

# Aula 10

## **GASES NOBRES (GRUPO 18/VIII)**

### **META**

Identificar as propriedades dos elementos do Grupo 18/VIII da tabela periódica.

### **OBJETIVOS**

Ao final desta aula, o aluno deverá:

- Reconhecer as propriedades dos elementos do Grupo 18 e seus compostos;
- Conhecer a ocorrência e obtenção dos elementos do Grupo 18;
- Conhecer as aplicações dos gases nobres.

### **PRÉ-REQUISITOS**

- Conhecimentos acerca de estrutura atômica e configuração eletrônica;
- Propriedades periódicas dos elementos.

**Eliana Midori Sussuchi**  
**Danilo Oliveira Santos**

## INTRODUÇÃO

Nesta aula será tratado o grupo menos reativo da tabela periódica, o Grupo 18/VIII. Os elementos deste grupo são denominados gases inertes e gases raros. Porém, essa nomenclatura torna-se inadequada a partir da descoberta dos fluoretos de xenônio. O xenônio é o único gás nobre que forma uma ampla variedade de compostos e somente com elementos altamente eletronegativos. Antes de 1962, os materiais de que os gases nobres mantidos numa matriz sólida tal como grafite eram conhecidos, mas estes não são compostos no sentido tradicional. No entanto, em 1962, a reação foi realizada por Neil Bartlett e D. H. Lohmann que resultou no primeiro composto "real" de um gás nobre. Os gases nobres possuem um octeto completo de elétrons,  $ns^2 np^6$ , na camada mais externa. Essa configuração eletrônica é muito estável e está relacionada com a baixa reatividade química dos gases nobres. Os gases têm alto potencial de ionização, com exceção do hélio e do neônio, não tão extremamente elevada que as reações são impossíveis. Estes elementos têm uma química interessante e são bastante abundantes. O hélio, por exemplo, é o segundo elemento mais abundante no universo, e o argônio é o terceiro componente mais abundante de ar seco, cerca de 24 vezes mais abundante em volume como o dióxido de carbono.

Todos os elementos do Grupo 18 são incolores, inodoros, gases monoatômicos à temperatura ambiente. Eles não entram em combustão; na verdade, eles formam o grupo menos reativo da tabela periódica. Os pontos muito baixos de fusão e de ebulição dos gases nobres indicam que as forças de dispersão que prendem os átomos em conjunto nas fases sólida e líquida são muito fracas. A tendência dos pontos de fusão e de ebulição corresponde ao aumento do número de elétrons e, portanto, maior polarizabilidade.

Tabela 1. Pontos de fusão e ebulição dos gases nobres.

Gás Nobre	Ponto de fusão (°C)	Ponto de Ebulição (°C)	Número de elétrons
He	-	-269	2
Ne	-249	-245	10
Ar	-189	-186	18
Kr	-157	-152	36
Xe	-112	-109	54
Rn	-71	-62	86

Uma vez que os elementos são todos os gases monoatômicos, há uma tendência bem definida de densidades na mesma pressão e temperatura. A tendência é uma reflexão simples do aumento da massa molar. O Argônio tem uma densidade de  $1,3 \text{ g.L}^{-1}$ ; assim, em relação ao Ar, o hélio tem uma densidade extremamente baixa ( $0,2 \text{ g.L}^{-1}$ ). Por outro lado, o radônio é um mais denso de gases nobres ( $10,6 \text{ g.L}^{-1}$ ).

Até 1962, a única espécie conhecida que envolve os gases nobres são os clatratos, compostos "gaiolas" no qual os átomos de gases nobres poderiam ser presos. Estes clatratos tornaram-se agora de interesse novamente para explicar por que a atmosfera da lua de Saturno Titã não tem o criptônio e xenônio que deve estar presente desde a formação deste grande lua. Atualmente, os cientistas pensam que estes gases estão na forma de clatratos de gelo na superfície da lua desde que o sistema solar se formou e a superfície da lua arrefecida.

Atualmente, os compostos químicos que foram isolados em temperatura ambiente são os três membros mais pesados do grupo: criptônio, xenônio e o radônio. Alguns compostos de criptônio são conhecidos, enquanto que de xenônio tem uma extensa química. O estudo da química do radônio é muito complicado porque todos os isótopos de radônio são altamente radioativos.

