

Aula 3

ESPECTROSCOPIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA NA REGIÃO DO UV-VIS

META

- Apresentar um breve histórico da espectrometria de absorção atômica (AAS);
- apresentar os fundamentos da AAS;
- apresentar os componentes de um espectrômetro de absorção atômica;
- apresentar os tipos de introdução da amostra em um espectrômetro de absorção atômica;
- apresentar as aplicações da AAS;
- apresentar as limitações da AAS;
- apresentar os métodos de cálculos na AAS.

OBJETIVOS

- Ao final desta aula, o aluno deverá:
- definir espectrometria de absorção atômica;
- entender a evolução histórica da AAS;
- entender o funcionamento de um espectrômetro de absorção atômica;
- distinguir entre as técnicas de introdução da amostra em um espectrômetro de absorção atômica;
- entender as aplicações e limitações da AAS.

PRÉ-REQUISITOS

- Saber os fundamentos da espectroscopia de absorção molecular na região do UV-VIS.

Elisangela de Andrade Passos

INTRODUÇÃO

Na aula anterior foram relatados acerca os princípios da espectroscopia de absorção molecular na região do UV-VIS. Foram relatados sobre a natureza da energia radiante, das regiões espectrais e medida de transmitância e absorvância. Além disso, foram apresentadas as fontes de radiação, monocromadores, a Lei de Beer-Lambert, a descrição detalhada da instrumentação de Espectrofotômetros e Fotômetros. Por fim foram apresentadas as aplicações da espectrofotometria de absorção molecular no UV-VIS.

Nesta aula serão apresentados os fundamentos da espectrometria de absorção atômica (AAS) na região do UV-VIS. Foi apresentado um breve histórico da AAS e os componentes de um espectrômetro de absorção atômica. Além disso, foram analisadas as técnicas de introdução da amostra que substituem o queimador na FAAS. Por fim, as principais aplicações e limitações da AAS foram apresentadas.

Ao final desta aula, você deverá compreender os princípios da espectrometria de absorção atômica e você será capaz de entender o funcionamento de um espectrômetro de absorção atômica. Além disso, você deverá saber distinguir entre as técnicas de introdução da amostra e conhecer as principais aplicações e limitações da AAS.

A espectrometria de absorção atômica (AAS, do inglês Atomic Absorption Spectrometry) baseia-se na absorção da energia radiante pelas espécies atômicas neutras, não-excitadas, em estado gasoso. Cada espécie atômica possui um espectro de absorção formado por uma série de estreitas raias características devidas a transições eletrônicas envolvendo os elétrons externos.

A AAS utiliza esse fenômeno para a determinação quantitativa de metais, semi-metais e alguns não metais em amostras ambientais, biológicas, alimentos, etc. A espectrometria de absorção atômica com Chama (FAAS, do inglês Flame Atomic Absorption Spectrometry) é a técnica mais utilizada para análises elementares em níveis de mg L^{-1} , enquanto que a espectrometria de absorção atômica com atomização eletrotérmica em forno de grafite (ETAAS, do inglês Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry) é utilizada para determinações de baixas concentrações ($\mu\text{g L}^{-1}$).

BREVE HISTÓRICO

Os primeiros estudos a cerca da absorção da luz datam de 1802, quando Wollaston iniciou estudos do espectro da luz solar. Em 1814, Fraunhofer descobriu raias visíveis no espectro solar. Brewster, em 1832, nos seus estudos concluiu que as raias de Fraunhofer eram devidas à presença de vapores na atmosfera. Em 1860, Kirchoff desenvolveu a Lei fundamental

da Absorção Atômica: “todos os corpos podem absorver radiação que eles próprios emitem”. Wood, em 1902, demonstrou o fenômeno de absorção e emissão atômica. Em 1955, Alan Walsh estabeleceu a primeira proposta instrumental do AAS com a determinação de mais de 70 elementos.

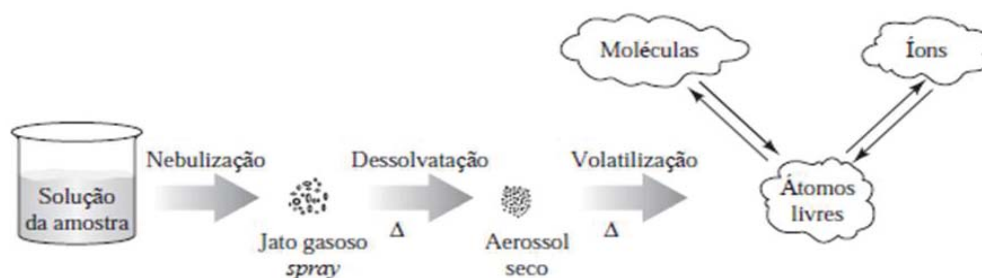
COMPONENTES DE UM AAS

Os principais componentes dos espectrofotômetros de absorção incluem: fonte, sistema de modulação de sinal, célula de absorção, monocromador, detector, amplificador e sistema de leitura.

Fonte. A fonte para AAS deve emitir radiação estável e intensa do elemento de interesse. A radiação deve ser estreita e não deve fornecer radiação de fundo ou linhas estranhas emitidas dentro da banda do monocromador. As fontes são basicamente de dois tipos: lâmpadas de cátodo oco e lâmpadas de descarga. As lâmpadas de cátodo oco são usadas mais amplamente, e consistem num tubo de vidro com grossas paredes contendo Neônio ou Argônio à baixa pressão (1-2 atm), provido de um cátodo feito ou recoberto do elemento interessado, comumente em forma de cilindro fechado em uma das extremidades, e um ânodo em forma de fio de Tungstênio. A face frontal da lâmpada é feita de quartzo ou vidro, de acordo com os comprimentos de onda a se transmitir. As lâmpadas de descarga produzem um espectro de raios por meio da passagem de uma corrente elétrica através de vapor de metal. Estas são úteis para produzir espectros dos metais alcalinos e do mercúrio.

