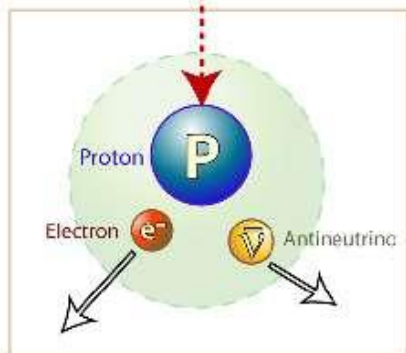
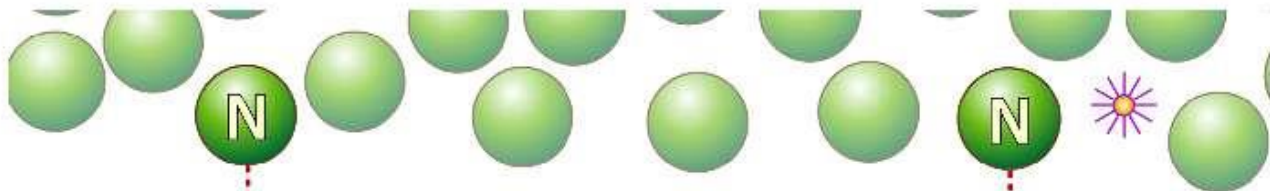


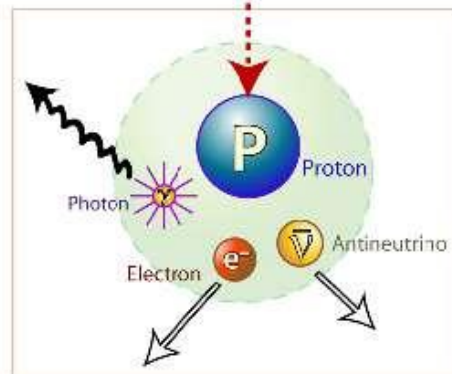


Neutrony sou neutrální částice, který se při malých rychlostech chovají jako částice plynu. Jde je dokonce vést ve vakuu na malé vzdálenosti trubkami, pokud se zajistí, aby nereagovaly s jejich materiálem fúzní reakcí. K tomu dojde tím snáze, čím se pomaleji pohybují, protože k vyvolání fúze je nutný, aby se neutron zdržel v jádře atomu určitou dobu. Srážkami se neutrony postupně zpomalují, proto musí mít tyto roury určité minimální průřez, aby se v nich neutrony nezachycovaly. Ve volném stavu se neutrony samovolně rozpadají, za necelou čtvrt hodinu se jich zaničí polovička, přičemž naprostá většina se rozloží na elektron a proton tzv. standardním beta-rozpadem. Rychle letícím elektronům se totiž z historických důvodů říká beta-částice, byly totiž objeveny jako druhý přirozený zdroj radioaktivity hned po alfa-částicích, který tvoří jádra atomů helia.

Pomocí Standardního modelu bylo už před lety předpovězeno, že uvedený mechanismus rozpadu není jedinou možností. Část energie uvolněná rozpadem vždy odnese antineutrino a část foton, vzniklý vyvrstvením elektronu. Poměr energií těchto dvou komponent je stále, ale foton je zpravidla zachycen vznikajícím protonem, takže se na výslednou energii produktů beta-rozpadu nepodílí. Jen v jednom z cca 1000 případů je možno uvolněný foton detekovat a právě to se [nedávno povedlo](#) skupině vědců z USA a Velké Británie. Při pokusu se měřila koincidence fotonů gamma záření a protonů prolétávajících detektorem. Za normálních podmínek se v přirozeném pozadí objevuje fotonů spousta, ale v případě, že k zachycení fotonu dojde těsně (asi 20 miliontin vteřiny) před zachycením protonu, je vysoká pravděpodobnost, že obě částice pocházejí z téhož rozpadu.



STANDARD NEUTRON BETA DECAY



RADIATIVE NEUTRON BETA DECAY

$$\frac{n}{x^3 \cdot t^1} = \frac{p}{x^3 \cdot t^0} + \frac{e^-}{x^2 \cdot t^2} + \frac{\nu_e^-}{x^0 \cdot t^0} \quad \left| \begin{array}{l} 5 \ 5 \\ 5 \ 5 \end{array} \right.$$

$$\frac{n}{x^3 \cdot t^1} = \frac{p}{x^3 \cdot t^0} + \frac{\gamma^-}{x^2 \cdot t^3} + \frac{\nu_e^-}{x^1 \cdot t^0} \quad \left| \begin{array}{l} 6 \ 6 \\ 6 \ 6 \end{array} \right.$$

Podle mě je Radiative Neutron Beta Decay jako interakce reálná takto zde předvedená špatně.

