



**BİLLURƏ TƏVƏKKÜL QIZI HACIYEVA**

**XARİCİ MAQNİT SAHƏSİNDƏ NEYTRİNO-  
ELEKTRON QARŞILIQLI TƏSİR PROSESLƏRİNDƏ  
ASİMMETRİYALAR**

**2212.01 – Nəzəri fizika**

*Elmi rəhbər: Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının  
müxbir üzvü, fizika-riyaziyyat elmləri  
doktoru, professor V. A. HÜSEYNOV*

**«NAXÇIVAN - 2017»**

# MÖVZUNUN AKTUALLIĞI

Elementar zərrəciklər fizikasının müasir və mühüm problemlərindən biri yüksək enerjili elementar zərrəciklərin qarşılıqlı təsirinin ifratgüclü xarici sahələrdə tədqiq olunmasıdır. İfratgülcü maqnit sahələri dedikdə maqnit induksiyasının qiyməti Şvinger sahəsinin qiymətindən kiçik olmayan sahələr başa düşülür.

$$B \geq B_0 = m_e^2 c^3 / e\hbar = 4,41 \times 10^{13} \text{ Qs} \quad (1)$$

olan sahələr başa düşülür. Bu şərti ödəyən ifratgülcü maqnit sahələrinə neytron ulduzlarında, onların xüsusi növü olan pulsarlarda və maqnitarlarda rast gəlinir.

Adi neytron ulduzlarında mövcud olan maqnit sahələri  $B \sim 10^{13} Q_s$  tərtibindədir. Maqnitərlər adlanan anomal rentgen pulsarlarında və yumşaq qamma şüaların təkrarlayıcılarında rast gəlinən maqnit sahələri  $B \sim 10^{15} Q_s$  tərtibindədir. İfratyeni ulduzların partlayışı zamanı yaranan maqnit sahələri  $B \sim 10^{15} Q_s - 10^{17} Q_s$

Yeni doğulmuş neytron ulduzlarının maqnit sahələrinin yuxarı sərhədi  $B \sim 10^{18} Q_s$  tərtibində qiymətləndirilir. Güclü maqnitləşmiş ulduzların daxilində baş verən termonüvə sintezi nəticəsində yaranan çox böyük miqdarda enerjinin ulduzun yuxarı qatlarına və xaricə daşınmasında neytrinolar xüsusi rol oynayır.

Neytrinolar fotonlarla müqayisədə olduqca intensivliklə daxili enerjini xaricə daşıyır. Bu zaman neytrinolar ulduzun nisbətən yuxarı qatlarındakı elektronlardan elastik və qeyri-elastik səpilmə yolu ilə daxildəki enerjini və ya istiliyi həmin qatdakı elektronlara ötürür. Nəticədə ulduzun nisbətən yuxarı qatlarının qızması və nisbətən aşağı qatlarının soyuması reallaşır. Ulduzun daxilindən gələn çox yüksək enerjili neytrinolar ulduzun səthinə yaxın qatlarda və ya ulduzun səthində elektron-pozitron cütləri buraxmaqla ulduzun soyumasında mühüm rol oynayır.

Bu nöqteyi-nəzərdən neytrinolar tərəfindən baş verən enerji itkilərinin hesablanması astrofiziki tətbiqlər baxımından praktiki əhəmiyyət kəsb edir. Bir qədər sonra göstərəcəyik ki, neytrinolar tərəfindən baş verən enerji itkiləri prosesdə iştirak edən elektron və pozitronların spinlərinin polyarlaşma hallarından asılı olaraq asimmetrik baş verir.

Spin asimmetriyası adlanan bu asimmetriya neytron ulduzunun qızma və soyuma prosesində asimmetriyaya gətirib çıxarır.

Biz bu dissertasiya işində neytrino-elektron

$$\nu_i + e^- \rightarrow \nu_i + e^- \quad (2)$$

və neytrino-pozitron

$$\nu_i + e^+ \rightarrow \nu_i + e^+ \quad (3)$$

səpilmələrinə;

neytrinolar tərəfindən elektron-pozitron cütlərinin buraxılması

$$\nu_i \rightarrow \nu_i + e^- + e^+ \quad (4)$$

və antineytrinolar tərəfindən elektron-pozitron cütlərinin buraxılması

$$\tilde{\nu}_i \rightarrow \tilde{\nu}_i + e^- + e^+ \quad (5)$$

proseslərinə baxırıq.

Burada  $\nu_i$  - neytrinonun 3 aromasını və ya 3 növünü göstərir.

$$\nu_i = \nu_e, \nu_\mu, \nu_\tau \quad (6)$$

Maqnit sahəsində neytrino-elektron səpilmələri Borisov, Nanaa, Ternov, Buzardan, Vşivsev, Zaxartsov, Loskutov, Tsvetkov, Berchastnov, Haensel, Huseynov, Cəfərov, Qasımova, Hardi, Toma, Kuznetsov, Mixeyev, Narınskaya və başqaları tərəfindən tədqiq olunmuşdur.