Sistema modulador de sinal. O Sistema modulador de sinal permite minimizar ruído do sistema atomizador e minimizar problemas devido à instrumentação.

Célula de absorção. A função da célula de absorção é converter a amostra em átomos no estado fundamental no caminho óptico, ou seja, onde ocorre a atomização. As células de absorção são basicamente de três tipos: chama, forno de grafite e célula de quartzo com ou sem aquecimento. A amostra é líquida e para ser convertida em átomos gasosos seguem as seguintes etapas:



Processos que levam à produção de átomos, moléculas e íons em sistemas contínuos de introdução de amostras em uma chama.

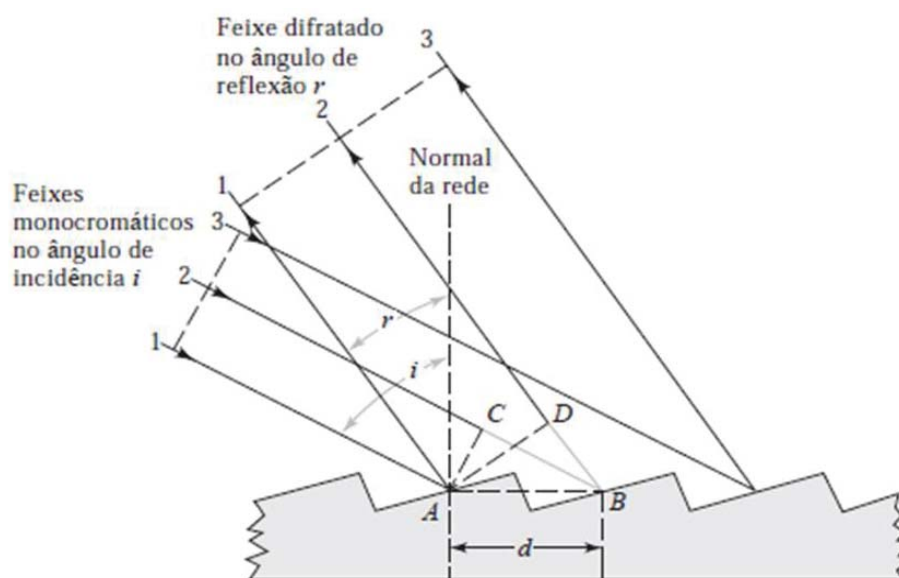
(Fonte: SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. Fundamentos de Química Analítica. Tradução da 8ª edição Americana. Ed. Thomson; São Paulo, 2007. Página 801.)

Segundo a Figura 1 a amostra contendo os elementos de interesse é convertida em pequenas gotas no processo de nebulização (v/g) que ocorre no nebulizador, dispositivo que serve para dispersar a amostra em forma de partículas atômicas neutras no caminho óptico do aparelho. As pequenas gotas penetram na chama e o solvente é vaporizado (s/g) e o vapor é dissociado em átomos gasosos mais outros processos não desejáveis podem ocorrer como íons e moléculas excitadas.

A chama é formada no queimador que pode ser de titânio por ser resistente a corrosão e não conter os elementos de interesse na sua composição. Os queimadores são de dois tipos: com fenda de 10 cm, usados na chama ar/acetileno, e de 10 cm de fenda para óxido nitroso/acetileno. O combustível mais utilizado é o acetileno (C_2H_2) e o oxidante mais utilizado é o ar atmosférico. Essa mistura confere a chama uma temperatura de 2100-2400 °C. A mistura óxido nitroso (N_2O)/acetileno confere a chama uma temperatura de 2600-2800 °C. Esta última é empregada para elementos que forma na chama compostos refratários. Uma aplicação desse tipo de chama é a determinação do alumínio, cromo, vanádio, etc.

Monocromador. O monocromador é um dispositivo capaz de isolar a raia analítica e de bloquear as raias ou bandas vizinhas, bem como a radiação de fundo da chama tanto quanto possível. O dispositivo monocromador deve deixar passar a maior quantidade de luz possível, ou seja, suas fendas devem ser ajustáveis para dar abertura a uma faixa espectral com amplitude estreita.

Os espectrofotômetros necessitam que o monocromador seja capaz de isolar mais de um comprimento de onda sem a necessidade de se alterar significativamente sua construção. Neste caso, a rede de difração é empregada como elemento monocromador. Uma rede de difração típica que opera por reflexão é construída como mostrado na Figura 2.