## ELEMENTOS QUÍMICOS DO GRUPO 18

Hélio ainda é um líquido a temperaturas mais baixas que podemos alcançar. Mesmo a uma temperatura de  $1,0 \text{ K}$ , é necessária uma pressão de cerca de  $2,5 \text{ MPa}$ , para fazer com que ele solidifique. No entanto, o hélio líquido é uma substância surpreendente. A uma pressão de  $100 \text{ kPa}$ , o gás condensa a  $4,2 \text{ K}$ , para formar um líquido normal (referida como hélio I), mas quando arrefecida abaixo de  $2,2 \text{ K}$ , as propriedades do líquido (agora hélio II) são radicalmente diferentes. Por exemplo, hélio II é incrivelmente um bom condutor térmico,  $106$  vezes maior do que o hélio I e muito melhor do que até mesmo a prata, o melhor condutor metálico à temperatura ambiente. Ainda mais surpreendente, a sua viscosidade cai para  $0$ . Quando o hélio II é colocado em um recipiente aberto, ele literalmente "sobe as paredes" e corre ao longo das bordas. Estes e muitos outros fenômenos interessantes exibidos por hélio II são mais bem interpretados em termos de comportamento quântico nos de possíveis estados de menor energia do elemento.

O Argônio é um gás nobre incolor, insípido e inodoro. Foi descoberto por Henry Cavendish em 1785 e foi nomeado Argônio, que é derivado da palavra grega "Argos", que significa inativo. Cavendish formava óxidos de nitrogênio pela passagem de correntes elétricas através do ar, em seguida, dissolvida em água para obter ácido nítrico, mas não conseguiu obter todo o ar para reagir. Ele suspeitava que houvesse um componente do gás, mas

não identificou. Ramsay e Rayleigh passaram a isolar este componente em 1894, e o novo elemento encontrado foi assim chamado argônio.

Argônio é muito abundante na atmosfera, com 0,943% de Ar, em volume. Ele também é encontrado na fotosfera: os cientistas são capazes de medir a abundância de argônio olhando para a quantidade encontrada em explosões solares, vento solar, e amostras da atmosfera de Júpiter.

Durante anos Argônio foi utilizado em lâmpadas incandescentes comuns para substituir o oxigênio que encurtava o tempo de vida do filamento. Ele é utilizado em alguns tipos de solda onde os gases atmosféricos ativos iriam interferir com o processo. Argônio é também usado em vários tipos de "luz negra" ou lâmpadas UV desde excitação do gás produz uma quantidade significativa de radiação ultravioleta.

O neônio é mais comumente conhecido através de seu uso em lâmpadas incandescentes e sinal de publicidade que emitem uma cor vermelha-alaranjado brilhante. O nome para o elemento de neônio é derivado da palavra grega "neos"- novos. O neônio e outros gases nobres são altamente não reativos e só encontrados em pequenas quantidades na atmosfera, não foram descobertos até o final do século XIX. Neônio foi descoberto em 1898 pelos químicos William Ramsay e Morris M. Travers, juntamente com criptônio e xenônio. Eles realizaram o isolamento destes gases inertes por meio de destilação fracionada de ar. Através de um processo de duas etapas de condensação, em seguida, a evaporação, eles foram capazes de interceptar outros componentes do ar. Inicialmente, foram considerados os elementos do Grupo 18 para serem gases inertes, como eram altamente não reativos com qualquer outro elemento. No entanto, em 1962 compostos de criptônio e xenônio foram sintetizados com flúor, refutando a sua qualidade inerte. Portanto, esses elementos foram renomeados os gases nobres.

Neônio é mais notável por seu uso na iluminação neônio e sinais. Estas luzes de neônio são feitas com tubos de vidro ou plástico cheios de gás neônio. Como a eletricidade passa por estes tubos, descarga elétrica produz elétrons de alta energia que atingem os átomos de neônio mudando seu estado de energia, com o fóton de luz é emitida.

