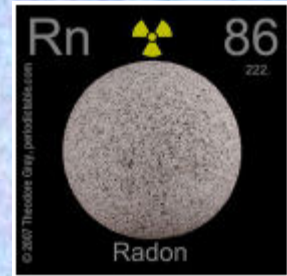
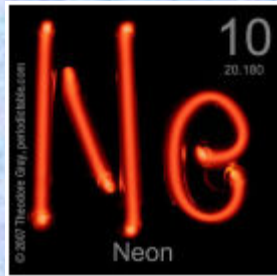
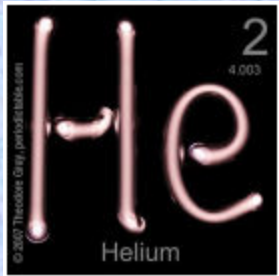


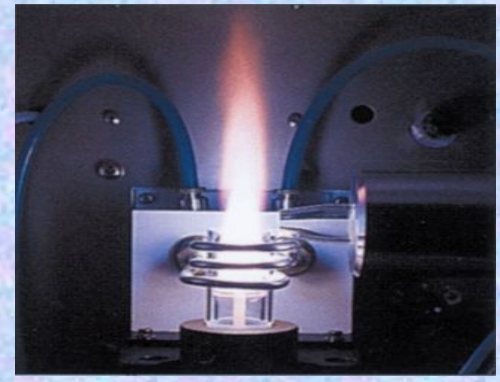
p⁸ prvky – vzácné plyny

He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn



charakteristika:

- p prvky – celkem 8 elektronů mají v orbitalech s a p – proto jejich atomy netvoří vazby s jinými atomy
- byly považovány za nereaktivní = inertní, bylo však připraveno několik sloučenin xenonu, kryptonu a radonu
- bez barvy a zápachu, velmi lehké plyny

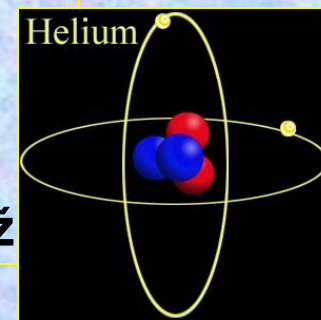
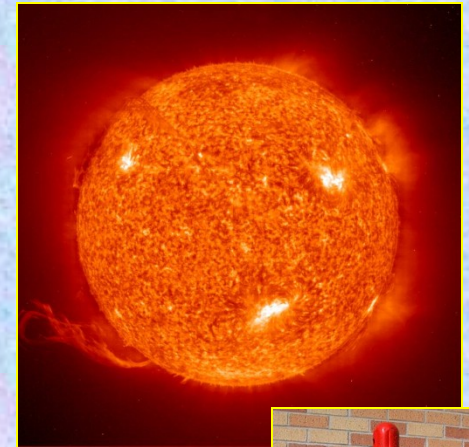


Helium

- název z řeckého helios – Slunce – objeveno ve spektru Slunce
- výskyt:
 - druhý nejrozšířenější prvek ve vesmíru
 - malé množství v zemské atmosféře (0,5 ml na 100 l vzduchu)
- průmyslová výroba:
 - vedlejší produkt při frakční destilaci zkapalněného vzduchu

- fyzikální vlastnosti:

- **monoatomické molekuly**
- bezbarvý, nehořlavý plyn bez chuti, bez zápachu, těžko zkapalnitelný
- **supratekuté**, tzn. bez tření protéká libovolnými předměty,
- **supravodivé**, tzn. dokáže vést elektrický proud bez ztrát (má neměřitelný elektrický odpor)
- schopnost difundovat řadou materiálů (pryž, PVC, sklo)



- chemické vlastnosti:
 - mimořádně netečný plyn
 - netvoří žádné sloučeniny

- využití:

- chladio
- plnění osvětlovacích trubíc a výbojek
- příprava speciální vzduchové směsi pro hloubkové potápěče – pro snížení tlaku kyslíku v krvi (nedochází ke vzniku tzv. kesonové nemoci)
- plnění meteorologických balónů
- při práci s hořlavinami



Neon

- název z řeckého néon – nový
- výskyt:
 - v zemské atmosféře (1,8 ml ve 100 l vzduchu)
- průmyslová výroba:
 - destilací zkapalněného vzduchu

- fyzikální vlastnosti:
 - monoatomické molekuly
 - bezbarvý, bez chuti, bez zápachu
- chemické vlastnosti:
 - netvoří žádné sloučeniny
 - chemicky mimořádně netečný plyn

- využití:
 - plnění žárovek, osvětlovacích trubic a výbojek



Argon

- název z řeckého argón – líný
- výskyt:
 - v zemské atmosféře (1 l ve 100 l vzduchu)