<http://artemis.osu.cz/atjaf/Texty/AF2-4.pdf>



JOSEF [19.1.07 - 08:55]

Na RAGTIME mě Srnka zakázal přístup...? z neznámých důvodů. Proto musím příspěvek dát sem.

SRNKA napsal „Pomocí Standárního modelu bylo už před lety předpovězený, že uvedenej mechanismus rozpadu není jedinej možnej. Část energie uvolněný rozpadem vždy odnese antineutrino a část foton, vzniknej vymrštěním elektronu.“

(reakce) Nevím do jaké míry Srnka větu sám dotvořil (při opisu z citací pravých), ale ta věta je špatně.

Už jsem ukázal, že nemůže nastat interakce

$n = p + e^- + (\text{anti})n\gamma(e)^- + \text{foton}$ (toto tvrzení sice nemám odnikud potvrzené, ale vycházím ze svých vzorečků – vznikla by asymetrie-nerovnováha) (jistí lidé nemají rádi slovíčko „nerovnice“). Pokud by se pozoroval takový rozpad neutronu kdy produktem je i foton, pak by musela ta interakční přeměna vypadat (podle mého názoru) takto :

$n = p + e^- + n\gamma(e)^- + n\gamma(\text{mí}) + \text{foton}$. Přičemž hmotnost má jen $n\gamma(\text{mí})$ a $n\gamma(e)$ nikoliv. Může mi zdejší odborník (který se musí zajít dívat na obrázek na RAGTIME) na to říci námítky ?



BELZEBUB [22.1.07 - 19:36]

Panove.

PIITR - velice ocenuji poznámku, kterou jsi napsal, že nerozumíš částicové fyzice. To je právě ten rozdíl, který te dělá hodnotným, narozdíl od Navratila, který sice tvrdí, že je laik, ale rozumí všemu a do všeho má poznámky. :-)

Ale konstruktivně:

Spin je kvantová vlastnost částic, která nám říká o tom, jaký je rotační moment částice. Tím, že to je

kvantova vlastnost, tak se ridi kvantovymi zakony. Ty, jak se uci jiz studenti v zakladnim kurzu jaderne fyziky, maji ponekud podivne vlastnosti. Jednou z nich je zvlastni skladani jejich hodnot, nejen pri interakcich. Castice muze v realu nabit nekolik hodnot spinu, konkretně je to vzdycky v intervalu celociselných prirustku jeho spinoveho cisla (ktere matematicky je vlastne prumetem spinu do jedne z dimenzi), od hodnoty zaporne az po kladnou, matematicky vyjadritelne takto:

$$s_z = -s, -s+1, \dots, s-1, s$$

kde s_z je hodnota spinoveho prumetu v rovnici, a male "s" tzv. "vnitri spin", ktery je prave tim, co je znamo pod "spinem castic". V realu to tedy vypada tak, ze vsechny castice se spinem 1/2 muzou nadobudnout pri interakcich hodnoty spinu -1/2 a +1/2, kde tyto dva stavy se v zjednodusene reci casto nazývaji jako "spin nahoru" a "spin dolu". Castice se spinem 1 (foton) muze nadobudnout az tri hodnoty: -1, 0 a 1. Castice se spinem 3/2 (treba Omega hyperon) muze nadobudnout hodnoty -3/2, -1/2, 1/2 a 3/2. Castice se spinem 2 (zatim treba hypoteticky graviton) muze nabobudnout hodnot -2, -1, 0, 1 a 2. Vysledkem je, ze skladani spinu pri kvantovomechanickych interakcich neni tedy jenom pouhe scitavani jak nas ucili ve skole, nybrz je tam vic moznych kombinaci. Napriklad, ta rovnice napravo (s fotonem), muze mit takoveto slozeni spinu (a mnoho jinych):

$$n \rightarrow p + e + \gamma + \text{antineutrino}$$

$$1/2 = 1/2 + (-1/2) + 1 + (-1/2)$$

pricemz tedy rovnice bez problemu vyhovuje i zakonu zachovani spinoveho cisla (gamma je foton).

