Nome	Cidade	UF	
Nicholas de Souza Costa Lima	Ari de Sá	Fortaleza	CE
Nathércia Castro Mota	Master	Fortaleza	CE
Lívia Rodrigues de Araújo	Farias Brito	Fortaleza	CE
Joaquim Ivo Vasques Dantas Landim	Farias Brito	Fortaleza	CE
Gabriel Sena Galvão	Militar de Brasília	Brasília	DF
Nathércia Castro Mota	Fortaleza	CE	CE
Vitória Nunes Medeiros	Fortaleza	CE	CE

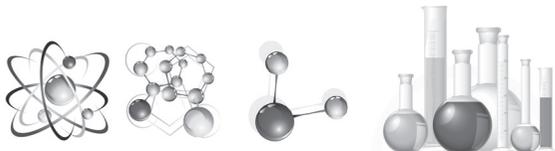
PRATA

Nome	Escola	Cidade	UF
Diego Henrique de Oliveira Sales	Sagrado Coração	Recife	PE
Felipe Brandão Forte	Farias Brito	Fortaleza	CE
Vitória Nobre Jacinto	Farias Brito	Fortaleza	CE
Dárvylla de Sousa Lima	Farias Brito	Fortaleza	CE
Douglas Igor Santos de Oliveira	IFRJ	Rio de Janeiro	RJ
Pedro Henrique Fonseca Duque	IFRJ	Rio de Janeiro	RJ
João Guilherme N. Carvalho	Col. Dom Bosco	Teresina	PI
Arthur Duarte de Marins Costa	Pedro II	Niterói	RJ
Nathan de Souza Mateus	IFRJ	Rio de Janeiro	RJ
Paulo Rogério Moritz Postigo	Pedro II – UEEN II	Rio de Janeiro	RJ
Élcio Koodiro Yoshida	Colégio Etapa	São Paulo	SP
João Lucas Fernandes dos Santos	GGE	Recife	PE

70

BRONZE

Nome	Escola	Cidade	UF
Thiago Silva Viana	IFRJ	Rio de Janeiro	RJ
Luís Guilherme Gomes Aguiar	Ponto de Ensino	Rio de Janeiro	RJ
Geísa Costa Oliveira de M. Santana	Farias Brito	Fortaleza	CE
Bheatriz Pereira Valverde	CEPRON	Dom Pedro	MA
Giancarlo Ferrigno Poli Ide Alves	Bandeirantes	São Paulo	SP



Resultados

Idália Maria Barbosa do Nascimento	CEPRON	Dom Pedro	MA
Thiago Matheus Santos Rios	IFBA	Salvador	BA
Lucas Felipe Albuquerque Lins	Ari de Sá	Fortaleza	CE
Maurocélio Rocha Pontes Filho	Farias Brito	Fortaleza	CE
Leyna Misachi Suzuki	Etapa	São Paulo	SP
Lia de Oliveira Domingues	Farias Brito	Fortaleza	CE
Carmem Castiñeira	Bandeirantes	São Paulo	SP
Francisco Markan Nobre de Souza Filho	Farias Brito	Fortaleza	CE
Pablo Jango Lima Marques	Militar de Manaus	Manaus	AM
Mateus Caracas Veras	Farias Brito	Fortaleza	CE
Pedro Ítalo Oliveira Gomes	Ari de Sá	Fortaleza	CE
Mateus Vasconcelos Albuquerque	Santa Cecília	Fortaleza	CE
Luis Fernando Machado Poletti Valle	Mater Amabilis	Gusulhos	SP
Emanuel Pereira de Queiroz	Farias Brito	Fortaleza	CE
Alexandre Amatruda Marum	Albert Sabin	São Paulo	SP
Murilo Piotrowskisantos Santos	Bertoni	Foz de Iguaçu	PR
Rafael Tedeschi Eugênio Pontes Barone	COC	Araçatuba	SP
Matheus Souza Matsukawa	Colégio Pedro II	Niterói	RJ
Lucas Rebelo Vieira da Silva	GGE	Recife	PE

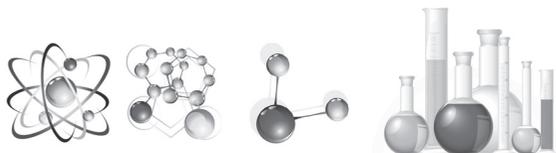
MENÇÃO HONROSA

Nome	Escola	Cidade	UF
Kaynan Bezerra de Lima	7 de setembro	Fortaleza	CE
Alexandre Marchesini dos Santos Lemos	IFRJ	Niterói	RJ
Pedro Henrique Rocha de Freitas	Militar de Brasília	Brasília	DF
Luciano Pinheiro Batista	Farias Brito	Fortaleza	CE
Yohanna Ferreira Forte	Ari de Sá	Fortaleza	CE
Ianne Pessoa Holanda	Santa Maria	Recife	PE
George Henrique Nunes da M. Júnior	Farias Brito	Fortaleza	CE
Nilo Parente Pessoa Dias	Farias Brito	Fortaleza	CE
Artur Souto Martins	Ari de Sá	Fortaleza	CE

OBQ-2012 Fase III



Thiago Tarraf Varella	COOPEN Dr. Zerbini	S. José do R. Preto	SP
André Andrade Longaray Filho	Militar de Brasília	Porto Alegre	RS
Daniel Imbassahy de Sá B. C. E Silva	Colégio Oficina	Salvador	BA
Alexsander Felipe Alencar Justa	Ari de Sá	Fortaleza	CE
Mayara Melo dos Santos	Ari de Sá	Fortaleza	CE
Isabelle de Sousa Pereira	Farias Brito	Fortaleza	CE
Gabriel Fernandes de Andrade	IFRJ	Rio de Janeiro	RJ
Thiago Henrique Brasileiro Pedrosa	IFRJ	Rio de Janeiro	RJ
Nicolas Chiu Ogassavara	São Paulo	Etapa	SP
Kaue Felipe Morcelles	Santo Antonio	Joinville	SC
João Pedro Pazian Montes Soldera	São Paulo	Etapa	SP
Ariane Cristina Boechie Carvalho	Militar	Brasília	DF
Liara Guinsberg	Objetivo	São Paulo	SP
Leonardo Enrico Marchioro Mendes	Militar de Brasília	Brasília	DF
José Rodolfo de Farias Neto	Contato	Maceió	AL
Marina Moura Costa Spínola	Anchieta	Salvador	BA
Francisco Maxsuwel Nunes de Oliveira	Fortaleza	Farias Brito	CE
Yasmin Raíse Lisboa da Veiga	IFPA	Belém	PA
Pedro Henrique Gonçalves Carvalho	Farias Brito	Fortaleza	CE
Narjara Sâmya Rodrigues Pereira	CEPRON	Dom Pedro	MA
Yago de Lima Barrozo	Farias Brito	Fortaleza	CE
João Victor de Moraes Silva	IFRJ	Rio de Janeiro	RJ
Caio Vidal Bezerra	Farias Brito	Fortaleza	CE
Victor Sousa Silva	Ari de Sá	Fortaleza	CE
Joel Ferreira Madureira	Farias Brito	Fortaleza	CE
Jonadab Dos Santos Silva	IFAL	Maceió	AL
Thaís Gabriele da Silva Belan	13 de Maio	Tres Rios	RJ
Ana Letícia de Lima Santos	Positivo Ang. Sampaio	Curitiba	PR
Giovani Florencio Scarpelli Junior	IFRJ	Rio de Janeiro	RJ
Fábio Kenji Arai	Etapa	São Paulo	SP



Resultados

Isadora Santos Bittar	Integrado Jaó	Goiânia	GO
Gabriel Castro Tavares	Militar de Manaus	Manaus	AM
Orestes Fontana Romeiro	Militar de Curitiba	Curitiba	PR
Gabriela Costa Caetano	Santo Agostinho	Goiânia	GO
João Bosco de Carvalho Júnior	COLTEC	Belo Horizonte	MG
Leonardo Gonçalves Chiquita	Marista Paranaense	Curitiba	PR
Everton de Araújo Franco	IFRJ	Rio de Janeiro	RJ
Ivana Rodrigues Silva	IFPE	Recife	PE
Nikolas Henrique Oliveira	Liberato Salzano	Novo Hamburgo	RS
Bruno Variani Carpeggiani	CETEC - Centro Tec. da UCS	Caxias do Sul	RS
André Pozzobon Capeletti	Politécnico da UFSM	Santa Maria	RS
Fabrizio Rossi Marques Matias	Albert Sabin	São Paulo	SP
Camila de Moura Fortes	Anglo Lavoisier	Teresina	PI
Daniel Meira Nobrega de Lima	Geo -Tambau	Joao Pessoa	PB
Ícaro Sampaio Viana	7 de setembro	Fortaleza	CE
Clisostenes Arruda Barbosa	IFPB	Campina Grande	PB
Pedro Henrique Caldeira Porto	São Francisco Xavier	Ipatinga	MG

DEMAIS CLASSIFICADOS

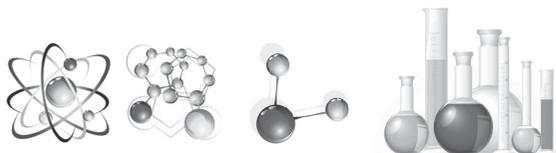
Ver lista em www.obquimica.org



MODALIDADE B

OURO			
Nome	Escola	Cidade	UF
Vitória Nunes Medeiros	Farias Brito	Fortaleza	CE
Daniel Arjona de Andrade Hara	Objetivo	Cotia	SP
Gabriel Mathews Viana Pinheiro	MASTER	Fortaleza	CE
Arthur Eduardo Pastore de Lima	UTFPR	Medianeira	PR
Júlio César Prado Soares	Militar de Brasília	Brasília	DF

PRATA			
Nome	Escola	Cidade	UF
Bruno Fernando Abreu de Melo	Ponto de Ensino	Rio de Janeiro	RJ
Ramon Santos Gonçalves da Silva	Ideal	Belém	PA
Bruno Matissek Worm	Tiradentes	Porto Alegre	RS
Henrique Magri Marçon	Etapa	Valinhos	SP
Émerson Holanda Marinho	Farias Brito	Fortaleza	CE
Giuvanni Mutton	Etapa	Itatiba	SP
Henrique Gasparini Fiuza do Nascimento	Militar de Brasília	Brasília	DF
Ivan Monteiro Padalko	Etapa	São Paulo	SP
João Lucas Maehara Said dos Reis	IFES	Marataízes	ES
Tiago Follmann Perin	Liberato Salzano	N. Hamburgo	RS
Francisco Davi Barbosa dos Santos	Farias Brito	Fortaleza	CE
Marco Aurélio B. Cardoso	Bandeirantes	São Paulo	SP
Daniel de Oliveira Sampaio Vasconcelos e Sá	GGE	Recife	PE
Vítor Jucá Policarpo	7 de setembro	Fortaleza	CE
Brandon Wahib Bogossian Khalil	IFJR	Rio de Janeiro	RJ
Matheus Salmito Rodrigues Ponte	Farias Brito	Fortaleza	CE
Flávio Luis Schneider Junior	Militar de Manaus	Manaus	AM



Resultados

BRONZE

Nome	Escola	Cidade	UF
André Santos Fernandes	Albert Sabin	Osasco	SP
Téssio Perotti Arruda	MASTER	Fortaleza	CE
Rogério José Menezes Alves	Leonardo da Vinci	Vitória	ES
Igor Lucas Rodrigues Dias	COLTEC	Contagem	MG
Lucas Niemeyer Carneiro Messina de Assis	IFJR	Rio de Janeiro	RJ
Mateus Compart Hemerly	Leonardo da Vinci	Vitória	ES
Gabriel Prescinotti Vivan	PGD	Londrina	PR
Pablo Ítalo do Nascimento Santos	Santa Rita	Picos	PI
Pedro Henrique Almeida Fraiman	Ciências Aplicadas	Natal	RN
Rafael Ribeiro Alves	Motiva	C. Grande	PB
Rogério Yuuki Motisuki	Etapa	São Paulo	SP
Leonardo Zeine Mendes de Souza	Militar de Brasília	Brasília	DF
Gustavo Xavier de Jesus	IFJR	Rio de Janeiro	RJ
Vinicius Lima Ferreira	IFJR	Rio de Janeiro	RJ
Sérgio Pereira de Oliveira Júnior	Farias Brito	Fortaleza	CE
Juliana Schenhel Zotti	E. E. E. M. Gustavo Biazus	Tupanci do Sul	RS

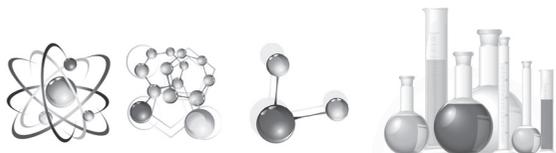
MENÇÃO HONROSA

Nome	Escola	Cidade	UF
Eduardo Martins Neto	IFJR	Rio de Janeiro	RJ
Ana Raquel Ferraz Rameiro	Col. Aplicação da UFPE	Recife	PE
Yan Fonseca dos Santos	IFJR	Rio de Janeiro	RJ
Amadeo Zimmermann	IFSC	São Pedro de Alcântara	SC
Victor Hugo V. S. Oliveira	IFJR	Rio de Janeiro	RJ
Rayssa Oliveira do Nascimento	IFJR	Duque de caxias	RJ
Rafael Lucas Gouveia	COLTEC	Belo Horizonte	MG
Juliana Barbosa Echenique	IFJR	Rio de Janeiro	RJ
Luiz Felipe Aguiar de Lima Alves	IFJR	Rio de Janeiro	RJ
Hugo de Albuquerque Meira	Santa Maria	Recife	PE

OBQ-2012 Fase III



Lucas Costa Machado	CEFET	Ipatinga	MG
Ian Elmôr Lang	Santa Cruz	São Paulo	SP
Lucas Gabriel de Barros Silva	Militar Porto Alegre	Porto Alegre	RS
Brenda Breda Passon	União de Professores	Vila Velha	ES
Ricardo Kazu Nakanishi	Podicon	Brasília	DF
Carolina Larissa Machado	COLTEC	Belo Horizonte	MG
Talize Facó de Paula Pessoa Queiroz	Farias Brito	Fortaleza	CE
Leonardo de Andrade Mesquita	Militar Porto Alegre	Porto Alegre	RS
Ítalo Pena de Oliveira	Coluni	Viçosa	MG
Jefferson de Queiroz Gomes	Farias Brito	Fortaleza	CE
Pedro Henrique Rodrigues da Mota	CEI	Natal	RN
Gustavo Henrique P. C. de Albuquerque	GGE	Recife	PE
Renato Xavier de Jesus	IFJR	Rio de Janeiro	RJ
Mariana Camyla Duarte Pontes	FBA	Fortaleza	CE
Renan Picoli de Souza	COC	Vitória	ES
Rafael Eller Cruz	Olimpo	Brasília	DF
Gabriel Ilharco Magalhães	IFJR	Rio de Janeiro	RJ
Mateus Leite Pucciarelli	Etapa	São Paulo	SP
Diego Rodrigues Carvalho	Antonio Vieira	Salvador	BA
Fernanda Moura Borges	Santa Rita	Picos	PI
Mariana Lúcia Branco Zeitune	IFJR	Rio de Janeiro	RJ
Juliana Silva Brasil	MASTER	Fortaleza	CE
Victor Venturi	Etapa	Campinas	SP
Eduardo Poleze	Bertoni	Foz do Iguaçu	PR
Athos Cotta Couto	Charles Darwin	Vitória	ES
Igor Chiasso Marques	Santa Maria	Jabotão dos Guararapes	PE
Débora Barreto Ornellas	Anchieta	Salvador	BA
Wendrey Lustosa Cardoso	Militar de Manaus	Manaus	AM
Renato Frankiley da Silva Lima	GGE	Recife	PE
Pedro Silveira Quintana	Politécnico da UFSM	Santa Maria	RS



Resultados

Thiago Oliveira Rodrigues	Santa Rita	Picos	PI
Bruna Favoretto	Regular	Mauá	SP
Mariane Greice Pereira Ventura	IFBA	Salvador	BA
Carolina Konrdörfer Rangel	Liberato Salzano	Novo Hamburgo	RS
Daniel Costa Xavier de Oliveira	Olimpo	Goiania	GO
Júlia Carvalinho de Souza	São Domingos	Vitória	ES
Ana Paula Carvalho Simões	Ifba - Salvador	Salvador	BA
Nícolas Mourão Lataro Hoehne	COLTEC	Belo Horizonte	MG
Niander Neves de Assis	CEFET-MG - Campus 2	Belo Horizonte	MG

DEMAIS CLASSIFICADOS

Ver lista em www.obquimica.org



Processo Seletivo para as Olimpíadas Internacionais

Seletiva para a **44th International Chemistry Olympiad**, Estados Unidos

Filme exibido em 14.01.2012, 14:00 horas (Horário de Brasília)

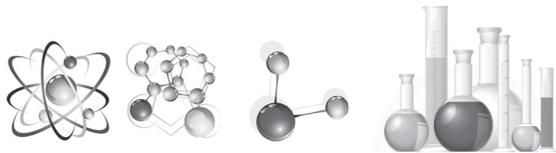
Caro estudante,

Este exame de cunho experimental tem por finalidade selecionar os 15 (quinze) estudantes que participarão do XI Curso de Aprofundamento e Excelência que será ministrado na UFMG (Belo Horizonte) no período de 06 a 17 de fevereiro próximo. Um novo exame será aplicado no dia 17 de março próximo para definir a equipe (4 estudantes) que representará o Brasil na 44th IChO que acontecerá em julho próximo, em Washington – DC - USA.

Você dispõe de 3 (três) horas para ver o vídeo e responder às questões deste exame.

INSTRUÇÕES

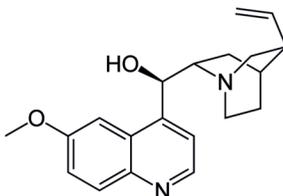
1. Veja atentamente, no televisor ou tela de projeção, as imagens do filme que contém os fundamentos deste exame. Tempo de exibição: 13 (treze) minutos.
2. Seu coordenador, inicialmente, exibirá a gravação completa do exame e, a seguir, apresentará cada parte separadamente. Se necessário, repassará as imagens várias vezes até esclarecer suas dúvidas.
3. Leia as perguntas relativas a cada experimento e escreva as respostas nos espaços reservados para tal, nas folhas oficiais de respostas.
4. A prova contém 7 (sete) questões, que abrangem os 6 (seis) experimentos contidos no vídeo.
5. Os resultados serão encaminhados até 07/04 para seu coordenador (e também diretamente para você, caso tenha e-mail). Veja o resultado, também, na internet em www.obquimica.org (clique em novidades).



QUESTIONÁRIO

QUESTÃO 1 (EXPERIMENTO 1)

Explique o surgimento da coloração brilhante observada em um dos erlenmeyers.



Quinina

QUESTÃO 2 (EXPERIMENTO 2)

Utilize um modelo teórico para explicar as diferentes cores das chamas observadas nas cápsulas de porcelana.

QUESTÃO 3 (EXPERIMENTO 3)

Utilizando as equações das reações químicas observadas em cada procedimento, identifique o tubo que contém o álcool primário.

QUESTÃO 4 (EXPERIMENTO 4)

Escreva as 5 equações balanceadas para esse ciclo de reações do cobre.

QUESTÃO 5 (EXPERIMENTO 5)

Considere os seguintes resultados

Condições	Teste		
	1	2	3
Volume de $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (mL)	5,0	10,0	5,0
Volume de KMnO_4 (mL)	1,0	1,0	2,0
Volume de H_2O (mL)	6,0	1,0	5,0
Tempo de reação (minutos)	14	6	11

Processo Seletivo



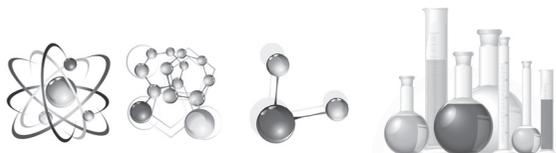
Determine a lei de velocidade para a reação entre o ácido oxálico e o permanganato.

QUESTÃO 6 (EXPERIMENTO 6)

Calcule a constante de estabilidade do íon complexo formado.

QUESTÃO 7 (TODOS OS EXPERIMENTOS)

Indique procedimentos laboratoriais incorretos realizados em algumas dessas atividades experimentais.



Olimpíada Brasileira de Química - 2011 Fase IV

Resultado da prova experimental - 2012

Os estudantes que participaram da Fase IV da Olimpíada Brasileira de Química - 2012 (etapa inicial do processo seletivo para a formação das delegações representaram o Brasil nas olimpíadas internacionais) obtiveram os seguintes resultados no exame de conhecimento de laboratório.

Nome	Escola	Cidade	Resultado
Gabriel Matheus Viana Pinheiro	Máster	Fortaleza	96.28
Joaquim Ivo Vasques Dantas Landim	Paraíso	Juazeiro do Norte	95.71
Vitória Nunes Medeiros	Farias Brito	Fortaleza	92.25
Bruno Matissek Worm	Tiradentes	Porto Alegre	91.49
Francisco Davi Barbosa dos Santos	Farias Brito	Fortaleza	91.00
Daniel Arjona de Andrade Hara	Objetivo	Cotia	90.54
Nicholas de Souza Costa Lima	Ari de Sá	Fortaleza	89.93
Vinicius Lopes Braga	Dom Barreto	Teresina	89.76
Sergio Pereira de Oliveira Júnior	Farias Brito	Fortaleza	88.24
Ramon Santos Gonçalves da Silva	Ideal Militar	Belém	88.16
Lívia Rodrigues de Araújo	Farias Brito	Fortaleza	87.99
Kelvin Azevedo dos Santos	Uniclass Objetivo	Goiânia	87.25
Nathércia Castro Mota	Master	Fortaleza	84.67
Emerson Holanda Marinho	Farias Brito	Fortaleza	84.55
Henrique Magri Marçon	Etapa	Valinhos	84.49
Leonardo Kazunori Tsuji	Etapa	São Paulo	84.33



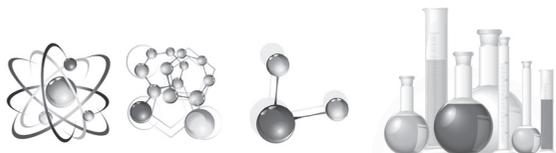
Olimpíada Brasileira de Química - 2011 Fase V Curso de Aprofundamento e Excelência em Química

O Curso de Aprofundamento e Excelência em Química foi ministrado pelo Departamento de Química da Universidade Federal de Minas Gerais no período de 6 a 17 de fevereiro de 2012. Participaram os quinze estudantes mais bem classificados após a aplicação do exame de conhecimentos de laboratório (média ponderada das notas na Fase III e Fase IV). Após a conclusão deste curso os professores envolvidos elaboraram e avaliaram os exames da etapa final da olimpíada (Fase VI).



Foto: Inácio Hara

Da esquerda para a direita: Nathercia Mota, Bruno Worm, Emerson Marinho, Daniel Hara, Matheus Salmito, Francisco Barbosa, Vitória Meedeiros, Leonardo Tsuji, Kelvin Santos, Ramon Silva, Joaquim Ivo, Gabriel Pinheiro, Nicholas Lima, Henrique Magri e Vinícius Braga.



OBQ Fase V

Na UFMG os estudantes participaram de atividades culturais e discutiram com os professores do Departamento de Química temas variados de química e assuntos relevantes sugeridos pelos organizadores da 44th International Chemistry Olympiad. Além da oportunidade de se aprofundar nos estudos de química os estudantes ampliam o círculo de amizades com os demais participantes, discutem com professores dos cursos de pós-graduação em química das universidades parceiras, participam das atividades e conhecem o potencial da universidade anfitriã.

Na imersão que fazem nesta Quinzena Olímpica, os estudantes aprofundam temas pouco abordados no ensino médio e, por conseguinte, retornam às suas cidades enriquecidos de ideias e mais motivados para o estudo dessa ciência.



Estudantes em sala de aula.



Olimpíada Brasileira de Química OBQ - 2011 FASE VI

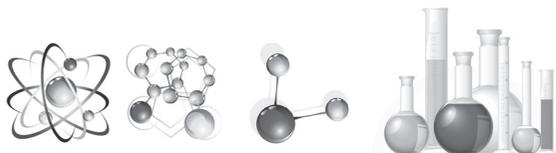
Seletiva para a 44th International Chemistry Olympiad
Washington - USA 17.03.2012

CADERNO DE QUESTÕES

QUESTÃO 1

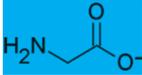
- I) Em 1998, Lugez e co-autores (J. Chem. Phys., 108, 9639 (1998)), investigaram um mistura de Ne-SF₆ através de cálculos teóricos e de experimentos com foto-ionização. Espécies iônicas foram detectadas em armadilhas de neônio sólido (trapped in solid neon). Eles detectaram as seguintes espécies: SF₅⁺, SF₅⁻, SF₃⁺.
- Escreva a estrutura de Lewis de todas as espécies.
 - Baseando-se no método VSEPR, proponha a geometria para as 3 espécies detectadas neste estudo.
 - Sugira o conjunto de orbitais híbridos do átomo central para cada uma das espécies.
 - Algumas destas espécies poderia ser sintetizada substituindo o enxofre pelo oxigênio? Justifique a sua resposta em termos de TLV.
- II) Um dos íons conhecidos mais estável é o VO₂⁺.
- Desenhe esquematicamente a estrutura de Lewis do VO₂⁺.
 - Utilize o modelo de VSEPR para propor a geometria deste íon.
 - Sabe-se que o ângulo O-V-O do íon VO₂⁺ é de 105,5°. Recentemente, Duarte e colaboradores [J. Inorg. Chem, 72 (1998), 71-77], demonstraram que o ângulo de 105,5° pode ser explicado a partir da TLV utilizando orbitais híbridos adequados.

