

Programa do curso:

1. Síntese de sais, ácidos, bases, óxidos e hidretos.
2. Desenvolvimento de técnicas laboratoriais com ênfase na química inorgânica
3. Utilização de métodos químicos e físicos na caracterização dos compostos obtidos, tais como: espectroscopia vibracional (região do infravermelho), espectroscopia eletrônica (região do ultravioleta-visível), difratometria de raios X e ponto de fusão.
4. Elaboração de um projeto contendo metodologia, materiais, escala de síntese, risco químico, etc.
5. Normas de segurança na manipulação de produtos químicos. Utilização de equipamentos e de material de segurança pessoal e geral do laboratório. Noções de primeiros socorros.

Objetivos específicos:

- Familiarização com a química inorgânica de elementos representativos (não metais) e a química dos elementos metálicos (neste caso, sem envolver compostos de coordenação ou organometálicos)
- Desenvolvimento de habilidades de síntese, isolamento e caracterização de elementos e compostos de elementos representativos
- Treinamento na preparação e apresentação de seminários, aula expositiva e/ou aula experimental demonstrativa
- Familiarização com a bibliografia de química

Modo de funcionamento:

- Cada dupla de alunos escolherá um tema
- O tema escolhido deverá ser desenvolvido através de atividades de laboratório
- Esse desenvolvimento deverá envolver a preparação/síntese e caracterização de elementos e compostos
- O levantamento bibliográfico será de responsabilidade dos alunos
- A escolha das experiências e compostos a serem manipulados será de responsabilidade dos alunos, sujeito a vetos e sugestões do professor
- A dupla de alunos deverá estar sempre apta a sustentar, a qualquer momento, um debate sobre o tema escolhido, devendo ser capaz de explicar (ao professor e aos colegas) todos os procedimentos que estão sendo realizados, incluindo todas as reações químicas envolvidas
- Cada dupla de alunos apresentará, ao final do semestre, um pequeno seminário (15 minutos) sobre o tema escolhido, descrevendo o trabalho realizado no laboratório. Este seminário deverá conter uma pequena introdução relacionada com o tema escolhido
- Cada dupla apresentará, ao final do semestre, um relatório das atividades desenvolvidas no laboratório, incluindo todas as reações químicas envolvidas, as explicações dos fenômenos observados e contendo uma breve introdução do tema.
- Item opcional: uma vez que é comum os alunos fotografarem e filmarem alguns experimentos para utilizarem nas suas apresentações e relatório, podemos considerar também a postagem de um vídeo no YouTube como parte do relatório.

Método de avaliação:

A nota final do curso será dada em base conceitual considerando os seguintes critérios:

- levantamento bibliográfico realizado
- desenvolvimento do trabalho de laboratório
- postura no laboratório relativa a limpeza e organização do material e utilização de normas de segurança
- qualidade dos debates ocorridos no laboratório durante a realização dos experimentos
- qualidade do seminário relatando as atividades desenvolvidas durante o semestre
- qualidade do relatório final
- A ausência de qualquer aluno por um número de aulas superior a 25% (4 faltas, uma vez que o semestre é de 15 semanas) acarretará a reprovação por faltas, independente do desempenho apresentado nas aulas. Todas as aulas entram no cômputo, inclusive as aulas iniciais durante as quais não ocorrem atividades de laboratório, apenas a discussão dos projetos.
- A realização opcional de um vídeo postado no YouTube ou em outro local, será considerado como uma parte opcional do relatório.

TEMAS SUGERIDOS

Alguns temas são listados abaixo apenas como sugestão, não havendo qualquer restrição aos temas a serem escolhidos. Além disso, deve-se notar que, escolhido um item, não existe a obrigatoriedade de se abordar todos os sub-itens. É sempre possível a combinação de itens e sub-itens tais como, por exemplo, halogênios (cloro, bromo e iodo). Os itens e sub-itens abaixo são apenas meras sugestões e/ou pontos de partida para os temas/projetos a serem abordados pelos alunos, esperando-se que estes, eventualmente, venham a sugerir outros itens ou sub-itens a serem trabalhados no laboratório.