Hüseynov, Cəfərov və Qasımova işlərindən başqa digər işlərdə maqnit sahəsi temperatur, kimyəvi potensial kimi mühit faktorları, yüklü leptonların spinləri və Landau kvant ədədləri, neytrinoların polyar və azimutal bucaqları eyni zamanda nəzərə alınmamamışdır.

Hüseynov, Cəfərov və Qasımovanın bir sıra tədqiqatlarında enerji itkilərinə xas olan asimmetriyalar nəzərə alınsa da neytrino-elektron və neytrino-pozitron səpilmələrində neytrinolar tərəfindən elektron-pozitron cütlərinin buraxılması və antineytrinolar tərəfindən elektron- pozitron cütlərinin buraxılması proseslərində spin assimmetriyaları tam tədqiq olunmayıb.

Maqnit sahəsində elektronun və ya pozitronun enerji spektri

$$E = \sqrt{m_e^2 + 2eBn + p_z^2} \quad (7)$$

düsturu ilə müəyyən edilir. Burada  $p_z$  - elektronun və ya pozitronun maqnit sahəsinin induksiya vektoru boyunca yönəlmiş  $z$  oxu üzrə komponenti,  $n$  isə Landau enerji səviyyələrinin nömrəsini göstərən baş kvant ədədidir.



Çox zəif maqnit sahələrində, yəni  $B \ll B_0$  olduqda elektronlar və pozitronlar yüksək həyəcanlaşmış hallarda, yəni kvaziklassik hallarda yerləşir.

Bu halda  $n \gg 1$  olur. Lakin biz burada ifargüclü sahələrə baxırıq. İfratgüclü maqnit sahələrində isə elektron və pozitronlar əsas və aşağı Landau səviyyələrini tuturlar.

Əsas Landau səviyyəsi üçün  $n=0$  götürülür. Biz burada aşağı Landau səviyyələri dedikdə  $n=1, 2$  olan səviyyələri nəzərdə tuturuq. Baxdığımız proseslər ifragüclü maqnitləşmiş mühitlərdə temperatur və kimyəvi potensial kimi mühit faktorları, elektron və pozitronların spinləri, neytrinoların poylar və azimutal bucaqları nəzərə alınmaqla tam tədqiq olunmayıb.

## İşin məqsədi:

Bu işdə məqsəd ifratgüclü maqnitləşmiş mühütlərdə elektronların və pozitronların spinlərinin eninə və uzununa polyarlaşmaları nəzərə almaqla

$$\nu_i + e^- \rightarrow \nu_i + e^- \quad (8)$$

$$\nu_i + e^+ \rightarrow \nu_i + e^+ \quad (9)$$

$$\nu_i \rightarrow \nu_i + e^- + e^+ \quad (10)$$

$$\tilde{\nu}_i \rightarrow \tilde{\nu}_i + e^- + e^+ \quad (11)$$

reaksiyaları ilə təşkil olunan proseslər zamanı baş verən enerji itkilərindəki qanunauyğunluqları üzə çıxarmaqdır.