Proponha uma explicação a partir da TLV, porque o íon VO₂⁺ é angular. Mostre esquematicamente os orbitais híbridos formados.



QUESTÃO 2

Considere as estruturas dos ligantes apresentadas abaixo.

	
Cisteamina	Glicinato

Quando o íon glicinato reage com íons de Pt^{2+} , forma-se um complexo de geometria quadrada. Por outro lado, quando íons cloreto e cisteamina reagem com íons de Cr^{3+} , forma-se um complexo octaédrico monometálico, que contém o mesmo número dos dois ligantes. Sabendo que os ligantes cisteamina e glicinato são bidentados, indique o número total de isômeros para cada complexo e apresente as estruturas de todos os isômeros.

QUESTÃO 3

Soluções tampão são soluções que atenuam a variação dos valores de **pH**, mantendo-o aproximadamente constante, mesmo com adição de pequenas quantidades de ácidos ou de bases fortes.

As soluções tampão podem ser formadas por um par-ácido base conjugado e, são usadas sempre que se necessita de um meio com pH aproximadamente constante. Elas são preparadas dissolvendo-se os solutos em água.

Em estudos ligados à medicina e à biologia é muito importante o conceito de solução tampão, pois os fluidos biológicos (animais ou vegetais) são, em geral, meios aquosos tamponados.

Um dos sistemas tampões mais importantes é o do sangue, que permite a manutenção das trocas gasosas e das proteínas. O pH do sangue é de 7,4 e o principal sistema tampão é um equilíbrio entre o ácido carbônico e o íon a ele associado, o bicarbonato. Este sistema evita variações de 0,3 unidades de pH as quais poderiam trazer graves consequências ao ser humano.

Considere as soluções preparadas pela

- I – dissolução de 8,00 mmol de acetato de sódio em 200 mL de solução de ácido acético 0,100 mol/L.

Processo Seletivo



- II – adição de 100 mL de solução de hidróxido de sódio 0,0500 mol/L a 100 mL de solução de ácido acético 0,175 mol/L.
- III – adição de 5,5104 g de acetato de sódio a 40,0 mL de solução de ácido clorídrico 0,1200 mol/L e diluição até completar 200 mL.
- Calcular o pH de cada uma dessas três soluções.
 - Qual será o pH da solução “c” se a mesma for diluída 100 vezes. Justifique a sua resposta.
 - Qual será a variação de pH (ΔpH) se a 100 mL da solução “c” forem adicionados:
 - 2,0 mL de solução de ácido clorídrico 0,1 mol/L.
 - 2,0 mL de solução de hidróxido de sódio 0,1 mol/L.

Dado: $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \times 10^{-5}$

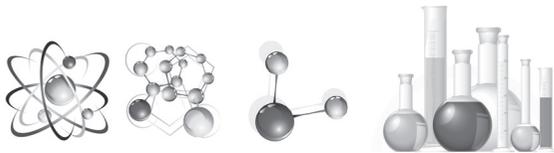
QUESTÃO 4

- Calcule o ΔG° do processo de solubilização do cloreto de prata e cloreto de sódio. Discuta o significado dos valores encontrados.

Dados termodinâmicos a 25 °C

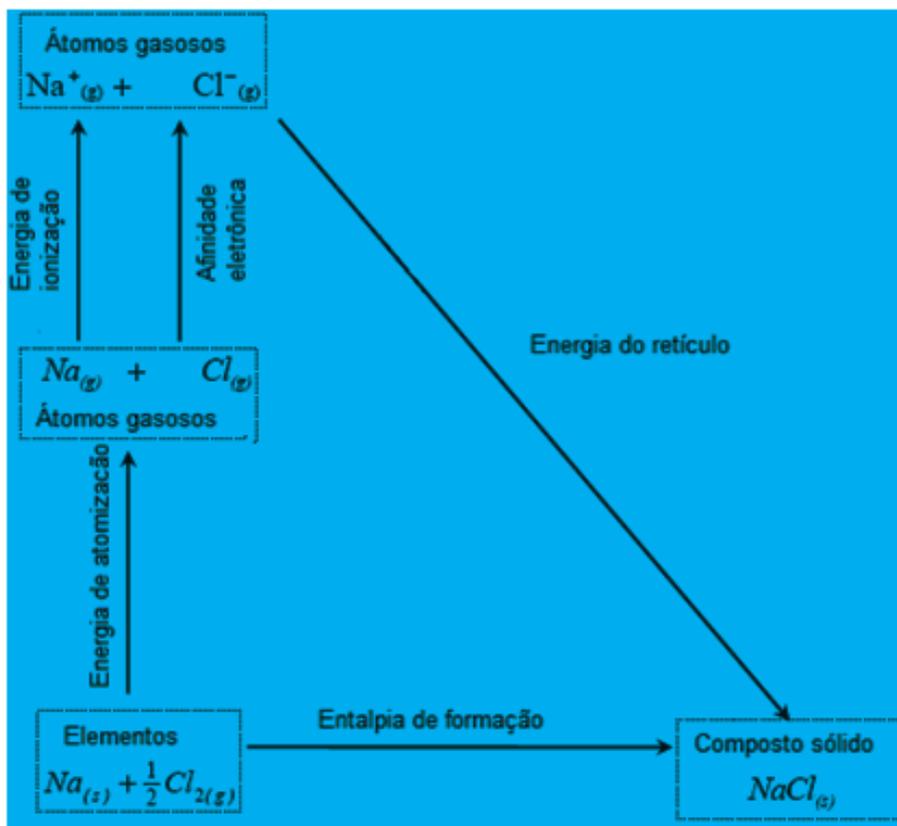
Substância	$\Delta fH^\circ / \text{kJ mol}^{-1}$	$\Delta fG^\circ / \text{kJ mol}^{-1}$	$S_m^\circ / \text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$
AgCl (s)	-127,1	-110	+96,2
Ag ⁺ (aq)	+105,6	+77,1	+72,7
Cl ⁻ (aq)	-167,2	-131,2	+56,5
NaCl (s)	-411,1	-384,1	+72,1
Na ⁺ (aq)	-240,1	-261,9	+59

- Utilizando somente as informações da variação de entropia do processo de solubilização e da vizinhança, explique a diferença de solubilidade desses compostos.



OBQ Fase VI

- c) O ciclo de Born-Haber pode ser utilizado para o cálculo da entalpia de formação de um composto sólido.



87

Quais etapas do ciclo de Born-Haber que são determinantes para a diferença observada na entalpia de formação do NaCl e AgCl?

- d) Explique por que a energia do retículo do NaCl é menor do que a do AgCl.
- e) As diferenças dos valores calculados teóricos e os experimentos das energias dos retículos do NaCl são maiores do que as observadas para o AgCl. Explique a razão desta diferença.

Processo Seletivo



Composto	Energia do retículo (kJ mol ⁻¹)	
	Experimental Born-Haber	Teórico
AgCl	905	770
NaCl	771	766

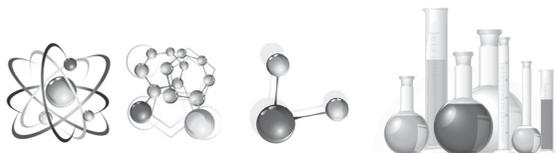
QUESTÃO 5

Um experimento calorimétrico foi realizado para a determinação do calor de combustão completa do antraceno. Esta substância é um hidrocarboneto aromático sólido, de massa molar 178,23 g mol⁻¹, incolor mas que apresenta uma fluorescência azul quando irradiado por uma fonte de radiação ultravioleta.

O calorímetro utilizado, uma bomba calorimétrica adiabática, é tem como componentes principais um vaso de reação construído com aço inoxidável com suas paredes espessas e rígidas para suportar uma pressão de oxigênio até 20 atm e um sistema elétrico de ignição das amostras a serem investigadas. Todo experimento calorimétrico realizado no interior deste calorímetro é feito sob o regime de volume constante. A alta pressão de gás oxigênio no vaso de reação é necessária para que seja assegurada a combustão completa das amostras estudadas.

A reação de combustão neste equipamento é iniciada ao passar uma corrente elétrica através de um pequeno fio fino de ferro que é mantido em contato com a amostra. O vaso de reação é imerso em um banho de água que é mantido isolado das vizinhanças. O calorímetro utilizado é do tipo adiabático, isto é, todo o calor liberado pela reação permanece no calorímetro; nada é perdido para as vizinhanças. O calor liberado na reação de combustão é absorvido pela massa do banho de água e outras partes do calorímetro. Este processo causa um aumento na temperatura interna no calorímetro. O aumento da temperatura no interior deste calorímetro é medida por um termômetro sensível previamente adaptado ao sistema.

Utilizando um calorímetro adiabático como descrito acima, uma amostra de 1,228 g de antraceno foi queimada em um calorímetro com um banho de água de 2 L. A pressão de O₂ no início da reação marcava 20 atm. Um fio de ferro de 10,00 cm foi utilizado inicialmente na ignição do sistema e, após o experimento, 0,65 cm intacto restante deste fio foi coletado. Neste experimento a temperatura medida no termômetro imerso no banho da água utilizada registrou uma variação do ser valor inicial de 23,74° C até o valor final constante de 30,28° C.



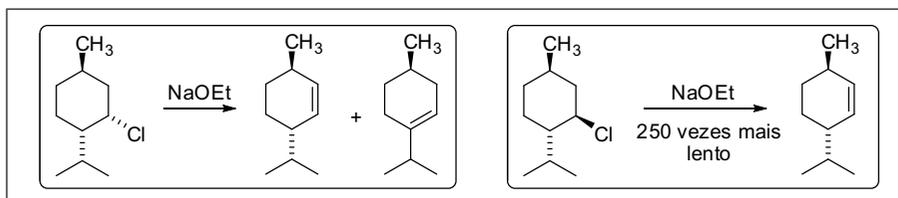
OBQ Fase VI

Considerando os valores aproximados para a capacidade térmica específica e densidade da água como $c(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = 1,0 \text{ cal g}^{-1} \text{ grau}^{-1}$ e $r(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = 1,0 \text{ g ml}^{-1}$. A capacidade térmica do calorímetro adiabático utilizado vale $C^{\text{cal}} = 881 \text{ J grau}^{-1}$ e o calor de combustão linear por comprimento de fio de ferro vale $Q_{\text{comb}}^{\text{linear}} (\text{E}) = 0,1 \text{ J m}^{-1}$.

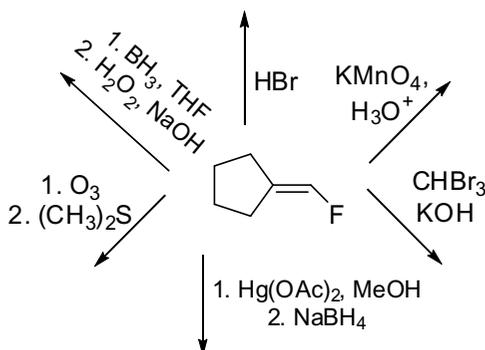
Sabe-se também que $1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$ e que a constante dos gases ideais tem o valor de $R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$. Utilizando os dados acima, determine a entalpia de combustão completa ΔH_{comb} do antraceno.

QUESTÃO 6

A) Explique as observações abaixo. Mostre o mecanismo e as conformações em cadeira envolvidas.



B) Dê o produto formado nas reações abaixo. Inclua a estereoquímica.

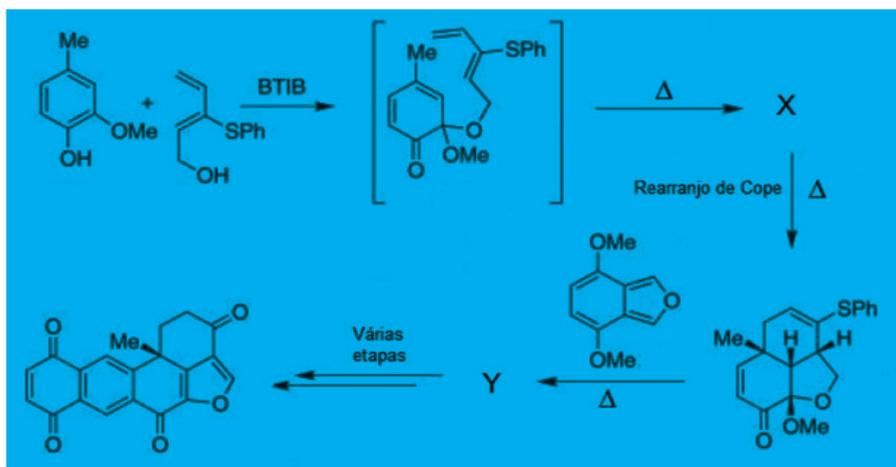


Processo Seletivo



QUESTÃO 7

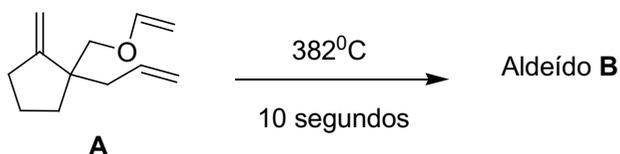
- A) Na síntese da halenaquinona, realizada por Rodrigo et AL (J. Or. Chem. 66, 3639-3641, 2001), esquema abaixo, as etapas que levam á formação dos compostos X e Y, envolvem reações de Diels-Alder.

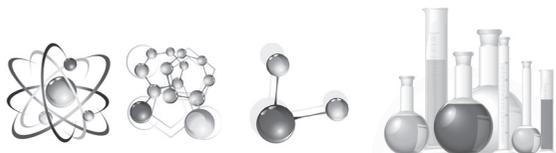


Desenhe as estruturas dos compostos X e Y, incluindo a correta estereoquímica.

- B) Entre as classes de reações pericíclicas tem-se os rearranjos sigmatrópicos. A seguir está representada uma reação, realizada sob aquecimento, que envolve dois rearranjos sigmatrópicos e conduz também a um aldeído cíclico de cinco membros como produto principal. Represente a estrutura deste aldeído.

90





Olimpíada Brasileira de Química - 2011 Fase VI

Resultado da prova Final - 2012

(Relação dos estudantes convocados para compor a delegação brasileira na
Olimpíada Internacional de Química - Washington)

Nome	Escola	Estado	Resultado Anterior	Resultado Final
Gabriel Matheus Viana Pinheiro	Máster	CE	96.37	96.34
Ramon Santos Gonçalves da Silva	Ari de Sá	CE	100.00	96.05
Daniel Arjona de Andrade Hara	Objetivo	SP	96.16	94.28
Vitória Nunes Medeiros	Farias Brito	CE	94.45	93.71
Kelvin Azevedo dos Santos	Uniclass Objetivo	GO	90.39	89.34
Emerson Holanda Marinho	Farias Brito	CE	89.53	87.87
Francisco Davi Barbosa dos Santos	Farias Brito	CE	85.79	87.53
Leonardo Kazunori Tsuji	Etapa	SP	88.55	87.14
Joaquim Ivo Vasques Dantas Landim	Farias Brito	CE	80.66	85.68
Henrique Magri Marçon	Etapa	SP	82.91	83.44
Nicholas de Souza Costa Lima	Ari de Sá	CE	76.28	80.83
Matheus Salmito Rodrigues Ponte	Farias Brito	CE	78.85	80.59
Lívia Rodrigues de Araújo	Farias Brito	CE	61.33	70.21
Bruno Matissek Worm	Tiradentes	RS	51.07	64.54

Alunos Marcados em **NEGRITO** integraram a delegação que representou o Brasil nas olimpíadas realizadas em Washington (44th IChO) e em Santa Fé (17^a OIAQ)

44th IChO



Washington, D.C. • USA



44th International Chemistry Olympiad

Exame Teórico

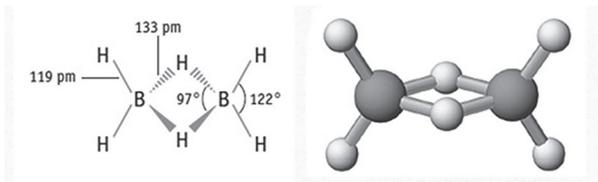
21-30 julho de 2012 • Washington, DC
• Estados Unidos da América

PROBLEMA 1

a-i	a-ii	a-iii	b	c	Problema 1	
4	2	2	2	10	20	7,5%

a. Hidretos de Boro e outros compostos de Boro

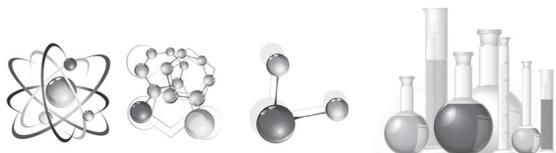
A química dos hidretos de Boro foi inicialmente desenvolvida por Alfred Stock (1876-1946). Foram caracterizadas mais de 20 formas moleculares neutras de hidretos de boro, de fórmula geral B_xH_y . A mais simples de todas é a do diborano, B_2H_6 .



92

- i. Utilizando os dados fornecidos na tabela, deduza a fórmula **molecular** para dois outros membros, **A** e **B**, desta série de hidretos de boro.

Substância	Estado físico (25 °C, 1 bar)	Porcentagem de Boro (em massa)	Massa Molar (g/mol)
A	Líquido	83,1	65,1
B	Sólido	88,5	122,2

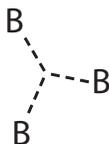


Exame Teórico

- ii. William Lipscomb recebeu o Prêmio Nobel da Química em 1976 pelos “seus estudos sobre as estruturas de hidretos de boro e o esclarecimento de problemas relacionados com problemas relacionados com a ligação química”. Lipscomb reconheceu que *em todos os hidretos de boro, cada átomo B estabelece uma ligação simples com 2 elétrons com pelo menos um átomo de H (B-H)*. Contudo, como é possível estabelecer outros tipos de ligações adicionais, ele desenvolveu um método para descrever a estrutura de um borano fornecendo o número styx, onde:

s = é o número de pontes B–H–B na molécula

t = é o número de centros com 3-ligações BBB na molécula



y = é o número de centros com 2-ligações B–B na molécula

x = é o número de grupos BH₂ na molécula

O número styx para o B₂H₆ é 2002. Proponha a estrutura para o tetraborano, B₄H₁₀, sabendo que o seu número styx é o 4012.

- iii. Considere um composto contendo boro, carbono, cloro e oxigênio (B₄CCl₆O). As medidas espectroscópicas indicam que a molécula tem dois tipos de átomos de B, com geometria tetraédrica e triangular planar, na razão 1:3 respectivamente. Estes dados espectroscópicos são também consistentes com uma ligação tripla CO.

Considerando que a fórmula molecular do composto é B₄CCl₆O, sugira a estrutura desta molécula.

b. Termoquímica dos compostos de Boro

Estime a entalpia de dissociação da ligação simples B-B no B₂Cl₄(g) usando as informações disponíveis:

Ligação Entalpia de dissociação da ligação (kJ/mol)

B–Cl 443

Cl–Cl 242

Composto $\Delta_f H^\circ$ (kJ/mol)

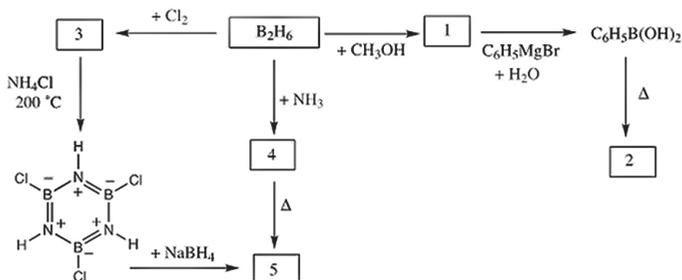
BCl₃(g) –403

B₂Cl₄(g) –489



c. Química dos Diboranos

Escreva a estrutura de cada um dos compostos (1-5) do esquema abaixo. Cada número corresponde a um composto contendo boro.



DADOS:

- O ponto de ebulição do composto **5** é $55^\circ C$.
- Em todas as reações é utilizado um excesso de reagente.
- O abaixamento do ponto de congelamento de $0,312\text{ g}$ do composto **2** em $25,0\text{ g}$ de benzeno é $0,205^\circ C$. A constante crioscópica do benzeno é $5,12^\circ C/molal$

PROBLEMA 2

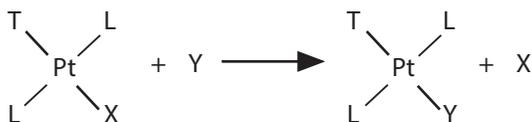
7,8% do total

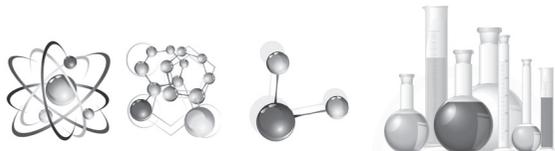
a-i	a-ii	b-i	b-ii	c	Problema 2	7,8%
4	4	6	1	5	20	

Compostos de Platina(II), Isômeros e efeito *Trans*.

94

A Platina e outros metais do grupo 10 formam complexos quadrados planares e os mecanismos das suas reações foram extensivamente estudados. Por exemplo, sabe-se que as reações de substituição nestes complexos ocorrem com a retenção da estereoquímica.



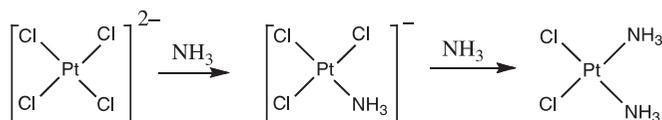


Exame Teórico

Sabe-se também que a velocidade da substituição do ligante X pelo Y depende da natureza do ligante em posição *trans* em relação ao X, ou seja o ligante T. Isto é denominado **efeito trans**. Quando T é uma das moléculas ou ions indicados na lista abaixo, a velocidade de substituição na posição *trans* diminui da esquerda para a direita.

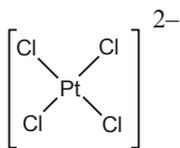


A preparação de *cis- e trans-Pt(NH₃)₂Cl₂* depende do efeito *trans*. A preparação do isômero *cis*, um agente anticancerígeno utilizado em quimioterapia, comercialmente designado por *cisplatin*, envolve a reação de K₂PtCl₄ com amônia.

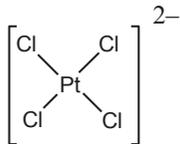


- i. Represente as estruturas de todos os possíveis estereoisômeros para o composto Pt(py)(NH₃)BrCl (onde py = piridina, C₅H₅N) tendo em conta que a platina(II) apresenta uma geometria quadrado planar.
- ii. Escreva os esquemas das reações químicas, incluindo os intermediários, que representam a preparação em solução aquosa de cada um dos estereoisômeros [Pt(NH₃)(NO₂)Cl₂]— usando como reagentes PtCl₄²⁻, NH₃ e NO₂⁻. Considere que as reações são controladas cineticamente pelo efeito *trans*.

Isômero *cis*:



Isômero *trans*:





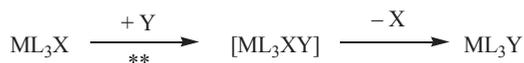
b. Estudos Cinéticos de Reações de Substituição de Complexos Quadrados Planares

Substituições de ligantes X por Y em complexos quadrados planares



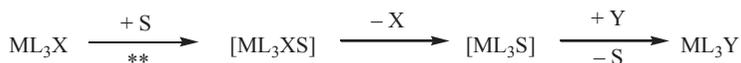
podem ocorrer por dois processos:

- *Substituição Direta*: O ligante Y que entra liga-se ao metal central, formando um complexo de número de coordenação cinco, que rapidamente elimina o ligante X para formar o produto ML_3Y .



** = etapa determinante da velocidade da reação, constante de velocidade = kY

- *Substituição assistida por solvente*: Uma molécula do solvente S liga-se ao metal central para dar ML_3XS , que elimina X para dar ML_3S . Rapidamente, Y substitui S para dar ML_3Y .



** = etapa determinante da velocidade da reação, constante de velocidade = kS

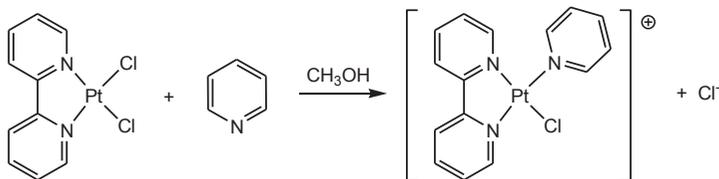
A lei da velocidade total para estas substituições é

$$\text{constante de velocidade} = ks[ML_3X] + kY[Y][ML_3X]$$

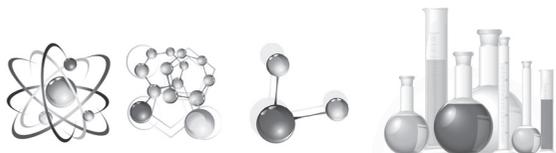
Quando $[Y] \gg [ML_3X]$, então a constante de velocidade = $k_{\text{obs}}[ML_3X]$.

Os valores de ks e kY dependem dos reagentes e do solvente envolvidos. Um exemplo é a substituição do ligante Cl^- num complexo quadrado planar de platina(II), ML_2X_2 , pela piridina (C_5H_5N). (O que foi citado acima para o ML_3X aplica-se ao ML_2X_2 .)

96



A tabela que se segue apresenta os dados da reação a 25 °C em metanol, onde $[piridina] \gg$ que a concentração do complexo de platina.