Poznamka k Navratilovym vzoreckum - nevim proc v rovnicih stale oznacujete jenom neutrino, kdyz tam ma byt antineutrino. Vam je to jedno? Prirode ne.

Poznamka 2:

Navratiluv navrh rovnice $n = p + e + \nu(e) + \nu(m) + \text{foton}$ neni v prirode mozny, protoze narušuje zakon zachovani leptonoveho naboje (pocet leptonu na leve a prave strane rovnice neni stejny). A to i kdyz pripustime, ze jedno z tech Navratilovych "neutrín" by bylo antineutrino, ktere on tak uspesne ignoruje. Pripominam, ze mezi leptony patri elektron, mion, tauon a vsechna neutrina, pricemz leptony maji leptonovy naboje roven jedne a antileptony rovny minus jedne. Jelikoz na leve strane mame jenom neutron (leptonovy naboje nula), na prave strane musi byt soucet leptonovych naboju take nula. Proto klasicka rovnice (kde napravo mame elektron a ANTIneutrino) tuto podminku splnuje, rovnez tak i modifikovana rovnice s fotonem (take je na prave strane pouze elektron a antineutrino, tedy celkovy leptonovy naboje rovny nule). Kdezto Navratilovy rovnice leptonovy naboje porušuji ve vsech pripadech (elektron plus neutrino je leptonovy naboje dva), a kdyz tam ma elektron a dve neutrina (nebo antineutrina) tak se z toho proste v zadnem pripade neda zadnou kombinaci slozit leptonovy naboje nula. Proto je ten Navratiluv navrh naprosty nesmysl, ktery priroda nepovoluje, jak dokazalo mnozstvi experimentu (zakon zachovani leptonoveho naboje je velice dobre overen). Proste ty Navratilovy navrhy jsou naprosty nesmysl odporujici vsem experimentum, jenomze to by nekdo musel mit vic chuti se trosicku vzdelat a mit trosicku mene sebevedomi... **A ani tohle se nas "inženýr" Navratil nedokazal naucit ani za 26 let prace, tyhle veci, ktere clovek najde i v nezakladnejsich ucebnicich o jaderne fyzice, a na ktere neni potreba zadna slozita matematika, staci stredni skola!** Jak nam vysvetlite, pane Navratile, takovou donebevolajici neznalost? Kde je ta vase prace "16 hodin denne", kdyz jste se ani takovy jednoduchy zakon nedovedl naucit? Kam jste ten svuj cas promrhal? **Je jedina odpoved - vy jste proste naprosty fyzikalni antitalent, kdyz nedokazete nastudovat za 26 let ani vedomosti na ktere staci stredni skola, a neznate (nebo neumite uplatnit v praxi) ani obycejny zakon zachovani leptonoveho naboje.** Vy proste nevite o cem tocite, presteze vzoreckum elementarnich castic venujete vyznamnou cast sve HDV. Neuveritelne, uplne neuveritelne...

$$\frac{x^3 t^1}{x^0 t^3} = \frac{x^3 t^0}{x^0 t^2} \cdot \frac{x^2 t^2}{x^2 t^1} \cdot \frac{x^0 t^0}{x^0 t^1} \cdot \frac{x^1 t^1}{x^1 t^0} \cdot \frac{x^2 t^2}{x^2 t^3} \quad | \quad 8 \quad 8 |$$

\uparrow	\uparrow	\uparrow	\uparrow	\uparrow	\uparrow							
n	=	p	+	e⁻	+	v_{e⁻}	+	v_μ	+	γ⁻	interakce (zach. symetrie)
1/2	=	1/2	+	(1/2)	+	(-1/2)	+	(1/2)	+	-1	.....	spin nesedí
				lep		antilep		lep				
0	=	0		1		-1		1		0	.....	leptonové číslo nesedí
1	=	1		0		0		0		0	.....	baryonové číslo
0	=	+		-		0		0		0	.....	elektrický náboj

Befeleme říká (**červeně komentuji**)

Poznámka k Navratilovym vzoreckum - nevím proc v rovnicich stale oznacujete jenom neutrino, kdyz tam ma byt antineutrino. **Omlouvám se za lajdáckost** Vam je to jedno? **Není, omlouvám se** Prirode ne.

