

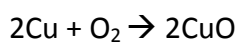
## Vzácné plyny

Vzácné plyny se řadí do 18-té skupiny periodické tabulky prvků. Patří mezi ně helium ( ${}^2\text{He}$ ), neon ( ${}^{10}\text{Ne}$ ), argon ( ${}^{18}\text{Ar}$ ), krypton ( ${}^{36}\text{Kr}$ ), xenon ( ${}^{54}\text{Xe}$ ) a radon ( ${}^{86}\text{Rn}$ ). Vzácné plyny se v přírodě vyskytují jen v elementárním stavu. Ve velmi malém množství jsou obsaženy ve vzduchu.

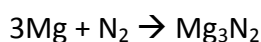
### Příprava Vzácných plynů

Laboratorně lze získat poměrně čistý argon ze vzduchu. Suchý a bezprašný vzduch se chemickou cestou zbaví přítomného kyslíku a dusíku.

Reakce k odstranění kyslíku:



Reakce k odstranění dusíku:



### Výroba vzácných plynů

Izolace vzácných plynů ze vzduchu:

Spočívá v jímání a dělení některých frakcí při destilaci zkapalněného kyslíku. Kombinací fyzikálních (adsorpce a desorpce frakcí na aktivní uhlí, silikagel, molekulová síta za nízké teploty) a chemických (reakce: Cu s  $\text{O}_2$ ;  $\text{H}_2\text{O}$  s  $\text{P}_2\text{O}_5$  a KOH;  $\text{N}_2$  s Mg; atd.) postupů se tyto frakce dělí podle toho, k jakému účelu jsou určeny.

Získání helia:

Vhodným zdrojem k získávání helia je zemní plyn, pokud ho obsahuje více jak 0,2 obj.%. Provádí se frakční kondenzací méně těkavých složek zemního plynu a dočištění surového helia fyzikálními a chemickými postupy.

Získání radonu:

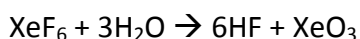
Získává se z preparátu radnatých solí (chlorid radnatý). Po delším uzavření v evakuovaném prostoru tvoří směs obsahující Rn,  $\text{H}_2$  a  $\text{O}_2$ .  $\text{H}_2$  a  $\text{O}_2$  se oddělí chemicky a znečištěný radioaktivní radon se vymrazí kapalným dusíkem nebo se čistí sorpcí na aktivní uhlí. Pro lékařské účely se komprimuje do skleněných trubic.

## Struktura vzácných plynů

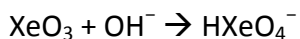
Elektronová konfigurace vzácných plynů způsobuje, že jsou k sobě chemicky netečné. Tvoří pouze jednoatomové molekuly, van der Waalsovými silami, které jsou v průměru velmi malé a vzrůstají od helia k radonu. Vzácné plyny mají elektronovou konfiguraci  $ns^2 np^6$  ( $n = 2; 3; 4; 5; 6$ ), kromě helia, které má elektronovou konfiguraci  $1s^2$ . Vzácné plyny mají velké hodnoty ionizační energie a záporné hodnoty elektronové afinity.

## Sloučeniny vzácných plynů

Úspěšné byly pokusy o sloučení xenonu s elementární fluorem za nízkých teplot a v elektrickém výboji a též za zvýšeného tlaku a teploty. Tímto způsobem byli připraveny fluorid xenonový ( $XeF_2$ ), fluorid xenoničitý ( $XeF_4$ ), fluorid xenonový ( $XeF_6$ ) jsou to bezbarvé relativně stálé krystalické látky. Hydrolýza fluoridu xenonového umožnila připravit kyslíkaté sloučeniny xenonu:



Oxid xenonový ( $XeO_3$ ) je velice explosivní bezbarvá krystalická látka, reaguje s koncentrovanými roztoky silných zásad (hydroxidů alkalických kovů):



Tvoří se tak soli kyseliny xenonové (xenonany)  $H_2XeO_4$ , v alkalickém roztoku zvolna disproportionují podle rovnice na xenoničelan, xenon, kyslík.