Exame Teórico

Concentração de piridina (mol/L)	k_{obs} (s^{-1})
0,122	$7,20 \times 10^{-4}$
0,061	$3,45 \times 10^{-4}$
0,030	$1,75 \times 10^{-4}$

- i. Calcule os valores de k_s e k_Y . Indique as unidades corretas para cada constante. Você pode utilizar o quadriculado fornecido abaixo.

	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>																																																																																																				

- ii. Qual a frase que é verdadeira quando a $[\text{piridina}] = 0,10 \text{ mol/L}$? (Assinale o quadrado correspondente à resposta que você considera verdadeira.)

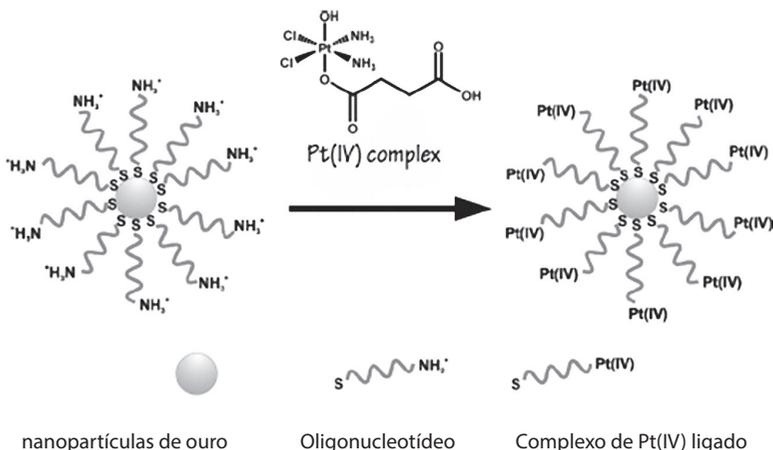
<input type="checkbox"/>	A maior parte do produto contendo piridina é formado pelo processo de substituição assistido por solvente (k_s)
<input type="checkbox"/>	A maior parte do produto contendo piridina é formado pelo processo de substituição direta (k_Y)
<input type="checkbox"/>	Quantidades semelhantes de produto contendo piridina são formadas pelos dois processos
<input type="checkbox"/>	Não podem ser tiradas conclusões relativamente à quantidade de produto formado por cada processo.

97



c. Agente quimioterapêutico

Num esforço para melhorar a seletividade do *cisplatin* para as células tumorais, o grupo do Professor Lippard's do MIT ligou um complexo de platina(IV) a oligonucleotídeos ligados a nanopartículas de ouro.



Os experimentos utilizam nanopartículas de ouro com diâmetro de 13 nm. Ligado a cada nanopartícula estão 90 oligonucleotídeos, sendo que 98% deles estão ligados ao complexo de Pt(IV). Suponha que o recipiente usado para tratar as células com a nanopartícula de Pt(IV) tem um volume de 1,0 mL e que a solução tem uma concentração em Pt de $1,0 \times 10^{-6}$ M. **Calcule a massa de ouro e de platina usada nesta experiência.** (A densidade do ouro é $19,3 \text{ g/cm}^3$)

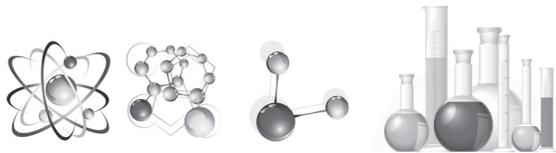
98

PROBLEMA 3

7,5 % Total

a	b	c-i	c-ii	Problema 3	7,5%
4	12	6	12	34	

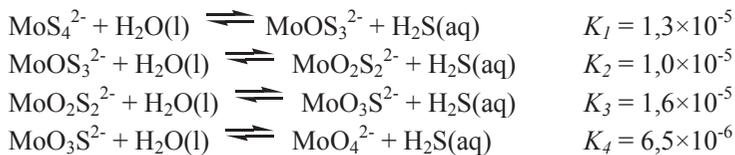
Ions de tiomolibdato são obtidos a partir de ions molibdato, MoO_4^{2-} , por substituição dos átomos de oxigênio por enxofre. Na natureza, os ions tiomolibdato são formados em locais como as águas profundas do mar negro, onde a redução biológica de sulfato gera H_2S . A transformação do molibdato em tiomolibdato origina a perda rápida de Mo dissolvido na água do mar que sedimenta sob a forma de



Exame Teórico

tiomolibdato e, conseqüentemente, as quantidades deste elemento essencial para a vida decresce no oceano.

Os seguintes equilíbrios em solução aquosa controlam as concentrações relativas dos iões molibdato e tiomolibdato em solução.



- a. Se uma solução em equilíbrio contém $\text{MoO}_4^{2-} 1 \times 10^{-7} \text{ M}$ e $\text{H}_2\text{S}(\text{aq}) 1 \times 10^{-6} \text{ M}$, qual será a concentração de MoS_4^{2-} ?

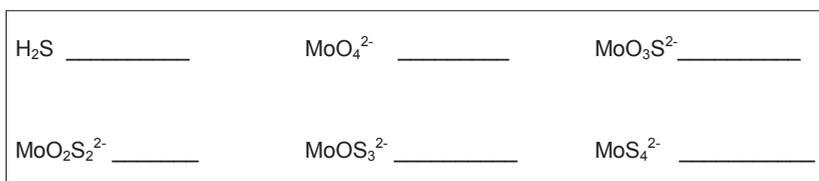
Soluções contendo $\text{MoO}_2\text{S}_2^{2-}$, MoOS_3^{2-} e MoS_4^{2-} apresentam máximos de absorvância na região do visível, na faixa de comprimento de onda de 395 e 468 nm. A absorvância dos outros iões, bem como a do H_2S , são desprezíveis na região do visível. As absorvâncias molares (ϵ) nestes dois comprimentos de onda são dados na tabela seguinte:

	ϵ a 468 nm $\text{L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$	ϵ a 395 nm $\text{L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$
MoS_4^{2-}	11870	120
MoOS_3^{2-}	0	9030
$\text{MoO}_2\text{S}_2^{2-}$	0	3230

- b. Uma solução, que não está em equilíbrio, contém a mistura de MoS_4^{2-} , MoOS_3^{2-} e $\text{MoO}_2\text{S}_2^{2-}$ e não contém nenhuma outra espécie de Mo. A concentração total de todas as espécies de Mo é $6,0 \times 10^{-6} \text{ M}$. Em uma cela de 10,0 cm, a absorvância de uma solução em 468 nm é 0,365 e em 395 nm é 0,213. Calcule as concentrações das 3 espécies de Mo existentes na mistura.
- c. A solução inicial contendo $\text{MoS}_4^{2-} 2,0 \times 10^{-7} \text{ M}$ é hidrolisada num sistema fechado. O H_2S produzido acumula até o equilíbrio ser atingido. Calcule as concentrações finais, no equilíbrio, de $\text{H}_2\text{S}(\text{aq})$ e dos 5 ânions contendo Mo (isto é, MoO_4^{2-} , $\text{MoO}_3\text{S}^{2-}$, $\text{MoO}_2\text{S}_2^{2-}$, MoOS_3^{2-} e MoS_4^{2-}). Ignore a possibilidade do H_2S se ionizar em HS^- em determinadas condições de pH. (um terço da pontuação será dada pela escrita das seis equações matemáticas importantes para o sistema e 2/3 da pontuação serão dados para o cálculo correto das concentrações).



- i. Escreva as seis equações matemáticas importantes para o sistema.
- ii. Calcule as seis concentrações, efetuando aproximações razoáveis (válidas) e apresente a sua resposta com dois algarismos significativos.

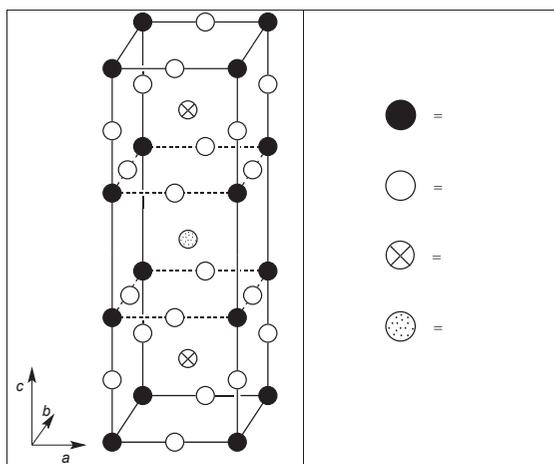
**PROBLEMA 4**

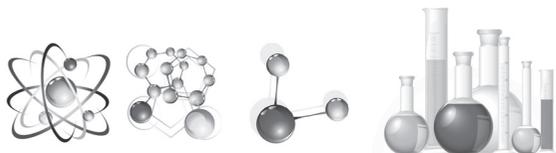
7,8% do Total

a	b	c	d-i	d-ii	d-iii	d-iv	e-i	e-ii	Problema 4	7,8%
12	14	10	4	2	2	4	4	8	60	

Nos anos 1980 foi descoberta uma classe de materiais cerâmicos que exibe supercondutividade pouco habitual a temperaturas de 90 K. Um desses materiais contém ítrio, bário, cobre e oxigênio e é designado por "YBCO". Ele tem uma composição molecular $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$, mas a sua composição real varia de acordo com a fórmula $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ ($0 < \delta < 0,5$).

- a. Uma célula unitária de um cristal ideal YBCO é apresentada abaixo. Faça a correspondência entre cada círculo e o respectivo elemento existente na estrutura.





Exame Teórico

A estrutura verdadeira é na realidade uma estrutura ortorrômbica ($a \neq b \neq c$), mas é aproximadamente tetragonal, com $a \approx b \approx (c/3)$.

- b.** Uma amostra de YBCO com $\delta = 0,25$ foi submetida a difração de Raios-X, usando radiação $\text{Cu K}\alpha\lambda$ ($\lambda = 154,2 \text{ pm}$). O menor ângulo do pico de difração foi observado a $2\theta = 7,450^\circ$. Assumindo que $a = b = (c/3)$, calcule os valores de a e c .
- c.** Calcule a densidade desta amostra de YBCO (com $\delta = 0,25$) em g cm^{-3} . Se não tiver obtido valores para a e c no item (b), então utilize $a = 500 \text{ pm}$, $c = 1500 \text{ pm}$.
- d.** Quando o YBCO é dissolvido numa solução aquosa de HCl 1,0 M libertam-se bolhas de um gás (identificado por cromatografia gasosa como sendo O_2). Após o aquecimento à ebulição, durante 10 min, para remover os gases dissolvidos, adiciona-se um excesso de solução de KI que torna a solução anterior amarelo-acastanhada. Esta solução pode ser titulada com uma solução de tiosulfato, usando amido para determinar o ponto final. Se o YBCO for adicionado diretamente a uma solução contendo KI e HCl, ambos na concentração de 1,0 M, numa atmosfera de Ar (argônio), a solução fica amarelo-acastanhada, mas não se observa liberação de gás.
- i.** Escreva a equação iônica, devidamente balanceada, correspondente à reação que ocorre quando o sólido $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ é dissolvido na solução aquosa de HCl e ocorre desprendimento de O_2 .
- ii.** Escreva a equação iônica, devidamente balanceada, correspondente à reação que ocorre quando a solução obtida em (i) reage com excesso de KI, em condições ácidas e depois do oxigênio dissolvido ter sido eliminado.
- iii.** Escreva a equação iônica, devidamente balanceada, correspondente à reação que ocorre quando a solução obtida em (ii) é titulada com tiosulfato ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$).
- iv.** Escreva a equação iônica, devidamente balanceada, correspondente à reação que ocorre quando o sólido $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ é dissolvido numa solução aquosa de HCl contendo excesso de KI e sob atmosfera de Ar.
- e.** Foram preparadas duas amostras idênticas de YBCO com valores de δ desconhecidos. A primeira amostra foi dissolvida em 5 mL de uma solução aquosa de HCl 1,0 M e liberou O_2 . Após o aquecimento à ebulição para libertar os gases dissolvidos, resfriamento e adição, sob atmosfera de Ar, de 10 mL de uma solução aquosa de KI a 0,7 M, foi titulada com tiosulfato, utilizando amido como indicador. Até atingir o ponto final, foram gastos $1,542 \times 10^{-4}$ mols de tiosulfato. A segunda amostra de YBCO foi adicionada diretamente a 7 mL de uma solução contendo KI a 1,0 M e HCl a 0,7 M sob atmosfera de Ar. Na sua titulação foram gastas $1,696 \times 10^{-4}$ mols de tiosulfato até ser atingido o ponto final.



- i. Calcule o número de mols de Cu em cada uma das amostras de YBCO.
- ii. Calcule o valor de δ para estas amostras de YBCO.

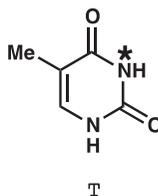
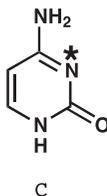
PROBLEMA 5

7.0 % do Total

a-i	a-ii	b	c	d	e	f	Problema 5	7.0%
2	4	4	2	12	6	4	34	

O ácido desoxirribonucleico (DNA) é uma das moléculas fundamentais para a vida. Esta questão irá examinar formas pelas quais a estrutura molecular do DNA pode ser modificada, naturalmente ou por caminhos elaborados pela humanidade.

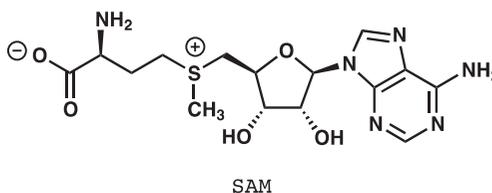
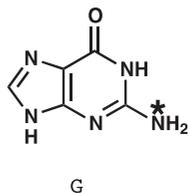
- a. Considere as bases pirimidínicas, citosina (**C**) e timina (**T**). O átomo de N-3 (indicado por *) de uma destas bases é um sítio nucleofílico comum para a alquilação do DNA, enquanto que o da outra base não o é.
 - i. **Selecione** (circule) qual base, **C** ou **T**, tem o átomo N-3 mais nucleofílico.

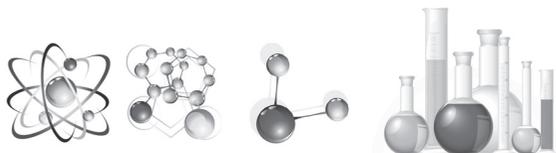


- ii. **Desenhe** duas estruturas de ressonância complementares da molécula que você selecionou, para justificar sua resposta. Indique todas as cargas formais, diferentes de zero, sobre os átomos das estruturas de ressonância que você desenhou.

102

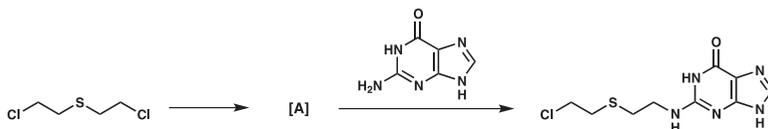
- b. Uma modificação comum do DNA na natureza é a metilação na posição marcada (*) na estrutura da guanina (**G**) pela S-adenosil-metionina (SAM). **Desenhe** as estruturas de ambos os produtos da reação entre guanina e SAM.





Exame Teórico

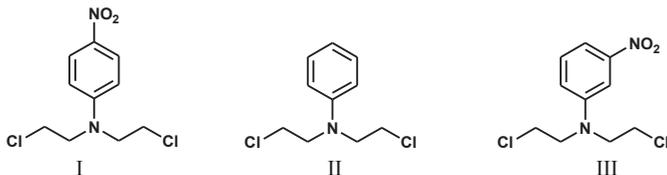
- c. Um dos primeiros agentes alquilantes do DNA feitos pelo homem foi o gás mostarda.



Através de uma reação intramolecular, o gás mostarda forma primeiramente o intermediário A, o qual, alquila diretamente o DNA, produzindo o ácido nucleico mostrado na equação acima. **Desenhe** a estrutura do intermediário A.

- d. A mostarda de nitrogênio reage via um caminho análogo ao da mostarda de enxofre, do item parte c. A reatividade do composto pode ser modificada, dependendo do terceiro substituinte no átomo de nitrogênio. A reatividade da mostarda de nitrogênio aumenta com o aumento da nucleofilicidade do átomo de nitrogênio central. **Selecione** o reagente mais reativo e menos reativo dos seguintes grupos de mostardas de nitrogênio.

i.

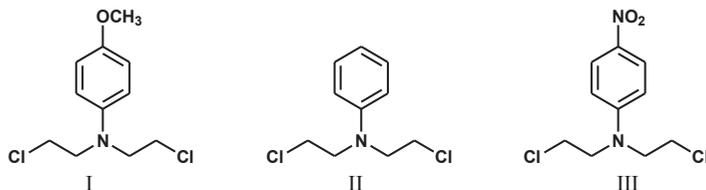


MAIS REATIVO:

MENOS REATIVO:

103

ii.

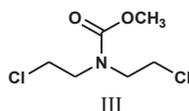
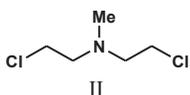
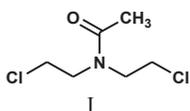




MAIS REATIVO:

MENOS REATIVO:

iii.

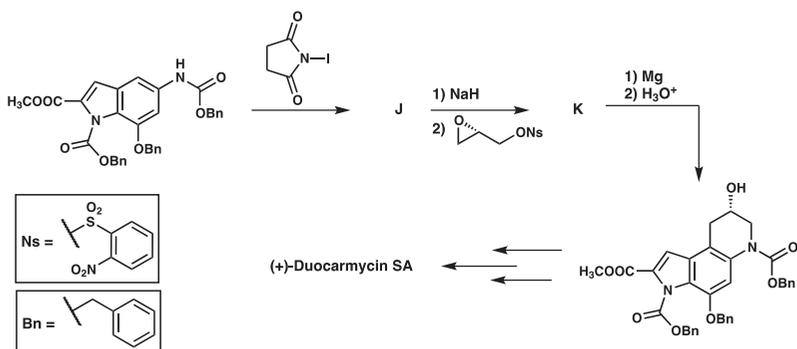


MAIS REATIVO:

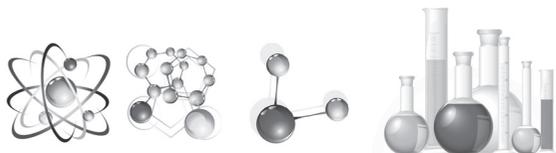
MENOS REATIVO:

- e. Algumas classes de produtos naturais atuam como alquilantes do DNA e, desta forma, têm potencial para servir como terapias para o câncer, devido à sua atividade antitumoral. As duocarmicinas constituem uma dessas classes. Abaixo são mostradas as etapas de uma síntese assimétrica total desse produto natural.

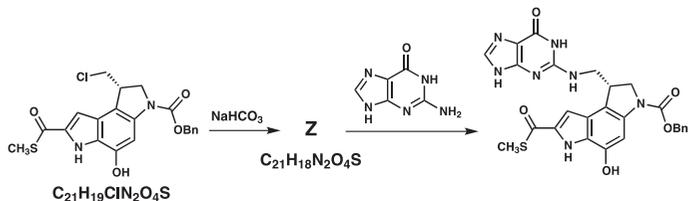
Desenhe as estruturas de compostos isoláveis **J** e **K**.



- f. Pequenas moléculas relacionadas foram sintetizadas para estudar a maneira como as duocarmicinas atuam. Um exemplo é o tioéster mostrado abaixo. **Desenhe** a estrutura do intermediário **Z**.



Exame Teórico

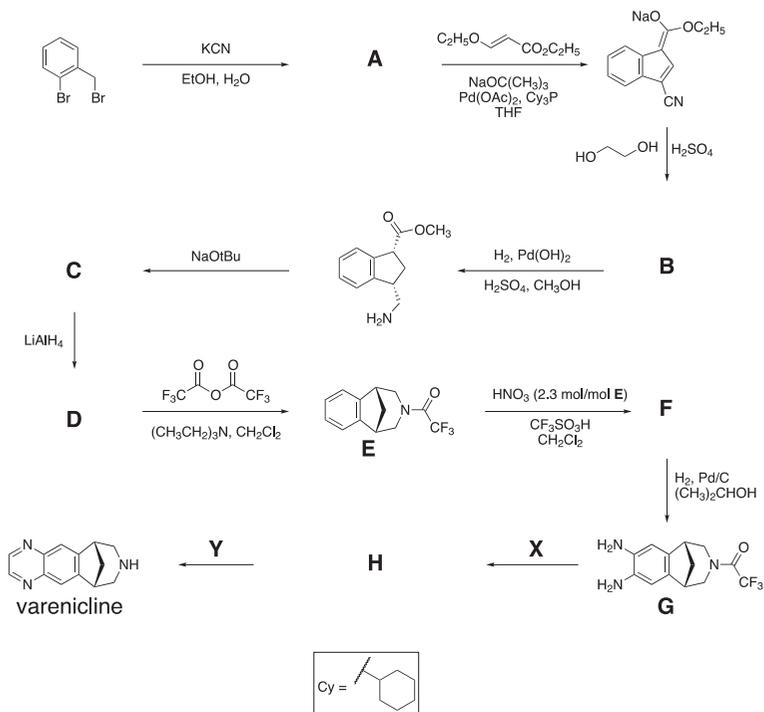


PROBLEMA 6

6.6 % do Total

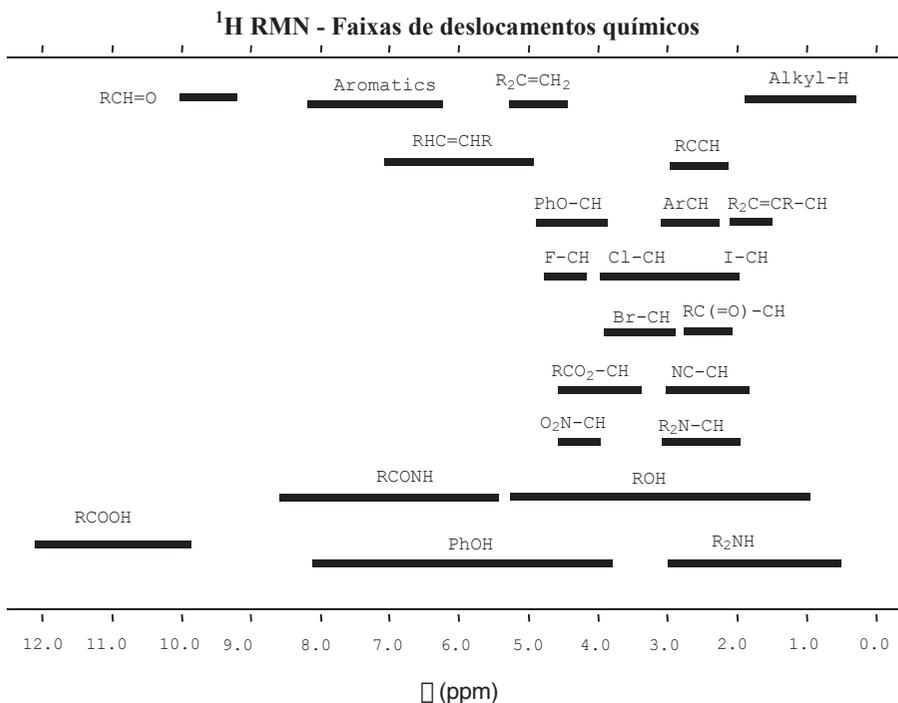
a	b	c	d	Problema 6	
2	4	6	8	20	6.6%

Varenicline foi desenvolvida para o tratamento oral contra o vício de fumar e pode ser sintetizada pela via mostrada abaixo. Todos os compostos indicados por uma letra (**A - H**) são espécies isoláveis, sem cargas.

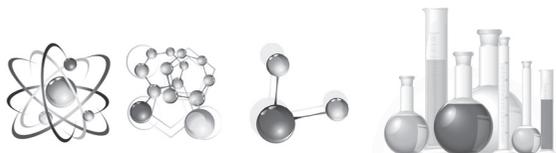




- a. Sugira uma estrutura para o composto **A**.
- b. Sugira uma estrutura para o composto **B** consistente com os seguintes dados de ¹H-RMN data:
- δ 7.75 (singlete, 1H), 7.74 (duplete, 1H, *J* = 7.9 Hz), 7.50 (duplete, 1H, *J* = 7.1 Hz), 7.22 (multiplete, 2 H não equivalentes), 4.97 (triplete, 2H, *J* = 7.8 Hz), 4.85 (triplete, 2H, *J* = 7.8 Hz)



- c. Sugira uma estrutura para cada composto, **C**, **D**, e **F**.
- d. Sugira os reagentes **X** e **Y** indicados para converter o composto **G** em **vareniclina**, e forneça o intermediário isolável **H**.



Exame Teórico

PROBLEMA 7

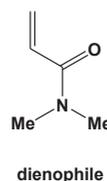
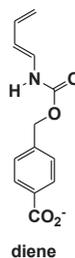
7.5 % do Total

a	b	c	d	e	f	Problema 7	
9	15	8	6	8	6	52	7.5%

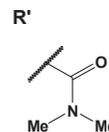
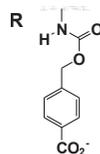
Uma enzima artificial foi concebida para se ligar às duas moléculas de substrato mostradas abaixo (dieno e dienófilo) e catalisar uma reação de Diels-Alder entre elas.

a. Há oito produtos que potencialmente se formam a partir de uma reação de Diels-Alder envolvendo estas duas moléculas na reação sem qualquer enzima.

i. Desenhe as estruturas de **quaisquer** dois dos potenciais produtos que são **regioisômeros** um do outro, nas caixas que são dadas abaixo. Use cunhas (—) e traços (.....) para mostrar a estereoquímica de cada produto em seus desenhos. Use **R** e **R'** mostrados abaixo, para representar os substituintes nas moléculas que não estão diretamente envolvidas na reação.



