

Hélium

Juraj Tekel

Katedra teoretickej fyziky a didaktiky fyziky
FMFI, UK



Týždeň vedy a techniky, FMFI UK
6.11.2018



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 1,00794																He 4,0026										Li 6,941										Be 9,012										B 10,811										C 12,011										N 14,007										O 16,003										F 18,998										Ne 20,180										Na 22,990										Mg 24,305										Al 26,982										Si 28,086										P 30,974										S 32,065										Cl 35,453										Ar 39,948										K 39,098										Ca 40,078										Sc 44,956										Ti 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										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										Cs 132,905										Ba 137,327										La 138,905										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 (209)										Rn (222)										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)									
2	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										La										Hf										Ta										W										Re										Os										Ir										Pt										Au										Hg										Tl										Pb										Bi										Po										At										Rn										Fr										Ra										Ac										Ku										U										Np										Pu										Am										Cm										Bk										Cf										Es										Fm										Md										No										Lr																													
3	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										La										Hf										Ta										W										Re										Os										Ir										Pt										Au										Hg										Tl										Pb										Bi										Po										At										Rn										Fr										Ra										Ac										Ku										U										Np										Pu										Am										Cm										Bk										Cf										Es										Fm										Md										No										Lr																																																																																																													
4	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										La										Hf										Ta										W										Re										Os										Ir										Pt										Au										Hg										Tl										Pb										Bi										Po										At										Rn										Fr										Ra										Ac										Ku										U										Np										Pu										Am										Cm										Bk										Cf										Es										Fm										Md										No										Lr																																																																																																																																																																																													
5	Rb																Sr										Y										Zr										Nb										Mo										Tc										Ru										Rh										Pd										Ag										Cd										In										Sn										Sb										Te										I										Xe										Cs										Ba										La										Hf										Ta										W										Re										Os										Ir										Pt										Au										Hg										Tl										Pb										Bi										Po										At										Rn										Fr										Ra										Ac										Ku										U										Np										Pu										Am										Cm										Bk										Cf										Es										Fm										Md										No										Lr																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
6	Cs																Ba										La										Hf										Ta										W										Re										Os										Ir										Pt										Au										Hg										Tl										Pb										Bi										Po										At										Rn										Fr										Ra										Ac										Ku										U										Np										Pu										Am										Cm										Bk										Cf										Es										Fm										Md										No										Lr																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
7	Fr																Ra										Ac										Ku										U										Np										Pu										Am										Cm										Bk										Cf										Es										Fm										Md										No										Lr										Fr										Ra										Ac										Ku										U										Np										Pu										Am										Cm										Bk										Cf										Es										Fm										Md										No										Lr																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									



6	CER																PRAZEDYM										NEODYM										PROMETIUM										SAMARIUM										EUROPIUM										GADOLINIUM										TERBIUM										DYSPROZIUM										HOLMIUM										ERBIUM										TULIUM										YTERBIUM										LUTECIUM										LANTANOIDY										SLOVENSKÝ NÁZOV										VODIK									
6	Ce																Pr										Nd										Pm										Sm										Eu										Gd										Tb										Dy										Ho										Er										Tm										Yb										Lu										LANTANOIDY										LATINSKÝ NÁZOV										H									
6	Ce																Pr										Nd										Pm										Sm										Eu										Gd										Tb										Dy										Ho										Er										Tm										Yb										Lu										LANTANOIDY										RELATIVNÁ ATOMOVÁ HMOTNOSŤ										1									
6	Ce																Pr										Nd										Pm										Sm										Eu										Gd										Tb										Dy										Ho										Er										Tm										Yb										Lu										LANTANOIDY										ZNAČKA PRVKU										1									
6	Ce																Pr										Nd										Pm										Sm										Eu										Gd										Tb										Dy										Ho										Er										Tm										Yb										Lu										LANTANOIDY										PROTONOVÉ ČÍSLO										1									
6	Ce																Pr										Nd										Pm										Sm										Eu										Gd										Tb										Dy										Ho										Er										Tm										Yb										Lu										LANTANOIDY										ELEKTRONOVÁ KONFIGURÁCIA										1s ²									
6	Ce																Pr										Nd										Pm										Sm										Eu										Gd										Tb										Dy										Ho										Er										Tm										Yb										Lu										LANTANOIDY										OXIDAČNÉ ČÍSLA										-1, 1									