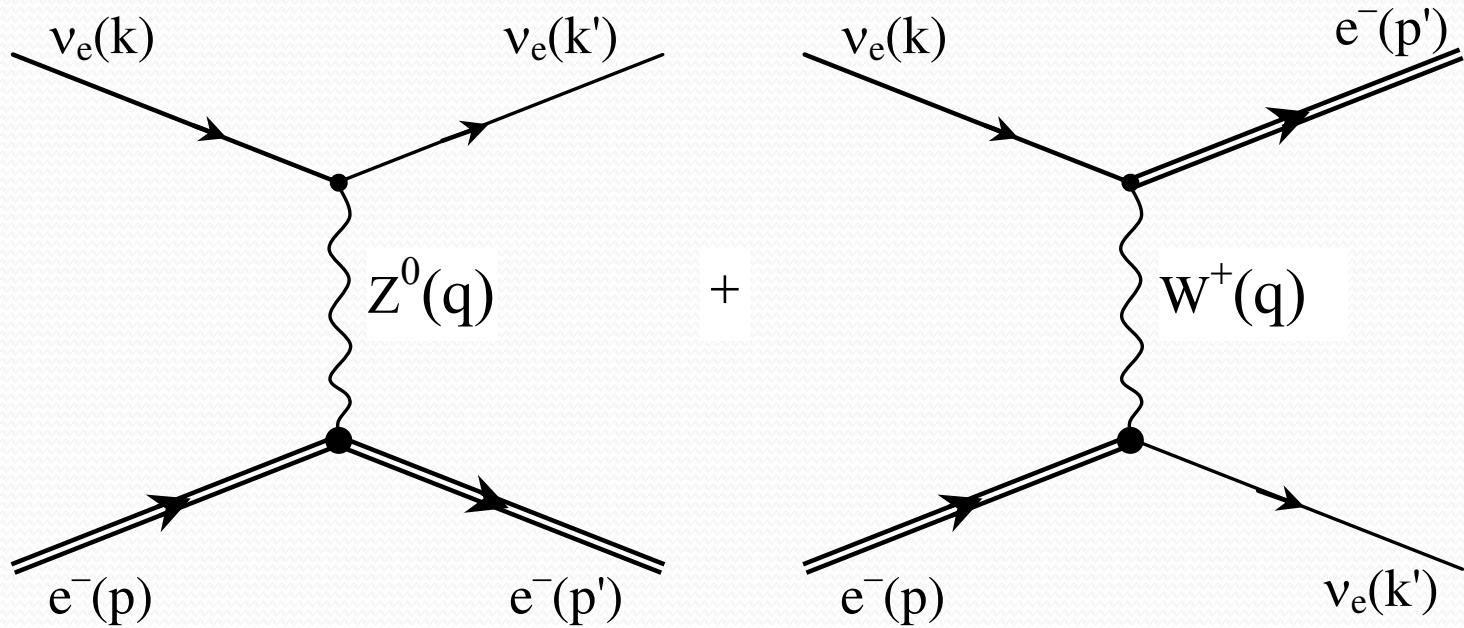
# TƏDQIQAT ÜSULLARI

Bu dissertasiya isində Feynman diaqram texnikasından və dəqiq dalğa funksiyası üsulundan istifadə etməklə Vaynberq - Salam nəzəriyyəsinin aşağı energetik yaxınlaşmasında yuxarıda sözügedən proseslər zamanı baş verən enerji itkilərini hesablamışıq. Hesablamaları elektron və pozitronların spinlərinin həm eninə həm də uzununa polyarlaşmaları halında aparmışıq. Enerji itkiləri üçün ümumi düstur alarkən düşən və səpilən neytrinoların polyar və azimutal bucaqlarını nəzərə almışıq.

Biz bu işdə təbiətdə "sol" neytrinonun və "sağ" antineytrinonun mövcud olduğu modelə baxırıq. Neytrinonların kütləsi prosesdə iştirak edən elektronların və pozitronların kütlələri ilə müqayisədə olduqca kiçik olduğuna görə ( $m_\nu \sim 1\text{eV}$ )n-1eV onları kütləsiz hesab edirik.

Həm neytral, həm də yüklü cərəyanlar hesabına baş verən neytrino elektron və neytrino-pozitron səpilmə prosesləri reaksiyası ilə təsvir olunur bu prosesləri təsvir edən Feynman diaqramları Şəkil -1 də verilmişdir.

$$\nu_e + e^{\mp} \rightarrow \nu_e + e^{\mp} \quad (12)$$



Şəkil 1.

Yalnız neytral cərəyanlar hesabına baş verən neytrino-elektron və neytrino-pozitron səpilmə prosesləri

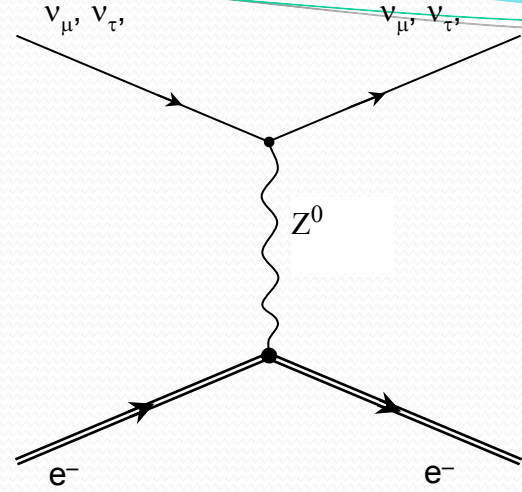
$$\nu_{\mu} + e^{\bar{\tau}} \rightarrow \nu_{\mu} + e^{\bar{\tau}} \quad (13)$$

$$\nu_{\tau} + e^{\bar{\tau}} \rightarrow \nu_{\tau} + e^{\bar{\tau}} \quad (14)$$

reaksiyası ilə verilir. Bu reaksiyalara uyğun Feynman diaqramları Şəkil - 2-də verilmişdir. Vaynberq Salam nəzəriyyəsinin aşağı energetik yaxınlaşmasında yəni kiçik impuls ötürmələrində

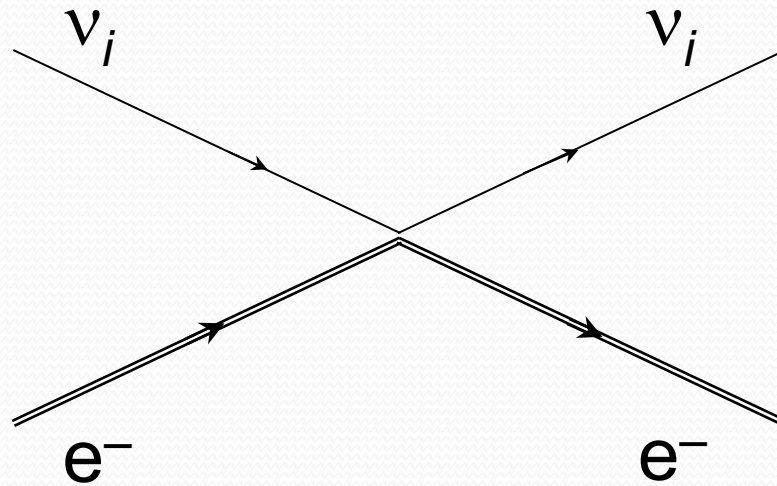
$$|q^2| \ll m_w^2 \quad (m_w \cong 80 GeV) \quad (15)$$