Poznámka 2:

Navratiluv navrh rovnice $n = p + e^- + n\gamma(e) + n\gamma(mi) + \text{foton}$ není v prirode možný, **je možný když opravím tu svou chybu** protože narušuje zakon zachovani leptonoveho naboje **už nenarušuje** (pocet leptonu na leve a prave strane rovnice není stejný). A to i když pripustíme, že jedno z tech Navratilovych "neutrín" by bylo antineutrino, které on tak uspesne ignoruje. **gama částice je sama sobě antičásticí.**

Vy prostě nevíte o čem točíte, protože vzoreckum elementarnich castic venujete významnou část své HDV. Neuveritelně, úplně neuveritelně... **za překlep se omlouvám (i hulvátům)**

Řekl jsem minule SLUŠNĚ :

Už jsem ukázal, že nemůže nastat interakce

$n = p + e^- + (\text{anti})n\gamma(e) + \text{foton}$ (toto tvrzení sice nemám odnikud potvrzené, ale vycházím ze svých vzorečků – vznikla by asymetrie-nerovnováha) (jistí lidé nemají rádi slovíčko „nerovnice“). Pokud by se pozoroval takový rozpad neutronu když produktem je i foton, pak by musela ta interakční přeměna vypadat (podle mého názoru) takto :

 $n = p + e^- + n\gamma(e) + n\gamma(mi) + \text{foton}$. Přičemž hmotnost má jen $n\gamma(mi)$ a $n\gamma(e)$ nikoliv. Může mi zdejší odborník (který se musí zajít dívat na obrázek na RAGTIME) na to říci námítky ?

 ale reakce byla hulvátská...no, jakou můžete čekat od chorého mozku hulváta...

.....

$$\begin{array}{cccccc|cc} x^3 t^1 & x^3 t^0 & x^2 t^2 & x^0 t^0 & x^1 t^1 & x^2 t^2 & 8 & 8 \\ \hline x^0 t^3 & x^0 t^2 & x^2 t^1 & x^0 t^1 & x^1 t^0 & x^2 t^3 & 8 & 8 \end{array}$$

\uparrow	\uparrow	\uparrow	\uparrow	\uparrow	\uparrow							
n	=	p	+	e⁻	+	v_{e⁻}	+	v_μ	+	γ⁻	interakce (zach. symetrie)
1/2	=	1/2	+	(-1/2)	+	(-1/2)	+	(1/2)	+	-1	.....	spin nesedí
				lep		antilep		lep		antilep		
0	=	0		1		-1		1		-1	.....	leptonové číslo
1	=	1		0		0		0		0	.....	baryonové číslo
0	=	+		-		0		0		0	.....	elektrický náboj

$x^3 t^1$	$x^3 t^0$	$x^2 t^2$	$x^0 t^0$	$x^1 t^1$	$x^2 t^2$	| 8 8 |					
----- = ----- . ----- . ----- . -----											
$x^0 t^3$	$x^0 t^2$	$x^2 t^1$	$x^0 t^1$	$x^1 t^0$	$x^2 t^3$	| 8 8 |					
↑	↑	↑	↑	↑	↑						
n	= p	+	e⁻	+	ν_e⁻	+	ν_μ	+	γ⁻	interakce (zach. symetrie)
1/2	= 1/2	+	(-1/2)	+	(-1/2)	+	(-1/2)	+	1	.....	spin
			lep		antilep		lep		antilep		
0	= 0		1		-1		1		-1	.....	leptonové číslo
1	= 1		0		0		0		0	.....	baryonové číslo
0	= +		-		0		0		0	.....	elektrický náboj

Befeleme říká (červeně komentuji)

Poznámka k Navratilovým vzorečkům - nevím proč v rovnicích stále označujete jenom neutrino, když tam má být antineutrino. **Omlouvám se za lajdáckost** Vám je to jedno? **Není, omlouvám se** Přírodě ne.

Poznámka 2:

Navratilův návrh rovnice n = p + e + n̄(e) + n̄(mi) + foton není v přírodě možný, je možný když opravím tu svou chybu protože narušuje zákon zachování leptonového náboje už nenarušuje (počet leptonu na leve a prave strane rovnice není stejný). A to i když připustíme, že jedno z těch Navratilových "neutrín" by bylo antineutrino, které on tak úspěšně ignoruje. gama částice je sama sobě antičásticí.