O criptônio é um dos seis elementos de gases nobres (Grupo 18), que são amplamente conhecidos pela sua "inércia" relativa e dificuldade na formação de compostos químicos com quaisquer outros elementos, devido a estes elementos têm octetos de valência completos. Ao contrário do pensamento inicial, no entanto, o criptônio reage com os elementos altamente eletronegativos e é usado em outros fins comerciais e iluminação. Ele ocupa o sexto lugar em abundância na atmosfera. Tal como acontece com os outros gases nobres, o criptônio é isolado a partir do ar por liquefação.

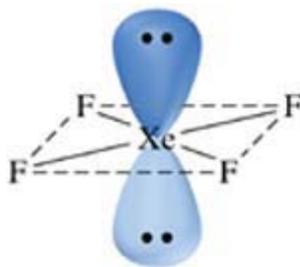
O criptônio foi descoberto juntamente com neônio e xenônio por Rayleigh e Morris Travers em 1898 pela a evaporação de quase todos os componentes do ar líquido. O nome Criptônio é derivado da palavra

"Kryptos" que significa "escondido". No entanto, a qualidade inerte desses gases foi refutada quando compostos de xenônio foram criados em 1962 e um composto de Criptônio ( $\text{KrF}_2$ ) foi sintetizado com sucesso um ano depois. Isto provou que este grupo de gases não é necessariamente inerte. Embora ambos Kr e Xe tem octetos de valência completos, ambos são o mais facilmente ionizados do grupo. Ele simplesmente tomou um elemento de eletronegatividade elevada, neste caso o flúor, para forçar Xe e Kr a reagir sob altas temperaturas.

Xenônio é mais notável por sua luminescência brilhante nas lâmpadas. Ele é único por ser o primeiro elemento de gás nobre a ser sintetizado em um composto. O Xe é um gás inodoro e incolor que existe apenas em quantidades vestigiais na atmosfera, é muito difícil de tomar conhecimento dele. Xenônio e outros gases nobres foram descobertos por evaporação de ar liquefeito e recolha do resíduo. Ao arrefecer o ar abaixo do ponto de ebulição (de gás para líquido), o ar que se condensam a um líquido. O ar líquido é então gradualmente aquecido, vaporizar gases mais leves, como oxigênio e nitrogênio. O gás xenônio pode então ser confinado separadamente da atmosfera. A coleta de xenônio é cara porque há menos de 1 parte por milhão em volume de atmosfera da Terra.

Xenônio é mais comumente utilizado em lâmpadas de luz e como um anestésico geral. Quando é preso dentro de uma lâmpada, a eletricidade descarregada através do xenônio gasoso que emitem uma luz brilhante de todo o espectro. Estas lâmpadas são muito comuns em faróis de automóveis, tais como as lâmpadas do Audi A4. Outros usos comuns de xenônio estão em raios-X, painéis de plasma, e anestésicos.

O gás nobre com propriedades químicas mais extensas é o xenônio. Os números de oxidação diferentes de zero mais importantes do xenônio são +2, +4, e +6 e compostos com ligações Xe-F, Xe-O, Xe-N e Xe-C são conhecidos. As propriedades químicas do vizinho mais leve do xenônio, o criptônio, são muito mais limitadas. O estudo da química do radônio, da mesma forma que com o astato, é inibida pela radioatividade elevada do elemento.



(Fonte: Bibliografia 6)

Figura 1: Molécula de  $\text{XeF}_4$  que apresenta uma geometria quadrado planar.

O radônio é um gás incolor e inodoro. Ele afunda no ar, porque tem uma alta densidade que é, portanto, muitas vezes encontrados nos porões de casas, particularmente em áreas onde contém um monte de xisto e rochas no solo. Descoberto em 1900 por Friedrich Dorn, o radônio é um gás nobre radioativo considerado como um potencial perigo para a saúde em algumas casas. Ele também tem aplicações médicas para o tratamento do câncer. Seu nome original era para ser “Niton” - brilhante, mas acabou por ser nomeado como um derivado do rádio. Radônio é encontrado em depósitos subterrâneos onde é produzida pelo urânio e decadência do rádio.