$$|q^2| \ll m_{z^0}^2 \quad (m_{z^0} \cong 91 GeV) \quad (16)$$



**Şəkil 2.**

Şəkil 1 və Şəkil 2 də verilmiş Feynman diaqramları aşağıdakı sadə diaqrama gətirilir.



**Şəkil 3.**

Biz neytrino-elektron və neytrino-pozitron səpilmə proseslərinin diferensial effektiv kəsiyinin spektral bucaq paylanması

$$\frac{d\sigma}{d\omega'd\Omega'} = \frac{G_F^2 eH}{(2\pi)^4} \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{n'=0}^{\infty} \int \frac{\omega'}{\omega} Rf_{\mp} (1 - f'_{\mp}) \delta(\omega' - \omega + E' - E) dp_z \quad (17)$$

və bu proseslərə xas olan enerji və impuls itkiləri üçün

$$\frac{dP^\alpha}{dt} = \frac{G_F^2 eH}{(2\pi)^4 V} \int \frac{\omega'}{\omega} Rq^\alpha f_{\mp} (1 - f'_{\mp}) \delta(\omega' - \omega + E' - E) dp_z d\omega'd\Omega' \quad (18)$$

düsturunu almışıq. Daha sonra

$$\nu_i \rightarrow \nu_i + e^- + e^+ \quad (19)$$

proseslərinin diferensial ehtimalı üçün



$$dw = \frac{G_F^2 eH}{(2\pi)^4 V} \int \frac{\omega'}{\omega} R(1-f_-)(1-f_+) \delta(\omega' - \omega + E' + E) dp_z d\omega' d\Omega' \quad (20)$$

ümumi ifadəsini və həmin proseslərə xas olan enerji və impuls itkiləri üçün

$$\frac{dP^\alpha}{dt} = \frac{G_F^2 eH}{(2\pi)^4 V} \int \frac{\omega'}{\omega} Rq^\alpha (1-f_-)(1-f_+) \delta(\omega' - \omega + E' + E) dp_z d\omega' d\Omega' \quad (21)$$

ifadəsini almışıq.

Xarici maqnit sahəsində neytrino- elektron və neytrino- pozitron səpilmələri halında göstərmişik ki, güclü maqnitləşmiş mühitdə elektron qazı və pozitron qazı neytrinolar tərəfindən bərabər şəkildə deyil, fərqli olaraq qızır. Elektron qazının və pozitron qazının qızmasındakı asimmetriyanı aşağıdakı kimi təyin edirik.

$$A = \frac{d\sigma_- - d\sigma_+}{d\sigma_- + d\sigma_+} \quad (22)$$

Burada  $d\sigma_- = d\sigma(\zeta = -1)$ ,  $d\sigma_+ = d\sigma(\zeta = +1)$ ,

Elektronların və ya pozitronların spinləri "sol" polyarlaşdıqda asimmetriya üçün

$$A_- = A(\zeta = -1) = \frac{g_L^2 - g_R^2 h_{0L}}{g_L^2 + g_R^2 h_{0L}} \quad (23)$$

ifadəsini alırıq. Burada  $h_{0L}$  elektronların və pozitronların spinlərinin eninə polyarlaşması halında temperatur və kimyəvi potensial kimi mühit faktorlarından alınan vuruqdur. Başlanğıc halda olan elektronların və pozitronların spinləri "sağ" polyarlaşdıqda qızma asimmetriyası üçün aşağıdakı ifadəni alırıq

$$A_+ = A(\zeta = +1) = \frac{g_R^2 - g_L^2 h_{0R}}{g_R^2 + g_L^2 h_{0R}} \quad (24)$$

Burada  $h_{0R}$  elektronların və pozitronların spinlərini "sağ"polyarlaşması halında mühit faktorlarını nəzərə alan vuruqdur. Maqnitar mühiti üçün ədədi qiymətləndirmə apararaq maqnit sahəsi üçün  $B \geq 2,15 \cdot 10^{15} Q_s$  , sıxlıq üçün  $10^{30} sm^{-3}$ , temperatur üçün  $T \geq 1,4 \cdot 10^{11} Q_s \geq 12 MeV$

götürsək, qızma asimmetriyası üçün aşağıdakı qiymətlər almış oluruq.