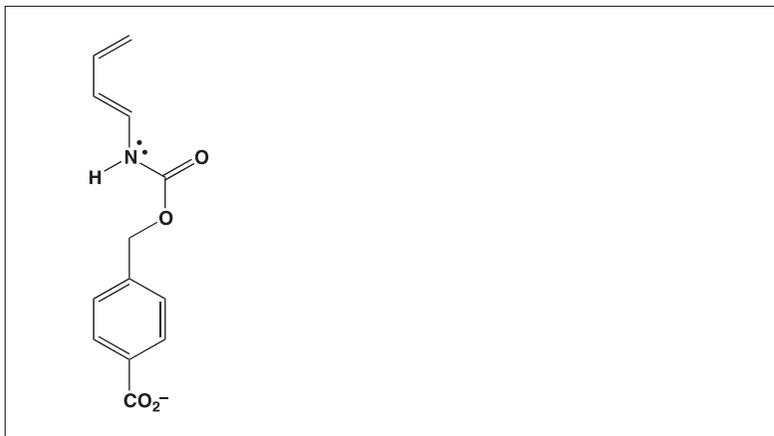
ii. Nos espaços reservados abaixo, desenhe as estruturas de **quaisquer** dois dos potenciais produtos que são **enantiômeros** um do outro. Use cunhas (—) e traços (.....) para mostrar a estereoquímica de cada produto em seus desenhos. Use **R** e **R'** como no item (i).



iii. Desenhe as estruturas de **quaisquer** dois dos potenciais produtos que são **diastereômeros** um do outro. Use cunhas (—) e traços (.....) para mostrar a estereoquímica de cada produto em seus desenhos. Use **R** e **R'** como no item (i).

b. A velocidade e a regiosseletividade de uma reação de Diels-Alder dependem do grau de complementaridade eletrônica entre os dois reagentes. As estruturas do dieno e do dienófilo da parte a são dadas abaixo.

i. Circule o átomo de carbono no dieno que tem a densidade de elétrons aumentada e, portanto, pode atuar como um doador de elétrons durante a reação. Desenhe, no espaço abaixo, uma estrutura de ressonância do dieno que justifica sua resposta. Indique todas as cargas as cargas formais diferentes de zero sobre os átomos na estrutura de ressonância que você desenhou.

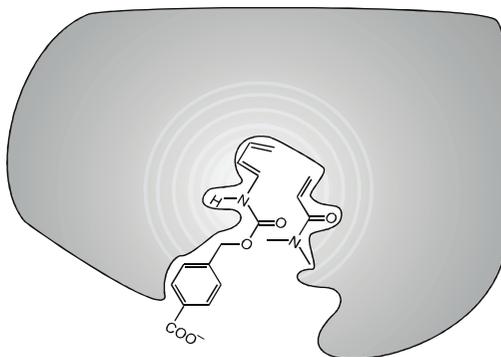


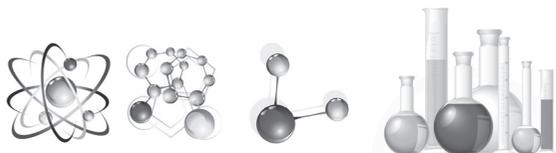
- ii. Circle o átomo de carbono no dienófilo que tem a densidade de elétrons diminuída e, portanto, pode atuar como um receptor de elétrons durante a reação. Desenhe no espaço abaixo uma estrutura de ressonância do dienófilo que justifique sua resposta. Indique todas as cargas formais diferentes de zero sobre os átomos na estrutura de ressonância que você desenhou.



108

- iii. Com base nas suas atribuições feitas nos itens (i) e (ii), prediga a regioquímica da reação não catalisada de Diels-Alder do dieno e dienófilo, desenhando o produto principal. Você não precisa mostrar a estereoquímica do produto em seu desenho.





Exame Teórico

- c. A figura abaixo mostra os reagentes de Diels-Alder como eles estão ligados, antes de entrar no estado de transição para a formação de um produto no sítio ativo da enzima artificial. A área cinzenta representa um corte transversal através da enzima. O dienófilo está **abaixo** do plano da seção transversal, ao passo que o dieno está **acima** do plano de seção transversal, quando as duas moléculas são ligados no sítio ativo que está mostrado.

Desenhar a estrutura do produto da reação catalisada por enzima na caixa abaixo. Mostre em seu desenho a estereoquímica do produto e use **R** e **R'** conforme você fez para uma parte a.

- d. Considere as seguintes afirmações sobre enzimas (artificial ou natural). Para cada situação, indique se essa afirmação é Verdadeira ou Falsa (desenhe um círculo em torno de "Verdadeiro" ou "Falso").

- i. Enzimas ligam-se mais fortemente ao estado de transição do que aos reagentes ou produtos da reação.

Verdadeiro

Falso

- ii. Enzimas alteraram a constante de equilíbrio da reação para favorecer o produto.

Verdadeiro

Falso

- iii. Catálise enzimática sempre aumenta a entropia de ativação da reação em comparação com a reação não catalisada.

Verdadeiro

Falso

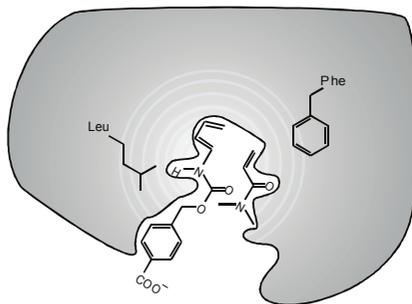
- e. Versões modificadas das enzimas artificiais com diferentes atividades catalíticas foram preparadas (enzimas I, II, III e IV, mostradas na figura abaixo). Dois resíduos de aminoácidos diferentes são mostrados nas diferentes enzimas abaixo. Assuma que os grupos funcionais das enzimas mostradas estão localizados em estreita proximidade com os fragmentos correspondentes dos reagentes quando se forma o estado de transição no sítio de enzima ativa.

Destas quatro enzimas, qual delas poderia causar maior aumento na velocidade da reação de Diels-Alder em comparação com a reação não catalisada?

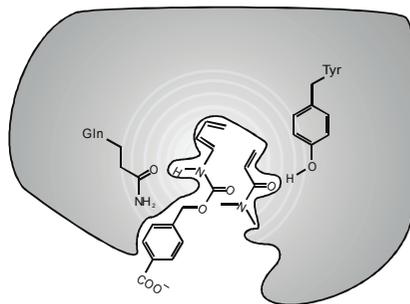
Enzima #



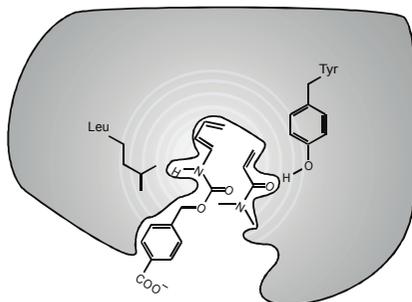
Enzyme I



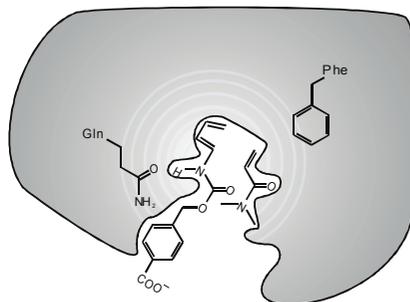
Enzyme II



Enzyme III

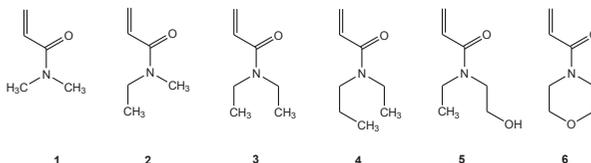


Enzyme IV

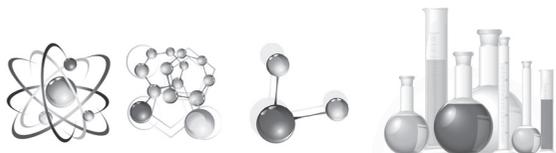


- f. A especificidade do substrato das enzimas artificiais **V** e **VI** (ver abaixo) foi testada usando os reagentes dienófilos **1** - **6**, mostrados abaixo.

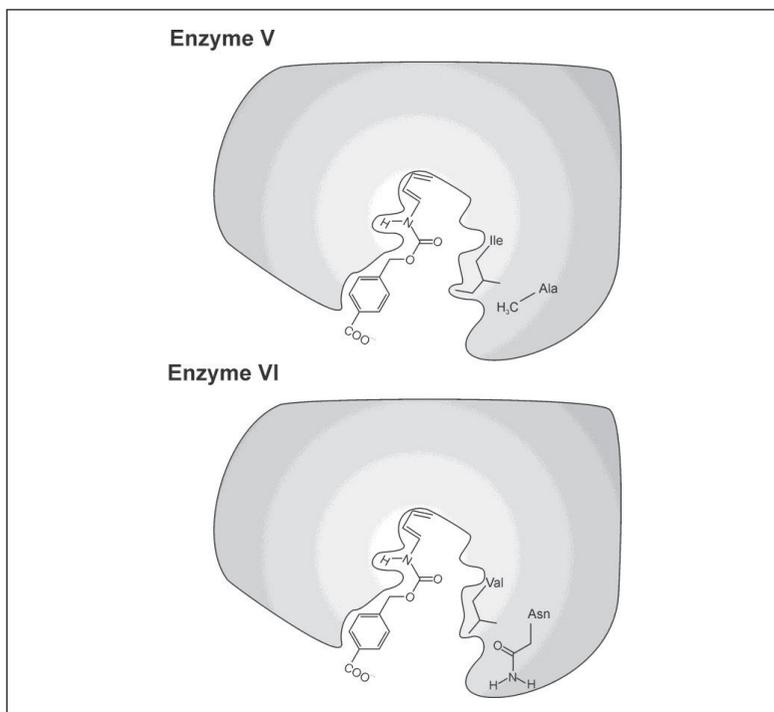
110



O dienófilo # **1** reagiu mais rapidamente na reação catalisada pela **enzima artificial V** (ver abaixo). No entanto, a **enzima artificial VI** catalisou a reação mais rapidamente com outro dienófilo. Dos seis dienófilos mostrados acima, qual deles poderia reagir mais rapidamente na reação de Diels-Alder catalisada pela **enzima VI**?



Exame Teórico



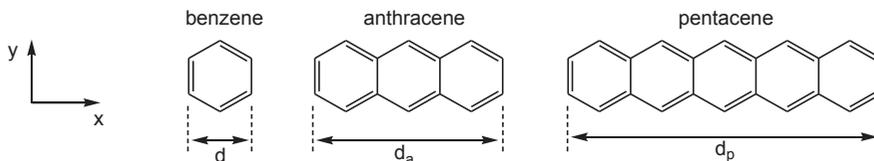
PROBLEMA 8

8.3% do Total

a	b-i	b-ii	b-iii	b-iv	b-v	c-i	c-ii	c-iii	Problema 8	
2	3	4	6	4	2	5	8	2	36	8.3%

111

Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs) são poluentes atmosféricos, componentes de diodos orgânicos emissores de luz e componentes do meio interestelar. Este problema trata dos chamados PAHs lineares, ou seja, aqueles que têm apenas um anel benzênico de altura, variando no comprimento. Exemplos específicos são: benzeno, antraceno e pentaceno, cujas estruturas são mostradas abaixo. Suas propriedades físicas e químicas dependem da extensão com que a nuvem de elétrons π está deslocalizada ao longo da molécula.



- a. A largura do anel benzênico é $d = 240$ pm. Use esta informação para estimar o comprimento ao longo de eixo horizontal (x) do antraceno e do pentaceno, d_a e d_p , respectivamente.

Para antraceno, $d_a =$
 Para pentaceno, $d_p =$

- b. Para simplificar, suponha, que os elétrons π do benzene podem ser modelados como se estivessem confinados em um quadrado. Neste modelo, os elétrons π conjugados dos PAHs podem ser considerados como partículas livres em uma caixa bidimensional, retangular, no plano x - y .

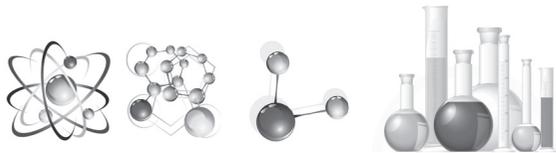
Para elétrons em uma caixa bidimensional ao longo dos eixos x e y , os estados de energia quantizados desses elétrons são dados por:

$$E = \left(\frac{n_x^2}{L_x^2} + \frac{n_y^2}{L_y^2} \right) \frac{h^2}{8m_e}$$

Nesta equação, n_x e n_y são os números quânticos para o estado de energia e são números inteiros entre 1 e ∞ , h é a constante de Planck, m_e é a massa do elétron e L_x e L_y são as dimensões da caixa.

Para este problema, trate os elétrons π dos PAHs como partículas em uma caixa bidimensional. Neste caso, os números quânticos n_x e n_y são **independentes**.

- i. Para este problema, suponha que a unidade de benzene tem dimensões x e y , ambas de comprimento d . Derive uma fórmula geral para as energias quantizadas dos PAHs lineares como uma função dos números quânticos n_x e n_y , comprimento d , número de anéis fundidos w , e as constantes fundamentais h e m_e .
- ii. O diagrama de nível de energia abaixo para o pentaceno mostra qualitativamente as energias e os números quânticos n_x e n_y para todos os níveis ocupados por elétrons π e para o nível de energia mais baixo desocupado, com os elétrons de spins opostos representados como setas apontando para cima ou para baixo. Os níveis estão identificados com os números quânticos $(n_x; n_y)$.



Exame Teórico

Pentaceno:

_ (3; 2)
 ↑↓ (9; 1)
 ↑↓ (2; 2)
 ↑↓ (1; 2)
 ↑↓ (8; 1)
 ↑↓ (7; 1)
 ↑↓ (6; 1)
 ↑↓ (5; 1)
 ↑↓ (4; 1)
 ↑↓ (3; 1)
 ↑↓ (2; 1)
 ↑↓ (1; 1)

O diagrama de nível de energia para antraceno é mostrado abaixo. Note que alguns níveis podem ter a mesma energia. Preencha o diagrama de nível de energia com o número correto de setas para cima e para baixo, para representar os elétrons no antraceno. Além disso, os espaços em branco entre parênteses deste diagrama são os números quânticos n_x, n_y , que você precisa determinar. Preencha estes espaços em branco com os valores pertinentes de n_x, n_y para cada nível de energia ocupado e para o mais baixo desocupado.

Antraceno:

_ (;)
 _ (;) _ (;)
 _ (;)
 _ (;)
 _ (;)
 _ (;)
 _ (;)
 _ (;)
 _ (;)



- iii. Utilize este modelo para criar um diagrama de nível de energia para o benzeno e preencha com elétrons, os níveis de energia pertinentes. Inclua todos os níveis de energia até chegar ao nível de energia mais baixo desocupado. Identifique cada nível de energia no seu diagrama com os correspondentes n_x, n_y . Não suponha que o modelo de partículas-na-caixa-quadrada usado aqui dá os mesmos níveis de energia que os outros modelos.
- iv. Muitas vezes, a reatividade de PAHs correlaciona inversamente com a diferença de energia ΔE entre o nível mais alto de energia ocupado por π -elétrons e o menor nível de energia desocupado. Calcule a diferença de energia ΔE (em Joules) entre os níveis ocupados mais altos e os níveis desocupados de mais baixa energia para o benzeno, antraceno e pentaceno. Use os seus resultados obtidos nos itens ii) e iii) para antraceno ou benzeno, respectivamente, ou use (2, 2) para o mais elevado nível de energia ocupado e (3, 2) para o mais baixo nível de energia desocupado para estas duas moléculas (estes podem não ser os verdadeiros valores).

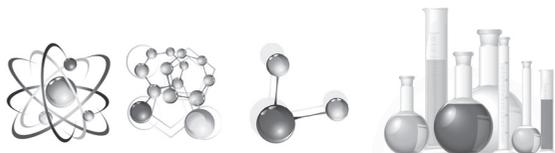
ΔE para benzeno =

ΔE para pentaceno =

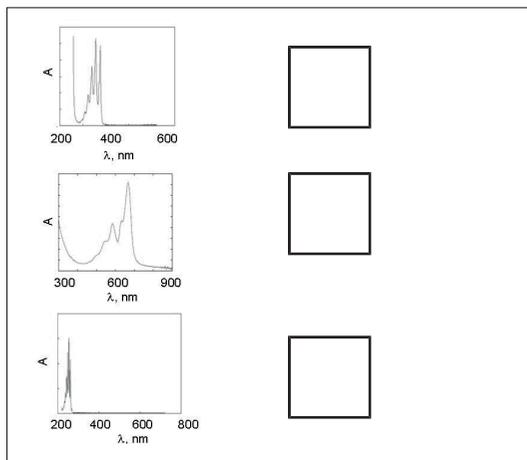
Classifique benzeno (B), antraceno (A) e pentaceno (P), em ordem de aumento de reatividade, colocando as letras correspondentes da esquerda para a direita na caixa abaixo.

Menos reativo -----> Mais reativo

- v. Os espectros de absorção eletrônica (absortividade molar x comprimento de onda) para o benzeno (**B**), antraceno (**A**) e pentaceno (**P**) são mostrados abaixo. Baseado em um entendimento qualitativo do modelo da partícula de caixa, indique que molécula corresponde a cada espectro, escrevendo a letra apropriada no quadrado à direita do respectivo espectro.

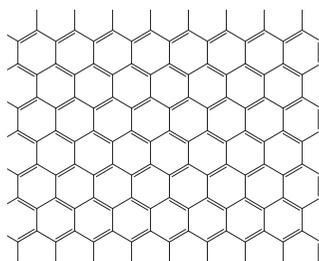


Exame Teórico



- c. Grafeno é uma folha de átomos de carbono dispostos num padrão bidimensional tal como a estrutura do favo de mel. Ele pode ser considerado como um caso extremo de um hidrocarboneto poliaromático com comprimento essencialmente infinito nas duas dimensões. O Prêmio Nobel de Física foi concedido em 2010 para Andrei Geim e Konstantin Novoselov por seus experimentos inovadores com o grafeno.

Considere uma folha de grafeno com dimensões planas de $L_x = 25$ nm por $L_y = 25$ nm. Uma seção desta folha é mostrada abaixo.

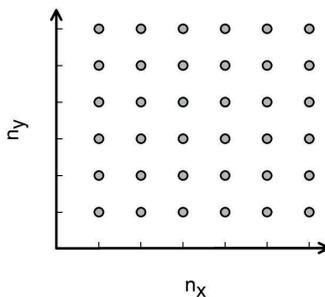


- i. A área de uma unidade hexagonal com 6 carbonos é ~ 52.400 pm². Calcule o número de elétrons π em uma folha (25 nm x 25 nm) de grafeno. Para este problema, você pode ignorar os elétrons que estão fora (ou seja, aqueles que estão fora dos hexágonos completos no desenho).

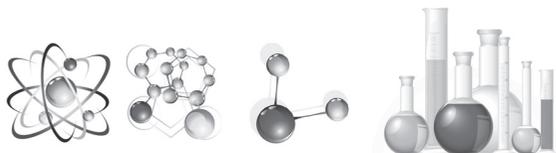


- ii. Podemos imaginar que os elétrons π no grafeno são os elétrons livres, em uma caixa bi-dimensional.

Em sistemas que contêm um grande número de elétrons, não existe um só nível de mais alta energia simplesmente ocupado. Em vez disso, existem muitos estados de energias bem próximas, acima dos quais, os demais níveis estão vazios. Estes estados de mais alta energia ocupados determinam o chamado nível de Fermi. O nível de Fermi no grafeno consiste em múltiplas combinações de números quânticos n_x e n_y . Determine a energia do nível de Fermi para um quadrado de grafeno de 25 nm \times 25 nm, relativo ao nível ocupado, de mais baixa energia. Este nível ocupado de mais baixa energia não tem energia zero, no entanto, ela é insignificante, e pode ser assumida como sendo zero. Para resolver este problema pode ser útil representar os estados quânticos (n_x , n_y) como pontos em uma gráfico de 2-D (conforme mostrado abaixo) e considerar a ocupação dos níveis de energia com os pares de elétrons. Para o número de elétrons utilize o resultado do item (i) ou um valor de 1000 (este pode não ser o verdadeiro valor).



- iii. A condutividade de material tipo grafeno se correlaciona inversamente com a diferença de energia entre os mais baixos níveis desocupados e mais altos níveis de energia ocupados. Use sua análise e compreensão de elétrons π em PHAs e grafeno para prever se a condutividade de um quadrado de grafeno 25 nm \times 25 nm, a uma dada temperatura, é menor, igual ou maior do que a condutividade de um quadrado de grafeno de 1m \times 1m (que é o maior obtido até esta data). Circule a resposta correta:



Exame Prático

Washington, D.C. • USA



44th International Chemistry Olympiad

Exame prático

21-30 julho de 2012 • Washington, DC
• Estados Unidos da América

EXPERIMENTO 1

- Você tem 2 horas e 15 minutos para completar o experimento 1.
- Produtos químicos ou material de laboratório **serão fornecidos** sem qualquer penalização apenas uma vez exceto no caso da acetona- d_6 . Cada pedido adicional resultará numa **perda de 1 ponto** dos 40 pontos destinados à prova prática.

REAGENTES E EQUIPAMENTO (EXPERIMENTO 1)

Reagentes (o rótulo real é o que está indicado em negrito)

~2 M HCl, * solução aquosa, frasco com 50 mL

~0.01 M KI₃, * solução aquosa, frasco com 10 mL, etiquetado "I₂".

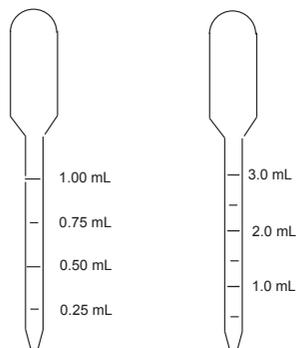
Acetona, (CH₃)₂CO, M = 58,08 g mol⁻¹, densidade = 0,791 g mL⁻¹, frasco com 10,0 mL

Acetona- d_6 , (CD)₂CO, M = 64,12 g mol⁻¹, densidade = 0,872 g mL⁻¹, ampola de 3,0 mL

* A concentração exata é a indicada na etiqueta do frasco.

Material no Kit #1

- Um frasco de vidro com água destilada
- Quinze frascos porta-amostras de 20 mL com rolha de rosca verde em Teflon
- Dez pipetas de plástico de 1 mL graduadas em divisões de 0,25 mL (ver desenho à direita).
- Dez pipetas de plástico de 3 mL graduadas em divisões de 0.50 mL (ver desenho à direita).
- Um cronômetro digital (stopwatch)



117



Experimento 1

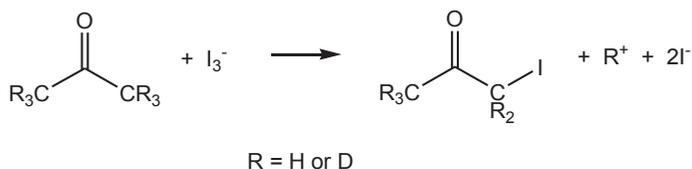
18% do total

a	b	c	d	e	f	g	Experimento 1	18%
10	2	10	12	16	12	8	70	

CINÉTICA, EFEITO ISOTÓPICO E MECANISMO DE IODAÇÃO DA ACETONA

O conhecimento dos mecanismos das reações químicas motivam avanços quer na síntese quer em catálise. Uma poderosa ferramenta para investigar os mecanismos da reação é o estudo da sua cinética porque o modo como a velocidade da reação varia em função das condições da reação, depende diretamente do mecanismo da reação. Uma segunda ferramenta importante é o estudo da substituição isotópica em moléculas. Apesar dos isótopos apresentarem reatividade semelhante a diferença na massa nuclear provoca pequenas alterações na velocidade da reação.

Este experimento vai usar estes efeitos cinéticos e isotópicos para conseguir ter informação sobre o mecanismo de iodação da acetona em meio ácido:

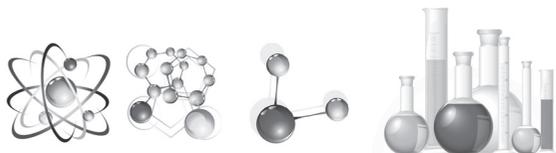


A reação ocorre segundo a seguinte lei da velocidade

$$\text{Velocidade} = k[\text{acetona}]^m[\text{I}_3^-]^n[\text{H}^+]^p$$

onde a constante da velocidade k e os valores da ordem da reação m , n , e p devem ser determinados. Você também irá comparar a reatividade da acetona com a da acetona- d_6 (deuterada), onde os seis átomos de hidrogênio (^1H) foram substituídos por deutério (^2H , D), com o objetivo de determinar o efeito isotópico ($k_{\text{H}}/k_{\text{D}}$) da reação. Através destes dados tire conclusões sobre o mecanismo desta reação.

Leia atentamente todo o procedimento desta tarefa e planeje o seu trabalho antes de começar.



Exame Prático

PROCEDIMENTO

A velocidade de uma reação depende da temperatura. Registre aqui a temperatura do seu laboratório (solicite o valor ao assistente de laboratório):

oC

Instruções para o uso do cronômetro digital (stopwatch)

- (1) Pressione a tecla **[MODE]** até aparecer **COUNT UP** no visor.
- (2) Para iniciar a contagem do tempo, pressione a tecla **[START/STOP]**.
- (3) Para parar a contagem, pressione novamente a tecla **[START/STOP]**.
- (4) Para voltar ao zero no visor, pressione a tecla **[CLEAR]**.