Vy prostě nevíte o čem točíte, protože vzorečkům elementárních částic venujete významnou část své HDV. Neuveritelně, úplně neuveritelně... za překlep se omlouvám (i hulvátům)

PIITR : ano, máš pravdu. Opět jsem chyboval (z únavy před půlnocí). Takže ten návrh na "osmičkovou interakci" je špatně. (pokusím se spekulativně vymyslet návrh, který by vyhovoval "kvantovým číslům").

Když se vrátím k původní interakci Srnky (tak mu taky nesedí) :

n = p + e- + (anti)n̄ + foton,

tak Srnka říká, že, cituji Pomocí Standardního modelu bylo už před lety předpovězený, že uvedenej mechanismus rozpadu není jedinej možnej. Část energie uvolněný rozpadem vždy odnese antineutrino a část foton, vzniknejm vyvrstěním elektronu. Poměr energií těchto dvou komponent je stálej, ale foton je zpravidla zachycenej vznikajícím protonem, takže se na výsledný energii produktů beta-rozpadu nepodílí. Jen v jednom z cca 1000 případů je možný uvolněnej foton detekovat **k této interakci kdy foton není pohlcen „jádnem“ dochází až 1:1000 .**

$x^3 t^1$	$x^3 t^0$	$x^2 t^2$	$x^1 t^0$	$x^2 t^3$	| 8 8 |
----- = ----- . ----- . ----- . -----					
$x^0 t^3$	$x^0 t^2$	$x^2 t^1$	$x^1 t^1$	$x^2 t^2$	| 8 7 |

↑	↑	↑	↑	↑					
n	= p	+	e⁻	+	ν_μ⁻	+	γ	.....	interakce (zach. symetrie)
1/2	= 1/2	+	(-1/2)	+	(-1/2)	+	1	.....	spin
			lep		antilep		lep		
0	= 0		1		-1		1	.....	leptonové číslo nesedí
1	= 1		0		0		0	.....	baryonové číslo
0	= +		-		0		0	.....	elektrický náboj

n -> p + e + gamma + antineutrino

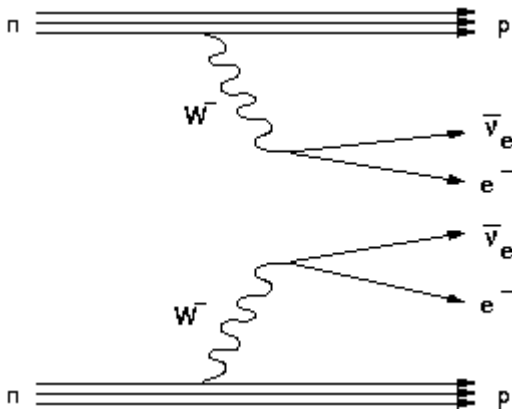
$$1/2 = 1/2 + (-1/2) + 1 + (-1/2) \quad \text{spin}$$

$$0 = 0 + 1 \quad 0 \quad -1 \quad \text{lepton}$$

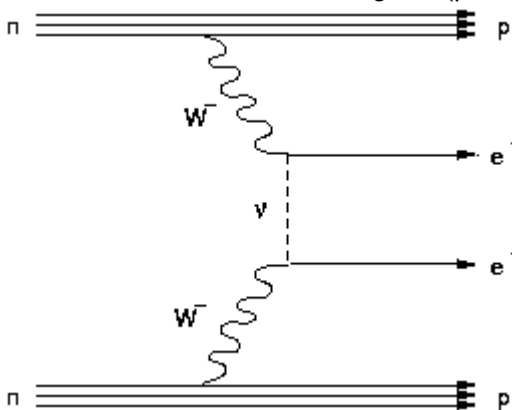


BELZEBUB [23.1.07 - 10:57]

Existuje vedecka hypoteza (velice solidne matematicky podlozena), ktera tvrdi, ze neutrina jsou Majoranovske castice (angl. "Majorana particles", nazev maji podle jednoho vedce). Ta predpoklada, ze neutrina a antineutrina jsou totozne castice (stejne jako foton). Dalsim faktem je, ze existuje tzv. dvojity beta rozpad, pri kterem se soucasne dva neutrony v atomovem jadre rozpadnou na dva protony, dva elektrony a dva antineutrina:



Tenhle typ rozpadu je VELICE vzacny (protoze pouze nektere jadra splnuji energeticke podminky pro jeho uskuteneni), znamo jenom tucet prvku ktere se jim rozpadaji a vsechny maji polocas rozpadu vetsi nez 10^{19} let. Ovsem, Majoranovska hypoteza predpovida, ze jestli opravdu jsou antineutrina a neutrina totozne castice, tak ty dve antineutrina mohou zinteragovat (podobne jako fotony), schematicky obrazek zde:



Co na to vase vzorecky? Provadeji se dosti slusne a nakladne experimenty pro objeveni dvojiteho bezneutrinoveho rozpadu (neutrinoless double beta decay), takze meli byste vyhodu, ze ty experimenty se delaji a jestli vase HDV udela nejakou predpoved v tomto smeru tak nemusite presvedcovat vedce aby delali experimenty jenomkvuli vasi HDV.

$$\begin{array}{cccc|cc} x^3 & t^1 & x^3 & t^0 & x^2 & t^2 & x^0 & t^0 & | & 5 & 5 | \\ \hline x^0 & t^3 & x^0 & t^2 & x^2 & t^1 & x^0 & t^1 & | & 5 & 5 | \end{array}$$

$$\begin{array}{cccc} \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \mathbf{n} & = & \mathbf{p} & + & \mathbf{e}^- & + & \bar{\nu}_e \end{array}$$

beta rozpad dle Feynmanova diagramu, viz obr., je vlastně přeměna kvarku „d“ na kvark „u“ a „navíc“ přivýroba elektronu a antineutrino elektronového (on totiž vlnobalíček neutronu, aby se mohl „rozpadnout“ čili vydat vlnu $\Delta t / t$ kterou má „navíc“ vůči okolnímu časoprostoru, tak to musí udělat „vyrobením-rozechvřením“ okolního časoprostoru čili výrobou dalších vlnoshluků (!), jimiž jsou elektron a neutrino. Opakuji : vyrobí je, vygeneruje je, ten „rozpad“ neutronu (on to není vůbec rozpad, ale geneze ... což je uvolnění vlny $\Delta t / t$ z neutronu do okolního „plochého“ časoprostoru a tím rozvlnění jeho „plochého“ stavu do nových vlnoshluků → elektron, což je vlnoplocha a antineutrino elektronové, což je >čistá< dimenze času.

$$\begin{array}{ccccccc}
 \mathbf{n} & + & \mathbf{v} & = & \mathbf{p} & + & \mathbf{e}^- \\
 \mathbf{d}^{(-1/3)} & + & \mathbf{v}_e^{(0)} & = & \mathbf{u}^{(+2/3)} & + & \mathbf{e}^{(-3/3)} \\
 \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\
 \mathbf{x}^1 \cdot \mathbf{t}^{2/3} & & \mathbf{x}^0 \cdot \mathbf{t}^1 & & \mathbf{x}^1 \cdot \mathbf{t}^{-1/3} & & \mathbf{x}^2 \cdot \mathbf{t}^2 & \mathbf{3} \ \mathbf{3} \\
 \text{-----} & \cdot & \text{-----} & = & \text{-----} & \cdot & \text{-----} & \\
 \mathbf{x}^0 \cdot \mathbf{t}^{4/3} & & \mathbf{x}^0 \cdot \mathbf{t}^0 & & \mathbf{x}^0 \cdot \mathbf{t}^{+1/3} & & \mathbf{x}^2 \cdot \mathbf{t}^1 & \mathbf{3} \ \mathbf{3}
 \end{array}$$

a) β^- rozpad : O.K.