*Cədvəl 1.  
Maqnitər mühiti üçün elektron və  
positron qazlarının qizma asimmetriyası*

<b>Asimmetriya</b>		
<b>Proseslər</b>	$A_+$	$A_-$
$\nu_e e^- \rightarrow \nu_e e^-$ , $\nu_e e^+ \rightarrow \nu_e e^+$	- 0,42 (42%)	0,95 (95%)
$\nu_\mu e^- \rightarrow \nu_\mu e^-$ , $\nu_\mu e^+ \rightarrow \nu_\mu e^+$	0,50 (50%)	0,70 (70%)
$\nu_\tau e^- \rightarrow \nu_\tau e^-$ , $\nu_\tau e^+ \rightarrow \nu_\tau e^+$	0,50 (50%)	0,70 (70%)

$$A_- = \frac{g_L^2 - g_R^2}{g_L^2 + g_R^2} \quad (25)$$

Başlanğıc haldakı elektronların və pozitronların spinləri "sağ" polyarlaşdıqda qızma asimmetriyası üçün aşağıdakı ifadə alınır.

$$A_+ = -\frac{g_L^2 - g_R^2}{g_L^2 + g_R^2} \quad (26)$$

Burada

$$\nu_e + e^- \rightarrow \nu_e + e^- \quad (27)$$

$$\nu_e + e^+ \rightarrow \nu_e + e^+ \quad (28)$$

prosesləri üçün

$$g_L = 0,5 + \sin^2 \theta_\omega \quad (29)$$

$$g_R = \sin^2 \theta_\omega \approx 0,23 \quad (30)$$

$$\nu_{\mu} + e^{-} \rightarrow \nu_{\mu} + e^{-} \quad (31)$$

$$\nu_{\tau} + e^{-} \rightarrow \nu_{\tau} + e^{-} \quad (32)$$

$$\nu_{\mu} + e^{+} \rightarrow \nu_{\mu} + e^{+} \quad (33)$$

$$\nu_{\tau} + e^{+} \rightarrow \nu_{\tau} + e^{+} \quad (34)$$

prosesləri üçün

$$g_L = -0,5 + \sin^2 \theta_{\omega} \quad (35)$$

$$g_R = \sin^2 \theta_{\omega} \quad (36)$$

Kifayət qədər yüksək temperaturlar halında qızma asimmetriyası üçün alınmış ədədi qiymətlər aşağıdakı cədvəldə verilmişdir (cədvəl 2).

*Cədvəl 2.*

*Kifayət qədər yüksək temperaturlarda qızma asimmetriyası*

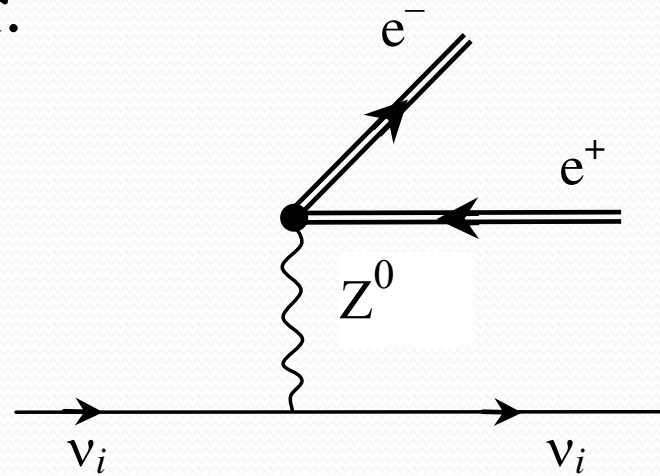
<p><b>Asimmetriya</b></p> <p><b>Proseslər</b></p>	<p><math>A_+</math></p>	<p><math>A_-</math></p>
<p><math>\nu_e e^- \rightarrow \nu_e e^-</math></p> <p><math>\nu_e e^+ \rightarrow \nu_e e^+</math></p>	<p><math>-0,82</math> (82%)</p>	<p><math>0,82</math> (82%)</p>
<p><math>\nu_\mu e^- \rightarrow \nu_\mu e^-</math></p> <p><math>\nu_\mu e^+ \rightarrow \nu_\mu e^+</math></p>	<p><math>-0,16</math> (16%)</p>	<p><math>0,16</math> (16%)</p>
<p><math>\nu_\tau e^- \rightarrow \nu_\tau e^-</math></p> <p><math>\nu_\tau e^+ \rightarrow \nu_\tau e^+</math></p>	<p><math>0,16</math> (16%)</p>	<p><math>0,16</math> (16%)</p>



Xarici maqnit sahəsində neytrinolar tərəfindən elektron- pozitron cütlərinin yaranma prosesləri

$$\nu_i \rightarrow \nu_i + e^- + e^+$$

reaksiyası üzrə gedir və aşağıdakı Feynman diaqramı üzrə təsvir olunur.