- fyzikální vlastnosti:
 - monoatomické molekuly
 - bezbarvý, bez chuti, bez zápachu

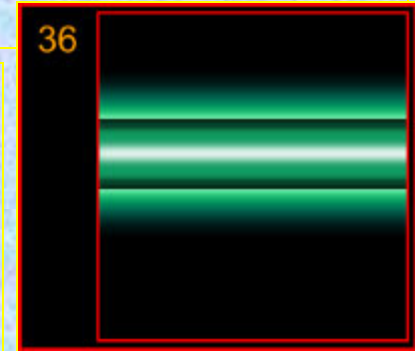
- chemické vlastnosti:
 - chemicky netečný plyn

- využití:
 - plnění žárovek, osvětlovacích trubíc a výbojek
 - inertní atmosféra při vysokoteplotní metalurgických procesech



Krypton

- výskyt:
 - malém množství v zemské atmosféře (0,114 ml ve 100 l vzduchu)
- průmyslová výroba:
 - jako vedlejší produkt při frakční destilaci vzduchu
- fyzikální vlastnosti:
 - pouze jednoatomové molekuly, těžko zkapalnitelný
- chemické vlastnosti:
 - chemicky netečný plyn
 - tvoří pouze jednoatomové molekuly
- využití:
 - převážně na plnění žárovek, osvětlovacích trubic a výbojek



Xenon

- výskyt:
 - malém množství v zemské atmosféře (0,008 ml na 100 l vzduchu)
- průmyslová výroba:
 - vedlejší produkt při frakční destilaci zkapalněného vzduchu

- fyzikální vlastnosti:
 - bezbarvý plyn
 - těžko zkapalnitelný



- chemické vlastnosti:
 - chemicky netečný, ale vytváří několik sloučenin



- využití:
 - plnění žárovek, osvětlovacích trubic a výbojek

- sloučeniny:
 - oxid xenonový - v pevném stavu velmi explozivní (srovnatelný s TNT)



Radon

- výskyt:

- v malém množství v zemské atmosféře
- v přírodě spíše společně s radiem, z něhož také vzniká radioaktivním rozpadem

- fyzikální vlastnosti:

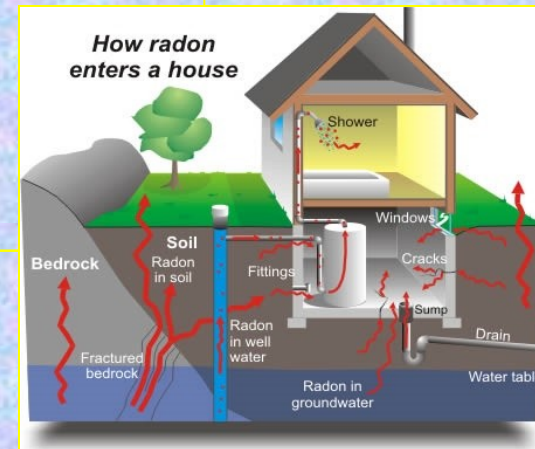
- bezbarvý plyn
- radioaktivní
- těžko zkapalnitelný

- chemické vlastnosti:

- mimořádně chemicky netečný, tvoří fluoridy
- tvoří pouze jednoatomové molekuly

- využití:

- dříve při léčbě rakoviny k ozařování, léčba onemocnění pohybového aparátu soli radia –
- zdroj gama záření
- radonové koupele (protizánětlivý a analgetický účinek)



Sloučeniny vzácných plynů

He, Ne a Ar netvoří žádné známé stabilní sloučeniny.

Sloučeniny **Kr a Xe** jsou známy.

Rn je patrně schopen tvořit stabilní fluoridy, případně i další sloučeniny, ale vzhledem k tomu, že nemá žádné stabilní izotopy, nelze očekávat valný význam těchto sloučenin.

Vzácné plyny - vlastnosti

| | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| atomové číslo | 2 | 10 | 18 | 36 | 54 | 86 |
| relativní atomová hmotnost | 4,00260 | 20,179 | 39,948 | 83,80 | 131,29 | 222 |
| teplota tání C | - | -248,61 | -189,37 | -157,2 | -111,8 | -71 |
| teplota varu C | -268,93 | -246,06 | -185,86 | -153,35 | -108,13 | -62 |
| I. ionizační potenciál (eV) | 24,58 | 21,56 | 15,76 | 14,00 | 12,13 | 10,75 |
| výparné teplo (kJ/mol) | 0,08 | 1,74 | 6,52 | 9,05 | 12,65 | 18,1 |
| rozp. ve vodě (cm ³ /kg) | 8,61 | 10,5 | 33,6 | 59,4 | 108,1 | 230 |

Vzácné plyny - klathráty

Název tohoto typu látek je odvozen z latinského *clathratus* (uzavřený do klece).