Radônio tem uma variedade de fontes, incluindo o urânio, e contém rochas como o granito, xisto, rocha de fosfato e uraninita. Radônio pode escapar a partir destas fontes e migram para o fornecimento de ar e água circundante. Ela pode ser encontrada na água de poço, fontes de gás natural, e materiais de construção. Fontes de radônio são encontrados em todo os Estados Unidos, em casas, escolas e empresas que foram construídos em cima de solos ricos em radônio. Devido à sua forte densidade, radônio normalmente flutua para baixo e é frequentemente encontrada nos porões de edifícios.

### APLICAÇÕES DOS GASES NOBRES

O principal uso do argônio é para obtenção de atmosferas inertes em processos metalúrgicos, como por exemplo, na solda de aço inoxidável, titânio, magnésio e alumínio. Quantidades menores são usadas no crescimento de cristais de silício e de germânio para transistores, em lâmpadas elétricas incandescentes e fluorescentes.

O hélio tem o ponto de ebulição mais baixo que qualquer outro líquido conhecido, sendo utilizado em crioscopia para se obter temperaturas extremamente baixas para operação de lasers e dispositivos baseados em materiais supercondutores. É empregado como gás de refrigeração em reatores nucleares refrigerados a gás, e como gás de arraste em cromatografia gás-líquido. É também usado em balões meteorológicos e dirigíveis.

Pequenas quantidades de neônio são utilizadas nas lâmpadas de neônio dos anúncios luminosos, em que são responsáveis pela familiar coloração laranja avermelhada. Outros gases também são usados de modo a obter lâmpadas de diferentes cores.

### OCORRÊNCIA E ISOLAMENTO

A fonte mais importante de hélio é o gás natural a partir de determinados poços de petróleo nos Estados Unidos e Canadá. Este gás pode conter até 8% de hélio. Porque hélio tem um ponto de ebulição mais baixo (Tabela 12.1) do que qualquer outro gás, que é prontamente obtida por arrefecimento de gás natural a uma temperatura à qual todos os outros gases são líquidos (77

K); desta forma, o hélio quase puro pode então ser bombeado para fora. A produção anual pode ser muitos milhões de m<sup>3</sup> de gás, mas algo como 1.011 m<sup>3</sup> por ano ainda são desperdiçados.

Os outros gases nobres (exceto radônio) são obtidos a partir de ar líquido, o que pode ser facilmente separada em nitrogênio líquido (77 K) e oxigênio (90 K) por fracionamento. Hélio e neônio são encontrados na fração de nitrogênio e argônio, criptônio e xenônio com o oxigênio. Argônio, contendo apenas um pouco de oxigênio, é obtido por fracionamento adicional, e o oxigênio restante é removido por queima com hidrogênio ou por passagem sobre cobre quente. Criptônio e xenônio são obtidos por fracionamento sobre o carvão vegetal ativado, e neônio e hélio são separados de um modo semelhante. Pequenas quantidades de radônio estão contidas no gás bombeado para fora a partir da solução acidificada cloreto de rádio; oxigênio, dióxido de carbono e água são removidos a partir dele por métodos químicos comuns. O radônio é congelado e quaisquer outros gases podem então ser retirados, deixando radônio puro.

## PROPRIEDADES QUÍMICAS

Depois da descoberta do hexafluoroplatinato de xenônio (VI), xenônio e flúor foram combinados para formar vários fluoretos, essencialmente covalentes voláteis, e foi obtido também um fluoreto de criptônio. A partir dos fluoretos de xenônio, compostos contendo ligações xenônio com oxigênio foram produzidos.

O xenônio tem valências ou estados de oxidação de 2, 4, 6 e 8; compostos com xenônio com estados de oxidação mais elevados são agentes oxidantes poderosos, por exemplo, xenonato (VIII) irá oxidar um sal de manganês (II) para sal de manganês (VII). Todos os fluoretos são prontamente hidrolisados para se obter, finalmente, o gás xenônio e ácido fluorídrico; portanto, a hidrólise é um meio de análise. Os fluoretos de xenônio são sólidos; trióxido de xenônio é um sólido branco, explosivo, enquanto tetróxido de xenônio é um gás.