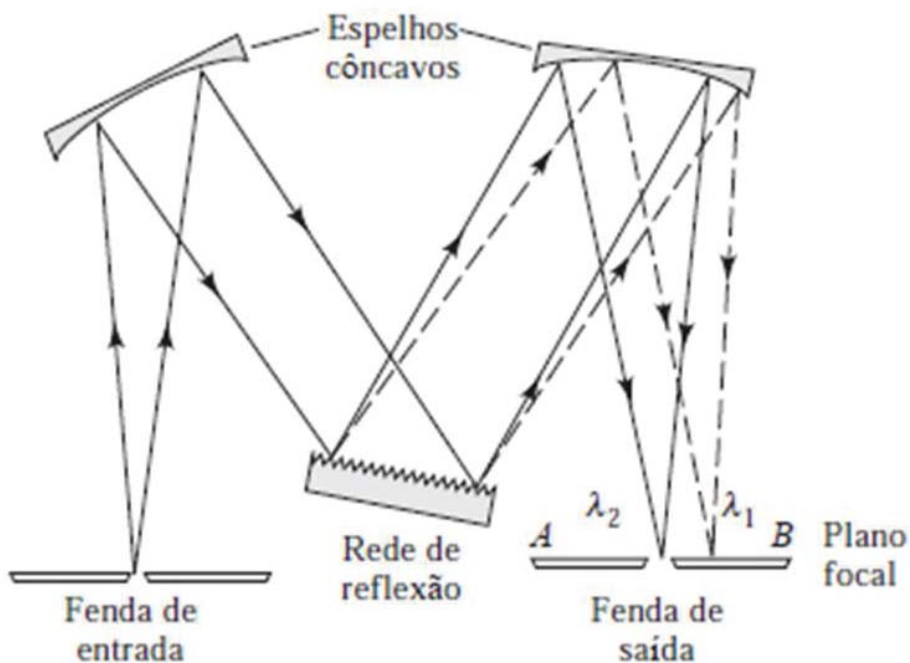


Rede de difração reflexiva.

(Fonte: SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. Fundamentos de Química Analítica. Tradução da 8ª edição Americana. Ed. Thomson; São Paulo, 2007. Página 713.)

Redes de difração construídas para operar na região UV-VIS possuem, normalmente, entre 300 e 2.000 ranhuras por milímetro. Estas ranhuras, normalmente referidas como linhas, são produzidas de forma a apresentar um ângulo que permita uma maior eficiência para certa faixa de comprimento de onda. As redes de difração podem fornecer excelente resolução espectral, isolando faixas muito estreitas de comprimento de onda. Esta habilidade depende não somente do número de ranhuras por milímetro, mas, também, de toda a construção e características de outros elementos ópticos empregados na construção do espectrofotômetro, como espelhos e fendas de entrada e saída de luz.

A Figura 3 mostra um monocromador denominado de Czerny-Turner, constituído por uma rede de difração, dois espelhos côncavos e duas fendas. A fenda de saída pode ser posicionada para isolar um determinado comprimento de onda. Alternativamente, a fenda de saída pode ser fixa e a rede de difração ser movimentada, alterando-se o ângulo de incidência da luz policromática e permitindo que os diferentes comprimentos de onda sejam projetados sobre a fenda de saída.



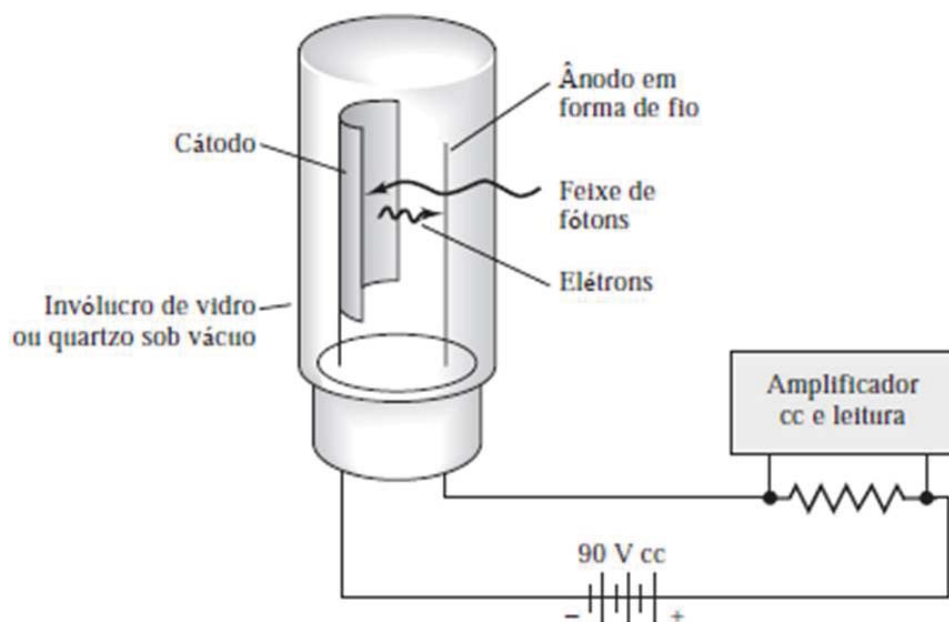
Sistema monocromador de Czerny-Turner simétrico.

(Fonte: SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. Fundamentos de Química Analítica. Tradução da 8ª edição Americana. Ed. Thomson; São Paulo, 2007. Página 711.)

Detectores de Radiação. Um detector de radiação é um dispositivo capaz de converter a energia radiante, que sobre este incide em um sinal elétrico normalmente constituído por uma corrente elétrica cuja grandeza é proporcional a intensidade da radiação monitorada. Os detectores apresentam, sem exceção, sensibilidade dependendo do comprimento de onda

da radiação que sobre este incide. Os detectores na AAS são basicamente de três tipos: fototubo a vácuo, tubo fotomultiplicador e Diodo de Silício.

Um fototubo a vácuo é um detector de radiação constituído de um tubo de vidro selado no interior do qual se faz vácuo e onde estão contidos dois eletrodos, um cátodo cilíndrico, cuja superfície é revestida por um material fotoemissível (que emite elétrons ao ser atingido pela luz) e um fio metálico que constitui o ânodo. Entre os eletrodos é aplicado um potencial que faz com que os elétrons emitidos fluam para o ânodo gerando uma fotocorrente. Esta fotocorrente pode ser facilmente amplificada para fornecer um sinal proporcional à intensidade de luz que incide sobre o fotocátodo. A faixa de comprimento de onda que pode ser monitorada por este tipo de detector depende do material que reveste o cátodo. De uma forma geral, a região entre 200 e 900 nm pode ser monitorada por dispositivos deste tipo. A figura 4 mostra o esquema de um detector de fototubo a vácuo.