1. Química do cloro

cloro, ácido clorídrico, ácido clórico, ácido perclórico, hipoclorito, cloritos, cloratos, percloratos, óxidos de cloro: Cl_2O , ClO , ClO_2 , Cl_2O_3 , Cl_2O_5 , Cl_2O_7 , cloreto de cal, dicloro-S-triazinetrione de sódio, ácido tricloroisocianúrico* (ou triazina, $\text{C}_3\text{O}_3\text{N}_3\text{Cl}_3$), N-clorosuccinimida, N-clorossacarina, purificação do NaCl; métodos eletroquímicos
*Bastos, R. S. e col., "Preparo da para-cloroanilina: um experimento simples, rápido e barato", *Química Nova* 31(1):172(2008)

2. Química do bromo

bromo, ácido bromídrico, ácido brômico, hipobromito, bromito, bromato, bromato em panificação; métodos eletroquímicos

3. Química do Iodo

iodo, iodato, ácido iodídrico, ácido iódico, ICl , ICl_3

4. Química de hidrogênio e oxigênio

hidrogênio, oxigênio, peróxido de hidrogênio, percarbonato, ozônio, clatratos, métodos eletroquímicos, oxigênio líquido

-C. A. R. RAGNINI, R. A. Di IGLIA, R. BERTAZZOLI, "Considerações sobre a eletrogeração de peróxido de hidrogênio", *Quim. Nova* 24(2):252-256 (2001)

-F. NYASULU, J. MacKLIN, W. CUSWORTH III, "The Visible Spectrum of Liquid Oxygen in the General Chemistry Laboratory", *J. Chem. Educ.* 79(3):356-359 (2002)

-K. SERRANO, P. A. MICHAUD, C. COMNINELLIS, A. SAVALL, "Electrochemical preparation of peroxodisulfuric acid using boron doped diamond thin film electrodes", *Electrochem. Acta* 48:431-436 (2002)

-I. L. MATTOS, K. A. SHIRAIISHI, A. D. BRAZ, J. R. FERNANDES, "Peróxido de hidrogênio: Importância e determinação", *Quim. Nova* 26(3):373-380 (2003)

-L. M. da SILVA, M.H.P. SANTANA, J.F.C. BOODTS, "Electrochemistry and Green Chemical Processes: Electrochemical ozone production", *Quim. Nova* 26(6):880 (2003)

-E. ALMEIDA, M.R.ASSALIN, M.A.ROSA, N.DURÁN, "Tratamento de efluentes industriais por processos oxidativos na presença de ozônio", *Quim. Nova* 27(5):818-824 (2004)

-L. C. F. PIMENTEL, C. R. CHAVES, L. A. A. FREIRE, J. C. AFONSO, "O inacreditável emprego de produtos químicos perigosos no passado", *Quim. Nova* 29(5):1138-1149 (2006)

-T. WADA, N. KOGA, "Kinetics and Mechanism of the Thermal Decomposition of Sodium Percarbonate: Role of the Surface Product Layer", *J. Phys. Chem. A* 117(9):1880-1889 (2013)

5. Química do Enxofre

enxofre monoclinico e ortorrômbico, SO_2 , SO_3 , ácido sulfuroso, ácido sulfúrico, sulfitos de Na, K e amônio*, bissulfitos de Na e K*, metabissulfito de Na e K*, pirossulfito de K, sulfato de Al e K (alúmen), sulfato de Cr e K (alúmen de cromo), sulfato ferroso, tiosulfato de sódio, hidrossulfito de Na (ditionito de Na), gás sulfídrico, sulfetos, cloretos de enxofre, cloreto de tionila, peroxidissulfato

*D.TUDELA, "Solid NaHSO_3 Does Not Exist", *J. Chem. Educ.* 77(7):830 (2000)

*L.A. da SILVA, J.B. de ANDRADE, H.E. TOMA, "Electronic Spectra of Chevrel's Salts", *J. Braz. Chem. Soc.* 13(5):624-628 (2002)

6. Química do nitrogênio

nitrogênio, N_2O , NO, NO_2 , N_2O_4 , amoníaco, ácido nítrico, uréia, sais de amônio, nitratos, nitritos, ácido nitroso, ácido nítrico.

7. Química de fósforo

fósforo branco, fósforo vermelho, óxidos de fósforo, cloretos de fósforo, ácidos fosfórico, fosforoso, pirofosfórico, metafosfórico, fósforo de segurança, fosfatos, apatitas, hidroxapatitas

8. Química de arsênio

arsenatos, arsenitos, meta-arsenitos, ácido arsênico, ácido arsenioso

9. Química do Antimônio

obtenção do Sb, reatividade do Sb, compostos de Sb (óxidos, haletos, sulfeto, sulfato, etc.), compostos organometálicos, ligas

10. Química do Bismuto

obtenção do Bi, reatividade do Bi, compostos de Bi (óxidos, haletos, sulfeto, sulfato, nitrato, etc.), compostos organometálicos, ligas

11. Química inorgânica do carbono

grafite, negro de fumo, fulerenos, CO, CO₂, carbonatos* e bicarbonatos (Na₂CO₃, K₂CO₃, etc.), percarbonato, cianatos (KOCN, etc.), cianetos, HCN

*F. J. LUNA, “*Alographia dos álcalis...* de Frei Conceição Veloso: um manual de química industrial para produção da potassa no Brasil colonial”, *Química Nova*, 31(8):2214-2220 (2008)