Pojem hostitele a hosta

Tvoří je **Ar, Kr, a Xe** (host) ale také jiné, molekulární plyny (SO_2 , O_2 , N_2 , CO), případně i jiné molekuly.

Jedná se o zvláštní uspořádání molekul v krystalu „hostitele“, kde subsystém vazeb vytváří dutiny, do kterých mohou být uzavřeny atomy, nebo molekuly obecně různých látek, které jsou v nich pak vázány pouze slabými van der Waalsovskými silami.

Tyto látky mají nestechiometrické složení, které se blíží nějaké limitní hodnotě a nepovažujeme je za sloučeniny vzácných plynů ve smyslu tvorby chemické vazby.

Vzácné plyny - klathráty

- **Klathráty** jsou relativně stálé, ale plyn se z nich uvolňuje při teplotě tání.
- Vznikají krystalizací např. z vody nasycené plynem za tlaku 1- 4 MPa.
- Jejich praktické použití je spojeno s potřebou zabránit úniku radioaktivních izotopů vzácných plynů, které vznikají v jaderných reaktorech.
- Za vysokého tlaku se mohou tvořit klathráty, které obsahují až 20 % argonu.

Látkou, která vytváří klathráty s Ar, Kr, a Xe je například **hydrochinon**.

Jejich složení se blíží limitní hodnotě poměru **plyn : hydrochinon 1:3**.

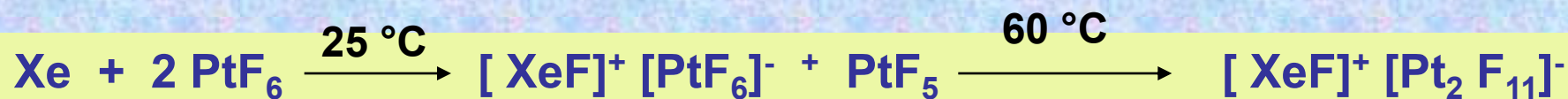
Další příklady: **8Kr. 46 H₂O**

Vzácné plyny – sloučeniny

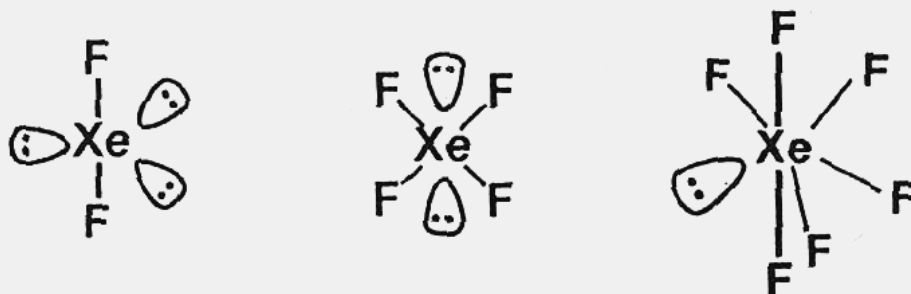
Stabilní izolovatelné chemické sloučeniny, charakterizovatelné jako chemická individua, tvoří pouze **Kr a Xe**.

Sloučeniny radonu lze těžko izolovat pro jeho vysokou aktivitu, která je příčinou jejich rychlé radiolýzy.

N. Bartlettem a D.H. Lochmanem v roce 1962, kdy byla připravena reakcí Xe s PtF₆ první jeho skutečná sloučenina .



Po tomto objevu však byly relativně rychle za sebou připraveny fluoridy **XeF₂** a **XeF₄**. Tyto reakce pak představují skutečný počátek chemie vzácných plynů.



Obr.č. 10.1. Fluoridy xenonu

Vzácné plyny – sloučeniny xenonu

| Oxidační stav | Vzorec | Teplota tání (C) | Stereochemie | |
|---------------|----------------------------------|--------------------|-----------------|--------------------------|
| II | XeF ₂ | 129 | D _{∞h} | lineární |
| IV | XeF ₄ | 117,1 | D _{4h} | čtvercová |
| VI | XeF ₆ | 49,5 | | deformovaný oktaedr |
| | XeOF ₄ | -46 | C _{4v} | čtvercová pyramida |
| | XeO ₂ F ₂ | 30,8 | C _{2v} | |
| | CsXeOF ₅ | | | deformovaný oktaedr |
| | KXeO ₃ F | | | čtvercová pyramida |
| | XeO ₃ | exploduje | C _{3v} | pyramidální |
| VIII | XeO ₄ | -35,9 | T _d | tetraedr |
| | XeO ₃ F ₂ | -54,1 | D _{3h} | trigonálně bipyramidální |
| | Ba ₂ XeO ₆ | >300 rozklad | O _h | oktaedr |

Vzácné plyny – fluoridy

- Připravují se přímou syntézou, přičemž na vzájemném poměru $\text{Xe}:\text{F}_2$, tlaku a teplotě závisí složení získaného produktu.
- Reakce se provádějí v uzavřených niklových nádobách.
- Produkty jsou bílé krystalické látky.