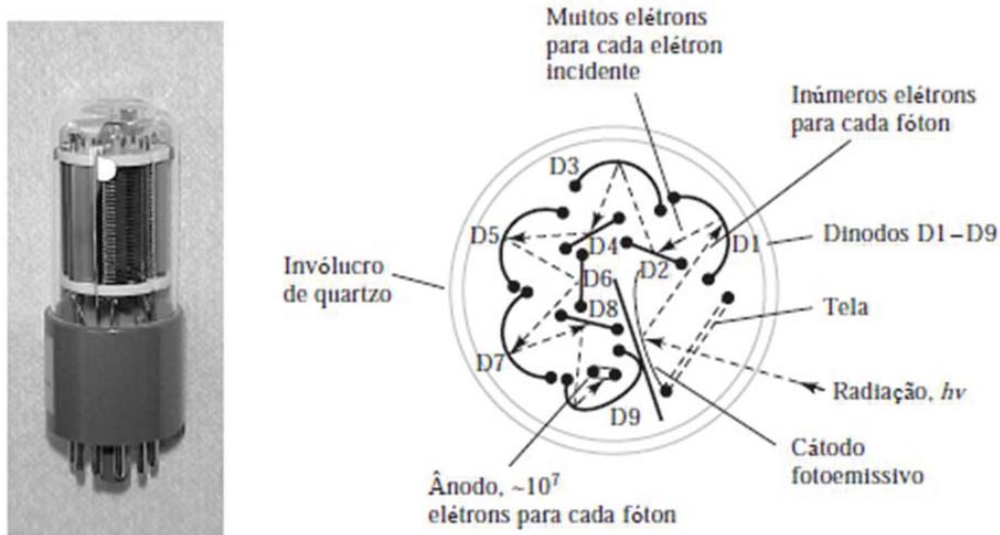


Esquema de um detector de fototubo à Vácuo.

(Fonte: SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. Fundamentos de Química Analítica. Tradução da 8ª edição Americana. Ed. Thomson; São Paulo, 2007. Página 723.)

Quando a intensidade da radiação a ser medida é baixa, pode-se empregar um tubo fotomultiplicador, Este detector pode ser descrito como uma série de eletrodos nos quais o fluxo de elétrons gerado em um é empregado na obtenção de uma corrente elétrica maior. Esta corrente é originada pelo choque dos elétrons, acelerados por um campo elétrico, contra a superfície do outro eletrodo. Cada eletrodo recebe o nome de dinodo e entre estes é estabelecida uma diferença de potencial da ordem de 90 V. É possível, devido a amplificação do número de elétrons a cada estágio, em um sistema de nove dinodos, produzir cerca de 10^6 elétrons para cada

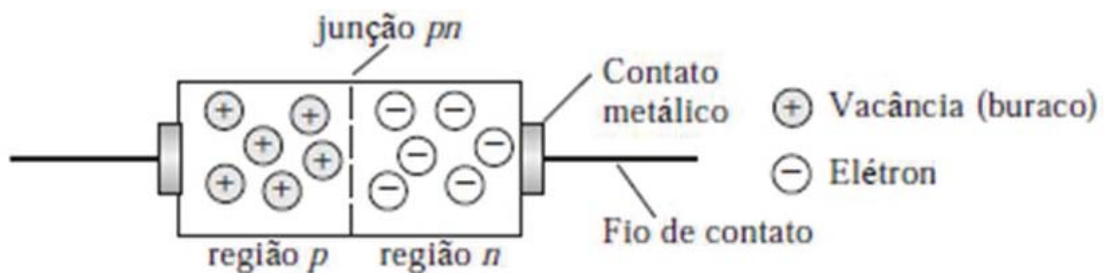
fóton incidente no cátodo do fototubo. Esta corrente atinge finalmente o anodo e pode ser ainda mais amplificada. A Figura 5 mostra o esquema de um detector de fotomultiplicador.



Esquema de um detector de tubo fotomultiplicador.

(Fonte: SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. Fundamentos de Química Analítica. Tradução da 8ª edição Americana. Ed. Thomson; São Paulo, 2007. Página 723.)

Outro tipo de detector, de uso bastante difundido na moderna espectrofotometria é aquele de Diodo de Silício. Este detector é constituído de uma junção pn polarizada reversamente. A condutância da junção é praticamente nula no escuro, porém a incidência de fótons sobre esta junção pode gerar pares de elétrons e “buracos”, promovendo o aparecimento de uma fotocorrente. Detectores deste tipo podem ser empregados na faixa espectral entre 190 a 1100 nm, com sensibilidade intermediária entre a do fototubo e da fotomultiplicadora. A Figura 6 mostra o esquema de um detector de diodo de silício.



Esquema de um detector de diodo de silício.

(Fonte: SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. Fundamentos de Química Analítica. Tradução da 8ª edição Americana. Ed. Thomson; São Paulo, 2007. Página 725.)

Amplificador e sistema de leitura. O sinal de saída da fotomultiplicadora é ainda amplificado antes de ir para ao sistema de leitura. A amplificação de corrente alternada é preferida a corrente contínua, sendo sujeita a flutuações. O sistema de leitura mais simples são os analógicos. Hoje, praticamente, todos os AAS tem mostradores digitais, que são mais acurados reduzindo o erro de leitura. É comum o uso de microprocessadores no sistema de leitura.