*Bessler, Rodrigues, “Os polimorfos de carbonato de cálcio - Uma síntese fácil de aragonita”, *Química Nova* 31(1):178 (2008)

12. Química do silício

silício, silicatos, silicones, silanos, vidros, cerâmicas

13. Química do Estanho

obtenção do Sn, reatividade do Sn, compostos de Sn (óxidos, haletos, sulfeto, sulfato, etc.), compostos organometálicos, ligas

14. Química do Chumbo

obtenção do Pb, reatividade do Pb, compostos de Pb (óxidos, haletos, sulfeto, sulfato, nitrato, etc.), acetato de chumbo(IV) (reagente especial para síntese orgânica), compostos organometálicos, ligas

15. Química do Boro

boro, boratos, bórax, perborato, boranas

16. Química do Alumínio*

obtenção do Al, reatividade do Al, compostos de Al tais como óxidos, haletos (AlCl₃, AlBr₃, AlI₃), sulfeto, sulfato, etc., criolita (Na₃AlF₆), compostos organometálicos, ligas

*V.R.L. CONSTANTINO, K. ARAKI, D.de O. SILVA; W. de OLIVEIRA, “Preparação de compostos de alumínio a partir da bauxita: considerações sobre alguns aspectos envolvidos em um experimento didático”, *Química Nova* 25(3):490-498 (2002)

17. Química do cálcio

Ca elementar, cal, hidróxido, carbonato e seus polimorfos (aragonita e calcita)*, bicarbonato, sulfato (gesso), cimento, cloreto de cal

*Bessler, Rodrigues, “Os polimorfos de carbonato de cálcio - Uma síntese fácil de aragonita”, *Química Nova* 31(1):178 (2008)

18. Química de metais alcalinos e alcalino-terrosos

carbonatos de Li, Na; bicarbonato de sódio, hidróxidos de Na, K, Mg, Ca, Ba; obtenção dos metais Li, Na, K, Mg, Ba; métodos eletroquímicos; sódio em lâmpada.

19. Química de metais de transição

Embora a disciplina tenha como preocupação principal os elementos representativos, também são igualmente válidas a obtenção dos metais e também dos óxidos, cloretos, brometos, iodetos, sulfatos, sulfitos, nitratos, nitritos, carbonatos, carbonatos básicos, arsenatos, arsenitos, fosfatos, etc. de elementos de transição.

20. Outras abordagens

Também se pode escolher o tema de outras formas como, por exemplo:

- obtenção de compostos por métodos eletroquímicos
- eletrodeposição de metais
- síntese de ácidos fortes
- obtenção de produtos por processos metalúrgicos ou aluminotermia

BIBLIOGRAFIA

A pesquisa bibliográfica é de responsabilidade do aluno e deverá ser sempre a mais abrangente possível. A biblioteca do Instituto de Química dispõe de várias coleções que podem ser utilizadas. Outros materiais podem ser encontrados em outras bibliotecas. A pesquisa via internet é uma opção interessante mas deve-se ter cuidado (Veja o artigo de Markwell e Brooks, *J. Chem. Educ.* 85(3):458-459 (2008)). Os endereços de instituições universitárias e de pesquisa renomadas devem ser preferidos, em detrimento de outras cuja qualidade não se tem como atestar. A seguir são listadas algumas das obras disponíveis no próprio laboratório e na biblioteca do IQ.