O congelamento da água na presença de gases nobres, tais como o criptônio e o argônio leva à formação de hidratos de gases nobres, que se dissociam quando a temperatura é aumentada. Aqui os átomos de gases nobres são 'enjaulado' em buracos na estrutura de gelo; em que as moléculas de cloro pode ser presas em poros relativamente grandes neste tipo de estrutura, e os átomos do gás nobre menores são acomodados tanto nestes e também em alguns poros menores para se obter uma composição limitante X.5.76H<sub>2</sub>O.

### CONCLUSÃO

Os gases nobres não são muito reativos, porque eles têm oito elétrons na camada de valência, sendo que o octeto de elétrons é a circunstância de que quase define a essência da ligação em muitas moléculas. Os gases nobres são, na verdade, relativamente não reativo, mas alguns (especialmente o xenônio) não são "inerte", embora esse rótulo já foi aplicado aos gases nobres. Os gases têm alto potencial de ionização, mas, com exceção de hélio e neônio, não tão extremamente elevado que as reações sejam impossíveis. Antes de 1962, os materiais de que os gases nobres mantidos numa matriz sólida tal como grafite eram conhecidos, mas estes não são compostos (que são conhecidos como clatratos) no sentido tradicional. No entanto, em 1962, a reação foi produzida por Neil Bartlett e D. H. Lohmann resultou no primeiro composto "real" de um gás nobre.



### RESUMO

Nesta aula estudamos os elementos do grupo 18. Os gases nobres (Grupo 18) estão localizados no lado direito da tabela periódica e foram anteriormente referidos como os "gases inertes", devido ao fato de que suas camadas de valência são preenchidas com oito elétrons, torná-los extremamente não reativos. Os gases nobres foram caracterizados relativamente tardio comparado com outros grupos de elementos. A massa atômica, ponto de ebulição, e raio atômico aumenta descendo o grupo na tabela periódica. A primeira energia de ionização diminui descendo o grupo na tabela periódica. Os gases nobres têm maiores energias de ionização, refletindo a sua inércia química. O aumento da densidade para na parte de baixo do grupo está correlacionada com o aumento da massa atômica. As camadas externas dos gases nobres estão cheias, eles são extremamente estáveis, com tendência para não formar ligações químicas e ter uma pequena tendência a ganhar ou perder elétrons. Em condições normais todos os membros do grupo de gás nobre se comportam de forma semelhante. Todos os gases são monoatômicos sob condições padrão. Em geral, os gases nobres têm forças interatômicas fracas, resultando em pontos de ebulição e ponto de fusão baixos em comparação com elementos de outros grupos.



## AUTOAVALIAÇÃO

1. Por que o argônio é considerado quimicamente inerte sob a maior parte das circunstâncias?
2. O que acontece quando um cigarro aceso é jogado em um vazamento de alta pressão do cilindro de hélio?
3. Como os gases nobres são isolados?
4. Por que o flúor pode reagir com o criptônio para formar um composto?
5. Quais são as cores mais pronunciadas na emissão espectral do criptônio?
6. Por que o neônio não é abundante na Terra?
7. O gás neônio pode reagir para formar um composto?
8. Por que os faróis de xenônio são melhores que os de halogênios?

## REFERÊNCIAS

- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química. Questionando a vida moderna e o meio ambiente.** 3ª Edição, Editora Bookman, 2006.
- BARROS, H. L. C. **Química inorgânica, uma introdução.** Belo Horizonte: SEGRAC, 1995.
- LEE, J. D. **Química Inorgânica não tão concisa.** 5ª Edição, Editora Edgard Blücher, 1997.
- MAHAN, B. M.; MYERS, R. J. **Química um curso universitário.** 4ª Edição, São Paulo, Editora Edgard Bücher LTDA, 1995.
- MISSLER, G. L.; FISCHER, P. J.; TARR, D. A. **Inorganic Chemistry,** 5ª Edição, Editora Pearson, 2014.
- SHRIVER, D. F.; ATKINS, P. W.; LANGFORD, C. H. **Inorganic Chemistry.** 2ª Edition, Oxford, Oxford University Press. 1994.