Z xenoničelanů se podařilo připravit i velmi explozivní oxid xenoničelý  $XeO_4$ . Fluoridy xenonu poskytují adiční sloučeniny s fluoridy některých prvků, opatrnou hydrolýzou fluoridů xenonu byly připraveny též i hydrolytické mezistupně difluorid-oxid xenonový ( $XeO_2F_2$ ) a tetrafluorid-oxid xenonový ( $XeOF_4$ ). Hydrolýzou  $XeF_4$  byl získán difluorid-oxid xenoničelý ( $XeOF_2$ ).

Ostatní vzácné plyny jsou v porovnání s xenonem, velmi neochotné ke slučování, věrohodně byla objevena pouze sloučenina  $KrF_2$ . Sloučeniny helia, neonu, argonu dosud nebyli objeveny. Vzácné plyny tvoří nestabilní (labilní) sloučeniny, které se většinou rozkládají explozivně.

## Technický význam a použití vzácných plynů

Velké upotřebení mají ve své elementární podobě. Uplatňují se v elektronice jako plynné náplně (např.: hélium-neonové lasery, výbojky, žárovky, elektronky), v hutnictví a chemii jako ochranné plyny (argon, hélium), zabraňující kontaktu látek se vzdušným kyslíkem (výroba titanu, příprava sloučenin s prvky v nestálých oxidačních stavech).

## Vlastnosti jednotlivých vzácných plynů

### Helium

#### *Historický vývoj:*

Objev helia byl učiněn zkoumáním spektra sluneční korony, v roce 1868 při zatmění slunce francouzský astronom Pierre Janssen objevil neznámé žluté spektrální linie, které byly přiřazeny doposud neznámému prvku, pojmenovaném po starořeckém bohu Slunce, Héliovi. Až v roce 1895 se britskému chemikovi Williamu Ramsayovi podařilo izolovat plynné helium na Zemi.

#### *Chemické a fyzikální vlastnosti:*

Helium je bezbarvý plyn, bez chuti a zápachu. Chemicky zcela inertní. Helium vytváří pouze jednu chemickou sloučeninu (s fullereny). Ve vodě je velmi málo rozpustné. Helium má malé elektrické průrazné napětí, snadno se ionizuje a dobře vede elektrický proud. Toho se využívá při výrobě výbojek. Helium je jediná látka, která při nízkých teplotách a normálním tlaku zůstává kapalná až k teplotě absolutní nuly, pevné helium lze získat pouze za zvýšeného tlaku. Helium má ze všech známých látek nejnižší bod varu. Kapalně helium je látka, která vyniká velkým množstvím zajímavých vlastností, při teplotách pod 2,1768 K je supratekuté (dokáže bez tření protékat libovolnými předměty a téct bez tření po libovolných předmětech). Tepelná vodivost helia je tři milionkrát větší než u mědi při pokojové teplotě. Rychlost zvuku v heliu je řádově 3x větší než ve vzduchu. Pokud člověk nadechne helium, rezonanční frekvence dýchacích cest se změní a to ovlivní zabarvení hlasu, stejně by se přítomnost helia projevila při hvízdání nebo hře na dechový hudební nástroj.

### *Získávání:*

Od roku 1917 se v Severní Americe získává helium z ložisek zemního plynu. Od methanu a ostatních plynů se odděluje frakční destilací. Další možnost je zahřívání minerálů, ve kterých se helium vyskytuje, na teplotou okolo 1 200 °C, k takovým minerálům patří cleveit, monazit a thorianit. Plyny, které se uvolňují z minerálů, je nutno od sebe oddělit, aby bylo možno získat čisté helium.