Procedimento Geral

Meça os volumes de ácido clorídrico, de água destilada e da solução de tri-iodeto de potássio (frasco etiquetado como "I₂") que escolheu para um frasco reacional. As concentrações iniciais dos reagentes na mistura reacional devem estar entre os valores abaixo indicados (não necessita de explorar toda a gama de valores, mas os seus valores não devem estar fora dos intervalos dados):

[H⁺]: Entre 0,2 e 1,0 M
[I₃⁻]: Entre 0,0005 e 0,002 M
[acetona]: Entre 0,5 e 1,5 M

Para iniciar a reação, adicione o volume escolhido de acetona ao frasco reacional que contém os outros reagentes. Tampe rapidamente o frasco reacional, inicie a cronometragem, agite-o vigorosamente e coloque-o sobre uma superfície branca. Registre os volumes de reagentes que escolheu na tabela a. A partir do momento que iniciar a reação não toque ou segure no frasco reacional no nível do líquido. O progresso da reação pode ser detectado visualmente pelo desaparecimento da cor amarela-acastanhada do ion tri-iodeto. Registre o tempo necessário para que a cor desapareça. Quando a reação estiver completa coloque o frasco reacional de lado e deixe-o fechado para que você mesmo não fique exposto aos vapores de iodoacetona.

Repita as vezes que considerar necessárias usando diferentes concentrações de reagentes. Registre os valores das concentrações de reagentes que usou na tabela c.

Sugestão: altere uma concentração de cada vez.



Uma vez estudada a velocidade da reação da acetona, você deve fazer o mesmo para estudar a velocidade da reação da acetona- d_6 . Note que no caso da acetona- d_6 você só dispõe de 3,0 mL devido ao fato dos reagentes isotopicamente marcados serem muito caros. Conseqüentemente, no caso de necessitar de mais acetona- d_6 você será penalizado com 1 ponto. **Quando necessitar de usar este reagente, levante a mão e um supervisor do laboratório irá abrir a sua ampola.** As reações de compostos deuterados são geralmente mais lentas do que as dos compostos substituídos apenas por hidrogênio. Assim, quando trabalhar com $(CD_3)_2CO$ deve usar as condições reacionais que promovem a reação mais rápida.

Quando terminar o trabalho:

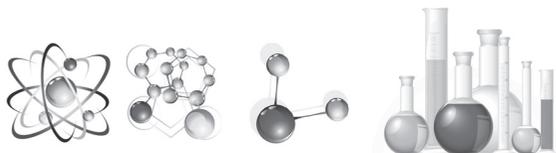
- Esvazie a garrafa de água e coloque-a juntamente com todo o material não utilizado na caixa etiquetada "Kit #1";
- Coloque as pipetas e os frascos reacionais usados nos recipientes apropriados que se encontram nas capelas;
- Utilize o recipiente etiquetado "**Broken Glass Disposal**" para colocar os restos de vidro da ampola.

Você deve arrumar e limpar a sua área de trabalho depois de ter sido dado a ordem de STOP.

- Registre na tabela seguinte os resultados da experiência com a acetona, $(CH_3)_2CO$. *Não é preciso efetuar o número de experiências necessárias para preencher totalmente a tabela.*

Exp. #	Volume da solução HCl, mL	Volume H ₂ O, mL	Volume da solução I ₃ ⁻ , mL	Volume (CH ₃) ₂ CO, mL	Tempo de desaparecimento do I ₃ ⁻ , s
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

Exp- experiência



Exame Prático

- b. Registre na tabela seguinte os resultados da experiência com a acetona-d6, $(CD_3)_2CO$. Não é preciso efetuar o número de experiências necessárias para preencher totalmente a tabela.

Exp. #	Volume da solução HCl, mL	Volume H_2O , mL	Volume da solução I_3^- , mL	Volume $(CD_3)_2CO$, mL	Tempo de desaparecimento do I_3^- , s
1d					
2d					
3d					
4d					

- c. Utilize a tabela seguinte para registrar as concentrações e as velocidades calculadas para as reações que estudou. Assuma que o volume de cada mistura reacional é igual à soma dos volumes dos seus constituintes. **Não é necessário usar todas as experiências que realizou para calcular o valor de k (partes e e f) mas você deve indicar que experiência ou experiências usou nos seus cálculos. Para tal, assinale na coluna da direita e na caixa respectiva a(s) experiência(s) que utilizou para efetuar os cálculos.**

$(CH_3)_2CO$:

Exp #	Concentração Inicial $[H^+]$, M	Concentração Inicial $[I_3^-]$, M	Concentração Inicial $[(CH_3)_2CO]$, M	Velocidade de desaparecimento do I_3^- , $M s^{-1}$	Experiência utilizada nos cálculos de k_H ?	
					Sim	Não
1					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

$(CD_3)_2CO$:



Exp #	Concentração Inicial [H ⁺], M	Concentração Inicial [I ₃ ⁻], M	Concentração Inicial [(CD ₃) ₂ CO], M	Velocidade de desaparecimento do I ³⁻ , M s ⁻¹	Experiência utilizada nos cálculos de k _D ?	
					Sim	Não
1d					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2d					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3d					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4d					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

d. Indique os valores da ordem de reação para a acetona, tri-iodito e ion hidrogênio.

$$\text{velocidade} = -\frac{d[I_3^-]}{dt} = k[(CH_3)_2CO]^m [I_3^-]^n [H^+]^p$$

m =	n =	p =
-----	-----	-----

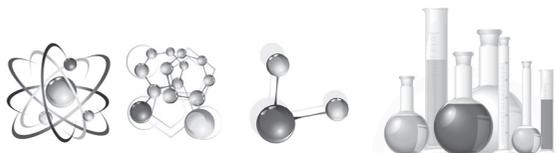
e. Calcule a constante de velocidade k_H da reação da acetona, (CH₃)₂CO, e indique as suas unidades.

k_H =

122

f. Calcule a constante de velocidade k_D da reação da acetona-d₆, (CD₃)₂CO, e calcule o valor da razão de k_H/k_D (o efeito isotópico da reação).

g. Através dos dados da cinética e do efeito isotópico podem ser tiradas conclusões sobre o mecanismo desta reação. Abaixo é proposto um mecanismo possível para a iodação da acetona. Uma das reações é o passo determinante da velocidade da reação (R.D.S).



Exame Prático

No quadro abaixo, na coluna "R.D.S consistente com a lei da velocidade" à direita de cada etapa do mecanismo, marque com (✓) se a lei de velocidade obtida experimentalmente (parte **d**) é **consistente** com essa etapa e marque com um (X) se a lei de velocidade obtida experimentalmente **não é consistente** com a respectiva etapa. Na coluna "R.D.S consistente com o efeito isotópico" marque com (✓) se as medidas do efeito isotópico obtidas experimentalmente (parte **f**) são **consistentes** com essa etapa e marque com um (X) se o efeito isotópico obtido experimentalmente **não é consistente** com a respectiva etapa

$\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{CH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+ \longrightarrow \text{CH}_3\text{C}(\text{OH}^+)\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$	R.D.S. consistente com a lei da velocidade?	R.D.S. consistente com o efeito isotópico?
$\text{CH}_3\text{C}(\text{OH}^+)\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CH}_3\text{C}(\text{OH})\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_3\text{O}^+$		
$\text{CH}_3\text{C}(\text{OH})\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{I}_3^- \longrightarrow \text{CH}_3\text{C}(\text{OH}^+)\text{CH}_2\text{I} + 2\text{I}^-$		
$\text{CH}_3\text{C}(\text{OH}^+)\text{CH}_2\text{I} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{CH}_2\text{I} + \text{H}_3\text{O}^+$		



Experimento 2

INSTRUÇÕES (EXPERIMENTO 2)

- Você tem **2 horas e 45 minutos** para completar o **Experimento 2**. Quando planejar seu trabalho, por favor, considere que uma das etapas requer 30 minutos.
- Os seguintes itens deverão **ser deixados em sua bancada**:
 - O exame / folhas de resposta (este caderno)
 - Uma placa de TLC em um saco plástico com zipper e com seu código de estudante
 - O vidrinho (vial) rotulado "Product"
- Você deve seguir as **regras de segurança** dadas no regulamento da IChO. Enquanto você estiver no laboratório use os óculos de segurança ou seus próprios óculos, se tiver sido aprovado. Use a pèra fornecida. Você deve usar **luvas** quando manusear os reagentes.
- Reagentes e materiais de laboratório somente serão **repostos**, sem penalidade, a primeira vez. Cada incidente posterior será punido com a **perda 1 ponto** dos 40 pontos desse exame

REAGENTES E EQUIPAMENTOS

Reagentes e materiais (o rótulo real é o que está em negrito)

(salen)H₂,^a ~1.0 g^b em um frasquinho (vial)

Mn(OOCCH₃)₂ · 4H₂O, ~1.9 g^b em um frasquinho

Lithium chloride solution, LiCl, solução 1M em etanol, 12 mL em um frasco

Ethanol, 70 mL em um frasco

Acetona, **(CH₃)₂CO**, 100 mL em um frasco

(salen*)MnCl_x,^c ~32 mL de uma solução ~3.5 mg/mL^b em um frasco

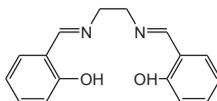
KI,^r solução aquosa ~0.010 M,^b 50 mL em um frasco, rotulado "I₂".

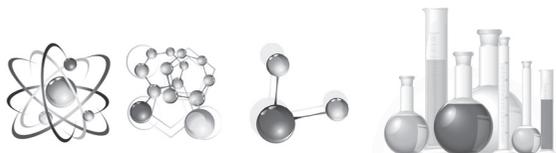
Ascorbic Acid, solução aquosa ~0.030 M,^b 20 mL em um frasco

1% Starch, solução aquosa, 2 mL em um frasco

TLC plate – uma placa de 5 cm × 10 cm de sílica gel em um saco plástico com zipper

^a (salen)H₂:

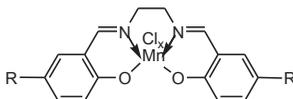




Exame Prático

^bO valor exato está indicado no rótulo.

^c(salen*)MnCl_x (os grupos R são iguais e podem ser ou H, ou COOH ou SO₃H):



Equipamentos

Uso Comum: Balança

- Dois **suportes** com **garras** localizados na capela, marcados com seu código
- Um **placa de aquecimento com agitação**
- Uma **régua de 300 mm**
- Um **lápiz**

Kit #2:

- Dois **Erlenmeyers de 250 mL** (um para síntese e outro cristalização)
- Uma **proveta, 50 mL**
- Uma **barra magnética de 20 mm**
- Um **funil de Hirsch**
- **Papel filtro** circular para o funil de Hirsch e para a cuba de TLC
- Um **Kitasato de 125 mL para filtração á vácuo**
- Um **adaptador de borracha** para o kitasato
- Um **recipiente de plástico para banho de gelo**, de 0,5 L
- Um **anel de vidro**
- Duas pipetas de plástico de 1 mL (veja desenho à direita)
- Uma espátula de plástico
- Um **frasquinho vazio de 4 mL** rotulado "Product" para o produto da reação



Kit #3:

- Três frasquinhos pequenos vazios (para as soluções de TLC)
- Dez **tubos capilares (100 mm)** para aplicação na placa de TLC
- Um **vidro de relógio** (para a cuba de TLC)
- Um **béquer de 250 mL** para usar como cuba de TLC

Kit #4:

- Uma bureta 25 mL montada para ser usada
- Um pequeno funil de plástico

125



- Quarto Erlenmeyers de 125 mL
- Um pêra para pipeta
- Uma pipeta volumétrica de 10 mL
- Uma pipeta volumétrica de 5 mL

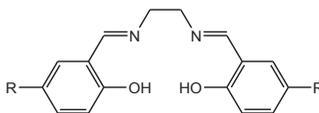
Experimento 2

22% do Total

Síntese de um complexo de Manganês Salen e Determinação da Fórmula do Produto

A	B-i	B-ii	C-i	C-ii	Experimento 2	22%
10	15	4	4	2	35	

Os complexos de metais de transição do bloco 3d derivados do ligante bis(salicilideno)etilenodiamina (salen) têm mostrado ser eficientes catalisadores de várias reações redox em síntese orgânica.

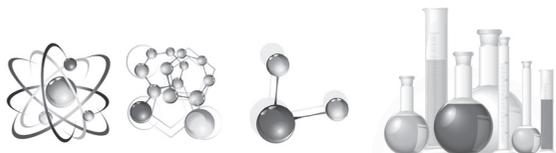


(salen) H_2 , R = H

(salen*) H_2 , R = H, COOH, or SO_3H

126 A habilidade do ligante salen em estabilizar altos estados de oxidação de elementos do bloco 3d é importante em química. Em particular, compostos de manganês com estados de oxidação de +2 a +5 podem ser gerados, dependendo das condições de reação quando o complexo manganês e salen é preparado. Neste experimento você irá preparar um complexo de manganês e salen fazendo a reação de (salen) H_2 com acetato de Mn(II) em etanol, ao ar, na presença de cloreto de lítio. Sob estas condições, você obterá um complexo de fórmula (salen)MnCl $_x$, onde x = 0, 1, 2, ou 3.

Você necessitará: i) determinar a massa do produto, ii) caracterizar a pureza do material preparado, usando cromatografia em camada delgada (TLC), e iii) determinar o estado de oxidação do metal no complexo usando titulação redox iodométrica. Para a titulação redox, você receberá uma solução de um análogo de seu composto, previamente preparado, (salen*)MnCl $_x$, onde o manganês tem o mesmo estados de oxidação que em seu produto o substituinte R do anel benzênico é ou H, ou COOH, ou SO_3H .

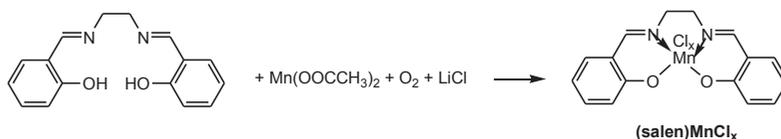


Exame Prático

Por favor, leia a descrição total desse experimento e planeje o seu trabalho antes de começar. Alguns procedimentos têm que ser realizados em paralelo para que você possa completar o experimento no tempo certo.

Procedimento:

A. Síntese do (salen)MnCl_x



- 1) Coloque 2-3 cristais do (salen)H₂, de lado, em um dos frasquinho, para ser usado mais tarde, no experimento de TLC.
- 2) Transfira a amostra de ~1.0-g de (salen)H₂ pré-pesada para um Erlenmeyer de 250 mL contendo uma barrinha magnética. Junte o reagente com 35 mL de etanol absoluto.
- 3) Coloque o frasco na placa de aquecimento com agitação. Aqueça com agitação constante até a dissolução do sólido (normalmente, a dissolução se completa quando o etanol entra em ebulição). Então, diminua a temperatura para manter a mistura em uma temperatura próxima, porém, abaixo do seu ponto de ebulição. Não ferva a mistura, para que o gargalo do Erlenmeyer não fique quente. Se o recipiente estiver quente demais para segurar com as mãos, use uma toalha de papel dobrado.
- 4) Retire o frasco da placa de aquecimento e adicione ao seu conteúdo a amostra de ~1.9-g de Mn(OAc)₂·4H₂O, pré-pesada. Uma coloração marron-escuro aparecerá. Retorne, imediatamente, o frasco para a placa de aquecimento; continue aquecendo e agitando por 15 min. Não ferva a mistura, para que o gargalo do Erlenmeyer não fique quente.
- 5) Retire o balão da placa de aquecimento e adicione ao seu conteúdo a solução fornecida de LiCl 1M em etanol (12 mL, excesso). Retorne o balão para a placa de aquecimento; continue o aquecimento e a agitação durante 10 min. Não ferva a mistura para que o gargalo Erlenmeyer não fique quente.
- 6) Após este tempo retire o balão da placa de aquecimento, e coloque-o num banho de gelo para a cristalização durante 30 min. A cada 5 min "risque" suavemente as paredes internas abaixo do nível de líquido, com o bastão de vidro

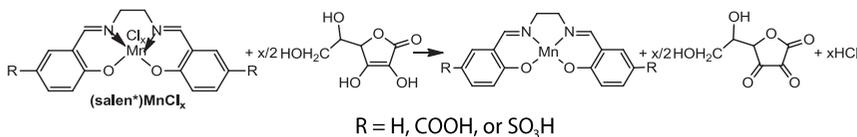


a fim de acelerar a cristalização de (salen) MnCl_x. Os primeiros cristais podem aparecer imediatamente após o resfriamento ou após um período de apenas 10-15 minutos.

- 7) Use a linha de vácuo localizada dentro da capela (a válvula correspondente é identificada como "vácuo") e filtre, à vácuo, o sólido cristalino formado usando o funil de Hirsch pequeno e o kitasato. Use uma pipeta de transferência para lavar o sólido com algumas gotas de acetona sem desligar o kitasato da linha de vácuo, e deixe-o no filtro (com sucção) durante 10-15 min para secar ao ar.
- 8) Transfira o produto sólido para o frasco pré-pesado, rotulado como "Produto" e em seguida, determine e registre sua massa, m_p , no espaço apropriado a seguir. Escreva também as massas dos seguintes reagentes utilizados na síntese: (salen)H₂, m_s , e Mn(OOCCH₃)₂·4H₂O, m_{Mn} .
- 9) Coloque o frasco rotulado com o produto dentro de um saco plástico com zíper

Massa do frasquinho do produto, vazio:	_____ g
Massa do frasquinho que contém o produto seco:	_____ g
Massa do produto, m_p :	_____ g
Massa de (salen)H ₂ contido no frasquinho (copie do rótulo), m_s :	_____ g
Massa de Mn(OOCCH ₃) ₂ ·4H ₂ O contido no frasquinho (copie do rótulo), m_{Mn} :	_____ g

B. Análise volumétrica da amostra do (salen*) MnCl_x fornecido

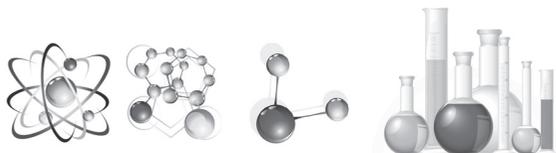


128

Uso da pêra

- 1) Coloque a pêra na pipeta
- 2) Aperte firmemente a pêra de borracha
- 3) Aperte o botão indicado (seta para cima) para sugar para dentro da pipeta.
- 4) Aperte o botão indicado (seta para baixo) para escoar alguma solução da pipeta.

Nota: As pipetas e buretas estão prontas para uso e não necessitam ser condicionadas.



Exame Prático

- Pipetar 10,00 mL da solução (salen*)MnCl_x fornecida em um Erlenmeyer de 125 mL utilizando a pipeta volumétrica.
- Adicionar 5,00 ml de solução de ácido ascórbico a esta solução e misturar bem. Deixar a solução em repouso durante 3-4 minutos.
- Para evitar a oxidação do ácido ascórbico com O₂, não demore, titule a solução imediatamente com a solução de KI₃ usando 5 gotas de uma solução de amido 1% como indicador. As cores azul ou azul-esverdeado devem se manter durante, pelo menos, 30 seg.
- Se o tempo permitir, repetir a titulação 1 ou 2 vezes para melhorar a precisão da sua determinação.
- Coloque os resultados da sua(s) titulação(ões) na tabela

#	Volume inicial lido na bureta com solução de KI ₃ , mL	Volume final lido na bureta com solução de KI ₃ , mL	Volume consumido da solução de KI ₃ , mL
1			
2			
3			

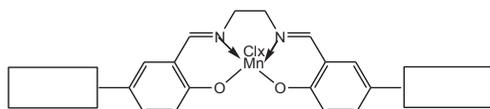
- i. Indique o volume (selecionado ou média), em mL, da solução de KI₃ consumida que você irá usar para os cálculos da massa molar de (salen*)MnCl_x :

Volume da solução de KI₃ usada nos cálculos: _____ mL

Concentração do (salen*)MnCl_x (lido no rótulo do frasco): _____ mg/mL

Concentração do ácido ascórbico (lido no rótulo do frasco): _____ M

- ii. A partir de dados de sua titulação e, de acordo com a tabela abaixo, deduzir o valor de x, estado de oxidação do manganês e a identidade do substituinte no ligante salen (R = H, COOH, SO₃H). Aponte-os no modelo abaixo:



x = _____

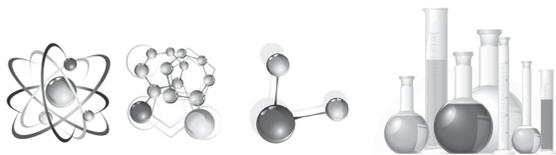
Estado de oxidação do manganês: _____



R	x	(Massa teórica molar)/x, g/mol
H	1	357
H	2	196
H	3	143
COOH	1	445
COOH	2	240
COOH	3	172
SO ₃ H	1	517
SO ₃ H	2	276
SO ₃ H	3	196

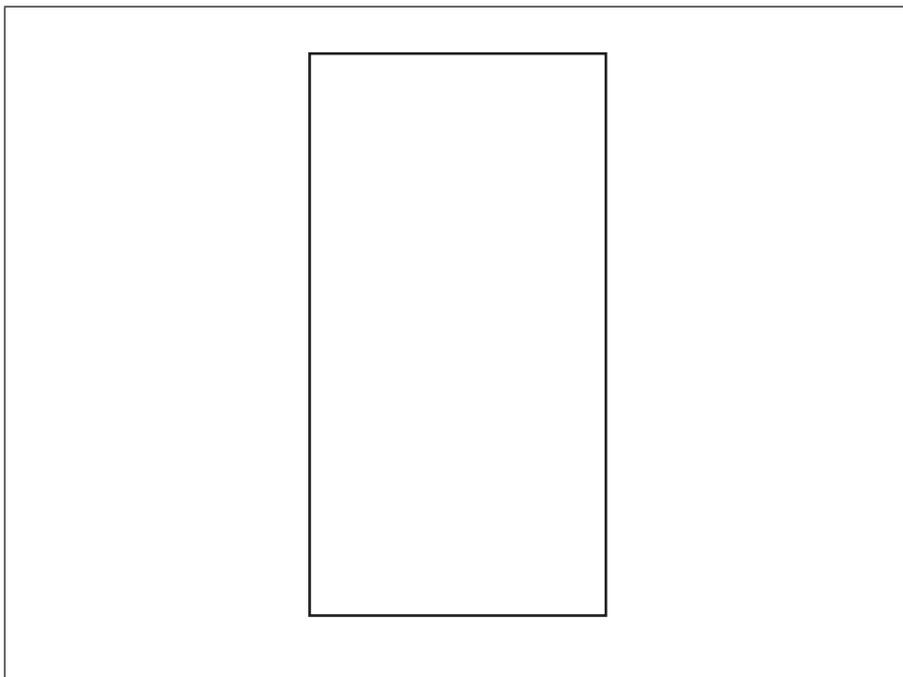
C. Caracterização de TLC do (salen)MnCl_x

- 1) Dissolva alguns cristais do (salen)MnCl_x que você preparou com algumas gotas de etanol absoluto, use um pequeno frasco e uma pipeta de plástico para transferir o etanol.
- 2) Dissolva alguns cristais de (salen)H₂ em gotas de etanol absoluto, use outro frasco pequeno.
- 3) Se necessário, use tesouras (pedir ao assistente de laboratório) para cortar a placa de TLC em uma altura adequada para a cuba de TLC.
- 4) Dobre ou corte um círculo grande de papel filtro e coloque-o no béquer de modo que fique quase na altura do béquer cheio. Isto é necessário para saturar a cuba (béquer) com vapor de etanol. Adicionar etanol no béquer até molhar o papel filtro, e cobrir o fundo com uma camada de 3-4 mm de espessura de solvente. Feche o béquer com o vidro de relógio.
- 5) Marque a aplicação.
- 130 6) Com ambas as soluções, use os tubos capilares para aplicar as manchas na placa de TLC.
- 7) Durante 10-15 min, elua uma placa TLC no béquer coberto com um vidro de relógio.
- 8) Marque com um lápis a frente do solvente, bem como os pontos coloridos na placa de TLC.
- 9) Seque a placa de TLC ao ar e coloque de volta em um saco com zipper.
- 10) Calcular o R_f para ambos (salen)H₂ e (salen)MnCl_x.



Exame Prático

i. Desenhe a placa de TLC em sua folha de respostas



ii. Determine e anote os valores de R_f para $(\text{salen})\text{H}_2$ e $(\text{salen})\text{MnCl}_x$

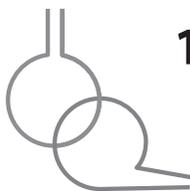
R_f , $(\text{salen})\text{H}_2$: _____

R_f , $(\text{salen})\text{MnCl}_x$: _____

131

Quando você terminar o trabalho:

- Colocar resíduos líquidos em um recipiente marcado **Liquid Waste**.
- Colocar os frascos utilizados em um depósito chamado **Broken Glass Disposal**.
- Colocar a vidraria utilizada de volta para caixas apropriadas rotuladas como "Kit #2", "Kit #3" and "Kit #4".



2012 - SANTA FE
ARGENTINA

17ª Olimpíada Iberoamericana de Química

22 a 30 de setembro,
em Santa Fé, Argentina

INSTRUÇÕES

- Você tem 5 horas para completar todas as tarefas e registrar os resultados nas caixas de resposta. Você deve parar o trabalho imediatamente após receber o sinal de parada. Uma interrupção de atraso de 3 minutos produzirá uma pena de 10 (dez) pontos à sua pontuação total.