INTERFERÊNCIAS EM AAS

As interferências em AAS é qualquer fato que altere a população de átomos já que a concentração é proporcional a população de átomos. As interferências são basicamente de três tipos: interferências espectrais, emissão de fundo, ionização e interferências aniônicas.

Interferências espectrais. Radiações emitidas de outras espécies e seus óxidos dentro da faixa de comprimento de onda isolada pelo aparelho. Sua extensão depende do tipo de instrumento usado, da temperatura da chama e da relação de concentrações do interferente e do elemento. O problema pode ser resolvido utilizando espectrofotômetros à base de filtros.

Emissão de fundo. Radiações contínuas de fundo emitidas pela própria chama. Se a emissão for proveniente da chama pode-se usar o recurso de aspirar o solvente puro da chama subtraindo a resultante leitura das medidas com a amostra. Pode ser absorvida pela mesma espécie no estado fundamental. Assim. A auto-absorção impede que um fóton emitido alcance o detector (a auto-absorção aumenta proporcionalmente à concentração do elemento emissor).

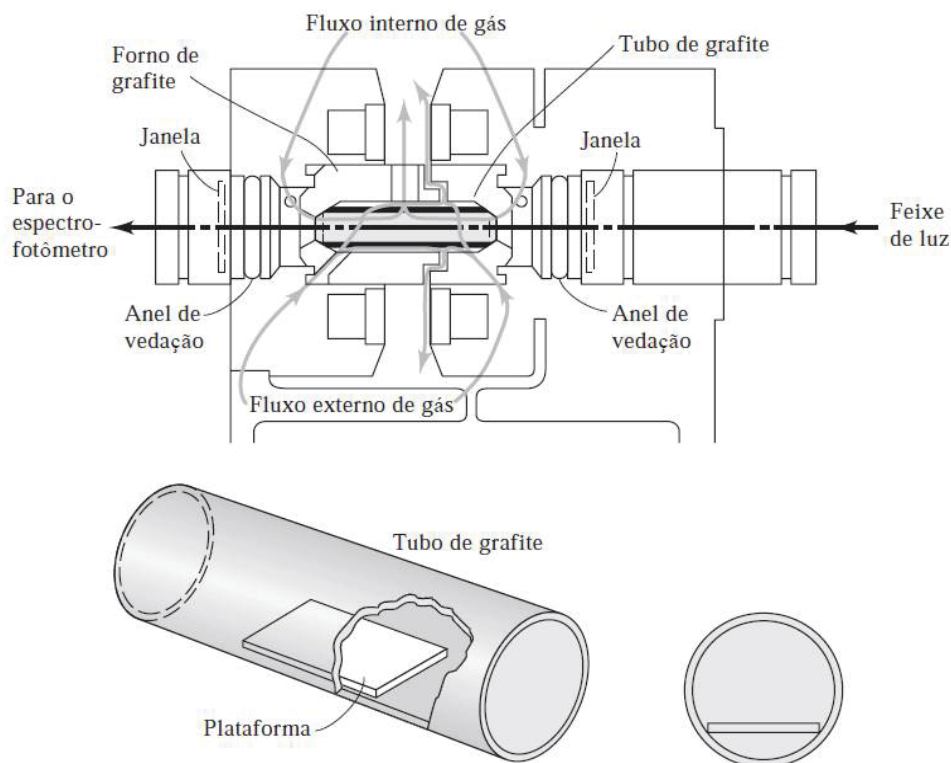
Ionização. A chama quando muito quente fornece energia suficiente para ionizar os metais alcalinos, e a ionização diminui a concentração de átomos neutros disponíveis. Sendo assim, observa-se a diminuição da intensidade da emissão nas chamas mais quentes. Outro efeito relacionado é a exaltação catiônica, que resulta da repressão do metal interessado pela presença do metal interessado pela presença de um segundo; e pode ser amenizada pela adição de uma alta concentração do elemento potencialmente interferente (tampão de radiação) aos padrões e à amostra, de modo a diminuir o efeito das pequenas concentrações dos interferentes presentes na amostra.

Interferências aniônicas. Envolve formação, com o cátion em questão, de composto que se volatilizam apenas lentamente à temperatura da chama, de forma incompleta. Ou seja, as concentrações dos átomos neutros disponíveis para excitação são limitadas pela incompleta volatilização. Às vezes é recomendável a substituição do ânion passando a solução através de uma resina trocadora de ânions, ou o uso de agentes precipitantes apropriados, ou ainda a adição de agentes liberatórios, que se combinam com o ânion interferente ou o deslocamento pela complexação do cátion.

FORNO DE GRAFITE

Em 1958, L'vov introduziu o conceito de atomização eletrotérmica. Ele propôs o uso de um forno de grafite como atomizador (substituindo o nebulizador na chama), baseado no forno de King que foi projetado em 1905. A idéia de L'vov era que a atomização da amostra deveria ocorrer em uma única etapa, dentro de um forno de grafite aquecido eletricamente, permitindo dessa forma, obter uma grande melhoria da sensibilidade da técnica, com menor consumo de amostra. Assim a técnica ficou conhecida como espectrometria de absorção atômica com atomização eletrotérmica em forno de grafite (ETAAS, do inglês Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry), fazendo uso de atomizadores metálicos ou de grafite, sendo o último o mais popular e extremamente difundido em pesquisas.

Na técnica ETAAS, um pequeno volume da amostra (5-100 μL) é introduzido por uma micropipetador ou autoamostrador no interior de um tubo de grafite postado no caminho óptico do aparelho. Ou seja, no local do queimador do FAAS. O aquecimento da amostra se dá em três etapas: (a) secagem, onde o tubo é levado à temperatura de vaporização do solvente (50-200 $^{\circ}\text{C}$); (b) pirólise, onde o tubo é levado à temperatura que o analito se volatilize e elimine os contaminantes (200-800 $^{\circ}\text{C}$); (c) atomização, o forno é levado à temperatura de atomização do analito, e, (d) limpeza, nessa etapa o tubo é limpo para a próxima análise.