### *Výskyt v přírodě:*

Helium je na Zemi přítomno jen velmi vzácně. V zemské atmosféře se vyskytuje jen ve vyšších vrstvách a díky své mimořádně nízké hmotnosti postupně z atmosféry vyprchává do meziplanetárního prostoru. Poprvé bylo helium izolováno z minerálu smolince. V menším množství až 9 % se nachází v zemním plynu, z něhož se také získává vymrazováním, vzácně vyvěrá helium trhlinami v zemi (předpokládá se, že veškeré toto helium je produktem jaderného rozpadu prvků v zemské kůře). Ve vesmírném měřítku je helium druhým nejvíce zastoupeným prvkem, vyskytuje se ve všech svítících hvězdách, kde je jedním z mezistupňů termonukleární syntézy, jež je podle současných teorií základním energetickým zdrojem ve vesmíru, tvoří přibližně 25 % hmoty okolního pozorovatelného Vesmíru. Helium se vyskytuje v atmosféře plyných obrů, kde se jeho objemová koncentrace pohybuje mezi 3 až 19%, po vodíku je nejrozšířenější prvek v jejich atmosféře. Z kamenných planet se vyskytuje zejména na Merkuru.

### *Využití:*

Vzhledem ke své extrémně nízké hustotě a inertnímu chování se helium používá k plnění balónů a vzducholodí jako náhrada hořlavého vodíku. Značnou nevýhodou je jeho vysoká cena. Směsí helia, kyslíku a dusíku se plní tlakové láhve s dýchací směsí, určenou pro potápění do velkých hloubek. Na rozdíl od dusíku totiž ani pod velkým tlakem nezpůsobuje tzv. hloubkové opojení, takže potápěč je schopen pracovat ve velkých hloubkách i přes 300 metrů. Zároveň omezuje vznik otravy kyslíkem a současně zmenšuje riziko kesonové nemoci, která vzniká při rychlém výstupu potápěče na hladinu uvolněním bublinek plynného dusíku v krvi s možností mechanického

poškození tkání. Helium se také používá jako nosný plyn pro kapilární plynovou chromatografii s hmotově spektrometrickou detekcí. Další aplikací v oboru analytické chemie je rentgenová fluorescence, kde tvoří ochrannou atmosféru mezi zdrojem záření a vzorkem, zabraňuje tak pohlcování fotonů rentgenového záření argonem ze vzduchu. Mimořádně nízká teplota varu předurčuje kapalné helium jako jedno ze základních médií pro kryogenní techniky. Helium se ve směsi s neonem používá k plnění reklamních osvětlovačů, obloukových lamp a doutnavek. Helium má uplatnění v hodinkách pro hlubinné ponory, vyrovnávajících tlak pomocí heliového ventilu.

#### *Sloučeniny:*

He@C<sub>60</sub> je jedna ze dvou doposud známých sloučenin hélia. Sférická koule je fulleren a uvnitř v dutině tohoto fullerenu je uzavřen jeden atom helia. Fullereny vznikají kondenzací grafitových par v heliu. Při kondenzaci par ale může dojít k radikálovému mechanismu, jehož výsledkem je tato sloučenina.

#### Neon

##### *Historický vývoj:*

Poté, co William Ramsay objevil helium a spolu s lordem Rayleighem argon a správně oba plyny zařadil do periodické tabulky prvků, zůstalo mu volné místo před a za argonem. Podle těchto volných míst předpověděl William Ramsay v roce 1897 neon a krypton. Neon byl objeven roku 1898 Williamem Ramsayem a Morrisem Traversem, kdy William Ramsay využil nové metody frakční destilace zkapalněného vzduchu a zároveň s neonem objevil i krypton a xenon.

##### *Chemické a fyzikální vlastnosti:*

Bezbarvý plyn, bez chuti a zápachu, nereaktivní, naprosto inertní. Chemické sloučeniny neonu nejsou známy. Při velmi nízkých teplotách je možno neon zachytit na aktivním uhlí. Neon se snadno ionizuje, a v ionizovaném stavu intenzivně září. Toho se využívá v osvětlovací technice. Neon má ve výbojkách šarlatovou barvu.