CONSTANTES FÍSICAS, FÓRMULAS E EQUAÇÕES

Número 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 Universal dos gases, $R = 8,3145 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 0,08205 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$

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 no vácuo, $\epsilon_0 = 8,8541 \times 10^{-12} \text{ C}^2\text{J}^{-1}\text{m}^{-1}$

Massa do elétron, $m_e = 9,10938215 \times 10^{-31} \text{ kg}$

Pressão Padrão, $P = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

Pressão atmosférica, $P_{\text{atm}} = 1,01325 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ Torr}$

Zero da escala Celsius, $273,15 \text{ K}$

1 nanômetro (nm) = 10^{-9} m

1 picômetro (pm) = 10^{-12} m

$\pi = 3,141592$

132

$$A = \epsilon \cdot l \cdot c$$

$$A = -\log T$$

$$T = \frac{I}{I_0}$$

$$\%T = 100 \cdot T$$

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

$$\Delta U = Q + W$$

$$\Delta H = \Delta U + \Delta(PV)$$

$$\Delta G^0 = -RT \ln K$$

$$pV = nRT$$

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

$$p_i = y_i P$$

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

(1) **A** e **B** são enantiômeros(2) **A** e **B** são isômeros constitucionais(3) **A** e **B** são moléculas idênticas

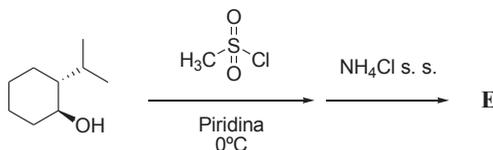
(g) Qual é o mecanismo da reação de desidratação do 2-metil-1-ciclohexanol? Marque com uma cruz (X) a resposta que você considera correta.

(1) Mecanismo E₂(2) Mecanismo S_N2(3) Mecanismo E₁(4) Mecanismo S_N1

Para transformar um grupo álcool em um éster, reagimos o mesmo com um halogeneto de acila como se mostra a seguir:



Um reagente utilizado para converter o grupo álcool em um bom grupo de saída é o **cloreto de metansulfonila**, que dá como produto um sulfonato no lugar do éster.

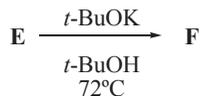


A reação ocorre conforme mostramos a seguir:

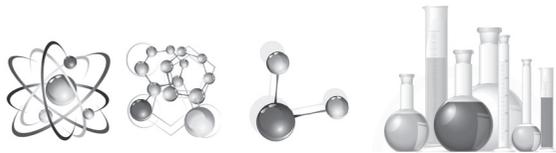
134

(h) Desenhe a estrutura do conformero mais estável do composto **E**.

A reação do composto **E** com uma base forte e calor dá um único produto **F**; o mecanismo é concertado e verifica experimentalmente que a velocidade é proporcional à concentração do composto **E** e à concentração da base.



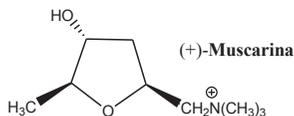
(i) Desenhe a estrutura do composto **F**.



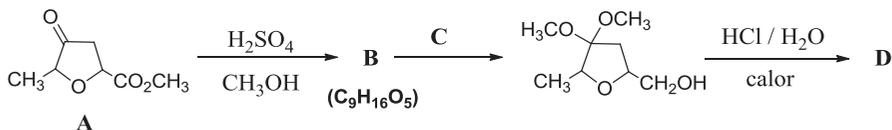
2

PROBLEMA 2 (7%)

A atividade neurotóxica de **(+)-muscarina** tornou-se assunto de intensa pesquisa direcionada para a síntese de estereoisômeros que permitiram estudar suas reações com os receptores do sistema nervoso. A estrutura desta substância é mostrada abaixo:

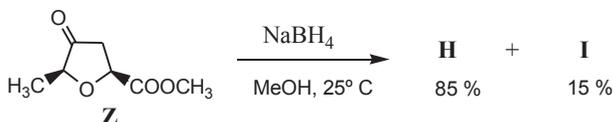


No esquema seguinte mostra-se a sequência sintética para a obtenção do precursor da **(+)-muscarina**.



(a) Desenhe as estruturas do intermediário **B**, a estrutura do produto **D** e escreva o reagente **C**, indicando o solvente da reação, nos correspondentes quadros.

O composto **Z**, que é um de dos estereoisômeros de **A**, é tratado com NaBH_4 como se mostra no esquema:



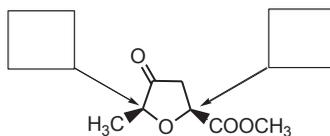
(b) Desenhe as estruturas de **H** e **I** nos correspondentes quadros, sabendo que ambos compostos apresentam a mesma fórmula molecular: $\text{C}_7\text{H}_{12}\text{O}_4$.

(c) Qual relação estereoisomérica existe entre **H** e **I**. Marque com uma cruz (X) a resposta correta.

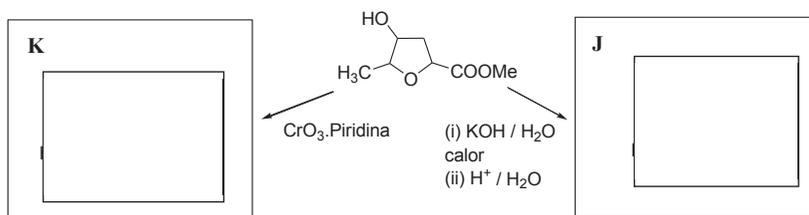
- | | | | |
|--|--------------------------|---|--------------------------|
| (1) H e I são enantiômeros | <input type="checkbox"/> | (2) H e I são diastereoisômeros | <input type="checkbox"/> |
| (3) H e I são a mesma molécula | <input type="checkbox"/> | (4) H e I são confôrmeros | <input type="checkbox"/> |

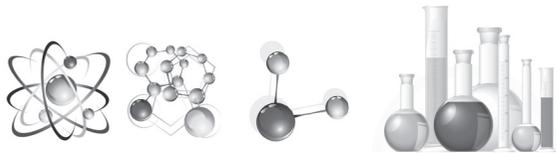


- (d) Determinar a configuração absoluta dos centros estereogênicos presentes no composto indicado abaixo e escreva esta configuração nos quadros correspondentes.



- (e) Desenhe a estrutura do enantiômero do composto **Z** no quadro correspondente.
- (f) Por intermédio das duas reações esquematizadas abaixo, obtemos os produtos **J** e **K**, respectivamente. Desenhe suas estruturas.





3

DADOS

Espécie	pK_{a1}	pK_{a2}	pK_{a3}	pK_{a4}
H_2CO_3	6,37	10,33		
H_4Y (EDTA)	2,00	2,67	6,27	10,95

$Ca(OH)_2$	$pK_{ps} = 5,30$
$Mg(OH)_2$	$pK_{ps} = 11,25$
Ag_2CrO_4	$pK_{ps} = 11,60$

PROBLEMA 3 (13%)

Com uso de técnicas convencionais de análise APHA (2005), foram realizadas análises em uma amostra de água de poço extraída da zona norte da província de Santa Fé, com a finalidade de verificar sua adequação para o consumo humano. Para que a água seja apropriada para o consumo humano, os parâmetros selecionados devem atender aos limites estabelecidos da Lei 11.220.

Neste problema você deve considerar os dados experimentais das determinações realizadas. Na folha de rosto deste problema, você encontrará a informação que poderá ser útil.

- (a) A determinação de cloretos foi feita pelo método volumétrico de Mohr. Para uma alíquota de 100 mL de água gastou 3,80 mL de uma solução de nitrato de prata 0,0500 mol/L até chegar no ponto final do indicador K_2CrO_4 .
- Escreva as equações químicas balanceadas que representam tanto a reação de titulação como a reação do indicador.
 - Determine a concentração de cloreto presente na amostra, expressando a mesma em mg(Cl) L⁻¹.

Parâmetro	Unidade	Valor obtido
Cloreto (Cl ⁻)	mg(Cl ⁻)/L	

137

- (b) A denominada “dureza” da água se deve a presença de sais de cálcio e de magnésio dissolvidos. A “dureza total” representa a soma das concentrações dos cátions cálcio e magnésio, expressa em mg(CaCO₃) L⁻¹. Para determinar tanto a dureza total como as concentrações individuais dos referidos cátions, procedeu-se da seguinte forma:

- Uma alíquota de 50,0 mL de água foi ajustada ao pH = 10 e titulada com solução



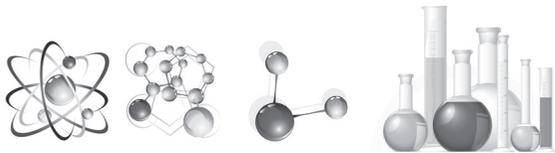
de EDTA 0,0100 mol/L gastando 11,70 mL até a viragem do indicador NET (Negro de eriocromo T). Neste pH ambos cátions estão complexados ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$).

- ▶ Outra alíquota de 100,0 mL foi ajustada para pH = 12 (neste pH um dos cátions é precipitado de uma forma seletiva e quantitativamente) e foi titulada com a mesma solução de EDTA, gastando-se 18,60 mL até a viragem do indicador murexida.
 - i. Escreva as equações químicas balanceadas que representam as reações que aconteceram na titulação em pH = 10,0. (Pode ser uma ou mais reações!). Considere que uma vez produzida a coordenação, o H_4Y estará sempre em sua forma completamente desprotonada (isto é, coordena como Y^{4-}).
 - i. Escreva as equações químicas balanceadas que representam as reações que aconteceram na titulação em pH = 12,0. (Pode ser uma ou mais reações!). Considere que uma vez produzida a coordenação, o H_4EDTA estará sempre em sua forma completamente desprotonada (isto é, coordena como EDTA_4^-).
 - ii. Determine a dureza total da solução, expressa em $\text{mg}(\text{CaCO}_3) \text{L}^{-1}$.
 - iii. Determine a concentração de cálcio, expressa em $\text{mg}(\text{Ca}) \text{L}^{-1}$, e a do magnésio, expressa em $\text{mg}(\text{Mg}) \text{L}^{-1}$.

Parâmetro	Unidade	Valor obtido
Dureza total	$\text{mg}(\text{CaCO}_3) \text{L}^{-1}$	
Cálcio	$\text{mg}(\text{Ca}) \text{L}^{-1}$	
Magnésio	$\text{mg}(\text{Mg}) \text{L}^{-1}$	

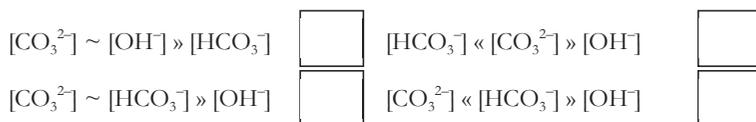
(c) A alcalinidade é uma medida da capacidade da água para neutralizar os ácidos e é devida, essencialmente, à presença de íons tais como carbonato, hidrogenocarbonato (HCO_3^-) e hidróxido. A chamada *alcalinidade total* é determinada através da determinação da quantidade de ácido (por exemplo HCl) necessária para levar uma amostra de água até pH = 4,2. O resultado será expresso em $\text{mg}(\text{CaCO}_3) \text{L}^{-1}$.

Para sua determinação, uma alíquota de 100 mL da amostra de água de pH = 7,6 foi titulada com uma solução de HCl 0,0980 mol L⁻¹, gastou-se 4,90 mL para atingir o ponto de viragem do indicador verde bromocresol (intervalo de mudança: pH = 3,8 - 5,4).



Exame Teórico

(Para os íons mencionados neste item, marque com uma cruz (X) a relação entre suas concentrações na amostra que você considera correta.)



- i. Escreva a equação química balanceada que representa a reação principal da titulação [conforme sua resposta no subitem (i)].
- ii. Complete o quadro relativo à determinação da alcalinidade da amostra. Use a caixa abaixo para mostrar os seus cálculos.

Parâmetro	Unidade	Valor obtido
Alcalinidade Total	$\text{mg}(\text{CaCO}_3) \text{ L}^{-1}$	
Carbonatos	$\text{mg}(\text{CO}_3^{2-}) \text{ L}^{-1}$	
Hidrogeno carbonatos	$\text{mg}(\text{HCO}_3^-) \text{ L}^{-1}$	

(d) As espécies nitrogenadas presentes na amostra de água foram determinadas, obtendo-se $5,60 \text{ mg}(\text{NO}_3^-)/\text{L}$ e $0,011 \text{ mg}(\text{NO}_2^-) \text{ L}^{-1}$. Usou-se o método colorimétrico para determinar a concentração de cátions da amônia. A partir de $50,0 \text{ mL}$ de uma solução padrão de amônia de $0,500 \text{ mg}$ de amônio (N)/L e $50,0 \text{ mL}$ de uma amostra de água foi adicionada a cada deles um reagente cromógeno que forma um complexo de cor amarela com a amônia e foram completados até 100 mL . As absorvâncias foram lidas num espectrofotômetro em um comprimento de onda de 425 nm , utilizando uma cela de $1,00 \text{ cm}$ de caminho óptico, obteve-se um valor de $0,392$ para o padrão e $0,281$ para a amostra.

Supondo que a Ley de Beer é obedecida, determine a concentração de amônio na amostra expressa em $\text{mg}(\text{NH}_4^+) \text{ L}^{-1}$.

139

Parâmetro	Unidade	Valor obtido
Amônio	$\text{mg}(\text{NH}_4^+)/\text{L}$	

(e) As águas contêm principalmente os ânions carbonato, hidrogeno carbonato, sulfato e cloreto, e os cátions cálcio, magnésio, sódio e potássio. Faça um balanço de cargas com o qual você estimará a concentração do sódio. Não é necessário que determine esta concentração numericamente!



- (f) Com os resultados obtidos em cada um dos pontos anteriores, siga o protocolo que se segue para determinar se a água analisada está apropriada para o consumo humano, de acordo com os limites obrigatórios estabelecidos.

Determinação	Unidade	Valor encontrado	Limite máximo permitido *
pH	Unidades de pH	7,6	Não regulado
Turbidez	U.N.T.	0,55	2
Condutividade	$\mu\text{mhos cm}^{-1}$	710	Não regulado
Resíduos secos	mg/L secado a 180°C	472,5	1500
Alcalinidade	mg(CaCO_3)/L		Não regulado
Carbonatos	mg(CO_3^{2-})/L		Não regulado
Bicarbonatos	mg(HCO_3^-)/L		Não regulado
Dureza Total	mg(CaCO_3)/L		100 – 500
Cálcio	mg(Ca^{2+})/L		250
Magnésio	mg(Mg^{2+})/L		50
Sódio	mg(Na^+)/L	77,6	200
Potássio	mg(K^+)/L	12,3	Não regulado
Sulfato	mg(SO_4^{2-})/L	80,1	400
Cloreto	mg(Cl^-)/L		400
Nitratos	mg(NO_3^-)/L	5,6	45
Nitritos	mg(NO_2^-)/L	0,011	0,1
Amônio	mg(NH_4^+)/L		0,5

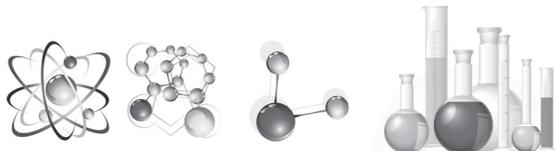
140

A água analisada é apropriada para consumo?

SIM

NÃO

* Limites exigidos pela Lei 11.220, Serviços de Saúde Agência Reguladora da Província de Santa Fe.



4

DADOS

► Propriedades do propano:

Temperatura de ebulição a 1 atm: $T_{\text{eb}}(1 \text{ atm}) = -42,1 \text{ }^\circ\text{C}$.

Densidade no estado líquido: 0,5 kg/L

► Propriedades da água:

Pressão de vapor a 25 °C: $p^*(25^\circ\text{C}) = 0,0311 \text{ atm}$.

► Para a reação em fase gasosa: $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO}_2\text{H}_2$, a dependência da constante de equilíbrio com a temperatura é: $\ln(K) = 2,0352 - 4304,12/T(\text{K})$

► Considerar que toda fase gasosa se comporta como gás ideal.

Entalpias de formação a 25°C:

Substância	$\Delta_f H_m^0 (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$
C_3H_8 (gás)	-83,991
O_2 (gás)	0
H_2O (líquido)	-286,043
CO_2 (gás)	-386,221

PROBLEMA 4 (10%)

Na Argentina existe uma rede de gás natural que abastece deste combustível uma proporção considerável da população do país. Não obstante, para aqueles onde não ha acesso a rede de gás natural em seus domicílios, a comercialização é feita através do gás engarrafado em cilindros. Os maiores, de 90 litros, contem 45 quilogramas de propano a 14 atm. e 25 °C.

(a) Das opções listadas, marque com um (X) a que corresponde ao estado de agregação do propano dentro do cilindro nestas condições e a correspondente justificativa da sua escolha.

141

Gás, na temperatura de 25 °C e maior que a temperatura de ebulição (-42,1 °C a 1 atm.).

Líquido, o propano se liquefaz a $p > 1 \text{ atm}$ nessa temperatura.

Líquido, em que o volume corresponde ao que ocupa essa massa de propano nesse estado.



Equilíbrio líquido-vapor, o volume do cilindro e menor do que o correspondente para o propano nessa fase gasosa (1785 L)

(b) Para dispor de um dado combustível em uma residência se realiza uma instalação de canos que distribui o propano gasoso para os locais de uso (cozinha, aquecedores). O cilindro se localiza em um local bem ventilado e no exterior da residência e esta conectado a uma tubulação através de um regulador de pressão que controla a expansão do propano, o qual ocorre quando se abre a válvula de gás no lugar de uso. Indique com um (X) o que se pode esperar que aconteça enquanto ocorre a troca de calor com o meio ambiente durante este processo de descompressão isotérmica.

O propano cede calor ao meio ambiente (processo exotérmico).

O propano recebe calor do meio ambiente (processo endotérmico).

O propano não troca calor com o meio ambiente sem trabalho.

O propano não troca calor nem trabalho com o meio ambiente.

Nenhuma destas opções.

(c) Nas residências se utiliza o propano para se obter energia em forma de calor, para o qual se produz a combustão completa com o oxigênio do ar. Escreva a equação balanceada da reação de combustão.

(d) Supondo que o ar está formado somente por O_2 e N_2 , sendo a fração molar de O_2 igual a 0,2 e que C_3H_8 e O_2 , reagem em quantidades estequiométricas, responda o seguinte:

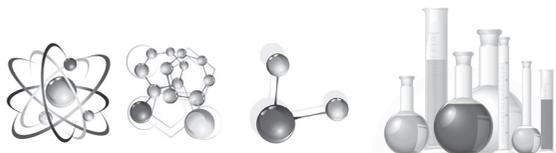
i. Que massa de ar é necessária para consumir totalmente o propano contido no cilindro?

ii. Supondo-se que o ar se comporta como um gás ideal, que volume (expresso em m^3) ocuparia a dita massa a 1 atm e 25 °C?

(e) Se a combustão do item (d) se processa completamente e em quantidades estequiométricas de reagentes, a temperatura constante de 25 °C e pressão constante de 1 atm., responda:

i. Das opções seguintes, indique com um (X) que compostos estarão presentes no sistema final.

CO_2 , H_2O



Exame Teórico

- $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}, \text{N}_2$
 $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}, \text{N}_2, \text{O}_2$
 $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}, \text{N}_2, \text{O}_2, \text{C}_3\text{H}_8$
 Nenhuma das opções anteriores.

- ii. Levando em conta que parte da água produzida se condensa, qual será a pressão parcial da água no sistema final? Marque com um (X) a resposta que considera correta.

$$p(\text{H}_2\text{O}) = \left(\frac{n_{\text{H}_2\text{O}}}{n_{\text{H}_2\text{O}} + n_{\text{CO}_2}} \right) p = \left(\frac{4}{7} \right) p = 0,571 \text{ atm} \quad \text{input type="checkbox"/>$$

$$p(\text{H}_2\text{O}) = \left(\frac{n_{\text{H}_2\text{O}}}{n_{\text{N}_2} + n_{\text{H}_2\text{O}} + n_{\text{CO}_2}} \right) p = \left(\frac{4}{27} \right) p = 0,148 \text{ atm} \quad \text{input type="checkbox"/>$$

$$p(\text{H}_2\text{O}) = \left(\frac{n_{\text{H}_2\text{O}}}{n_{\text{N}_2} + n_{\text{H}_2\text{O}} + n_{\text{CO}_2}} \right) p_{\text{H}_2\text{O}}^*(25^\circ \text{C}) = 0,0046 \text{ atm} \quad \text{input type="checkbox"/>$$

$$p(\text{H}_2\text{O}) = p_{\text{H}_2\text{O}}^*(25^\circ \text{C}) = 0,0311 \text{ atm} \quad \text{input type="checkbox"/>$$

Nenhuma das opções anteriores é correta.

- (f) Quanta energia se transfere como calor na combustão de 1,00 mol de propano a 25 °C e 1 atm? Para este cálculo podes desprezar a quantidade de água em fase gasosa e supor que 1 atm \approx 1 bar.

Devido a problemática do aquecimento global, se avalia a possibilidade de reciclar o CO_2 através da previa separação dos gases que o acompanham..

Para isso se planeja transforma-lo novamente em combustível (ácido fórmico) por redução com H_2 em fase gasosa e em quantidades estequiométricas a 10 atm, mediante a reação catalisada: $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO}_2\text{H}_2$, a qual alcança o equilíbrio rapidamente.

- (g) Calcule a temperatura desejada para que a fração molar de ácido fórmico seja igual a 0,25.



5

DADOS

- ▶ Considerar ΔH_{form}^0 e ΔS_{form}^0 de reação independentes de T.
- ▶ Considerar que a fase gasosa se comporta como ideal.

Composto	$\Delta_f H_m^0$ (J.mol ⁻¹)	$\Delta_f S_m^0$ (J.K ⁻¹ .mol ⁻¹)
Hugo (sólido)	-90374,0	-107,5
O ₂ (gás)	0	0
Hg (gás)	60798,0	132,7

PROBLEMA 5 (7%)

Em um sistema fechado rígido, previamente evacuado, cujo volume é de 980 litros se colocam 7,5 quilogramas de óxido de mercúrio. A temperatura é elevada a 350 °C e mantida constante por uma fonte externa. Nesta temperatura se processa a decomposição do óxido de mercúrio para dar oxigênio e mercúrio.



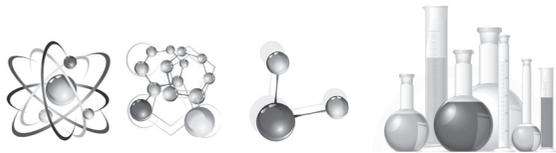
- (a) Considerando que se alcança o equilíbrio químico e que as únicas substâncias presentes na fase gasosa são aquelas formadas na decomposição do óxido, calcule:
- i. A composição da fase gasosa, em fração molar.
 - ii. A constante de equilíbrio da reação na temperatura do sistema.
 - iii. A pressão do sistema (em atmosferas).
 - iv. A pressão parcial (em atmosferas) de cada um dos componentes

Define-se o grau de avanço (ξ) de uma reação da seguinte maneira:

$$\xi = \frac{n_i - n_i^0}{\nu_i}$$

Aqui, n_i é o número de mols da espécie i , n_i^0 é o número de mols iniciais da espécie i , e ν_i é o coeficiente estequiométrico da espécie i na reação estudada (ν_i está definido como negativo para reagentes e positivo para produtos)

- v. Calcule o número de mols de mercúrio e a conversão a conversão (porcentual) de óxido de mercúrio no equilíbrio.
- (b) Caso se coloque inicialmente N₂ em um sistema sob as mesmas condições de temperatura do ponto (a)),



Exame Teórico

i. Indique com um (X) o que se espera que ocorra com número de mols de Hg no equilíbrio.

- Duplica
- Aumenta, já que aumenta o número de mols em fase gasosa
- Diminui, porque a reação é com aumento do número de mols na fase gasosa
- Não se modifica porque só depende da temperatura

ii. Indique com um (X) o que se espera que ocorra com a pressão total do sistema.

- Aumenta, já que aumenta o número de mols na fase gasosa
- Não se modifica, porque o nitrogênio é um gás inerte
- Diminui, porque diminui a conversão
- Não se modifica porque a pressão do sistema ficara definida pelo valor da constante de equilíbrio



6

DADOS▶ Dados do NiO (Óxido de Níquel (II)):

$$r(\text{Ni}^{2+}) = 0,69 \text{ \AA}$$

$$r(\text{O}^{2-}) = 1,40 \text{ \AA}$$

$$A = 1,7476 \text{ (constante de Malungo)}$$

$$n = 8 \text{ (expoente de Born)}$$

$$\Delta H_f(\text{NiO}) = -239,7 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

▶ Dados de Ni (Níquel metálico):

$$r(\text{Ni}) = 1,25 \text{ \AA}$$

$$E_1(\text{Ni}) = 736,7 \text{ kJ.mol}^{-1} \text{ (primeira energia de ionização)}$$

$$E_2(\text{Ni}) = 1752,9 \text{ kJ.mol}^{-1} \text{ (segunda energia de ionização)}$$

$$\Delta H_{\text{atoum}}(\text{Ni}) = 430,0 \text{ kJ.mol}^{-1} \text{ (Entalpia de Atomização, associada ao processo de sublimação do metal)}$$

▶ Dados do O (oxigênio atômico):

$$AE_1(\text{O}) = -141,0 \text{ kJ.mol}^{-1} \text{ (primeira afinidade eletrônica)}$$

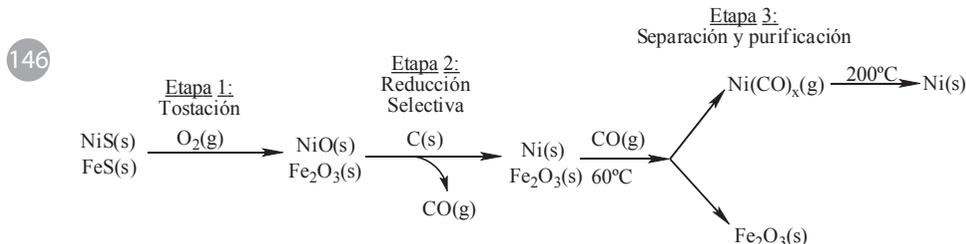
$$AE_2(\text{O}) = 844,0 \text{ kJ.mol}^{-1} \text{ (segunda afinidade eletrônica)}$$

▶ Dados do O₂ (oxigênio molecular):

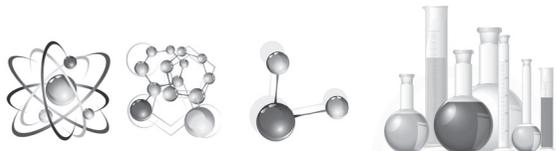
$$D(\text{O}_2) = 496,0 \text{ kJ.mol}^{-1} \text{ (Energia de Dissociação da molécula de O}_2\text{)}$$

PROBLEMA 6 (14%)

O esquema apresentado abaixo é um resumo (de forma simplificada) dos principais processos envolvidos na obtenção e purificação de Níquel a partir de NiS, mineral que se encontra na natureza impurificado principalmente com espécies de ferro.