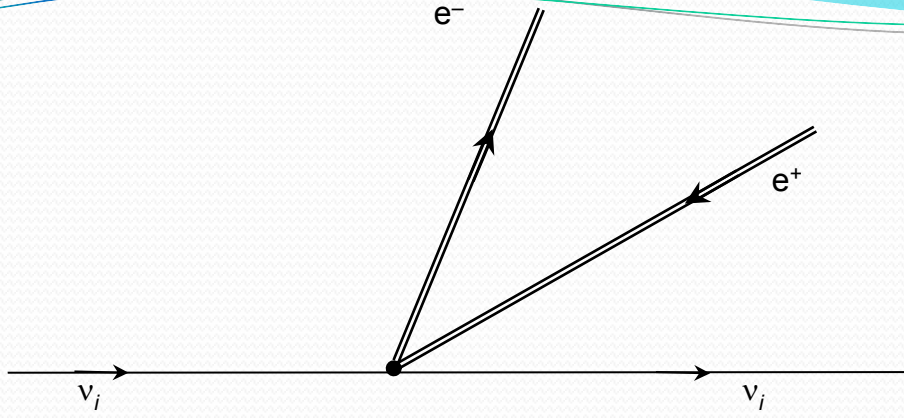
Şəkil 4

Kiçik impuls ötürmələrində

$$|q^2 \gg m_z^2|$$

(37)

Bu diaqram aşağıdakı diaqrama gətirilir.



Şəkil 5

Pozitronlar 1-ci Landau səviyyəsində elektronlar isə əsas Landau səviyyəsində yarandıqda baxılan prosesə xas olan enerji itkisi üçün müvafiq düsturlar almışıq. Elektronların və pozitronların spinləri eninə polyarlaşdıqda enerji itkisi üçün

$$\frac{dE}{dt} = \frac{\sqrt{2}G_F^2}{24\pi^3} \frac{m_e^3}{V} \omega_{\max}'^2 (3\omega - 2\omega_{\max}') f^{3/2} [g_L(\sqrt{x} - 1) - g_R \zeta]^2 e^{-x} \quad (38)$$

$$\omega_{\max}' = \frac{\omega(\omega - 2m_e)}{4(\omega - m_e)}$$



Elektronların və pozitronların spinləri uzununa polyarlaşdıqda enerji itkisi üçün aşağıdakı düstur alınır.

$$\frac{dE}{dt} = \frac{\sqrt{2}G_F^2}{24\pi^3} \frac{m_e^3}{V} \omega_{\max}'^2 (3\omega - 2\omega'_{\max}) f^{3/2} [g_L^2 (\sqrt{x} - 1)^2 (1 + \zeta) + g_R^2 (1 - \zeta)] e^{-x}$$

Neytrinoların enerjisi  $\omega \cong 75 \text{ MeV}$  olduqda ifratyeni ulduz mühitində assimetriya üçün cədvəldə göstərilən qiymətləri alırıq.

$\omega \cong 75 \text{ MeV}$

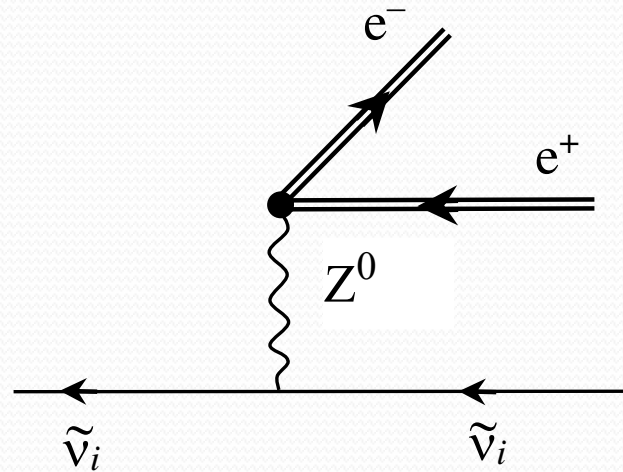
$B \sim 10^{17} \text{ Qs}$  (ifrat yeni üçün)

Proseslər	Asimetriyalar, %	
	Eninə polyarlaşma halı	Uzununa polyarlaşma halı
	25%	96,8%
	-9,4%	99,6%
$\nu_\tau \rightarrow \nu_\tau + e^- + e^+$	-9,4%	99,6%

Xarici maqnit sahəsində antineytrinolar tərəfindən elektron-pozitron cütlərinin yaranma prosesləri

$$\tilde{\nu}_i \rightarrow \tilde{\nu}_i + e^- + e^+ \quad (39)$$

reaksiyası üzrə gedir və aşağıdakı Feynman diaqramı ilə təsvir olunur.

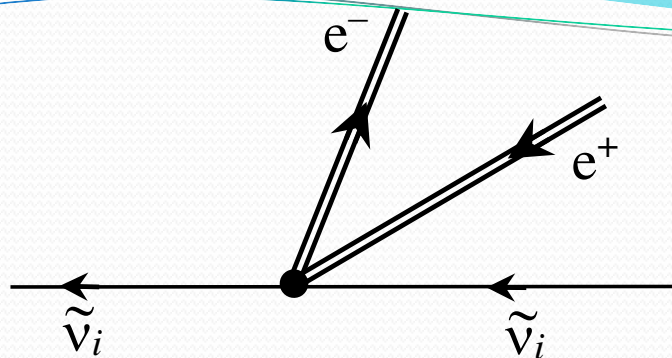


Şəkil 6

Kiçik impuls ötürmələrində

$$|q^2 \gg m_z^2|$$

- Bu diaqram aşağıdakı diaqrama gətirib çıxarır.