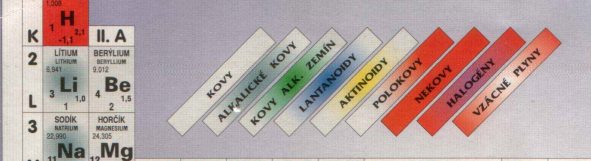
© TAOSI P.O. BOX 99, 060 01 PREŠOV

SKUPINA

PERIODICKÁ SÚSTAVA CHEMICKÝCH PRVKOV



VIII. A
HELIUM
4,003
2 He



PERIÓDA	1	II. A		III. B																IV. B		V. B		VI. B		VII. B		VIII. B		I. B		II. B			
	2	Li 6,941	Be 9,012																	B 10,811	C 12,011	N 14,007	O 16,000	F 18,998	Ne 20,180										
3	Na 22,990	Mg 24,305																	Al 26,982	Si 28,086	P 30,973	S 32,066	Cl 35,453	Ar 39,948											
4	K 39,098	Ca 40,078	Sc 44,956	Ti 47,880	V 50,941	Cr 51,996	Mn 54,938	Fe 55,847	Co 58,933	Ni 58,690	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 102,906	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 (209)	Rn (222)																	
7	Fr (223)	Ra (226)	Ac (227)	Ku (261)	Np (262)	U (262)	Uuh (283)	Uus (285)	Uuo (286)	Uue (286)	Uun (286)	Uuu (287)																							

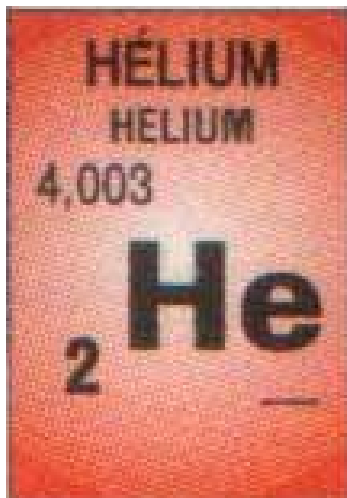
PERIÓDA	6	Ce 140,15	Pr 140,908	Nd 144,240	Pm (144,915)	Sm 150,360	Eu 151,965	Gd 157,250	Tb 158,925	Dy 162,500	Holmium 164,930	Er 167,260	Tm 168,934	Yb 173,040	Lu 174,967	LANTANOIDY
	7	Th 232,038	Pa (231,036)	U 238,029	Np (237,048)	Pu (244,061)	Am (243,061)	Cm (247,070)	Bk (247,070)	Cf (251,080)	Es (252,083)	Fm (257,095)	Mendelevium (258,099)	Nobelium (259,101)	Lawrencium (260,105)	AKTINOIDY
8	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	

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

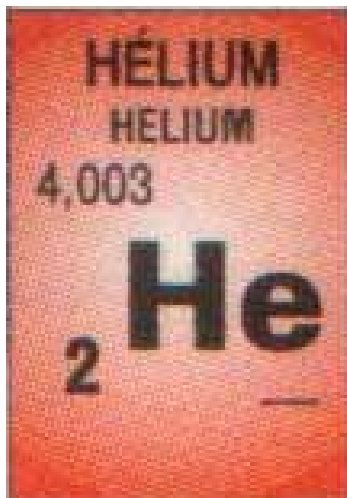
VODIK
1,008
1 H
1,1

Odpovedané Ministerstvom školstva SR ako učebná pomôcka pod číslom 155.