### *Získávání:*

Je získáván frakční destilací zkapalněného vzduchu. Další možností získávání neonu je frakční adsorpce na aktivní uhlí, při teplotách kapalného vzduchu.

### *Výskyt v přírodě:*

Je přítomen v zemské atmosféře v koncentraci přibližně 0,0018 %, je tedy po argonu druhým nejrozšířenějším vzácným plynem v zemské atmosféře a pátým nejrozšířenějším plynem v suchém vzduchu.

### *Využití:*

Elektrickým výbojem v prostředí neonu o tlaku několik torrů (okolo 1% atmosférického tlaku) vzniká intenzivní světelné záření. Tohoto jevu se využívá při výrobě výbojek tzv. neonek. Spolu s heliem lze neon využít i v obloukových lampách a doutnavkách. Neonové trubice se používají v různých oblastech elektrotechniky. Kapalný neon se využívá v kryogenní technice jako náhrada dražšího a obtížněji připravitelného kapalného helia. Neon slouží i jako náplň do některých typů laserů.

## Argon

### *Historický vývoj:*

Henry Cavendish a Joseph Priestley předpokládali přítomnost argonu již v roce 1785, když se jim podařilo ze vzduchu odstranit kyslík reakcí s rozžhavenou mědí, oxid uhličitý rozpuštěním ve vodě a dusík odstranili působením elektrických výbojů na jeho směs s kyslíkem, při čemž vznikají oxidy dusíku a ty se rozpouští ve vodě za vzniku kyseliny dusičné. Plyn, který v nádobě zůstal, je atmosférický argon, který obsahuje pouze další vzácné plyny. Objev argonu je oficiálně připisován lordu Rayleighovi a Williamu Ramsayovi roku 1894, kteří prvek objevili stejným způsobem jako Henry Cavendish a Joseph Priestley a pomocí zkoumání spektrálních čar došli k názoru, že se jedná o nový prvek a pojmenovali ho podle jeho netečnosti argon (=líný).

### *Chemické a fyzikální vlastnosti:*

Bezbarvý plyn, bez chuti a zápachu, úplně inertní. Je rozpustnější než kyslík. Dobře se rozpouští v nepolárních organických rozpouštědlech. Argon lze adsorbovat na aktivním uhlí. Argon se stejně jako ostatní vzácné plyny snadno ionizuje, a v ionizovaném stavu září. Toho se využívá v osvětlovací technice. Argon září při větší koncentraci červeně, při nižších přechází přes fialovou a modrou až k bílé barvě.

### *Získávání:*

Je poměrně snadno získáván frakční destilací zkapalněného vzduchu. Atmosférický argon lze získat způsobem popsaným v historickém vývoji nebo frakční adsorpcí na aktivní uhlí při teplotě kapalného vzduchu.

### *Výskyt v přírodě:*

Argon je hojně zastoupen v zemské atmosféře. Tvoří přibližně její 1 % zemské atmosféry

### *Využití:*

Využívá se především při svařování kovů, kde tvoří ochrannou atmosféru kolem roztaveného kovu a zabraňuje vzniku oxidů a nitridů a tím zhoršování mechanických vlastností svaru. Růst krystalů superčistého křemíku a germania pro výrobu polovodičových součástek pro výpočetní techniku se uskutečňuje v atmosféře velmi čistého argonu. Argon se ve směsi s dusíkem používá jako ochranná atmosféra žárovek a jako prostředí pro uchovávání potravin. Čistý argon se používá ve výbojkách, elektrických obloucích a doutnavých trubicích, kde podle koncentrace dokáže vytvořit červenou, fialovou, modrou a bílou barvu. Nejvhodnější médium pro přípravu plazmatu (pro účely využití v analytické chemii) se ukázal čistý argon.