Şəkil 7.

Pozitronlar 1-ci Landau səviyyəsində elektronlar isə əsas Landau səviyyəsində yarandıqda baxılan proses üçün enerji-impuls itkiləri 0, cümlədən enerji itkiləri üçün müvafiq düsturlar almışıq. Elektronların və pozitronların spinləri eninə polyarlaşdıqda enerji impuls itkiləri üçün

$$\frac{dP^{\mu}}{dt} = \frac{G_F^2}{(2\pi)^4} \frac{g_L^2}{V} \left( \frac{E}{\omega} - 1 \right) Q^{\mu} (1 - \cos^2 \theta) e^{-2/2eB} (f_{\nu} - f_e) d^3 p$$

(40)

Düsturu, enerji itkiləri üçün isə

$$\frac{dE}{dt} = \frac{G_F^2}{(2\pi)^4} \frac{g_L^2}{V} \int \omega^2 \omega'^2 (\omega - \omega') \left( \frac{E}{\omega'} - 1 \right) (1 - \zeta\beta) e^{-\omega'^2/2eB} \times (1 - f_\nu)(1 - f_e) d\omega' d\Omega' \quad (41)$$

düsturu doğrudur. Burada

$$Q^\alpha = k^\alpha - k'^\alpha \quad (42)$$

$$k^\alpha = \frac{m_e}{\sqrt{m_e^2 + 2eB}} \quad (43)$$

Hesablamalar göstərir ki, enerji-impuls itkiləri pozitronları spinləri sahə boyunca və sahənin əksi istiqamətində yönəldikdə, simmetrik və ya bərabər olmur. Bu halda enerji-impuls itkiləri zamanı spin asimmetriyası ortaya çıxır. Enerji itkiləri halında asimmetriyanı aşağıdakı düsturla təyin edirik.

$$A = \frac{\left(\frac{dE}{dt}\right)_- - \left(\frac{dE}{dt}\right)_+}{\left(\frac{dE}{dt}\right)_- + \left(\frac{dE}{dt}\right)_+} = \beta = \frac{m_e}{\sqrt{m_e^2 + 2eB}} \quad (46)$$

Deməli, spinin polyarlaşma hallarından asılı olaraq enerji itkiləri zamanı ortaya çıxan asimmetriya maqnit sahəsinin induksiya qiyməti ilə müəyyən edilir və sahənin induksiyasının qiyməti artıqca asimmetriya kiçilir. Neytron ulduzları halında asimmetriya  $A \cong 57,7\%$ , maqnitərlər halında isə  $A \cong 7,1\%$  təşkil edir. Neytron ulduzları üçün olan ədədi qiymətləndirmə göstərir ki, baxılan proses hesabına neytron ulduzunun soyumasına əsas payı spinləri maqnit

sahəsi boyunca yönəlmiş pozitronlar deyil, spinləri maqnit sahəsinin əksi boyunca yönəlmiş pozitronlar verir. Bu fəsilədə daha sonra elektronların və spinlərin uzununa polyarlaşmaları halında enerji impuls itkiləri o, cümlədən enerji itkiləri üçün ifadələr alınmışdır.

$$\frac{dP^\alpha}{dt} = \frac{G_F^2}{2(2\pi)^4} \frac{g_L^2}{V} \int \omega^2 \omega' \sqrt{m_e^2 + 2eH\omega'^2} \left[ 1 + \left( 1 - \left( \frac{m_e^2}{E} \right)^{1/2} \right) \zeta' \right] \times$$

$$\times \left( 1 - \zeta \frac{\omega'}{\sqrt{2eH\omega'^2}} \right) e^{-\omega^2/2eH} Q^\alpha (1 - f_{\nu'}) (1 - f_{e^-}) (1 - f_{e^+}) d\omega' d\Omega' \quad (47)$$

$$\frac{dE}{dt} = \frac{G_F^2}{(2\pi)^4} \frac{g_L^2}{V} \int \omega' \omega' (\omega - \omega') \sqrt{m_e^2 + 2eH\omega'^2} \left[ 1 + \left( 1 - \left( \frac{m_e^2}{E} \right)^{1/2} \right) \zeta' \right] \times$$

$$\times \left( 1 - \zeta \frac{\omega'}{\sqrt{2eH\omega'^2}} \right) e^{-\omega^2/2eH} (1 - f_{\nu'}) (1 - f_{e^-}) (1 - f_{e^+}) d\omega' d\Omega'.$$



"Sağ" polyarlaşmış pozitronların hesabına və «sol» polyarlaşmış pozitronların enerji itkiləri simmetrik olmur. Bu zaman yaranan asimmetriya üçün aşağıdakı ifadə alınır.

$$A = \frac{\left(\frac{dE}{dt}\right)_R - \left(\frac{dE}{dt}\right)_L}{\left(\frac{dE}{dt}\right)_R + \left(\frac{dE}{dt}\right)_L} = \left(1 - \frac{m_e^2}{2eB}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (48)$$

Maqnitrlar üçün bu asimmetriya 99.75% təşkil edir, bu o deməkdir ki, baxılan prosesdə enerji itkilərinə əsas payı "sol" polyarlaşmış pozitronlar deyil, "sağ" polyarlaşmış pozitronlar verir.