Buscando analisar os diferentes passos desse processo, responda as seguintes perguntas:



Exame Teórico

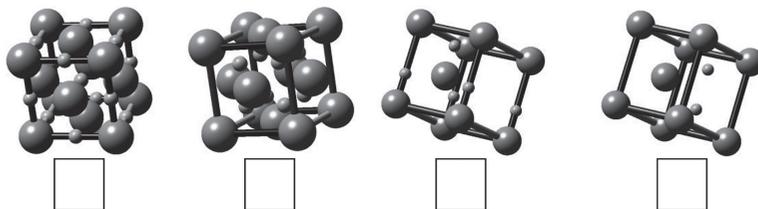
ETAPA 1: Formação de Óxidos (Tostação):

(a) Descreva o processo de combustão dos sulfetos metálicos de ferro e níquel usando equações químicas balanceadas.

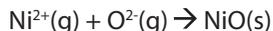
O NiO cristaliza em uma estrutura cúbica compacta de íons O^{2-} . Empregando um modelo eletrostático simples e possível determinar o tipo de buraco que ocupam os cátions na rede a partir do parâmetro $\rho = r^{\text{cátion}}/r^{\text{ânion}}$.

Razão de raios	Buraco
$0,225 < \rho < 0,414$	Tetraédrico
$0,414 < \rho < 0,732$	Octaédrico
$\rho > 0,732$	Cúbico

(b) Marque com um (X) a unidade da célula que representa de maneira razoável a estrutura NiO.



Para realizar uma análise energética que permita elucidar sobre o tipo de interações presentes na rede do óxido de Níquel, e muito importante poder estimar a Energia Reticular do mesmo (U_{ret}), o que estas a variação energético da seguinte reação:



Em uma primeira aproximação, a energia reticula pode ser pensada como composta dos termos:

$$U_{ret} = E_{el} + E_{cov}$$

Aqui, E_{el} é a contribuição puramente eletrostática da energia reticula, e está originada pela interação de cargas em torno da simetria da rede cristalina.

E_{cov} é a contribuição da estabilização da rede dada por interações covalentes pre-



sentes no sólido, que são responsáveis de certa forma pela de localização eletrônica.

Uma forma muito empregada para estimar a contribuição eletrostática (E_e) e conhecido como o modelo de Born-Landé. Nesse modelo, supõe-se uma interação puramente eletrostática entre os íons da rede, e considera-se os mesmos esferas rígidas.

A equação que representa este modelo e a seguinte:

$$U_{ret}^{BL} = -\frac{NAz^+|z^-|e^2}{4\pi\epsilon_0r_0}\left(1-\frac{1}{n}\right)$$

Aqui, N é o Número de Avogadro, A é a chamada Constante de Madelung, z^+ e z^- são as cargas do cátion e do ânion respectivamente, e é a carga do elétron, ϵ_0 é a permissividade no vácuo, n é o chamado expoente de Born, e r_0 é a soma dos raios do ânion e do cátion na rede.

(c) Determine a Energia Reticular do NiO (em $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$) empregando o modelo de Born-Landé.

além do uso de modelos teóricos, a energia reticular não pode ser determinada experimentalmente de maneira direta. Outra forma de determiná-la é empregando dados experimentais determinados para espécies relacionadas (energias de ionização, afinidades eletrônicas, entalpias de formação, etc), usando os mesmos para calculá-la indiretamente.

(d) Calcule a U_{ret} (em $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$) para o NiO indiretamente, empregando informações experimentais conhecidas das espécies que considera conveniente.

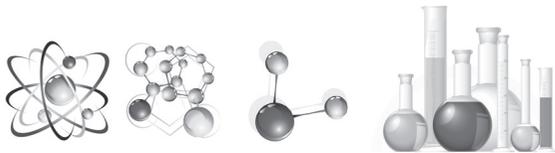
(e) A partir de dados obtidos em **(c)** e **(d)**, marque com um **(X)** a(s) afirmação(es) que considere correta(s). Se não puder calcular U_{ret} em **(c)** e **(d)**, empregue os valores $U_{ret} = -6800,0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ e $-6870,0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ respectivamente.

148

No NiO as interações eletrostáticas são predominantes e por tanto as interações covalentes podem ser desconsideradas.

No NiO as interações covalentes são de grande magnitude e são mais importantes. Que as interações eletrostáticas, e contribuem significativamente na medida da U_{ret} , por tanto a predição de B-L não combina com o valor real de U_{ret} .

No NiO as interações covalentes são da mesma ordem de magnitude que as interações eletrostáticas.



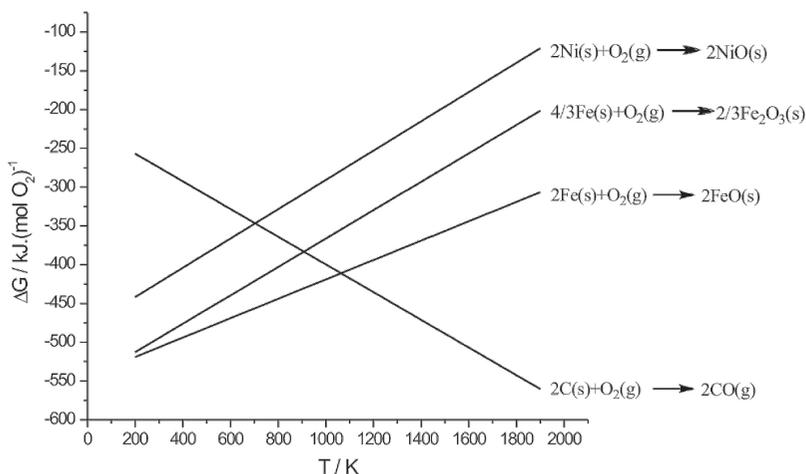
Exame Teórico

No NiO as interações eletrostáticas são de ordens de magnitude menores que a eventual covalência presente no sistema, o que podemos concluir que o modelo do sólido pode ser considerado como o modelo de B-L.

Nenhuma das anteriores é correta.

ETAPA 2: Redução seletiva do NiO

No diagrama abaixo se mostra a dependência de ΔG com a temperatura para as reações de formação de diferentes óxidos (padronizados por mol de O_2). A construção do mesmo implica aproximar que $\Delta S_f(T) = \Delta S_f^0$ e $\Delta H_f(T) = \Delta H_f^0$.



(f) Em que faixa de temperaturas é possível realizar a redução seletiva de NiO a partir da mistura de óxidos? Marque com um (X) a resposta que você considera correta. 149

Em qualquer $T > 200K$

Em qualquer $T < 820K$

Para $700K < T < 1100K$

Para $700K < T < 900K$

Para qualquer temperatura



(g) Por que, no diagrama anterior, a reta associada ao processo $2C(s)+O_2(g) \rightarrow 2CO(g)$ esta em declive em relação aos outros processos? Marque com um (X) a(s) resposta(s) que considera correta(s):

Porque $\Delta S_f^\circ(CO,g) < 0$ implica que para os óxidos metálicos $\Delta S_f^\circ > 0$.

Porque $\Delta S_f^\circ(CO,g) > 0$ implica que para os óxidos metálicos $\Delta S_f^\circ < 0$.

Porque $\Delta H_f^\circ(CO,g) > 0$ implica que para os óxidos metálicos $\Delta H_f^\circ < 0$.

Porque $\Delta H_f^\circ(CO,g) < 0$ implica que para os óxidos metálicos $\Delta H_f^\circ > 0$.

Nenhuma esta correta.

ETAPA 3: Separação e Purificação do Ni

Uma vez produzida a redução seletiva do níquel, o mesmo se purifica e se separa do óxido de ferro fazendo circular uma corrente de $CO(g)$ a $60^\circ C$, gerando um composto de coordenação volátil, que por aquecimento posterior, dissocia os ligantes recristalizando o metal puro. Realizou-se uma análise elementar do complexo $Mi(CO)_x$, e o mesmo apresentou o seguinte resultado:

%C
28,1

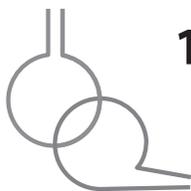
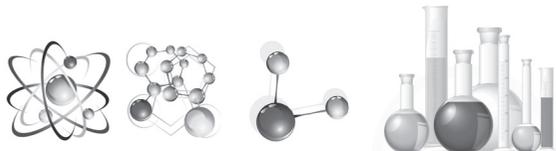
(h) Calcule o valor de x.

A temperatura ambiente, o Níquel metálico cristaliza em uma estrutura cúbica de corpo centrado.

150



(i) Determine a densidade do Níquel metálico.

2012 - SANTA FE
ARGENTINA

17^a Olimpíada Iberoamericana de Química

22 a 30 de setembro,
em Santa Fé, ArgentinaExperimento N^o.1

Pontuação: 20 pontos

	1.1 - 1.12	1.a	1.b	1.c
46 Marcas	30	6	7	3

SÍNTESE DO $[\text{Co}(\text{EN})_2(\text{OX})]\text{Cl}\cdot\text{H}_2\text{O}$

Os complexos de cobalto foram, historicamente, os primeiros a ser estudados, e a partir de então uma série destes compostos têm sido sintetizados, com o íon metálico central em seus estados de oxidação +2 ou +3. Esta versatilidade do **Co** como íon central permite a possibilidade de uma troca sistemática de ligantes de forma a obter séries nas quais os ligantes originais possam ser substituídos um a um por outro que se interessa e assim poder estudar, também, de forma sistemática, as mudanças nas propriedades químicas e físicas destes compostos. A sistemática dessas mudanças permite a elaboração de modelos e teorias.

Neste experimento você irá sintetizar um dos compostos pertencentes a uma série na qual é possível variar a estequiometria dos dois ligantes.

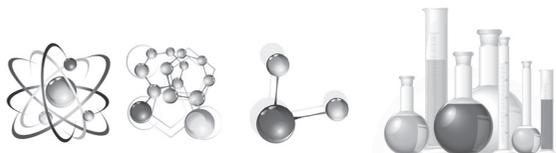
Procedimento:

- 1) Transfira a quantidade total do sólido contido no frasco rotulado “**Acetato de Co**” [contém 4,00g de $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}$] a um Erlenmeyer de 100 mL. Adicione 20 mL de água destilada.
- 2) Por outro lado, transfira o total do conteúdo do frasco rotulado “**Ac. Oxálico**” [contém 3,00 g de ácido oxálico dihidratado ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$)] a um béquer de 100 mL e junte 25 mL de solução de etilendiamina ($\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2$) 1,7 M [frasco rotulado “**Etilendiamina 1,7 M**”].
- 3) Aqueça a solução de acetato de cobalto até 60 °C e a mistura de ácido oxálico-etilendiamina até 70 °C.

151



- 4) Coloque a solução de ácido oxálico-en em um Erlenmeyer que contém a solução de cobalto e aqueça a mistura resultante até 80 °C. Uma vez atingida a essa temperatura, adicione, de uma só vez, 2,0 g de PbO_2 [contido em um tubo de ensaio rotulado "**PbO₂, 2g**".] Agite rapidamente para homogeneizar o sistema.
- 5) Ferva suavemente a solução resultante durante 30 min, agitando periodicamente. Após os primeiros 10 minutos adicione os outros 0,4 g de PbO_2 e após 20 min os outros 0,4 g [contidos nos tubos de ensaio rotulados "**PbO₂, 0,4 g**".].
- 6) Deixe esfriar a solução até atingir a temperatura ambiente (você pode acelerar o esfriamento colocando o Erlenmeyer em um banho de gelo, uma vez que se aqueceu um pouco, porém, cuidado para não esfriar abaixo da temperatura ambiental!). Adicione 2,0 mL de solução de H_2SO_4 10 M e homogeneíze bem. Filtre a solução utilizando um funil de Büchner e uma trompa de vácuo (*Figura 1*). Lavar o Erlenmeyer duas vezes com água destilada (**não mais de 1 ou 2 mL no total**). Descarte o papel de filtro com o sólido retido nos recipientes postos no laboratório para essa finalidade.
- 7) Em uma proveta meça 30,0 mL de água destilada e transfira para um béquer de 100 mL. Marque cuidadosamente nível do líquido com um marcador permanente. Descarta água. Transferir o filtrado do Kitasato para béquer com marcação. Lavar o Kitasato com pequeníssimas porções de água destilada, adicionando estas águas de lavagem para o mesmo recipiente, para evitar perdas de produto (**não mais de 1 ou 2 mL no total!**). Adicione, com proveta, 5,0 mL de solução de HCl 10 M. Aquecer a solução obtida evitando a ebulição (pode haver liberação de bolhas ao longo do tempo), e evapore até atingir a marca de 30 mL.
- 8) Esfrie a solução até a proximidade da temperatura ambiente e coloque-a em banho de gelo. Agite periodicamente a solução para induzir e facilitar a precipitação do composto sintetizado.
- 9) Filtre os cristais obtidos a pressão reduzida com um filtro de Büchner (*Figura 1*). Mantenha a sucção até que não caia mais gotas de líquido.
- 10) Transfira o total do composto obtido para um béquer limpo de 100 mL e proceda a recristalização a partir de HCl 3M a 80 °C. Tenha muito cuidado para não adicionar excesso de solvente pois baixará o rendimento. Enfrie a solução até próximo a temperatura ambiente e, em seguida, em banho de gelo. Agite periodicamente a solução para induzir e facilitar a precipitação do composto recristalizado.
- 11) Filtre o produto obtido do mesmo modo que no item 9. Prepare 10 mL de uma mistura de Metanol: H_2O 80:20, e lave os cristais com essa mistura. Finalmente,



Exame Prático

lava-los com 10 mL de Metanol puro. Mantenha a sucção ate que não caia mais gotas de liquido.

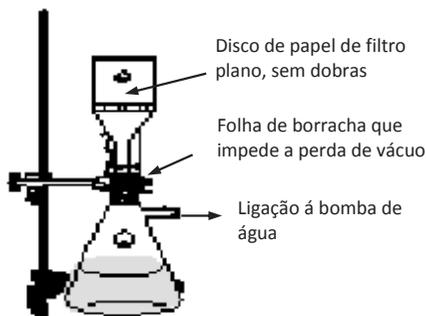
12) Transfira o produto obtido para uma placa de petri pequena (cristalizador), rotulado com o seu código de estudante. Este cristalizador foi previamente pesado e o supervisor escreverá esse dado na sua folha de respostas durante o experimento. Entregue este cristalizador com o produto obtido ao supervisor encarregado do laboratório.

Ao finalizar este experimento, entregar ao supervisor do laboratório:

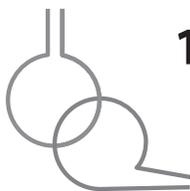
- O cristalizador com o complexo sintetizado, rotulado com o seu nome

Dispositivo para filtração a vácuo

Figura 1



- 1 - Para filtrar, corte um disco de papel de filtro que cubra totalmente os orifícios do funil de Büchner e que fique perfeitamente plano sobre a placa filtrante. **No deve apresentar pregas;** isso evita que o sólido escorra e você tenha que filtrar a solução. Molhe com água destilada o papel de filtro para aderir-lo sobre o fundo do funil. Arme o equipamento de acordo com a *Figura 1* utilizando um funil de Büchner (com papel de filtro), e kitasato, preso em um suporte universal.
- 2 - Ligue o dispositivo a uma das trompas de vácuo encontradas no laboratório. Abra a torneira e mantenha a sucção durante o tempo solicitado pelo procedimento.
- 3 - Deixe secar o produto por sucção durante alguns minutos, ou de acordo com as instruções do experimento.
- 4 - Quando terminar, desconecte, primeiro, a mangueira da conexão com a trompa, e depois feche a torneira.
- 5 - Em caso de dúvida, você pode consultar um supervisor.

2012 - SANTA FE
ARGENTINA

17ª Olimpíada Iberoamericana de Química

22 a 30 de setembro,
em Santa Fé, Argentina

Experimento Nº. 2

Pontuação: 20 pontos

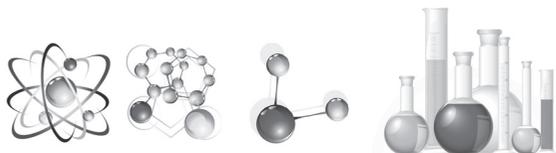
	B.1	B.2	B.3	B.4	B.5	C.1	C.2	D.1	D.2	D.3
105 Marcas	2	62	12	5	3	3	4	4	6	4

PURIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DO ÁCIDO BENZÓICO PRESENTE NUMA AMOSTRA

Um laboratório adquiriu um frasco de ácido benzóico, que depois de ter sido usado algumas vezes, observou-se que estava contaminado com uma substância desconhecida. Como não era possível a sua substituição, decidiu-se purificar o que existia. Após uma série de ensaios foi possível saber que o composto que contaminava o ácido benzóico era apolar. Consequentemente decidiu-se separar os compostos usando a técnica que em seguida se descreve e que você irá usar para separar uma amostra semelhante e possibilitará determinar a percentagem de pureza da amostra.

Parte A Separação dos compostos por extração.

- 1) Prende argola metálica ao suporte universal e coloca o funil de decantação com a torneira **FECHADA** (Figura 1). Retire a rolha do funil.
- 2) Transfira quantitativamente a amostra problema fornecida e existente no tubo rotulado "**XX-X** (o teu código de estudante) / **Muestra Bz / Masa: XXX g**" para o funil de decantação. Anote, imediatamente, na folha de respostas a massa de amostra indicada na etiqueta do tubo. Chame o supervisor para que ele assine a folha junto do valor.
- 3) Adicione 20 mL de tolueno ao funil e agite circularmente para dissolver. O sólido pode não se dissolver completamente.
- 4) Adicione 10,00 mL de solução de NaOH aprox. $0,4 \text{ mol L}^{-1}$ (frasco rotulado "**NaOH**



Exame Prático

0,4 M). Feche bem o funil com a rolha, retire-a do suporte e agite bem a mistura. Para tal deves manter o funil na horizontal, segurando bem a rolha com uma mão e colocar a outra mão na torneira (Figura 2). Entre cada agitação permite que se liberte o gás abrindo com cuidado a torneira. Quando efetuares esta operação tem o cuidado de virar o funil para onde não estejam pessoas, para evitar acidentes.

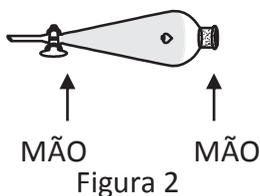


Figura 2

- 5) Coloque o funil na argola, retire a rolha e deixe repousar para que se separem as fases. Abra a torneira e recolha a fase inferior (aquosa básica) para um balão volumétrico de 100 mL. Deixe a fase superior (orgânica) no funil.
- 6) Repita a extração da fase orgânica mais duas vezes, com porções de 10,00 mL de NaOH 0,4 mol L⁻¹ (frasco rotulado "**NaOH 0,4 M**"). Reuna todas as fases aquosas no mesmo balão volumétrico.
- 7) Finalmente, execute mais duas extrações, porém substituindo os 10 mL de solução de NaOH por 10 mL de água destilada medida com a proveta. Transfira ambas as fases aquosas para o mesmo balão volumétrico.
- 8) Feche bem o funil e reserva a fase orgânica para usar na parte **C** desta experiência.
- 9) Acerte o volume final do balão volumétrico com água destilada. No caso de ter passado um pouco da fase orgânica para o balão volumétrico, deves ter o cuidado de acertar considerando o menisco correspondente à fase aquosa.

Parte B Determinação da pureza da amostra.

- 1) Transfira 25,00 mL da solução existente no balão volumétrico para um Erlenmeyer de 250 mL. Adicione-lhe 25 mL de água destilada e 4 gotas de indicador vermelho de cresol (frasco conta-gotas rotulado "**Rj Cresol**").
- 2) Titule a solução anterior com a solução de HCl aprox. 0,1 mol L⁻¹ (frasco rotulado "**HCl 0,1 M**") até que ocorra a alteração de cor (Púrpura → Amarelo). Anote o volume de titulante gasto na folha de respostas.



- 3) Execute mais ensaios (duplicado ou triplicado) se achares melhor. Anote na folha de respostas o volume de titulante gasto.

Parte C Verificação da eficiência da extração.

- 1) Tens disponível uma alíquota da amostra analisada, que se encontra num tubo rotulado "**Muestra Bz TLC**". Ponha nesse tubo 10 gotas de metanol, com a ajuda de uma pipeta de Pasteur e dissolva a alíquota.
- 2) Aplique, numa placa de cromatografia e com a ajuda de tubos capilares (diferentes), uma gota da solução do item anterior e outra da fase orgânica proveniente da extração. Controla com a lâmpada UV que a mancha aplicada é suficiente e só depois efetue a eluição da placa (Figura 3), utilizando o eluente fornecido (hexano:acetato de etilo, 95:5), que está no frasco rotulado "**Solvente TLC**". Segue as intruções existentes no **Anexo**.
- 3) Determine a Relação frontal (R_f) de cada amostra e escreva na folha de respostas o valor obtido.

Quando terminar esta experiência, entrega ao supervisor do laboratório:

- a placa de tlc, dentro da bolsa plástica disponibilizada e rotulada com o seu código de estudante.

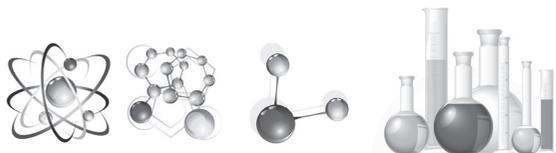
Penalizações!

Você pode solicitar materiais e/ou reagentes caso quebrem ou se acabem . A penalidade será de 0,5 ponto por cada substituição.

156

Nº	Reagente / material	Assinatura do estudante	Assinatura do supervisor

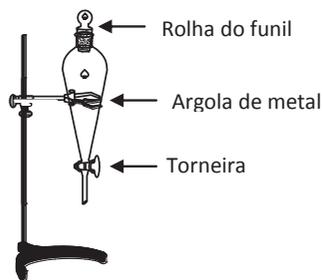
Penalização total: _____ pontos



Anexo

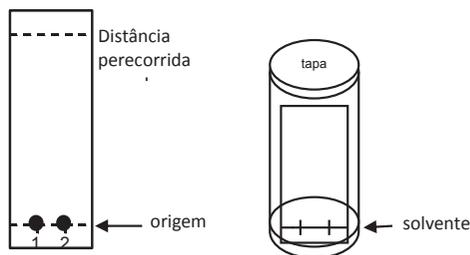
Uso do funil de decantação

Figura 1



Cromatografia em camada delgada

Figura 2



Cromatografia em camada fina

Fornecemos a você uma placa de sílica gel 60 com indicador fluorescente e uma câmara de cromatografia que será compartilhada com o seu vizinho de bancada. Deitar na câmara de cromatografia o eluente adequado uns 10 minutos antes de efetuar a cromatografia.

Não toque na superfície da placa com os dedos, nem raspe a placa. Segure-a sempre pelas bordas e usando a pinça.

Marque com um lápis a linha do ponto de aplicação (origem) e os pontos **1** e **2** tal como se indica na figura 2. Utilizando capilares, aplique sobre cada um desses pontos, respectivamente, uma gota das soluções a analisar (fase orgânica proveniente da extração e amostra original) (não misture os capilares). Deixe secar **muito bem** o solvente de aplicação. Introduza a placa dentro da câmara de cromatografia, usando a pinça e com cuidado para que o nível do solvente não ultrapasse o ponto de aplicação das amostras. (Figura 2). **ATENÇÃO:** Não mexa na câmara para não estragar o desenvolvimento da cromatografia.

Deixe desenvolver a placa e retire-a da câmara quando o eluente tiver chegado aproximadamente a 2mm abaixo da parte superior da placa. Marque com uma régua a frente do solvente e a distância percorrida pelo mesmo. Deixe secar.

Observe a placa na lâmpada UV. Marque as manchas correspondentes aos compostos, usando um lápis. **NUNCA olhe diretamente para a luz ultravioleta.** Determine a distância percorrida por cada uma das manchas, considerando a zona central da mancha.

Determine a Relação frontal (Rf) dos compostos que observa na placa.



