

Hélium

Juraj Tekel

Katedra teoretickej fyziky a didaktiky fyziky
FMFI, UK



Šoltésove dni, FMFI UK
25.10.2018

SKUPINA

I. A

PERIODICKÁ SÚSTAVA CHEMICKÝCH PRVKOV



VIII. A

1	I. A																II. A										III. A										IV. A										V. A										VI. A										VII. A										VIII. A																																																																																																													
1	H 1, 1,1 HYDROGEN 1,008																He 2 HELIUM 4,003										Li 3 1, 1,0										Be 4 1, 1,5										B 5 3, 2,0										C 6 4, 2,4										N 7 3, 5, 0										O 8 3, 8										F 9 4, 0										Ne 10 20,180																																																																																									
2	Li 3 6,941																Be 4 9,012										B 5 10,811										C 6 12,011										N 7 14,007										O 8 16,000										F 9 18,998										Ne 10 20,180																																																																																																													
3	Na 11 22,990																Mg 12 24,305										Al 13 26,982										Si 14 28,086										P 15 30,974										S 16 32,066										Cl 17 35,453										Ar 18 39,948																																																																																																													
4	K 19 39,098																Ca 20 40,078										Sc 21 44,956										Ti 22 47,880										V 23 50,941										Cr 24 51,996										Mn 25 54,938										Fe 26 55,847										Co 27 58,933										Ni 28 58,693										Cu 29 63,546										Zn 30 65,390										Ga 31 69,723										Ge 32 72,610										As 33 74,922										Se 34 78,960										Br 35 79,904										Kr 36 83,800									
5	Rb 37 85,468																Sr 38 87,620										Y 39 88,906										Zr 40 91,224										Nb 41 92,906										Mo 42 95,940										Tc 43 98,906										Ru 44 101,070										Rh 45 102,905										Pd 46 106,420										Ag 47 107,868										Cd 48 112,411										In 49 114,820										Sn 50 118,710										Sb 51 121,750										Te 52 127,600										I 53 126,905										Xe 54 131,290									
6	Cs 55 132,905																Ba 56 137,327										La 57 138,905										Hf 72 178,490										Ta 73 180,948										W 74 183,850										Re 75 186,207										Os 76 190,200										Ir 77 192,220										Pt 78 195,080										Au 79 196,967										Hg 80 200,590										Tl 81 204,380										Pb 82 207,200										Bi 83 208,980										Po 84 209										At 85 210										Rn 86 222									
7	Fr 87 223																Ra 88 226										Ac 89 227										Ku 104 261										Unp 105 262										Uuh 106 263										Uns 107 264										Uno 108 265										Uue 109 266										Uun 110 267										Uuu 111 268																																																																															



6	Ce 58 140,12																Pr 59 140,908										Nd 60 144,24										Pm 61 144,913										Sm 62 150,36										Eu 63 151,96										Gd 64 157,25										Tb 65 158,93										Dy 66 162,50										Ho 67 164,93										Er 68 167,26										Tm 69 168,93										Yb 70 173,04										Lu 71 174,967										LANTANOIDY									
7	Th 90 232,038																Pa 91 231,036										U 92 238,029										Np 93 237,048										Pu 94 244,064										Am 95 243,061										Cm 96 247,070										Bk 97 247,070										Cf 98 251,080										Es 99 252,083										Fm 100 257,085										Md 101 258,10										No 102 259,101										LAWRENCIUM																			
8	Fr 87 223																Ra 88 226										Ac 89 227										Ku 104 261										Unp 105 262										Uuh 106 263										Uns 107 264										Uno 108 265										Uue 109 266										Uun 110 267										Uuu 111 268																																																	

SLOVENSKÝ NÁZOV
LATINSKÝ NÁZOV
RELATIVNÁ ATOMOVÁ HMOTNOSŤ
ZNAČKA PRVKU
PROTONOVÉ ČÍSLO
PAULINGOVA ELEKTRONEGATIVITA
OXIDAČNÉ ČÍSLA

VODIK
1,008
H
1
1,1
-1,1

Opodstatnené Ministerstvom školstva SR ako učebná pomôcka pod číslom 4087/95-155.