### *Sloučeniny:*

Doposud se podařilo připravit pouze dvě chemické sloučeniny argonu na helsinské univerzitě v roce 2000 – HArF a ArF.

## Krypton

### *Historický vývoj:*

Poté, co William Ramsay objevil helium a spolu s lordem Rayleighem argon a správně oba plyny zařadil do periodické tabulky prvků, zůstalo mu volné místo před a za argonem. Podle těchto volných míst předpověděl William Ramsay v roce 1897 neon a krypton. Krypton byl objeven roku 1898 Williamem Ramsayem a Morrisem Traversem, kdy William Ramsay využil nové metody frakční destilace zkapalněného vzduchu a zároveň s kryptonem objevil i neon a xenon. Prvek, který objevil první, pojmenoval skrytý – *krypton*. Poznal jej podle dvou čar v zelené a dvou čar ve žluté části spektra.

### *Chemické a fyzikální vlastnosti:*

Bezbarvý plyn, bez chuti a zápachu, nereaktivní, téměř inertní. Krypton se dobře rozpouští ve vodě a ještě lépe v nepolárních organických rozpouštědlech. Krypton se snadno ionizuje, v ionizovaném stavu září.

### *Získávání:*

Je získáván frakční destilací zkapalněného vzduchu. Vzniká také jako jeden z produktů radioaktivního rozpadu uranu a lze jej nalézt v plynných produktech jaderných reaktorů. Další možností získání kryptonu je frakční adsorpce na aktivní uhlí za teplot kapalného vzduchu.

### *Výskyt v přírodě:*

Krypton je přítomen v zemské atmosféře v koncentraci přibližně 0,0001 %.

### *Využití:*

Krypton má řadu izotopů, 6 z nich je stabilních a další z nich podléhají radioaktivní přeměně. Určení vzájemného poměru různých izotopů kryptonu může v určitých případech sloužit k datování stáří hornin nebo podzemních vod. Protože izotopy kryptonu vznikají i při výbuchu nukleárních bomb, výzkum zastoupení vybraných izotopů lze použít k posouzení velikosti depozice produktů jaderných zkoušek ve zkoumaných lokalitách. Krypton se uplatňuje hlavně v osvětlovací technice, kde se využívá k plnění kryptonových žárovek a některých zářivek. Krypton se dá použít ve



výbojkách, obloukových lampách a doutnavých trubicích. Světlo vzniklé výbojem v kryptonu má zelenavě až světle fialovou barvu, která se jeho ředěním v nádobě vytrácí a při velkém zředění začne vydávat bílé světlo.

#### *Sloučeniny:*

Chemické sloučeniny tvoří pouze vzácně s fluorem a kyslíkem, všechny jsou velmi nestálé a jsou mimořádně silnými oxidačními činidly.

#### *Xenon*

#### *Historický vývoj:*

Poté, co William Ramsay objevil helium a spolu s lordem Rayleighem argon a správně oba plyny zařadil do periodické tabulky prvků, zůstalo mu volné místo před a za argonem. Podle těchto volných míst předpověděl William Ramsay v roce 1897 neon a krypton. Xenon byl objeven roku 1898 Williamem Ramsayem a Morrisem Traversem, kdy William Ramsay využil nové metody frakční destilace zkapalněného vzduchu a zároveň s xenonem objevil i neon a krypton. Prvek, který zůstal jako zbytek po destilaci argonu, nazval William Ramsay *cizí* (=xenon).

#### *Chemické a fyzikální vlastnosti:*

Bezbarvý plyn, bez chuti a zápachu, nereaktivní. Xenon je velmi dobře rozpustný ve vodě a ještě lépe rozpustný v nepolárních organických rozpouštědlech. Xenon se snadno ionizuje, a v ionizovaném stavu září.

#### *Získávání:*

Je získáván frakční destilací zkapalněného vzduchu. Druhou možností jak jej lze získat, je frakční adsorpce na aktivní uhlí za teplot kapalného vzduchu.