Atomizador de forno de grafite (a) e A plataforma de L'vov e sua posição no forno de grafite (b). (Fonte: SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. Fundamentos de Química Analítica. Tradução da 8ª edição Americana. Ed. Thomson; São Paulo, 2007. Página 810.)

Entre as vantagens do forno de grafite podemos destacar: a alta sensibilidade, requer pouca amostra, possibilidade de automação, maior tempo de residência. Algumas interferências são conferidas à técnica, para minimizá-las foi introduzido por Slavin o conceito de STPF (do inglês Stabilized temperature platform furnace). Resumindo o conceito STPF estabelece que: (a) o analito deve ser estável até a temperatura de pirólise; (b) deve ser aplicável a um grande número de analito; (c) aumentar o tempo de vida do tubo; (d) reduzir a interferência de fundo, e, (e) aquecimento rápido e menor consumo de gás de arraste, em geral o argônio é o mais popular e extremamente difundido em pesquisas.

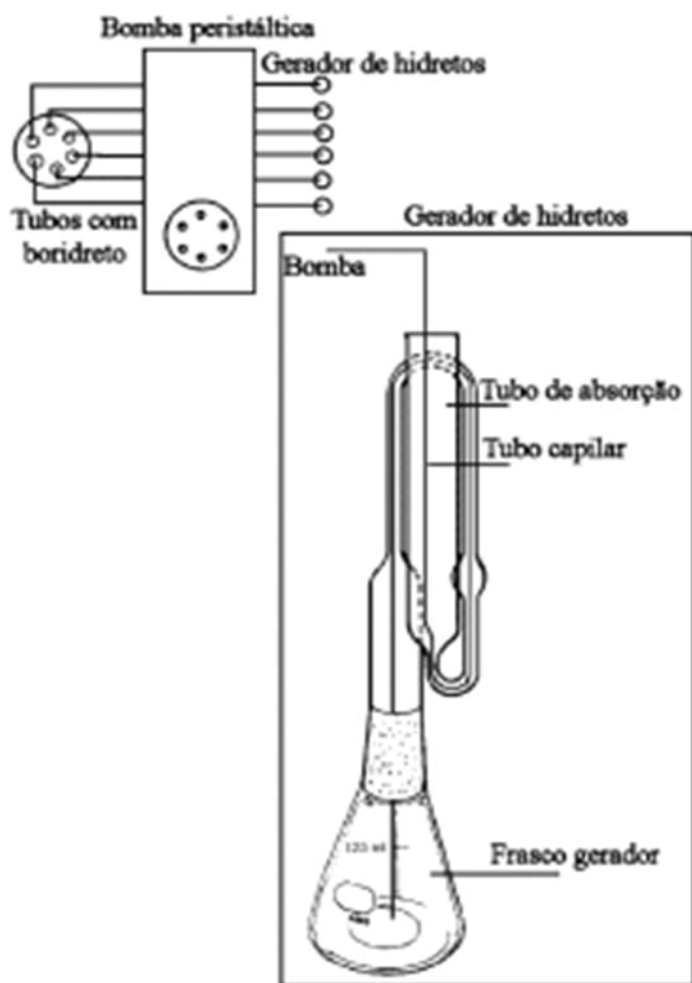
GERADOR DE HIDRETO

Elementos como S, Bi, Ge, Pb, Sb, S, Se e Te possuem a propriedade em formar hidretos ao reagirem com hidrogênio nascente. Os compostos binários de H com alguns elementos são conhecidos como hidretos e são caracterizados para se apresentarem em estado gasoso à temperatura ambiente.

O hidreto formado é transportado para a célula de atomização

A amostra acidificada ao se misturar com um hidreto reage e forma hidretos voláteis de algumas espécies. A geração dessas espécies é conhecida como geração de hidreto. De forma semelhante pode gerar vapor frio, por exemplo, Hg. A geração dessa espécie é conhecida como geração de vapor frio.

O hidreto pode ser formado por diversos reagentes redutores, sendo o borohidreto de sódio (NaBH_4) em meio ácido o mais utilizado, devido a reação ser rápida permite assim a automação. O hidreto gerado é transportado pelo gás de arraste, geralmente argônio, a uma célula de quarto postado no caminho óptico do aparelho. Ou seja, no local do queimador do FAAS.