© TAOSI P.O. BOX 99, 060 01 PREŠOV

SKUPINA

I. A

PERIODICKÁ SÚSTAVA CHEMICKÝCH PRVKOV

CIMO X

VIII. A

1	I. A																II. A										III. A		IV. A		V. A		VI. A		VII. A		VIII. A									
	H 1,008 1,1																										He 4,003																			
2	Li 6,941		BERYLÍUM BERYLÍUM 9,012														Be 9,012																													
3	Na 22,990		HORČÍK MAGNÉSIUM 24,305														Mg 24,305																													
4	K 39,098		Ca 40,078		SKANDÍUM TITÁN 47,880														V 50,941		Cr 51,996		Mn 54,938		Fe 55,847		Co 58,933		Ni 58,693		Cu 63,546		Zn 65,390		Ga 69,723		Ge 72,610		As 74,922		Se 78,960		Br 79,904		Kr 83,800	
5	Rb 85,468		Sr 87,620		Y 88,906		Zr 91,224		Nb 92,906		Mo 95,940		Tc 98,906		Ru 101,070		Rh 102,905		Pd 106,420		Ag 107,868		Cd 112,411		In 114,820		Sn 118,710		Sb 121,750		Te 127,600		I 126,905		Xe 131,290											
6	Cs 132,905		Ba 137,327		La 138,906		Hf 178,490		Ta 180,948		W 183,850		Re 186,207		Os 190,200		Ir 192,220		Pt 195,080		Au 196,967		Hg 200,590		Tl 204,380		Pb 207,200		Bi 208,980		Po 209		At 210		Rn 222											
7	Fr 223		Ra 226		Ac 227		Ku 261		U 238		Np 237		Pu 244		Am 243		Cm 247		Bk 247		Cf 251		Es 252		Fm 257		Md 258		No 259		Lr 260															
8	Ce 140,12		Pr 140,908		Nd 144,24		Pm 144,913		Sm 150,36		Eu 151,96		Gd 157,25		Tb 158,925		Dy 162,50		Ho 164,930		Er 167,260		Tm 168,934		Yb 173,040		Lu 174,967																			
9	Th 232,038		Pa 231,036		U 238,029		Np 237,048		Pu 244,064		Am 243,061		Cm 247,070		Bk 247,070		Cf 251,080		Es 252,083		Fm 257,085		Md 258,099		No 259,101		Lr 260,105																			



PERIÓDA

PERIÓDA

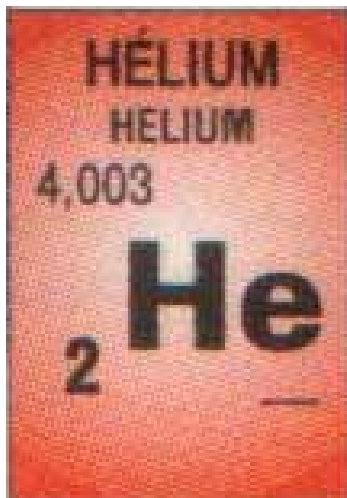
SLOVENSKÝ NÁZOV
LATINSKÝ NÁZOV
RELATIVNÁ ATOMOVÁ HMOTNOSŤ
ZNAČKA PRVKU
PROTONOVÉ ČÍSLO
PAULINGOVA ELEKTRONEGATIVITA
OXIDAČNÉ ČÍSLA

VODÍK
1,008
1,1

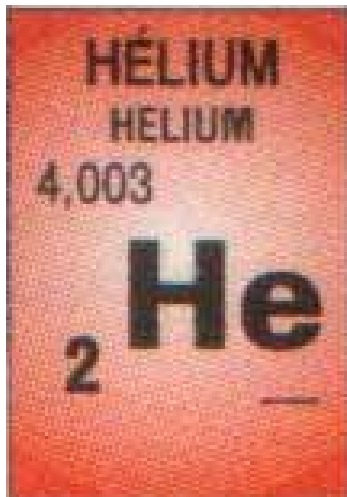
Opisované Ministerstvom školstva SR ako učebná pomôcka pod číslom 155.