#### *Výskyt v přírodě:*

Xenon je přítomen v zemské atmosféře v koncentraci přibližně 0,000005 %. Xenon byl nalezen i v některých pramenech minerálních vod, kam se dostává jako produkt rozpadu izotopů uranu a plutonia.

### Využití:

Xenon má řadu izotopů, z nich šest je stabilních, tři mají poločas přeměny delší než  $10^{14}$  let, a přibližně dvacet nestabilních, podléhajících další radioaktivní přeměně. Určení vzájemného poměru různých izotopů xenonu v horninách slouží ke *studiu geologických přeměn zemské kůry*. Podobné studium izotopů xenonu vázaného v meteoritech přispívá k pochopení *formování našeho slunečního systému i naší galaxie*. Elektrickým výbojem v atmosféře xenonu vzniká světlo fialové až modré barvy, které se ředěním xenonu vytrácí, až zůstane pouze bílé světlo. Toto záření působí baktericidně a xenonové výbojky se používají pro dezinfekci. Byly zkonstruovány xenonové výbojky, schopné produkovat mimořádně intenzivní světelné záblesky o velmi krátkém trvání výboje. Díky těmto výbojkám je možno *fotografovat a filmovat velmi rychlé děje*. Xenon se dá dále využít k výrobě obloukových lamp a doutnavých trubic.

### Sloučeniny:

Chemické sloučeniny tvoří pouze vzácně s fluorem, chlorem a kyslíkem, všechny jsou velmi nestálé a jsou mimořádně *silnými oxidačními činidly*. Trioxid xenonu (oxid xenonový) je silně explozivní. Začátkem roku 1962 provedl Neil Bartlett reakci xenonu s fluoridem platinovým  $\text{PtF}_6$  a získal tak první sloučeninu vzácného plynu  $\text{XePtF}_6$ , která nebyla stabilní ani za nízkých teplot. V témže roce provedl Rudolf Hoppe syntézu fluoridu xenonového  $\text{XeF}_2$ , který je za teplot pod 40 K relativně stabilní.

Dodnes byly objeveny tyto sloučeniny xenonu, které jsou za nízkých teplot stabilní:

- Chlorid xenonový (Dichlorid xenonu)  $\text{XeCl}_2$
- Chlorid xenoničitý (Tetrachlorid xenonu)  $\text{XeCl}_4$
- Fluorid xenonový (Difluorid xenonu)  $\text{XeF}_2$
- Fluorid xenoničitý (Tetrafluorid xenonu)  $\text{XeF}_4$
- Fluorid xenonový (Hexafluorid xenonu)  $\text{XeF}_6$
- Oxid xenonový (Trioxid xenonu)  $\text{XeO}_3$
- Oxid xenoničelý (Tetraoxid xenonu)  $\text{XeO}_4$
- Xenoničelan sodný  $\text{Na}_4\text{XeO}_6$

## Radon

### *Historický vývoj:*

Byl objeven roku 1900 Friedrichem Ernestem Dornem při zkoumání radioaktivního rozpadu radia a byl pojmenován jako radiová emanace. William Ramsay charakterizoval radiovou emanci, jejím spektrem roku 1910, určil její hustotu a z ní i atomovou hmotnost a navrhl pro ni název svítící (=niton **Nt**). Později se jméno prvku ještě několikrát změnilo, až byl nakonec přijat návrh na jméno radon a toto označení se používá od roku 1923.

### *Chemické a fyzikální vlastnosti:*

Bezbarvý plyn, bez chuti a zápachu, nereaktivní. Vzniká jako produkt radioaktivního rozpadu radia a uranu a díky své nestálosti postupně zaniká dalším radioaktivním rozpadem. Je známo přibližně dvacet nestabilních izotopů radonu. Chemické sloučeniny tvoří pouze vzácně s fluorem, chlorem a kyslíkem, všechny jsou velmi nestálé a jsou mimořádně silnými oxidačními činidly. Radon je velmi dobře rozpustný ve vodě a ještě lépe se rozpouští v nepolárních organických rozpouštědlech. Radon se stejně jako ostatní vzácné plyny snadno ionizuje, a v ionizovaném stavu září. Toho by se dalo využívat při výrobě osvětlovací techniky, ale je velmi radioaktivní, a proto to není možné. Radon ve výbojce vydává jasně bílé světlo.

