

Jaderná chemie podzimní semestr, 2/0, zkouška

Standardní náplň

1. Úvod a struktura hmoty
2. Atomové jádro
3. Radioaktivita
4. Kinetika
5. Datování
6. Jaderné reakce
7. Reakce neutronů
8. Supertěžké prvky
9. Využití jaderných reakcí
10. Reakce ve vesmíru
11. Jak se ztrácí energie
12. Ochrana před zářením
13. Měření záření
14. Detektory
15. Fyzikální vlastnosti
16. Chemické účinky
17. Biologické účinky
18. Účinky na lidský organismus
19. Ostatní účinky a použití JZ
20. Indikátory v praxi
21. Studium komplexů pomocí indikátorů
22. Jaderná energetika

Pro zájemce

Radiodiagnostické metody
Když se řekne reaktor



Literatura:

Jiří Hála: **Radioaktivita, ionizující záření, jaderná energie**, Konvoj 1998, Brno

Vladimír Majer a kol.: **Základy jaderné chemie**,
SNTL/ALFA, Praha, 1981

Kolektiv autorů: **Jaderně chemické tabulky**, SNTL,
Praha 1964

Zkouška z jaderné chemie

Zkouška bude vykonána testem na počítači v počítačové učebně UKB, A9/316. Test bude obsahovat 20 otázek, možných odpovědí na každou otázku bude max. 4, z toho správných odpovědí může být od 0 do 4. Za správně zodpovězenou otázku bude považována ta, kdy budou odpovězeny správně všechny dílčí odpovědi u dané otázky, pak se započítává do hodnocení jako 1 bod.



Počet bodů	Hodnocení
< 10	F
11-12	E
13-14	D
15-16	C
17-18	B
19-20	A

Vznik a vývoj jaderné chemie



Vznik jaderné chemie lze datovat do počátku 20. století a souvisí s objevem radioaktivity (Becquerel, 1896).

Jaderná chemie je vědní obor, který se zabývá vlastnostmi hmoty a jevy chemické a fyzikální povahy, jejichž původcem je nebo se na nich podílí jádro atomu a jeho přeměny a který využívá vlastností jádra a jeho projevů ke studiu a řešení chemických problémů.

Začlenění jaderné chemie

Jaderná chemie souvisí s celou řadou přírodních oborů:

fyzika	(podstata jaderných jevů)
chemie	(vliv jaderných jevů na chemické vlastnosti látek)
biologie	(působení jaderného záření na organismy)

Třídění jaderné chemie

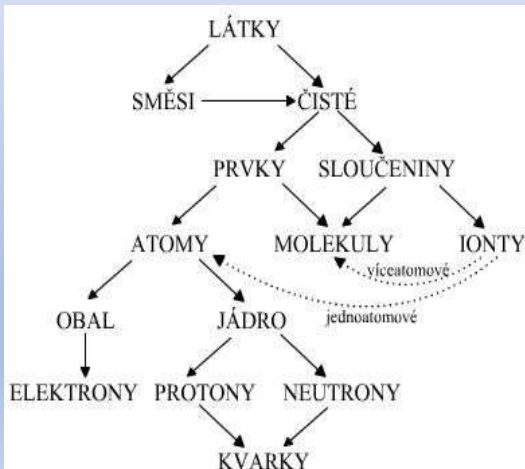
Obecná jaderná chemie
„Radiochemie“
Radiační chemie
Ostatní přidružené disciplíny

1. Struktura hmoty



Hmota je tvořena z hlediska vnějšího pohledu různými látkami.

Následující schéma uvádí tento pojem do souvislosti s dalším členěním





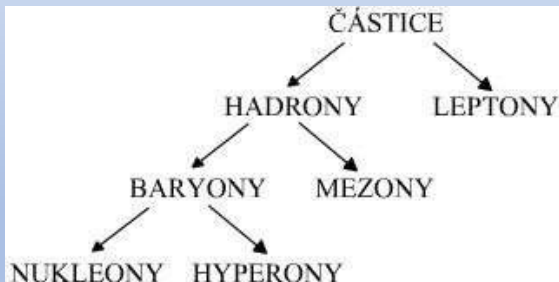
Atomy jsou tvořeny **elementárními částicemi** (pojem původně vyhrazený pro nedělitelný útvar bez vnitřní struktury)

Elementární částice dnes – cca

100 částic

+ 100 antičástic

Následující schéma naznačuje zjednodušeně členění elementárních částic.



Leptony („lehké částice“)

- vyznačují se slabými interakcemi
- nemají vnitřní strukturu
- lze je považovat za fundamentální částice

Nábojová čísla a hmotnosti leptonů

		Z	m(u)
elektron	e^-	-1	$5,5 \cdot 10^{-4} (m_0)$
elektronové neutrino	ν_e	0	$\leq 5 \cdot 10^{-9}$
mion	μ^-	-1	0,1135
mionické neutrino	ν_μ	0	$< 505 \cdot 10^{-4}$
tauon	τ^-	-1	1,908
tauonické neutrino	ν_τ	0	$< 0,26$



Leptonové číslo pro leptony:	$1/2$
Leptonové číslo pro antileptony:	$-1/2$
Náboj:	0 nebo -1

Doba života mionu a tauonu je krátká (10^{-6} , resp. 10^{-13} s).