© TAOSI P.O. BOX 99, 060 01 PREŠOV

Hélium



Hélium



Hélium je zaujímavé po

- chemickej,
- fyzikálnej,
- historickej,
- technickej a
- ekonomickej

stránke.

A tieto stránky spolu úzko súvisia.



Chemická stránka hélia



- Aké zlúčeniny vodíka poznáte?



- Aké zlúčeniny vodíka poznáte?
- Aké zlúčeniny hélia poznáte?

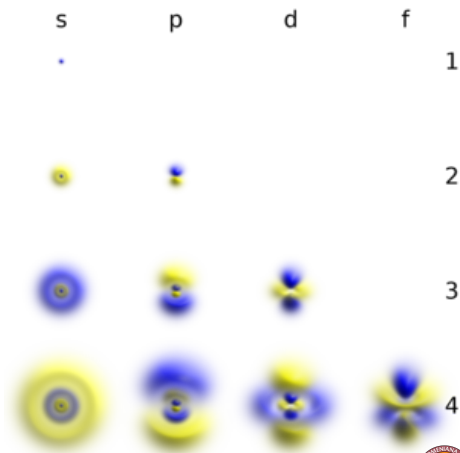


- Aké zlúčeniny vodíka poznáte?
- Aké zlúčeniny hélia poznáte?
- Hélium za normálnych podmienok netvorí žiadne zlúčeniny!
- Chemická stránka hélia prakticky neexistuje.
- Hélium je vzácny plyn, tj. má zaplnený valenčný orbital.



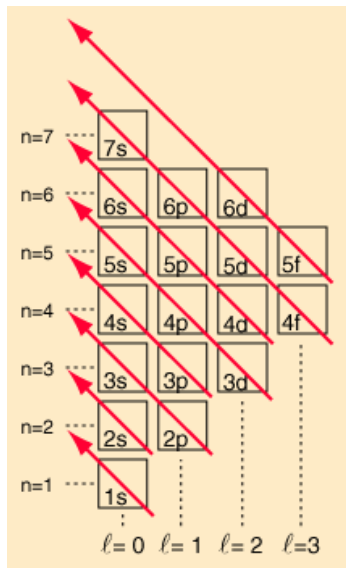
Orbitaly?

- Pre elektróny v elektrónovom obale existujú špeciálne miesta, v ktorých sa v okolí jadra môžu nachádzať.
- Tie sa dajú predstaviť ako poschodia na budove.
- Elektróny ich zaplňajú od najnižšej energie a do kontaktu s okolím (chémia) prichádzajú tie na najvyššom poschodí.



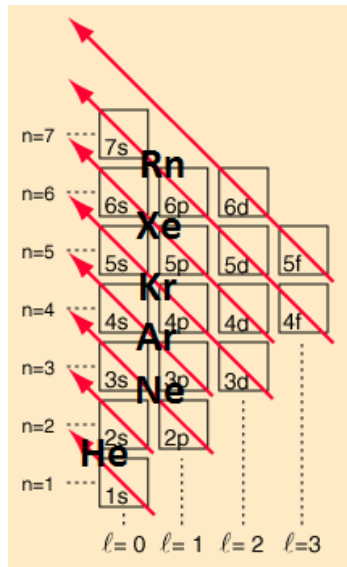
Orbitaly?

- Pre elektróny v elektrónovom obale existujú špeciálne miesta, v ktorých sa v okolí jadra môžu nachádzať.
- Tie sa dajú predstaviť ako poschodia na budove.
- Elektróny ich zaplňajú od najnižšej energie a do kontaktu s okolím (chémiá) prichádzajú tie na najvyššom poschodí.