Hélium



Hélium



Hélium je zaujímavé po

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

stránke.

A tieto stránky spolu úzko súvisia.



Chemická stránka hélia



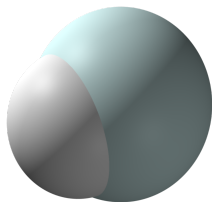
- Aké zlúčeniny vodíka poznáte?



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



- Aké zlúčeniny vodíka poznáte?
- Aké zlúčeniny hélia poznáte?
- Hélium za normálnych podmienok netvorí žiadne zlúčeniny!

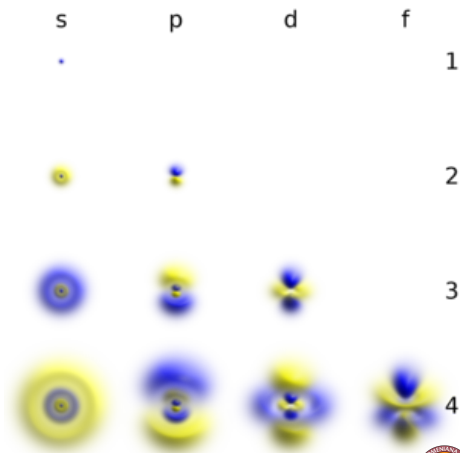


- Chemická stránka hélia prakticky neexistuje.
- Hélium je vzácny plyn, t.j. má zaplnený valenčný orbital.



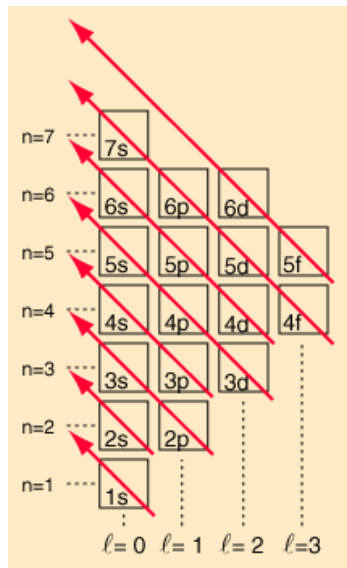
Orbitaly?

- 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.



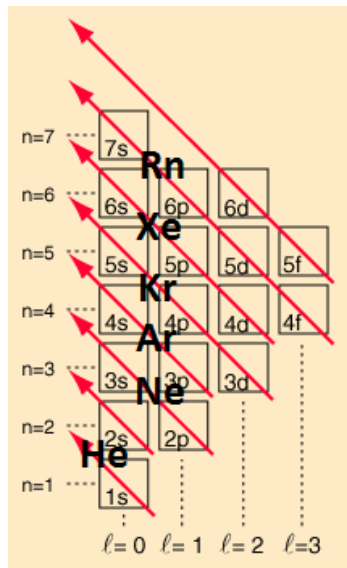
Orbitaly?

- 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

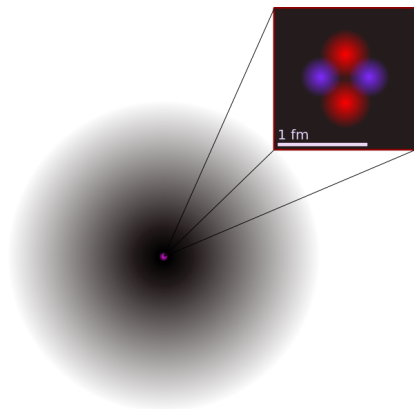
- Zaplnené horné poschodie znamená veľkú ochotu niekoho nasťahovať alebo odťahovať.
- Pre hélium sú elektróny najsilnejšie viazané.
- Ale to už je fyzika.



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.