Platí zákon zachování leptonového čísla:

Celkové leptonové číslo je před interakcí a po ní stejné

Hadrony

– „těžké částice“, (je jich cca 200)



		spin
Mezony:		0 nebo celočíselný
Baryony:	nukleony (proton, neutron)	1/2, 3/2
	hyperony (částice těžší než nukleony)	

Baryonové číslo pro baryony:	1
Baryonové číslo pro antibaryony:	-1
Baryonové číslo pro mezony a leptony:	0



Platí zákon zachování baryonového čísla:

Celkové baryonové číslo je před interakcí a po ní stejné.

Fundamentální částice



Velký počet hadronů a antihadronů je dán představou o jejich vnitřní struktuře, které jsou tvořeny malým počtem **fundamentálních částic druhého typu**, tzv. **kvarků**

(je jich 6 druhů, mají baryonové číslo $B = 1/3$ a zlomkový elektrický náboj $Z = 2/3$ nebo $-1/3$)

Označení kvarků a jejich vlastnosti

nábojové číslo	Z
podivnost (strangeness)	S
půvab (charm)	C
krása (beauty)	B
pravda (truth)	T

kvark	vůně (flavour)	hmotnost (u)
<i>d</i>	down	0,0086
<i>u</i>	up	0,0054
<i>s</i>	strange	0,17
<i>c</i>	charm	1,61
<i>b</i>	bottom	4,56
<i>t</i> <small>(1994)</small>	top	193



Pravidla pro kvarkovou skladbu hadronů

- baryon** obsahuje vždy **tři kvarky**, **antibaryon** obsahuje **tři antikvarky** (značí se pruhem nad symbolem kvarku)

Vlastnosti některých baryonů

	hmotnost (u)	Z	kvarkové složení
p	1,0072765	+1	<i>uud</i>
n	1,0086650	0	<i>udd</i>
Λ	1,198	0	<i>uds</i>
Σ^+	1,227	+1	<i>uus</i>
Σ^-	1,277	-1	<i>dds</i>
Ω^-	1,795	-1	<i>sss</i>
Λ_c^+	2,42	+1	<i>udc</i>

mezon obsahuje **jeden kvark** a **jeden antikvark**



Vlastnosti některých mezonů

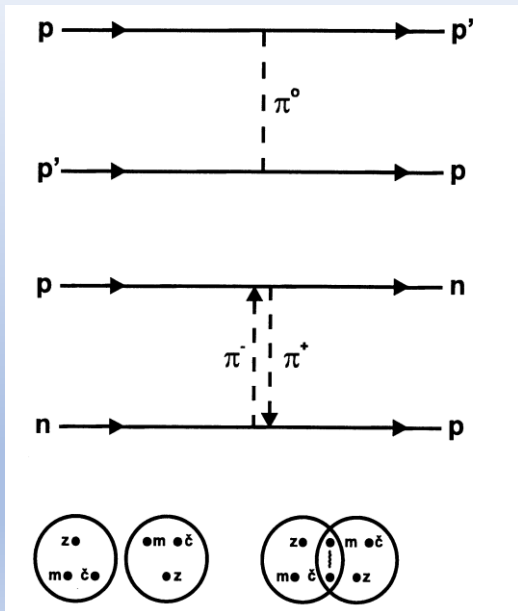
	hmotnost (u)	Z	kvarkové složení
π^+	0,150	+1	$u\bar{d}$
π^-	0,150	-1	$d\bar{u}$
π^0	0,145	0	$u\bar{u}$ nebo $d\bar{d}$
K^+	0,530	+1	
K^-	0,530	-1	
Φ	1,095	0	atd....
J/Ψ	3,32	0	
D^0	2,00	0	
D^+	2,005	+1	

Baryonová, nábojová a další kvantová čísla kvarků se sčítají a dávají kvarku pozorované vlastnosti.

Příčinou soudržnosti kvarků jsou tzv. **silné interakce** (je cca 100 x silnější než interakce elektromagnetické).



Výměna gluonu mezi dvěma nukleony



Silná interakce:

- je zprostředkována výměnnou jinou částicí, která má velmi krátkou dobu života (tato částice je po emisi jednou částicí okamžitě absorbována druhou interagující částicí – nelze ji proto jako částici zaznamenat – **virtuální částice**)
- **kvantá silového pole mezi kvarky** se nazývají **gluony**, které jsou nehmotné a nemají elektrický náboj
- působení interakcí mezi kvarky je omezeno na malý prostor
- kvarky nemohou existovat samostatně (k jejich uvolnění by bylo zapotřebí extrémně vysoké energie) – proto pozorujeme pouze jejich přeskupování za vzniku jiných mezonů a hadronů.
- proces výměny je komplikovaný, neboť každý kvark může existovat ve třech kvantových stavech označovaných jako **barva** (**červená, modrá, zelená**)
- Pojem barva lze si představit jako „velmi silný“ elektrický (barevný) náboj, který je podstatou silné interakce
- podle teorie musí být vznikající hadron **bezbarvý** \Rightarrow kvarky se musí vhodně kombinovat (**analogie se skládáním barev v barevné fotografii**)
- při výměně **gluonu** mezi dvěma kvarky mění oba kvarky svou barvu tak, aby hadron zůstal bezbarvý



Elementární a fundamentální částice pro oblast atomů, jader a jejich radioaktivní přeměny



je dána pouze čtyřmi fundamentálními částicemi první generace.

elektron	e^-
elektronové neutrino	ν_e
kvark u	u
kvark d	d

Další generace fundamentálních částic vytvářejí neobvyklé a nestálé hadrony při interakci částic s vysokou energií.

Existují i neobvyklé kombinace dalších leptonů a hadronů – vznikající **atomy se nazývají exotické**.

Možné jsou i **antiatomy**, které jsou tvořeny pouze antičásticemi (poprvé v r. 1996)