Vzácne plyny

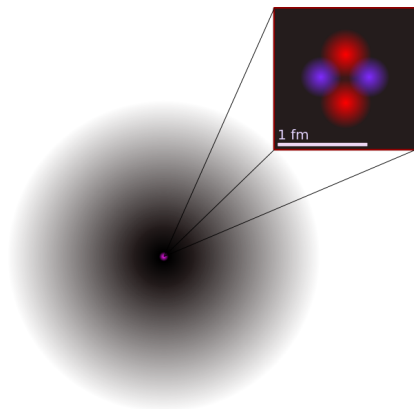
- Zaplnené horné poschodie znamená veľkú ochotu niekoho nasťahovať alebo odťahovať.
- Pre hélium sú elektróny najsilnejšie viazané.
- Ale to už je fyzika.



Fyzikálna stránka hélia



- Jadro hélia má dva protóny.
- Pre protóny a neutróny v jadrách existuje podobná budova dovolených miest ako pre elektróny v obale. Nukleóny obsadzujú miesta odspodu podľa istých pravidiel.
- Pri héliu sú 2 protóny a 2 neutróny uložené veľmi stabilne, podobne ako elektróny.



$$1 \text{ \AA} = 100,000 \text{ fm}$$

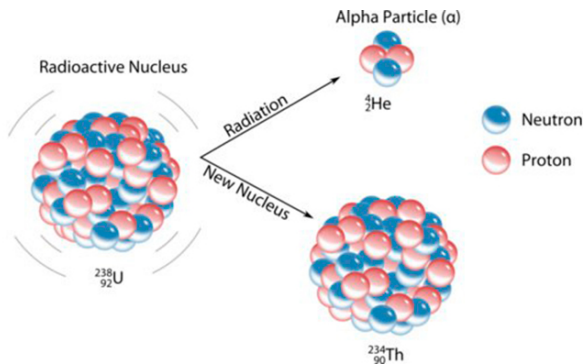


- Vo vesmíre sa nachádza asi 74% vodíka, 24% hélia a 2% ťažších prvkov (podľa hmotnosti).
- Vodík a hélium vznikli do troch minút po Big Bangu, všetko ostatné až v jadrových reakciách vo hviezdach a pri výbuchoch supernov.
- To preto, že hélium je extrémne stabilné, neutróny sa rýchlo naviazali do jeho jadier a po ochladení vesmíru už neboli podmienky na vznik ťažších jadier.



Fyzikálna stránka hélia

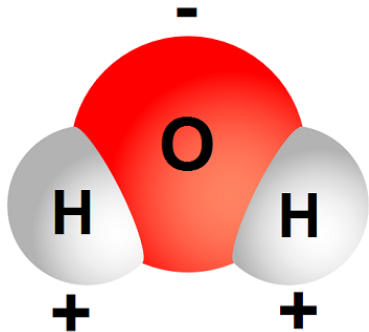
- Vďaka stabilite sú jadrá hélia produktom rádioaktivity v takzvanom α rozpade.
- Z ťažkého jadra vyletí jadro hélia, čím zníži svoje protónové číslo o 2.

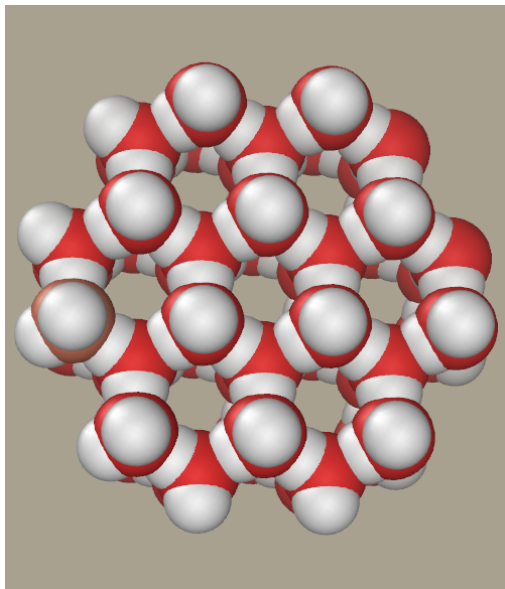


- Všetko hélium, ktoré máme na Zemi pochádza z takéhoto rozpadu v zemskom plášti.
- Hélium je príliš ľahké a Zem príliš malá na to, aby ho udržala. Slnko a veľké planéty obsahujú podobne veľa hélia ako vzniklo pri Big Bangu.
- (Ako je možné, že tu máme vodík, ktorý je ešte ľahší?)