Esquema de um Gerador de Hidreto

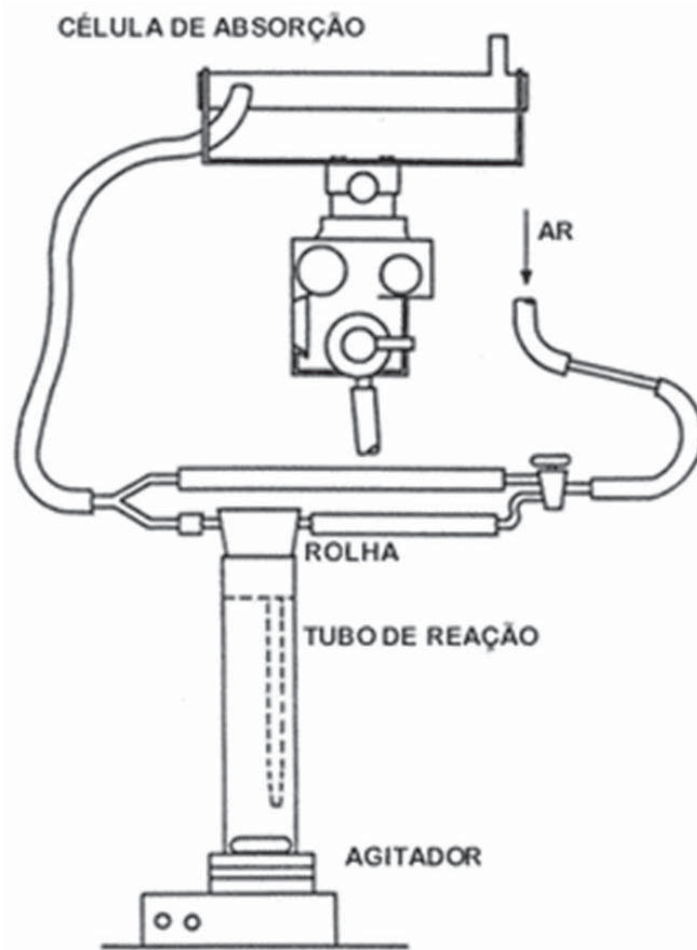
(Fonte: <http://www.scielo.br/pdf/aa/v39n4/v39n4a23.pdf> acessado em 12/02/2011)

As principais vantagens dessa técnica são: a redução dos interferentes, já que o analito é separado da matriz; a concentração do analito; possibilidade de especiar o analito, e, automação do sistema. As principais limitações são: cinética de geração dos hidretos metálicos; pH reacional, e, que os estados de oxidação afetam as medidas.

VAPOR FRIO

Esta técnica é específica para mercúrio. O mercúrio é o único elemento metálico que existe na forma atômica na temperatura ambiente. Assim, basta proceder na redução e transportá-lo pelo gás de arraste, geralmente argônio, a uma célula de quarto postado no caminho óptico do aparelho. Ou seja, no local do queimador do FAAS.

O cloreto de estanho, SnCl_2 , em meio ácido é usado como redutor. Este reduz somente o mercúrio inorgânico e alguns organomercuriosos, o metil-Hg, não é reduzido. A redução completa do metil-Hg pode ser alcançada com SnCl_2 em meio básico, na presença de CdCl_2 , ou usando NaBH_4 .



Esquema de um Gerador de Vapor frio

(Fontes: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611999000100006 acessado em 12/02/2011)

APLICAÇÕES

A espectrofotometria permite determinar em torno de 70 elementos na faixa de 1 a 10 mg L⁻¹. A FAAS determina aproximadamente 64 elementos, o ETAAS, aproximadamente 55 elementos, a geração de hidretos, 8 elementos e vapor frio um elemento (Hg). As técnicas de absorção atômica podem ser aplicadas a vários tipos de amostras, tais como: ambiental (solos, águas, plantas, sedimentos), biológica (urina, cabelo, outros fluidos), alimentos e industrial (fertilizantes, lubrificantes, minérios).

LIMITAÇÕES

A espectrometria de absorção atômica tem como limitações (a) não fornecer informações sobre a forma química do metal (espeiação); (b) a preparação de amostras pode ser demorada; (c) técnica limitada a metais e metalóides; (d) técnica destrutiva da amostra; (e) custo do aparelho elevado e, (f) técnica monoelementar. Alguns pesquisadores vem desenvolvendo instrumentação para a determinação multielementar.

LEIA MAIS

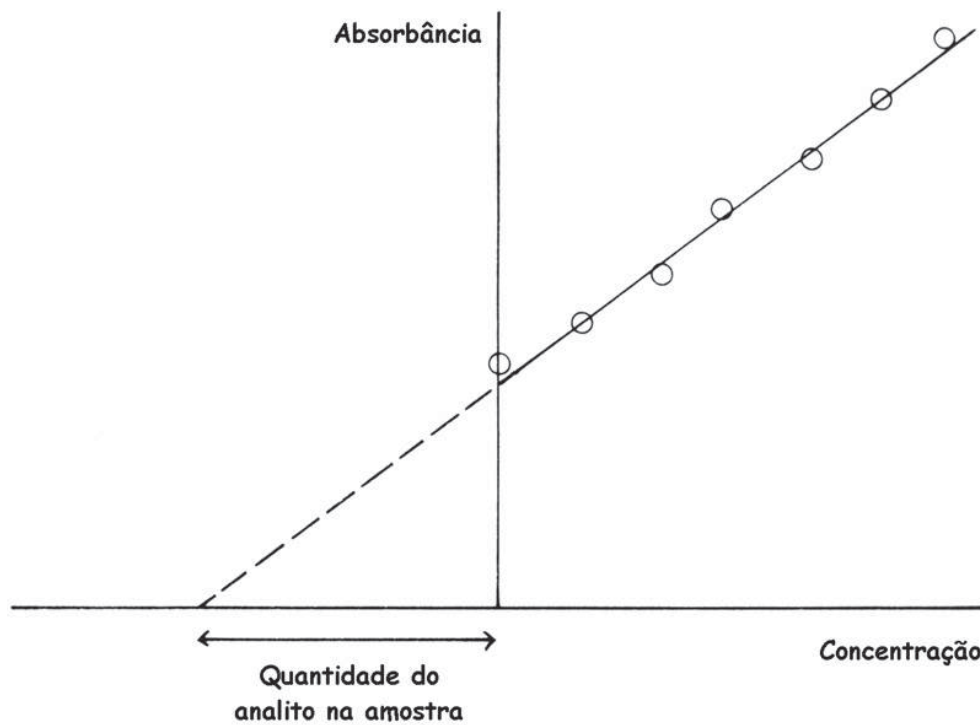
Leiam o artigo intitulado “Espectrometria de absorção atômica: o caminho para determinações multi-elementares“ que está disponível na plataforma. Em seguida, faça um resumo sucinto das principais idéias do texto.