Destaques olímpicos - 2012

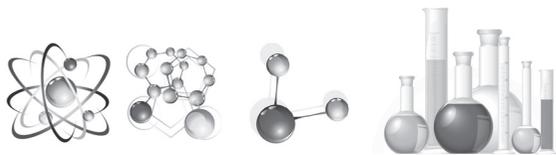


Daniel, Gabriel, Ramon e Vitória, delegação brasileira na 44th IChO (USA) e na 17a. OIAQ (Argentina)

Após a conclusão da Fase III da Olimpíada Brasileira de Química – 2011 Modalidade A que aconteceu em agosto do ano anterior divulgou-se o resultado que indicou estudantes premiados com medalhas. Todos esses prosseguiram para a etapa seguinte, em janeiro deste ano, com o início do processo seletivo para a escolha dos componentes da delegação brasileira nas olimpíadas internacionais em 2012.

Definida como OBQ-2011 Fase IV teve como objetivo a avaliação dos conhecimentos de laboratório. Foram classificados 16 estudantes com base em suas médias ponderadas em composição com a nota da fase anterior, sendo eles: **Ceará** – Gabriel Matheus Viana Pinheiro, Joaquim Ivo Vasques Dantas Landim, Vitória Nunes Medeiros, Francisco Davi Barbosa dos Santos, Nicholas de Souza Costa Lima, Sergio Pereira de Oliveira Júnior, Lívia Rodrigues de Araújo, Nathércia Castro Mota e Emerson Holanda Marinho; **São Paulo** - Daniel Arjona de Andrade Hara, Henrique Magri Marçon e Leonardo Kazunori Tsuji; **Rio Grande do Sul** - Bruno Matissek Worm; **Pará** - Ramon Santos Gonçalves da Silva; **Goiás** - Kelvin Azevedo dos Santos; **Piauí** - Vinicius Lopes Braga.

Quinze estudantes compareceram ao exame e, após o resultado, foram convocados para cumprir a Fase V da OBQ-2011, o Curso de Aprofundamento e Excelência em Química sob a responsabilidade do Programa de Pós-graduação em Química da UFMG. Finalizado esse curso, que teve duração de quinze dias, os professores envolvidos aplicaram o exame da fase final desse certame que apontou os quatro estudantes que representaram o Brasil na 44th International Chemistry Olympiad (Washington) e na 17a Olimpíada Iberoamericana de Química, em Santa Fé de La Veracruz - Argentina.



Destaques



Daniel, medalha de ouro na 17a. OIAQ e medalha de Prata na 44th IChO



Gabriel, medalha de prata na 17a. OIAQ e medalha de Bronze na 44th IChO



Ramon, medalha de prata na 17a. OIAQ e medalha de Bronze na 44th IChO

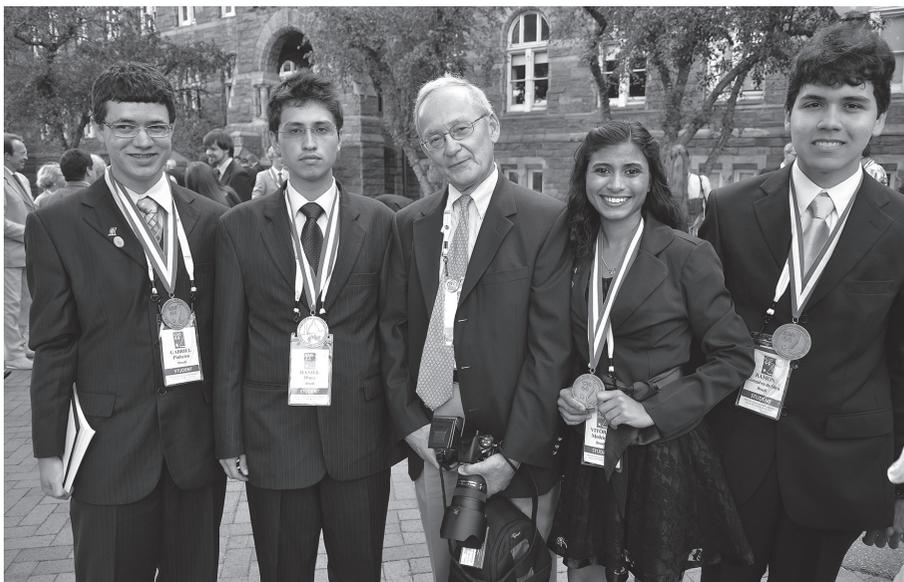


Ramon, medalha de prata na 17a. OIAQ e medalha de Bronze na 44th IChO

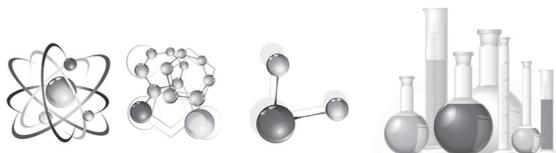
Destaques



Delegação brasileira da 44th IChO. Prof. Arimatéia Lopes, Vitória, Daniel, Gabriel, Ramon e Prof. Sérgio Melo



Estudantes brasileiros no pátio da University of Maryland posam ao lado do renomado autor Prof. John C. Kotz.



Políticas públicas para a química no Brasil

A minha participação nas olimpíadas de química me enriqueceu muito como estudante e como pessoa, e por isso eu sou muito grata de poder compartilhar minha experiência. Tudo começou quando eu participei da primeira edição da OBQ Jr., em 2008. Embora a química parecesse um pouco sombria para mim nesse momento, recebi uma medalha de bronze e fui convidada para participar de treinamentos no meu colégio, o que fez com que eu me interessasse cada vez mais pela química.

Embora eu não estivesse muito segura das minhas capacidades em química, e já desconfiasse que eu teria medo de orgânica pelo resto da minha vida, me divertia estudando, e gostava muito dos meus professores e colegas de olimpíada. Graças à minha participação na OBQ Jr., pude participar da OBQ de 2009 e, com cada fase que ia passando, minha vontade de estudar química e minha admiração por todas as pessoas envolvidas com a olimpíada, só iam aumentando. E assim eu fui selecionada, entre os 15 finalistas da OBQ de 2009, para fazer um curso na Unicamp, preparatório para a última seletiva para a IChO. As duas semanas que passei na Unicamp me deram ainda mais incentivos para estudar: conheci outros estudantes, que se tornaram meus amigos, apaixonados por química e professores universitários que estavam fazendo pesquisas maravilhosas na área. Embora eu não tenha sido selecionada para a IChO de 2010, estava tão apaixonada pela olimpíada e por química, que decidi dar o meu melhor para ir para a IChO de 2011.

Enquanto eu participava de todas as fases da OBQ, outras olimpíadas também foram muito importantes para o meu aprendizado e me colocaram em contato com muitas pessoas que passei a admirar. Minha participação na OQSP (Olimpíada de Química de São Paulo) e no TVQ (Torneio Virtual de Química), e o apoio de professores e amigos, me permitiram chegar novamente à fase final da OBQ e ser selecionada para estar no time brasileiro. A 43rd IChO foi realizada na Turquia e foi uma experiência que eu nunca esquecerei. Conhecer pessoas de mais 70 países e compartilhar experiências em um país tão histórico e lindo foi simplesmente de tirar o fôlego. Após essa que foi uma das viagens mais lindas da minha vida, fui selecionada para participar da OIAQ (Olimpíada Ibero-Americana de Química), realizada em Teresina. Embora apenas 14 países participassem e a olimpíada fosse no meu país, essa foi a melhor viagem da minha vida. Todos os estudantes se aproximaram bastante, construíram amizades que duram até hoje, e disseram ter vivido as melhores experiências de suas vidas. E assim eu encerrei, de uma maneira muito especial, minha carreira nas olimpíadas de química.

Depoimento



As olimpíadas de química tiveram um grande impacto na minha vida. Atualmente, eu sou uma estudante em Harvard, estudando Astrofísica e Ciências Políticas. Embora eu não esteja cursando química, a minha paixão por ciências que começou com essa olimpíada, fez com que eu descobrisse a astronomia. E a determinação e amor que eu vi nos professores e organizadores envolvidos com as olimpíadas de química certamente me inspiram muito para seguir o meu sonho, que é trabalhar com política da educação no Brasil. Por isso, sou muito grata por ter tido a oportunidade de participar de algo tão incrível.

Tabata Cláudia Amaral de Pontes

OQSP (Olimpíada de Química de São Paulo): 2010-ouro e 2011-ouro

OBQ Jr. (Olimpíada Brasileira de Química Jr.): 2008-bronze

OBQ (Olimpíada Brasileira de Química): 2009-prata, 2010-prata e 2011-menção honrosa

TVQ (Torneio Virtual de Química): 2010-ouro (individual) e -prata (equipe) e 2011-ouro (individual)

IChO (International Chemistry Olympiad): 2011-bronze

OIAQ (Olimpíada Ibero-Americana de Química): 2011-ouro

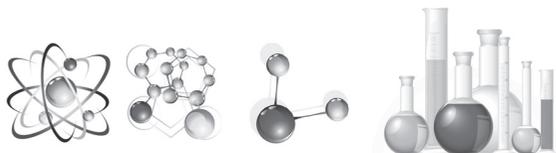
IOAA (International Olympiad on Astronomy and Astrophysics): 2010-bronze e 2011-menção honrosa

OLAA (Olimpíada Latino-Americana de Astronomia e Astronáutica): 2011-ouro

Aliando química à medicina

162 Comecei a me envolver com as Olimpíadas de Química no primeiro ano do ensino médio. O tema da redação da OQSP na época era Química Forense. Decidi-me a participar, e sabendo que minhas habilidades como escritor não eram boas, decidi-me por estudar para a prova da FUVEST e tentar uma vaga de “treineiro”. Com sucesso, continuei meus estudos em química, ficando em primeiro lugar na OQSP-2009. Em seguida, sétimo na OBQ. A olimpíada me proporcionou esse ambiente de estudos, incentivando cada vez mais conhecer a química. Cheguei até a prova de vídeo, onde conheci um pouco mais da parte experimental. Sendo bem sucedido, freqüentei a UNICAMP por duas semanas, para ter aulas teóricas no Curso de Aprofundamento e Excelência. A experiência foi maravilhosa: estive presente num ambiente universitário aumentando a vontade de estudar.

Fui selecionado, com a melhor nota, para representar o Brasil na 42ª Olimpíada Internacional de Química, que ocorreu no Japão. A experiência foi novamente maravilhosa: pude viajar até o Japão, e lá ficar por 11 dias e conhecer muito de sua cultura e costumes, além de fazer diversos amigos de vários países. Ganhei meda-



Depoimento

Iha de bronze. No final de outubro, participei da XV Olimpíada Ibero-Americana de Química no México. Novamente, 12 dias conhecendo pessoas de outros países, culturas diferentes.

Semanas depois prestei vestibular para Medicina. Afirmando, com toda certeza, de que não seria bem sucedido caso não tivesse me dedicado às olimpíadas: estudando química, tive enorme facilidade com a prova (inclusive a parte de física e a parte química da biologia).

Hoje, estudo na Universidade de São Paulo e mesmo cursando Medicina, entro em contato com a Química todos os dias, e muito do que aprendi nas Olimpíadas eu uso no dia-a-dia com pacientes, ainda mais com os avanços da medicina molecular, farmacologia, e exames diagnósticos. Ainda me dedico às Olimpíadas de Química como não só para agradecer, mas para ajudar outros jovens a terem experiências maravilhosas também.

Idealizei e organizei com a ajuda do IQ-USP, amigos olímpicos e alguns docentes (os quais destaco os nomes dos Professores Ivano Gutz, Omar El Seoud, Peter Tiedemann e Sérgio Melo), a Escola Olímpica de Química, que forneceu preparação a jovens olímpicos do Estado de São Paulo premiados na OQSP para OBQ. Esses jovens ficaram encantados com a EOQ por permitirem o contato com um ambiente universitário, incentivarem e mostrarem a química em outra perspectiva que não a mesma do ensino médio (talvez até mesmo uma química mais próxima da realidade), e a criação de laços de amizade.

Desse modo, sou muito grato a Olimpíada de Química porque ela pode ajudar diversos jovens a: encontrarem suas carreiras (seja na Química, Farmácia, Medicina, ou até mesmo nas áreas mais distantes, como Economia, para aqueles que perceberem que Química não lhes serve); experimentarem um estudo mais aprofundado e universitário, provocando um desenvolvimento intelectual, pois os incentiva a estudarem por conta própria temas que muitas vezes não são usuais ao Ensino Médio; formarem novos laços de amizade e vivenciarem momentos únicos com as atividades exclusivas das olimpíadas; e representarem o país numa competição internacional, uma atividade de enorme honra.

André Silva Franco

André Silva Franco

Graduando em Medicina pela Faculdade de Medicina da USP

Coordenador da Escola Olímpica de Química

Medalha de Bronze na 42nd IChO - Tokyo

Medalha de Ouro na VX OIAQ - Cidade do México

Medalhas de Ouro (2010) e Prata (2009) na OBQ

Medalha de Ouro (2010 e 2009) na OQSP

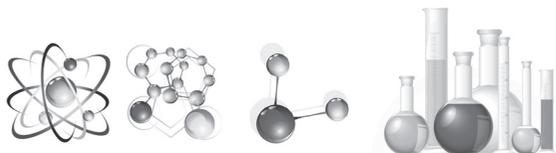


Formando docentes para a química

Teria eu dotes artísticos? Não sei, nunca fui estimulado a exercitar o mais simples dos instrumentos musicais. É necessário por em prova, ser submetido a situações desafiadoras para concluir que é capaz de resolvê-las com certa facilidade. É nesse caminho que as aptidões e os talentos se revelam e a vocação se afirma. As olimpíadas científicas desempenham esse papel, revelando talentos, estimulando-os prosseguir estudos nos níveis mais elevados. As olimpíadas de química, abrigadas no Programa Nacional Olimpíadas de Química, não fogem à regra, todas elas cumprem esse objetivo. Organizadas por coordenadores estaduais e regionais esses certames acontecem em diferentes recantos deste país, em todos os estados brasileiros, capilarizando-se por vilas e aldeias em escolas públicas ou privadas e alcançando um contingente que, neste ano, ultrapassou 169 mil estudantes. Para o próximo ano, mais duas olimpíadas regionais irão ampliar esse conjunto, foram incorporadas a Olimpíada de Química do Centro-Oeste Potiguar (OQCOP), que deverá impulsionar o projeto no sertão do Rio Grande do Norte com polos nas cidades de Macau, Ipanguaçu, Caicó, Santa Cruz, Currais Novos, Mossoró, Apodi e Pau dos Ferros e, também, a Olimpíada de Química de Timon e região, com abrangência nas cidades de Caxias e Codó, no Maranhão. Contudo, a medida do comprovado sucesso deste projeto reside na quantidade sempre crescente de ex-participantes que decidem abraçar a química, pelas portas do exame vestibular, ENEM e outros processos seletivos e ingressam nos cursos de química e suas áreas afins em universidades brasileiras e no exterior, neste ano não foi diferente.

Em 2012, um dos mais concorridos certames nacionais foi a Olimpíada Brasileira de Química Júnior que em sua fase final (Fase II) teve a participação de 4.296 estudantes do ensino fundamental, quantidade essa que representou os 15% dos estudantes com melhor desempenho na etapa anterior (Fase I). A agradável surpresa ficou por conta do resultado apresentado pelo grupo, uma distribuição mais equitativa das medalhas que representam os escores mais elevados do certame, dentre estes, dois dos participantes obtiveram 100% de acerto nas questões. A OBQjr cumpre significativo papel no estímulo ao estudo da química, constatamos que parte dos estudantes que alcançam a Fase VI da Olimpíada Brasileira de Química iniciaram trajetória na OBQ Júnior e, se destacam dentre os demais. Neste ano, dos quatro estudantes que compuseram a delegação que representou o Brasil nas olimpíadas internacionais, três foram oriundos da OBQjr.

A parceria da CAPES com Programa Nacional Olimpíadas de Química permitiu fortalecer uma cultura científica nas escolas envolvidas ao provocar mudanças de atitudes, estimular a socialização e experiências didáticas entre licenciandos de química, e desmistificar essa ciência com aulas lúdicas, estimulantes da criati-



Considerações Finais

vidade. O projeto denominado “Ações Construtivas do Conhecimento Químico nas Escolas Públicas”, patrocinado por essa agência, atuou em escolas públicas de ensino médio em treze estados brasileiros. A ação foi desenvolvida no contraturno escolar durante oito meses e teve por objetivo incentivar o hábito de estudar química, aprimorar o rendimento dos alunos em sala de aula e prepará-los para a participação nas olimpíadas de química.

No que pesem as dificuldades enfrentadas decorrentes dos longos períodos de greve tanto nas IES quanto nas escolas públicas, contabilizamos ganhos para os alunos e para os licenciandos em química que atuaram como bolsistas no projeto. Estes, em sua maioria, tiveram a sua primeira experiência na prática docente no exercício deste projeto, um aspecto altamente positivo pelo apoio oferecido na formação acadêmica destes que serão futuros professores de química. O compartilhamento de experiências entre os bolsistas foi determinante para o enfrentamento das deficiências dos alunos em relação a conteúdos e a tentativa de alfabetizá-los cientificamente.

Com relação aos alunos das escolas públicas, a tônica foi motivá-los para o estudo e estabelecer conexões com o cotidiano de cada um deles. Ao final, evidenciou-se grande satisfação por parte dos próprio alunos em termos de domínio do conteúdo e da autoconfiança na participação em exames.

Agradecimentos àqueles que não se furtaram em contribuir para o crescimento da qualidade do Programa, particularmente os coordenadores-estaduais, e registrar nosso regozijo pela nomeação do colega Dr. Arimatéia Lopes, nosso vice-coordenador nacional para o mais elevado cargo na Universidade Federal do Piauí. Avaliando o legado que construiu no Programa Nacional Olimpíadas de Química estou certo que deixará na UFPI a marca do seu eficiente trabalho como reitor.

Sérgio Melo

165



Endereços Coordenadorias

NÚCLEO	COORDENADOR	ENDEREÇO PROFISSIONAL
COORDENADORIA GERAL	Prof. Sérgio Maia Melo melo@ufc.br obq@ufc.br	Programa Nacional Olimpíadas de Química Rua Antônio Lima, 191 60.115-270 Fortaleza - CE
COORDENADORIA REGIÕES SUL/SUDESTE	Prof. Álvaro Chripino alvaro.chripino@gmail.com	CEFET - RJ (21) 642.6644 (Telefax)
Vice-COORDENADORIA	Prof. José Arimatéia Dantas Lopes arilopes@gmail.com arilopes@ufpi.br	Universidade Federal do Piauí Centro de Ciências da Natureza 64.049-550 Teresina - PI (86) 3215.5840 3215.5692 (Telefax)

ESTADO	COORDENADOR	ENDEREÇO PROFISSIONAL
ACRE	Prof. Délcio Dias Marques delciomarques@globo.com Prof. Rogério A. Sartori rogerio_sartori@yahoo.com.br	Universidade Federal do Acre - CCN Depto. de Ciências da Natureza BR 364 Km 4 63.915-900 Rio Branco - AC (68) 3901.2591
ALAGOAS	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 www.unifap.br/olimpiadas	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	Profa. Tereza Cristina Souza de Olivei- raterazcristina@ufam.edu.br Prof. Paulo Rogério da Costa Couceiro couceiro@ufam.edu.br	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 (telefone)



Endereços

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	Profª. Leonilde Maria Câmara Jatahy necim@bol.com.br leojatahy@ig.com.br Profª. Cláudia Christina B. S. Carneiro	Universidade Federal do Ceará NECIM - Núcleo de Ensino de Ciências e Matemática Av. da Universidade, 2470 60020-180 Fortaleza - Ceará (85) 3366.7796
DISTRITO FEDERAL http://www.petiq.unb.br/	Profª. 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 cvpaixao@npd.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	Prof. Jean Carlo Antunes Catapreta jcac889@hotmail.com	Universidade Federal do Maranhão Departamento de Química Av. dos Portugueses, s/n Campus da Bacanga 65.080-040 São Luis - MA Fone: (98) 3301.8280
MATO GROSSO	Prof. Luiz Both bothluiz@ibest.com.br ou 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

Endereços



MATO GROSSO DO SUL	Prof. Onofre Salgado Siqueira olimpiada.quimica.ms@gmail.com	Universidade Federal do Mato Grosso do Sul Centro de Ciências Exatas e Tecnologia - Departamento de Química (Cidade universitária) 79.070-900 Campo Grande - MS (67) 345.3556 345.3552 (FAX)
MINAS GERAIS http://www.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	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	Prof. Vímario Simões Silva vimario@deq.ufcg.edu.br Francisco Ferreira Dantas Filho Prof. José Estrela dos Santos santosje@gmail.com	Universidade Federal de Campina Grande - Unidade Acadêmica de Engenharia Química 58.109-900 Campina Grande (83) 2101.1115 Universidade Estadual da Paraíba –UEPB –Campus VIII - Centro de Ciências Tecnologia e Saúde Rua Coronel Pedro Targino SN, Centro - CEP: 5823300 - Araruna -PB - Telefone: (83) 3373-1040 - (83) 9919 -7772 Universidade Federal de Campina Grande Rua Sérgio Moreira de Figueiredo, S/N Bairro: Casas Populares - 58.900-000 Cajazeiras - PB (83) 3532-2040 3532.2063 3531.3940 (FAX)
PARANÁ http://www.oprq.daqbi.ct.utfpr.edu.br/	Prof. José Carlos Colombo colombo@utfpr.edu.br	Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Curitiba - Sede Ecoville Rua Dep. Heitor Alencar Furtado, 4900 81280-340 - Curitiba - PR - Brasil Fone: (41) 3279.4575 ou 3279.4576
PERNAMBUCO www.espacociencia.pe.gov.br/index.php/atividade/quimica/	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)



Endereços

PIAUI http://www.ufpi.br/quimica/opq/	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@ifrj.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 mfvmoura@quimica.ufrn.br	Universidade Federal do Rio Grande do Norte Centro de Ciências Exatas e da Terra Depto 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. Nair Cristina 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	Prof. Júlio Sancho Linhares Teixeira Militão mailto:militao@unir.br Prof. Jandi: costajandi@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	Profa. Maria Lúcia Taveira taveiram@ig.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 (Fax)
SANTA CATARINA	Prof. Gilson Rocha Reynaldo gilson@unisol.br José Maximiliano Muller Netto max@crq.org.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

Endereços



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 www.osequim.com.br	Prof. Juvenal Carolino da Silva Filho jcarolino@hotmail.com Profa. Eliana Midori Sussuchi esmidori@gmail.com	Universidade Federal de Sergipe - Depto. de Química Campus Prof. Alberto Carvalho Av. Vereador Olimpio Grande, s/n Centro 49.500.000 Itabaiana - SE Fone: (79) 3431.8216 3432.8200
TOCANTINS http://olimpiadatoctantinsedequimica.blogspot.com.br/	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

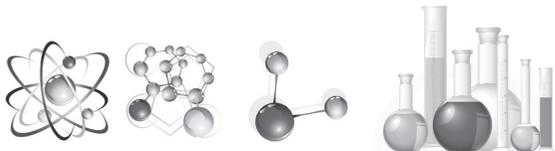
PATROCINADORES

ABICLOR - Associação Brasileira da Indústria de Álcalis e Cloro Derivados www.abiclor.com.br	Rua Chedid Jafet, 222 Bloco C 4º andar Vila Olímpia 04.551-065 São Paulo – SP (11) 2148.4780 FAX 2148.4788
ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química www.abiquim.org.br	Rua Chedid Jafet, 222 Bloco C 4º andar Vila Olímpia 04.551-065 São Paulo – SP (11) 2148.4700 FAX 2148.4760
Banco do Nordeste do Brasil SA www.bnb.gov.br	Av. Paranjana, 5700 Castelão 60.180-420 Fortaleza - CE (85) 4005.3300

170

PROMOTORES

Universidade Federal do Ceará Pró-Reitoria de Extensão	Av. da Universidade, 2932 Campus do Benfica 60.020 Fortaleza - CE Fone: (85) 3366.7300
Universidade Estadual do Ceará Pró-Reitoria de Extensão	Av. Dede Brasil, 1700 Paranjana 60.740-000 Fortaleza - CE Fone: (85) 3299.2555
Universidade Federal do Piauí Pró-Reitoria de Extensão	Campus da Ininga 64.049-550 Teresina - PI Fone: (86) 3215.5692 Fax: (86) 215.5570



Endereços

APOIO	
CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico	SHIS QI 1 Conjunto B - Bloco D, 2º andar Edifício Santos Dumont, Lago Sul 71605-190 Brasília - DF Fone: (61) 3211-9408
CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior	Ministério da Educação - MEC Setor Bancário Norte, Quadra 02, Bloco L, Lote 6, 4º. Andar 70.040-020 - Brasília/DF
Associação Brasileira de Engenharia Química abeq@abeq.org.br	Rua Líbero Bardaró, 152 - 11º andar - Centro 01008-903 São Paulo - SP Fone: (11) 3107-8747 ou Telefax: (11) 3104-4649
Associação Norte-Nordeste de Química www.annq.com	Caixa Postal 167 69.301-970 Boa Vista RR Fone: (95) 3224.7128
Espaço Ciência www.espacociencia.pe.gov.br	Complexo de Salgadinho s/n Parque 2 53.111-970 Olinda PE Fone: (81) 3301-6139
Fundação Estudar www.estudar.org.br	Rua Tabapuã, 145 Itaim Bibi São Paulo - SP
REALIZADOR	
Associação Brasileira de Química www.abq.org.br	Av. Presidente Vargas, 633 sala 2208 20071-004 Rio de Janeiro RJ Telefone: 21 2224-4480 Fax: 21 2224-6881 E-mail: abqRJ@alternex.com.br