- Štruktúra elektrónového obalu a jadra hélia je taká, že s ničím iným prakticky neinteraguje.
- Navyše veľmi neochotne reaguje aj samo so sebou. To súvisí s veľkou symetriou rozdelenia častíc v atóme hélia.
- Opačným extrémnym prípadom je voda.

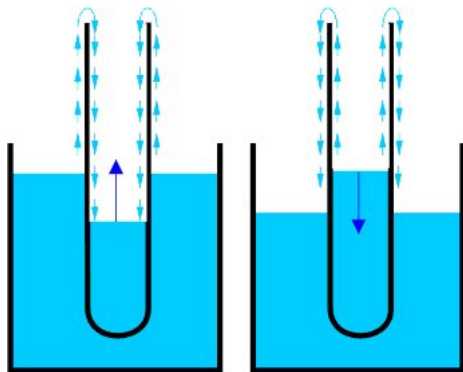




- Hélium je kvapalné až do absolútnej nuly a za normálnych podmienok netvorí pevnú fázu. Ako jediný prvok.
- To je dôsledkom kvantovej mechaniky a princípu neurčitosti.
- Má tiež najnižšiu teplotu varu, $4,2\text{ K}$. Lebo aj vytvorenie kvapaliny vyžaduje akúsi kooperáciu.



- Ak hélium schladíme ešte viac, pri teplote $2,2\text{ K}$ stratí akúkoľvek viskozitu (opačný extrém je napríklad med).
- To je tiež makroskopickým dôsledkom kvantovej mechaniky a toho, ako sú v jadre hélia usporiadané nukleóny.

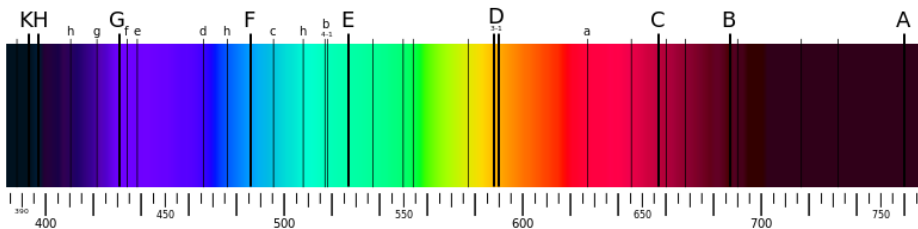


Historická stránka hélia



Historická stránka hélia

- Hélium bolo objavené na Slnku.
- Z toho aj meno, podľa gréckeho boha Slnka.
- V roku 1868 vďaka neznámej spektrálnej čiare.



Historická stránka hélia

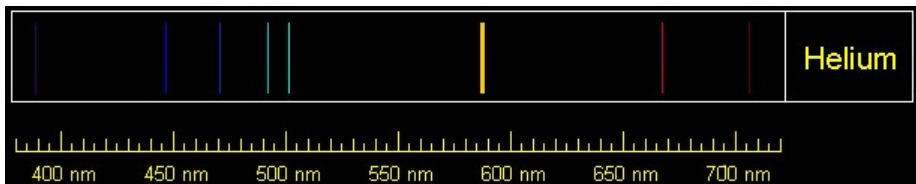
H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra																

La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr



Historická stránka hélia

- Každý prvok má svoj charakteristický odtlačok.
- Súvisí to s preskakovaním elektrónov medzi poschodiami.



- Na Zemi až v roku 1895 ako produkt rozpadu v uránových soliach.
- Ložiská hélia v praktickom množstve boli objavené na začiatku 20. storočia v USA.



Historická stránka hélia

- Ložiská hélia v praktickom množstve boli objavené na začiatku 20. storočia v USA.



Historická stránka hélia

- V 20. storočí bolo štúdium hélia významnou výzvou po experimentálnej aj teoretickej stránke.
- Skvapalnenie Onnes 1908, supratekutosť Kapitza 1938, Landau 1941, supratekutosť hélia-3 1972.