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

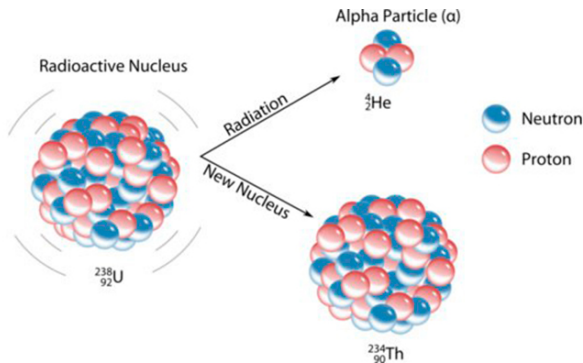


- Vo vesmíre sa nachádza asi 74% vodíka, 24% hélia a 2% ťažších prvkov (podľa hmotnosti).
- Vodík a hélium vznikli do troch minút po Big Bangu, všetko ostatné až v jadrových reakciách vo hviezdach a pri výbuchoch supernov.
- To preto, že hélium je extrémne stabilné, neutróny sa rýchlo naviazali do jeho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

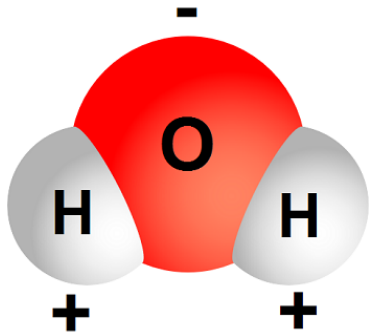


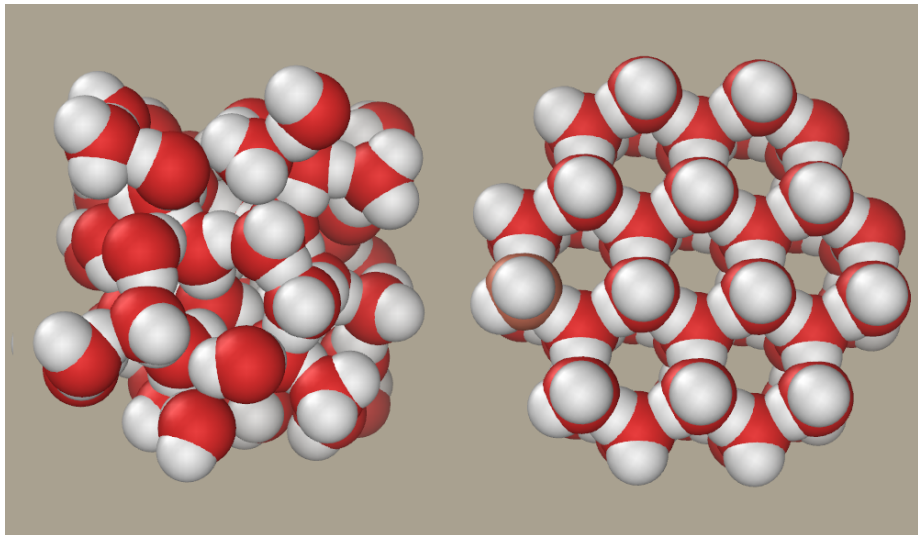
- Všetko hélium, ktoré máme na Zemi pochádza z takéhoto rozpadu v zemskom plášti.
- Hélium je príliš ľahké a Zem príliš malá na to, aby ho udržala. Slnko a veľké planéty obsahujú podobne veľa hélia ako vzniklo pri Big Bangu.
- (Ako je možné, že tu máme vodík, ktorý je ešte ľahší?)



Fyzikálna stránka hélia

- 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 kvapalnú až do absolútnej nuly a za normálnych podmienok netvorí pevnú fázu. Ako jediný prvok.
- To je dôsledkom kvantovej mechaniky a princípu neurčitosti. Hybnosť a poloha častice sa nedá vedieť naraz s ľubovoľnou presnosťou.