### *Získávání:*

Radon se získává tak, že se roztok radnaté soli nechá stát asi čtyři týdny v uzavřené láhvi. Za tuto dobu se ustanoví rovnováha s radiem a jeho emanací (minerálu s obsahem radonu). Radon se poté dá oddestilovat nebo vyvařit.

### *Výskyt v přírodě:*

Koncentrace radonu v zemské atmosféře jsou nesmírně nízké, prakticky na hranici detekce těch nejcitlivějších analytických metod. Radon se nejčastěji nalézá ve vývěrech podzemních minerálních vod, kam se dostává jako produkt rozpadu jader radia, thoria a uranu. Může však v malých dávkách vyvěrat sám z podloží přímo v plynné podobě, čímž se radon absorbuje do podzemní vody a s tou se dostává na povrch.

### Využití:

V geologii slouží studium obsahu izotopů radonu v podzemních vodách k určení jejich původu a stáří. Medicínské využití radonu je založeno na skutečnosti, že převážná většina jeho izotopů fungují jako alfa-zářiče s poměrně krátkým poločasem rozpadu. Používají se proto někdy pro krátkodobé *lokální ozařování* vybraných tkání. Radonová voda (voda obsahující rozpuštěný radon) se používá rovněž v balneologii, například v jáchymovských lázních, kam je dopravována potrubím z bývalého uranového dolu Svornost. Typická délka pobytu pacienta ve vaně s radonovou vodou je dvacet minut.

### Zdravotní rizika:

Zvýšený výskyt radonu v určité lokalitě s sebou přináší nárůst nebezpečí výskytu rakoviny plic. Přitom nebezpečné nejsou ani tak samotné izotopy radonu, ale produkty jeho přeměny. Jak radon, tak i produkty jeho přeměny polonium  $^{218}\text{Po}$  a  $^{214}\text{Po}$  emitují při své radioaktivní přeměně částice alfa. Ty díky své vysoké ionizační schopnosti mohou způsobit porušení DNA. Špatná reparace DNA pak může zapříčinit nekontrolovatelné množení buněk (rakovinu). Pokud je základová část obytného domu starší a špatně provedená, může docházet k nasávání radonu do vnitřního prostředí objektu. Děje se tak pomocí tzv. komínového efektu. Rozdíl teplot v objektu a pod ním způsobí podtlak v objektu a radon je tak spolu s dalšími plyny aktivně nasáván.

### Citace:

KLICKORKA, Jiří, Bohumil HÁJEK a Jiří VOTINSKÝ. *Obecná a anorganická chemie*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1989, 592 s.

Helium. *Wikipedia: the free encyclopedia*. [online]. 2001- [cit. 2015-11-28]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Helium#Historick.C3.BD\\_v.C3.BDvoj](https://cs.wikipedia.org/wiki/Helium#Historick.C3.BD_v.C3.BDvoj)

Neon. *Wikipedia: the free encyclopedia*. [online]. 2001- [cit. 2015-11-28]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Neon>

Argon. *Wikipedia: the free encyclopedia*. [online]. 2001- [cit. 2015-11-28]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Argon>

Krypton. *Wikipedia: the free encyclopedia*. [online]. 2001- [cit. 2015-11-29]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Krypton>

Xenon. *Wikipedia: the free encyclopedia*. [online]. 2001- [cit. 2015-11-29]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Xenon>

Radon. *Wikipedia: the free encyclopedia*. [online]. 2001- [cit. 2015-11-29]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Radon>