Technická stránka hélia



Technická stránka hélia

- ľahšie ako vzduch → v minulosti doprava, dnes hlavne party
- inertné → atmosféry pre rast kryštálov, zváranie
- dýchatelné → zmesi pre hĺbkové potápanie
- inertné → tlakovanie
- nízky bod varu → chladenie



Technická stránka hélia

- ľahšie ako vzduch → v minulosti doprava, dnes hlavne party
- inertné → atmosféry pre rast kryštálov, zváranie
- dýchatel'né → zmesi pre hĺbkové potápanie
- inertné → tlakovanie
- nízky bod varu → chladenie



Technická stránka hélia

- ľahšie ako vzduch → v minulosti doprava, dnes hlavne party
- inertné → atmosféry pre rast kryštálov, zváranie
- dýchatelné → zmesi pre hĺbkové potápanie
- inertné → tlakovanie
- nízky bod varu → chladenie



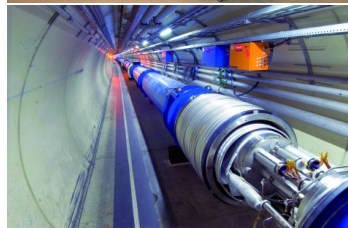
Technická stránka hélia

- ľahšie ako vzduch → v minulosti doprava, dnes hlavne party
- inertné → atmosféry pre rast kryštálov, zváranie
- dýchatelné → zmesi pre hĺbkové potápanie
- inertné → tlakovanie
- nízky bod varu → chladenie



Technická stránka hélia

- ľahšie ako vzduch → v minulosti doprava, dnes hlavne party
- inertné → atmosféry pre rast kryštálov, zváranie
- dýchatelné → zmesi pre hĺbkové potápanie
- inertné → tlakovanie
- nízky bod varu → chladenie



Ekonomická stránka hélia



- USA, ako najväčší producent hélia počas 20. storočia nahromadilo obrovské zásoby hélia. Pred druhou svetovou vojnou kvôli vzducholodiam, počas studenej vojny kvôli využitiu v raketových technológiách.
- V roku 1996 sa vláda rozhodla veľkých zásob hélia zbaviť a dodávala na trh veľké množstvo veľmi lacného hélia.
- Akékoľvek hľadanie nových ložísk bolo ekonomicky nerentabilné.
- Hélium je neobnoviteľná surovina a americké hélium pomaly dochádza. To aktuálne spôsobuje nedostatok hélia a vysoké ceny.
- Avšak vyzerá to tak, že veľké ložiská hélia čakajú na objavenie a žiadna veľká héliová kríza (zatiaľ) nehrozí.

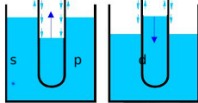
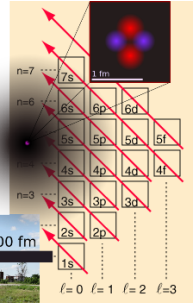
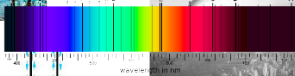
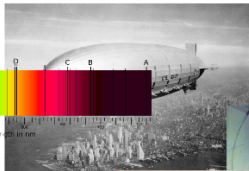


- Zatiaľ je veľmi dôležité slovo.
- Ako sme videli, hélium je veľmi špecifické a problém s jeho neobnoviteľnosťou bude treba skôr či neskôr vyriešiť. Pravdepodobne je to otázka na niekoľko generácií, ale problém to je tak či tak.
- Možno sa bude dať zachytávať, možno sa nájdu supravodiče ktoré fungujú pri vyšších teplotách a možno sa objavia technológie, o ktorých teraz ani len netušíme.

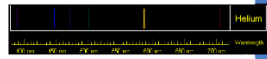
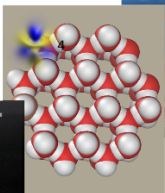
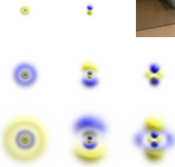


Namiesto záveru





HÉLIUM
HELIUM
4,003
He
2



Vďaka za pozornosť!