1. BRAUER, G., Editor, "Handbook of Preparative Inorganic Chemistry", 2ª ed., Vols. 1 e 2, Academic Press, 1965. (Disponível no laboratório). Há uma edição mais antiga, em espanhol, na biblioteca. Trata-se de uma obra onde se encontram as sínteses de uma grande quantidade de compostos inorgânicos.
2. CALVET, E., "Química Geral - Aplicada a la Industria - Com prácticas de Laboratorio", 1a. ed., Salvat Editores, S. A.: Barcelona, 1936. (Disponível no laboratório)
3. JOLLY, W.L., "The synthesis and characterization of Inorganic Compounds", Prentice-Hall, Inc. 1970.
4. SHREVE, R.N.; BRINK, Jr., J.A., "Indústrias de Processos Químicos", 4ª ed., Editora Guanabara Dois S.A., 1980. (Tradução de Horácio Macedo, disponível na Biblioteca do IQ)
5. GREENWOOD, N. N.; EARNSHAW, A. Chemistry of The Elements, Pergamon Press, 1984.
6. COTTON, F. A.; WILKINSON, G.; MURILLO, C. A.; BOCHMANN, M. Advanced Inorganic Chemistry, 6a. ed., John Wiley & Sons, 1999.
7. BÜCHEL, K.H.; MORETTO, H.-H.; WODITSH, P., "Industrial Inorganic Chemistry", 2a. ed., Wiley-VCH, 2000. (Com o professor)
8. BUDAVARY, S., Editor, "The Merck Index", 12ª ed., Merck & Co., Inc., 1996 (Há edições mais antigas no laboratório e na biblioteca). Trata-se de uma obra importante para se obter informações sobre a toxicologia de diversos compostos e também obter referências de sínteses e análise.
9. LIDE, D.R., Editor, "Handbook of Chemistry and Physics", 81ª ed., CRC Press, 2000 (Disponível no laboratório) Há edições anteriores no laboratório e na biblioteca). Trata-se de uma obra muito útil para se obter dados físico-químicos de diversas substâncias, tais como ponto de fusão, ponto de ebulição, solubilidade, etc.
10. CHEMICAL ABSTRACTS. Obra onde são listados todos os artigos publicados no mundo na área de química, contendo os dados principais para que o artigo original possa ser localizado e um pequeno resumo. (obra encontrada na biblioteca no salão de entrada e também via internet através de marcação de horário na biblioteca pois só é possível o acesso de um usuário de cada vez). Trata-se de uma obra de grande importância para a localização de trabalhos originais. Pode ser acessada de computadores situados na Biblioteca do IQ através do Science Finder.
11. SCIENCE CITATION INDEX. Obra que pode ser acessada pela internet de qualquer computador situado no IQ no endereço pelo Portal da CAPES (Web of Science)
12. STOHMANN, F. *et alli*, "Gran Enciclopèdia de Química Industrial", Francisco Seix-Editor: Barcelona, 1930 (Disponível na Biblioteca do IQ. Enciclopèdia em 11 volumes e mais os suplementos I e II. Alguns volumes estão marcados equivocadamente como "SEIX")
13. THORPE, E., "Enciclopèdia de Química Industrial", Editorial Labor: Barcelona, 1922. (Disponível da Biblioteca do IQ. Enciclopèdia em 6 volumes - falta o volume V).
14. ULLMANN, F., "Enciclopèdia de Química Industrial", Gustavo Gili, Editor: Barcelona, 1931. (Disponível na Biblioteca do IQ. Enciclopèdia em 14 volumes - o volume 14, encadernado em laranja, contém o índice)
15. KIRK, R.E.; OTHMER, D.F.; "Encyclopedia of Chemical Technology", The Interscience Encyclopedia, Inc.: Nova Iorque, 1947. (Disponível na Biblioteca do IQ. Enciclopèdia em 13 volumes e um suplemento de 1957)
16. "Inorganic Synthesis", John Wiley & Sons, Inc., vol 1 (1939) até vol. 32 (1998).
17. JOLLY, W.L., "Preparative Inorganic Reactions", vol 1 (1964) até vol. 7 (1971).

Embora as informações disponíveis na internet devam ser olhadas com cuidado (veja, por exemplo, J. Markwell, D. W. Brooks, *J. Chem. Educ.* 85(3):458 (2008)), são indicados abaixo alguns sites que podem ser úteis.

-Constantes físicas atualizadas: <http://physics.nist.gov/cuu/Constants/index.html>

-Espectros e outras propriedades de diversos compostos: National Institute of Science and Technology-NIST: <http://webbook.nist.gov/>

-Banco de dados de espectros de compostos orgânicos mas que também contém alguns inorgânicos: http://riodb01.ibase.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/direct_frame_top.cgi

-Banco de dados de espectros de minerais e compostos inorgânicos: http://riodb.ibase.aist.go.jp/rasmin/E_index.htm

-Acesso livre às revistas Química Nova e Journal of Brazilian Chemical Society editadas pela Sociedade Brasileira de Química: <http://www.s bq.org.br>

-Regional Rio da Sociedade Brasileira de Química: <http://www.s bqrio.s bq.org.br>

-Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia-IBICT: www.ibict.br

-IUPAC: www.iupac.org

-American Chemical Society: <http://pubs.acs.org/index.html>

-Nature: www.nature.com/nature/

-Portal da CAPES: <http://www.capes.gov.br/capes/portal/>

 ➔ Periódicos CAPES: www.periodicos.capes.gov.br/

 ➔ ISI Web of Science: <http://go5.isiknowledge.com/portal.cgi/>

-Science Direct: <http://www.sciencedirect.com/> ?

-Chemical Heritage Foundation: www.chemheritage.org

Além desses, diversos outros são indicados por A.R. Santos, C.L. Firme, J.C. Barros, *Química Nova*

31(2):445 (2008)

Muitas demonstrações interessantes também podem ser encontradas no YouTube, as quais, após a devida análise, interpretação e avaliação da sua exequibilidade, podem servir para sugerir experimentos a serem realizados em laboratório. São indicados a seguir, alguns endereços, sem que esta indicação signifique um crédito de qualidade, procedimentos corretos ou explicações corretas:

NurdRage - <http://youtube.com/user/NurdRage>