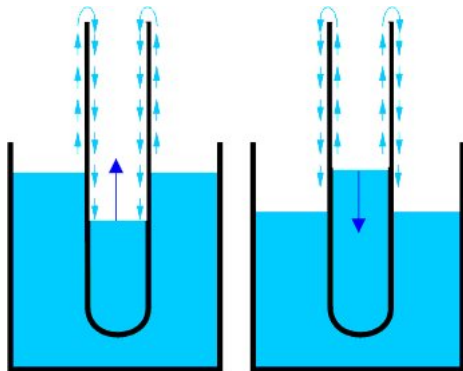
$$\Delta x \times \Delta p \leq \frac{1}{2} \hbar$$

Akýsi kmitavý pohyb aj pri absolútnej nule.

- Má tiež najnižšiu teplotu varu, 4.2 K. Lebo aj vytvorenie kvapaliny vyžaduje akúsi kooperáciu.



- Ak hélium schladíme ešte viac, pri teplote 2.2 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.

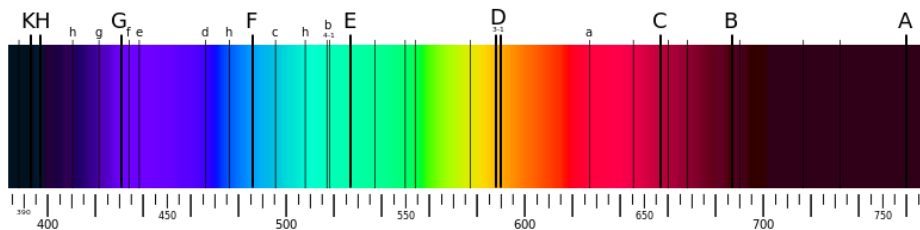


Historická stránka hélia



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

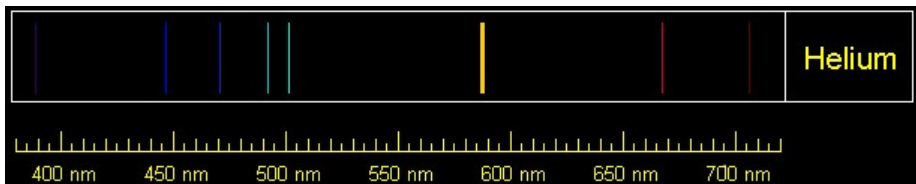


Historická stránka hélia



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



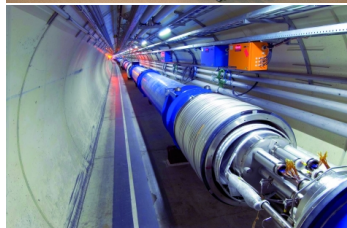
Technická stránka hélia

- 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.

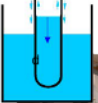
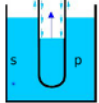
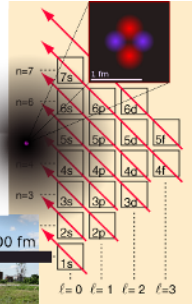
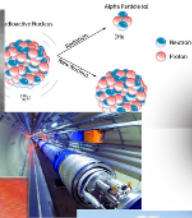
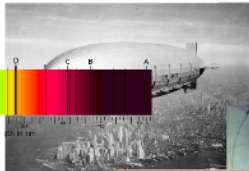
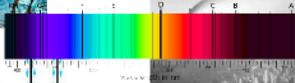


- Zatiaľ je veľmi dôležité slovo.
- Ako sme videli, hélium je veľmi špecifické a problém s jeho neobnoviteľnosťou bude treba skôr či neskôr vyriešiť. Pravdepodobne je to otázka na niekoľko generácií, ale problém to je tak či tak.
- Možno sa bude dať zachytávať, možno sa nájdu supravodiče ktoré fungujú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

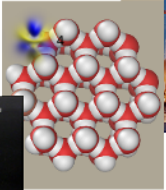
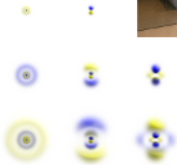


Namiesto záveru





HÉLIUM
HELIUM
4,003
He



Vďaka za pozornosť!