XeF_2 komerčně dostupný, nemají tyto látky zatím praktického významu.

Z hlediska základního výzkumu však představují tyto sloučeniny velmi zajímavé objekty, zejména pokud jde o studium vazebných poměrů v nich.

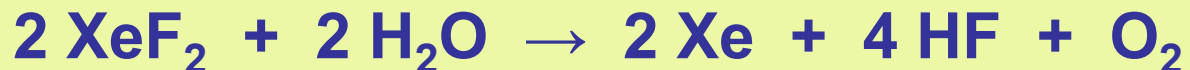
Pokud jde o sloučeniny dalších vzácných plynů, byly popsány některé sloučeniny kryptonu, z nichž nejlépe prostudovanou látkou je KrF_2 . Stabilní je ovšem jen do teploty kolem $-153\text{ }^\circ\text{C}$.

Vzácné plyny – fluoridy xenonu

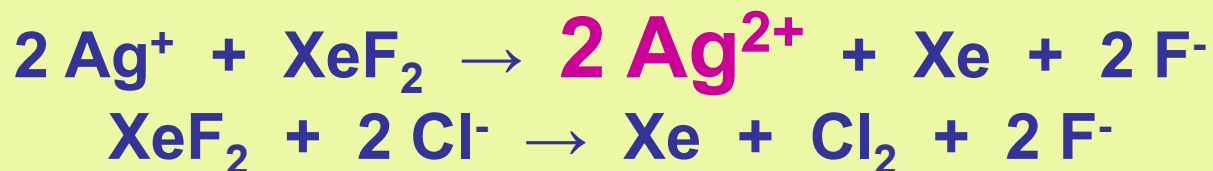
XeF₂

je lineární, dobře se rozpouští ve vodě a jeho roztoky jsou při teplotě kolem 0 °C a v neutrálním prostředí celkem stálé.

V přítomnosti zásad probíhá rychlá hydrolyza:



Vodný roztok XeF₂ je slabé fluorační a silné oxidační činidlo:



ale také:



a oxiduje rovněž i soli chromité až na chromany.

Vzácné plyny – fluoridy xenonu

XeF₄

Čtvercová molekula, symetrie D_{4h} .

- snadno sublimuje
- reakce jsou obdobné jako u XeF₂, ale je silnějším fluoračním činidlem:



Hydrolýze však podléhá velmi snadno:



ale průběh hydrolýzy má složitý mechanismus.

Vzácné plyny – fluoridy xenonu

XeF₆

- je těkavější než fluorid xenoničitý.
- vodou se rozkládá velmi prudce a ve směsi produktů je opět obsažen explozivní oxid xenonový.

Fluorid xenonový je silným fluoračním činidlem, které napadá i sklo:



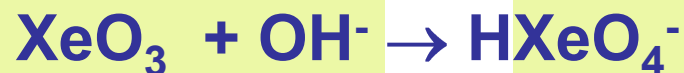
Tvar molekuly XeF₆ je podnes předmětem zájmu chemiků. Jisté je, že se v plynné fázi nejedná o jednoduchý oktaedr a v pevné fázi jsou známy nejméně čtyři různé formy XeF₆.

Vzácné plyny – kyslíkaté sloučeniny xenonu

XeO₃

- je velmi nebezpečný, silně explozivní
- Vzniká hydrolýzou fluoridů xenonu
- Ve vodě je velmi silným oxidačním činidlem.
- Jeho reakce jsou však pomalé (je kineticky inertní).
- tyto roztoky bývají označovány jako kyselina xenonová a jsou stálé, pokud neobsahují oxidovatelné látky, nebo zásady.

V zásaditém prostředí vznikají přechodně xenonany:



ale ty se zvolna disproportionují za vzniku **xenoničelanů a volného xenonu**:



Vzácné plyny – kyslíkaté sloučeniny

Xenoničelany

výhradně se získávají srážením roztokem XeO_3 s roztokem NaOH za přítomnosti ozonu.



koncentrovanou kyselinou sírovou se rozkládá za chladu, kdy lze připravit XeO_4 , plyn, který je podobně jako XeO_3 , silně explozivní.