## NƏTİCƏLƏR

1. Müəyyən edilmişdir ki, ifratgüclü maqnitləşmiş elektron və pozitron qazlarının neytrinolar tərəfindən qızması asimmetrik baş verir.
2. Göstərilmişdir ki, ifratgüclü maqnit sahəsində elektron və pozitron qazlarının neytrinolar tərəfindən qızması zamanı ortaya çıxan asimmetriya neytrino aromasına, başlanğıc haldakı elektronların və pozitronların spin dəyişəninə həssas olub, elektronların və pozitronların enerjisindən, mühitin kimyəvi potensialından və mühitin temperaturundan asılıdır.
3. Göstərilmişdir ki, maqnitarlarda neytrino-elektron və neytrino-pozitron səpilmələri zamanı elektron və pozitronların spinləri “sol” polyarlaşdıq-da qızma asimmetriyası 95% “sağ” polyarlaşdıqda isə 42% təşkil edir. Müon (tauon) neytrinolarının elektron və pozitron qazarından səpilməsi zamanı elektronlar və pozitronların spinləri “sol” polyarlaşdıqda qızma asimmetriyası 70%, spinlər “sağ” polyarlaşdıqda isə qızma asimmetriyası 50% təşkil edir.

4. Güclü maqnitləşmiş ulduzlarda gedən  $\nu_i \rightarrow \nu_i + e^- + e^+$  proseslərində düşən neytrinolar sa-həyə perpendikulyar istiqamətdə, səpilən neytrinolar isə sahənin əksi istiqamətində hərəkət etdikdə elektronların əsas Landau səviyyəsində, pozitronların isə birinci Landau səviyyəsində doğulan zamanı baş verən enerji itkiləri neytrino aromasına və pozitronların spinlərinin polyarlaşmasına həssas olub, asimmetrik baş verir.

5. İfratyenilərin partlayışı halında  $\nu_e \rightarrow \nu_e + e^- + e^+$  prosesi hesabına doğulan elektron və pozitronların spinləri uzununa polyarlaşdıqda spin assimetriyası 96,8% elektron və pozitronların spinləri eninə polyarlaşdıqda isə spin assimetriyası 25% təşkil edir.

6. İfratyenilərin partlayışı halında  $\nu_{\mu} \rightarrow \nu_{\mu} + e^{-} + e^{+}$  və  $\nu_{\tau} \rightarrow \nu_{\tau} + e^{-} + e^{+}$  prosesləri hesabına doğulan elektron və pozitronların spinləri uzununa polyarlaşdıqda ortaya çıxan spin assimetriyası 96,6 %, elektron və pozitronların spinləri eninə polyarlaşdıqda isə spin asimetriyası 9,4% təşkil edir.

7. Maqnitar halında  $\tilde{\nu}_i \rightarrow \tilde{\nu}_i + e^{-} + e^{+}$  prosesləri hesabına doğulan elektron və pozitron spinləri uzununa polyarlaşdıqda ortaya çıxan spin asimetriyası 99,75% təşkil edir. Bu o deməkdir ki,  $\tilde{\nu}_i \rightarrow \tilde{\nu}_i + e^{-} + e^{+}$  prosesləri hesabına maqnitarların soyumasına əsas payı, spinləri “sağ” polyarlaşmış pozitronlar verir.

8.  $\tilde{\nu}_i \rightarrow \tilde{\nu}_i + e^- + e^+$  prosesləri hesabına doğulan elektron və pozitronların spinləri eninə polyarlaşdıqda neytron ulduzları halında 57,7%, maqnitərlər halında isə 7,1% təşkil edir.

$\tilde{\nu}_i \rightarrow \tilde{\nu}_i + e^- + e^+$  prosesi hesabına neytron ulduzunun soyumasına əsas payı spinləri maqnit sahəsinin əksi boyunca yönəlmiş pozitronlar verir.

# İşin aprobasiyası

- Dissertasiyada alınmış nəticələr INTAS-Cənubi Qafqaz 2006 Beynəlxalq İşçi Elmi Seminarında (Workshop INTAS-South Caucasus 2006, Tbilisi, Georgia, 19-21 April, 2006), 17-ci Beynəlxalq Spin Fizikası Simpoziumunda (17th International Spin Physics Symposium (SPIN 2006), Kyoto, Japan, 2-7 October 2006) və Naxçıvan Dövlət Universitetinin «Ümumi və nəzəri fizika» kafedrasının elmi seminarlarında məruzə edilmişdir.

Diqqətinizə görə  
minnətdaram