$$\begin{array}{ccccccc}
 \mathbf{d}^{(-1/3)} & = & \mathbf{u}^{(+2/3)} & + & \mathbf{W}^{(-3/3)} & & \\
 & & & & \mathbf{W}^{(-3/3)} & + & \mathbf{v}_e^{(0)} & = & \mathbf{e}^{(-3/3)} \\
 \mathbf{x}^1 \cdot \mathbf{t}^{2/3} & & \mathbf{x}^1 \cdot \mathbf{t}^{-1/3} & & \mathbf{x}^2 \cdot \mathbf{t}^2 & & & \mathbf{3} \ \mathbf{3} \\
 \text{-----} & = & \text{-----} & \cdot & \text{-----} & & & \\
 \mathbf{x}^0 \cdot \mathbf{t}^{4/3} & & \mathbf{x}^0 \cdot \mathbf{t}^{+1/3} & & \mathbf{x}^2 \cdot \mathbf{t}^1 & & & \mathbf{3} \ \mathbf{3}
 \end{array}$$

$$\frac{x^2.t^2}{x^2.t^2} \cdot \frac{x^0.t^1}{x^0.t^0} = \frac{x^2.t^2}{x^2.t^1} \quad \begin{matrix} 4 & 4 \\ 4 & 4 \end{matrix}$$

b) β^+ rozpad : (?...není O.K.?)

$$v_e^{(0)} = e^{(-3/3)} + W^{(+3/3)}$$

$$\frac{x^0.t^1}{x^0.t^0} = \frac{x^2.t^2}{x^2.t^1} \cdot \frac{W^{(+3/3)} + d^{(-1/3)}}{x^2.t^1} = \frac{u^{(+2/3)}}{x^2.t^1} \quad \begin{matrix} 4 & 3 \\ 4 & 3 \end{matrix}$$

$$\frac{x^2.t^1}{x^2.t^1} \cdot \frac{x^1.t^{2/3}}{x^0.t^{4/3}} = \frac{x^1.t^{-1/3}}{x^0.t^{+1/3}} \quad \begin{matrix} 3 & 2 \\ 3 & 2 \end{matrix}$$

....bohužel prozatím si s tím nevím rady...tedy nevím proč by měl mít W-boson stejný vzoreček pro kladnou podobu i zápornou podobu. Rovněž tak je však podivné "ve vaší konvenci" , že si W-boson mění náboj při cestě "tam" a cestě "zpět"...-vím, že namítne, že to je PROTO, že musí být zachován zákon nábojové rovnováhy...ale to vy podřizujete tomuto zákonu jiný *nezávislý* zákon (on se na vás bude zlobit)

J.Navrátil

(díky za hezký dopis...ale neodpověděl jste mi kdeže berete informace na ty interakční rovnice)

10.12.2001 (už umíte otevřít >Word< co Vám posílám ???)

01

02

03

04

05

ZÁKLADNÍ ČÁSTICE

LÁTKY

POLE

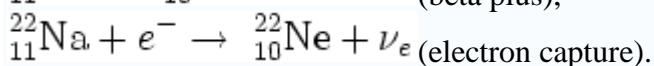
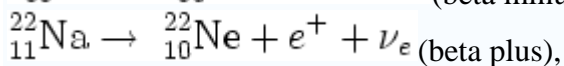
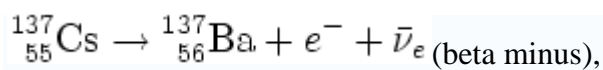
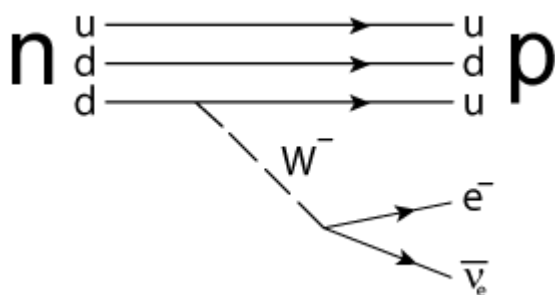
LEPTONY

e <u>elektron</u> náboj $-e$	μ <u>mion</u> náboj $-e$	τ <u>tauon</u> náboj $-e$
ν_e <u>elektronové</u> <u>neutrino</u> bez náboje	ν_μ <u>mionové</u> <u>neutrino</u> bez náboje	ν_τ <u>taunové</u> <u>neutrino</u> bez náboje

KVARKY

u <u>up</u> náboj $2/3 e$	c <u>charm</u> náboj $2/3 e$	t <u>truth</u> náboj $2/3 e$
d <u>down</u> náboj $-1/3 e$	s <u>strange</u> náboj $-1/3 e$	b <u>beauty</u> náboj $-1/3 e$

γ foton
G ? graviton
W^\pm, Z^0 intermediální bosony
g gluony (8)



<http://www.sweb.cz/AstroNuklFyzika/JadRadFyzika2.htm>