MÉTODOS DE CÁLCULO

O cálculo da concentração do analito por AAS pode ser por dois métodos: curva analítica e método de adição de padrão.

Curva Analítica. Depois de localizar o comprimento de onda apropriado para a medida da absorbância da substância que se quer determinar, deve-se verificar se o sistema segue a lei de Beer, o que se consegue a partir da representação gráfica de valores de absorbância, para um dado número de soluções-padrão, em função da sua concentração.

Método da adição de Padrão. É um método empregado para eliminar, ou minimizar, os efeitos dos constituintes não desejados, conhecidos como interferentes. No método de adição de padrão as leituras de absorbância são feitas em várias soluções, todas elas contendo a mesma alíquota de solução amostra e concentrações diferentes de padrão adicionado. Ver Figura 10.



Método da Adição de Padrão

PARA SABER MAIS

Se você se interessou pelo tema e deseja saber mais, consulte os capítulos 25 e 28 do livro Fundamentos de Química Analítica, 8ª Edição, Editora Thomson, escrito pelos autores Skoog, West, Holler e Crouch.

CONCLUSÃO

Nessa sessão foram apresentados os fundamentos da espectrometria de absorção atômica na região do UV-VIS. Foi também apresentado a evolução dos primeiros estudos acerca da AAS de 1802 a 1955. Os componentes de um espectrômetro de absorção atômica foram detalhados. Assim como as interferências espectrais, emissão de fundo, ionização e interferências aniônicas.

São técnicas de introdução da amostra o forno de grafite, o gerador de hidreto e o vapor frio, já que são postados no caminho óptico e, portanto substituem o queimador na FAAS. Na interpretação dos resultados podem ser usadas a curva analítica e o método de adição de padrão.



RESUMO

A espectrometria de absorção atômica refere-se ao conjunto de técnicas fundamentadas na interação entre a radiação e os átomos no estado livre. Esta técnica é aplicada na determinação quantitativa de metais, semi-metals e alguns não metais em amostras ambientais, biológicas, alimentos, etc. Alan Walsh, em 1955, estabeleceu a primeira proposta instrumental do AAS com a determinação de mais de 70 elementos. Os principais componentes dos espectrofotômetros de absorção incluem: fonte, sistema de modulação de sinal, célula de absorção, monocromador, detector, amplificador e sistema de leitura. As interferências em AAS são eventos que alteram a população de átomos. Estas são classificadas em interferências espectrais, emissão de fundo, ionização e interferências aniônicas. O forno de grafite, o gerador de hidreto e o vapor frio são técnicas de introdução da amostra, uma vez que substituem o queimador no caminho óptico da FAAS. Os resultados obtidos por AAS podem ser calculados pela curva analítica e pelo método de adição de padrão.



ATIVIDADES

A determinação de íons metálicos empregando técnicas de espectrometria de absorção atômica requer que as amostras a serem analisadas estejam na forma de solução. Isso ocorre por meio de técnicas de digestão, seja ela uma fusão ou dissolução ácida, levando a diluição da concentração do analito na amostra em sua forma final. Qual seria uma alternativa viável para evitar esse problema?

COMENTARIO SOBRE AS ATIVIDADES

Uma alternativa seria aumentar a massa amostra. Em alguns casos isto não é possível, como por exemplo, em amostras biológicas, tal como sangue. Não é aconselhável retirar um grande volume de sangue em humanos, para análise de um analito. Uma alternativa viável seria o emprego da técnica de amostragem sólida, na qual a determinação do analito é realizada diretamente no equipamento. Além disso, reduz sensivelmente as contaminações e/ou perdas do analito durante o preparo da amostra, diminui o uso de reagentes e, ainda, torna a análise mais rápida.

Para compreender melhor os conceitos e aplicações da amostragem sólida leiam o artigo intitulado “Amostragem de suspensões: Emprego da técnica na análise direta de amostras” que está disponível na plataforma. Em seguida, faça um resumo sucinto das principais idéias do texto.



AUTO-AVALIAÇÃO

- Entendo os princípios da espectrometria de absorção atômica?
- Sou capaz de entender a evolução histórica da AAS?
- Consigo entender o funcionamento de um espectrômetro de absorção atômica?
- Distingo entre as técnicas de introdução da amostra em um espectrômetro de absorção atômica?
- Entendo as aplicações e limitações da AAS?



PRÓXIMA AULA

Na próxima aula iremos abordar acerca da Espectroscopia de Emissão Atômica no UV-VIS.

REFERÊNCIAS

- HARRIS, D. **Análise Química Quantitativa**. Ed. LTC, 5 ed.; Rio de Janeiro, 2001.
- SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. **Fundamentos de Química Analítica**. Tradução da 8 ed. Americana. Ed. Thomson; São Paulo, 2007.
- CHRISTIAN, G.D. **Analytical Chemistry**, 6 ed. Ed. John Wiley & Sons Inc, EUA, 2004.
- MAGALHÃES, C.E.C.; ARRUDA, M.A.Z, **Amostragem de suspensões: emprego da técnica na análise direta de amostras**. *Química Nova*, v.21, n.4, p.459-466, 1998.
- AMORIM, F.A.C.; LOBO, I.P.; SANTOS, V.L.C.S.; FERREIRA, S.L.C. **Espectrometria de absorção atômica: o caminho para determinações multi-elementares**. *Química Nova*, v.31, n.7, p.1784-1790, 2008.