

## Лекция 14\_Гравимагнетизм гипотезасы

Гравимагнетизм гипотезасы - Альберт Эйнштейннің гравитация теориясының негізгі бағыттарының бірі болып табылады, сонымен қатар, бұл гипотезасын ол 1915 жылы «Ұшатын машиналарды жариялау туралы» еңбегінде ұсынған. Онда ол қозғалатын электр зарядының магнит өрісін қалай жасайтынына ұқсас массаның қозғалысы басқа массаларға қалай әсер ететінін қарастырды. Ол бұл ойды тендеулер түрінде білдірді, бірақ толық математикалық дәлелдеуді ешқашан жарияламады. Гравимагнетизм - бұл электр тогы магнит өрісін тудыратын сияқты, қозғалыстағы массаның айналасында ұқсас магнит өрісінің болуын қамтитын құбылыс. Гравимагнетизм гипотезасы айналмалы массалар басқа массалардың қозғалысына әсер ететін гравимагниттік өрісті құруы керек деп болжайды. Бұл әсер электромагнетизмде қозғалатын электр заряды тудыратын магнит өрісіне ұқсас.

Гравимагнетизм гипотезасы физиктердің қызығушылығын әрқашанда тудырады, содан бері бұл идеяны эксперименталды түрде растауға бірнеше әрекет жасалып келеді. Дегенмен, қазіргі уақытта бізде гравимагнетизмнің бар екендігі туралы сенімді эксперименттік дәлелдер жоқ.

Гравимагнетизм гипотезасының біздің гравитацияны және оның табиғаттың басқа іргелі күштерімен әрекеттесуін түсінуіміз үшін маңызды салдары болуы мүмкін. Ол сонымен қатар кванттық гравитация теориясы сияқты гравитациядағы кеңірек теориялық зерттеулермен байланысты.

Енді аспан денелерінің магнетизмі мәселесіне байланысты гипотезаларды талқылауға оралайық. Мұны талқылауға себеп, соңғы уақытта «Блэккет ережесінің» физикалық негіздері туралы мәселені қызығушылық [1] қайтадан қолға алына бастады. Оның үстіне барлық аспан денелерінің магниттік және механикалық моменттерінің қатынасы шамамен бірдей деген мәлімдеме де бар. Кезінде [2] Вильсонның гипотезасын, Блэккет гипотезасын және Эйнштейннің жоғарыда аталған ескертулерін негіздеу үшін: «Бұл жерде табиғат бізге әлі теориямен түсіндірілмеген іргелі заңдылықты көрсетеді», - деп біз гравимагнетизм туралы гипотезаны, яғни гравитация магнетизмнің көзі болып табылады.

Мұнда және әрі қарай біз гравимагнетизм гипотезасын енгізудің қарапайым әдісін беруге және осы гипотезадан туындайтын жаңа салдарларды алуға тырысамыз. Кезінде аспан денелерінің магнетизмін түсіндіру үшін дұрыс сандық нәтижелерге әкелетін бірқатар болжамдар айтылды. Оның үстіне, бұл гипотезалар физикалық концепциялар тұрғысынан мүлдем ерекше болды. Сонымен, Вильсонның [3] гипотезасына сәйкес, Жер мен Күннің магнит өрістері бұл денелердің тығыздығы теріс көлемді «зарядқа» ие болуы тиісті

$$\sigma = -\sqrt{\gamma\rho}, \quad (1)$$

Шынында да, Вильсонның болжамына жүгінейік (1). Бұл өкрнектің оң жағы  $U$  скалярлық гравитациялық өрісті жасайтын гравитациялық зарядтан басқа ештеңе емес. Сонда Вильсонның ойын басқаша түсіндіруге болады, атап айтқанда: гравитациялық заряд (1) айналғанда магнит өрісі туындауы қажет. Бұл бізді гравимагнетизмнің гипотезасына әкеледі - скалярлық гравитациялық өріс  $U$ , дене айналғанда құйынды магнит өрісін жасайды: басқаша айтқанда, гравитация – бұл магнит көзі болып табылады. Бұл Вильсонның «электр өрісімен» байланысты гипотезасының қиындығын бірден жояды, өйткені біз тек гравитация пен магнетизммен айналысамыз.

Енді магнит өрісінің  $\vec{A}$  векторлық потенциалы туралы мәселені қарастырайық. Ол белгілі электродинамикалық формуламен анықталады

$$\vec{A} = \left[ \vec{\nabla} \frac{1}{r} \vec{M} \right]. \quad (2)$$

(2) түрдегі Блэкет гипотезасынан  $\vec{M}$  мәнін қоямыз,

$$\vec{A} = -\beta \frac{\sqrt{\gamma}}{2c} \left[ \vec{\nabla} \frac{1}{r} \vec{S} \right]. \quad (3)$$

Шоғырланған массалар таралуынан үлкен қашықтықтағы орташаланған гравитациялық өріс мысалы, айналмалы шардың айналасындағы векторлық гравитациялық өріс мына түрде берілген

$$\vec{U} = \frac{\gamma}{2} \left[ \vec{\nabla} \frac{1}{r} \vec{S} \right]. \quad (4)$$

сонда (3)

$$\vec{A} = -\beta \frac{1}{\sqrt{\gamma}c} \vec{U}. \quad (5)$$

Эйнштейннің гравитация теориясындағы векторлық гравитациялық өріс скалярлық гравитациялық өріс  $U$  туғызатын магнит өрісімен (4) гипотезасына сәйкес алмастырылуы қажет. Бұл жағдай бірқатар салдарларға әкеледі [4]:

1. Эйнштейн теңдеулерінің (6) интерпретациясы өзгеруде,

$$R^{\mu\nu} - \frac{1}{2} g^{\mu\nu} R = -\chi T^{\mu\nu}, \quad (6)$$

мұндағы  $R^{\mu\nu}$  - қисықтық тензоры;  $T^{\mu\nu}$  - масслық тензор;  $\chi = \frac{8\pi\gamma}{c^2}$ ;  $\gamma$  - гравитация тұрақтысы;  $\mu, \nu = 0,1,2,3$ .

$$g_{00} = c^2 - 2U, \quad g_{0i} = \frac{4}{c^2} U_i, \quad g_{ik} = -\left(1 + \frac{2U}{c^2}\right) \delta_{ik}, \quad (7)$$

Өйткені айналу кезінде скалярлық гравитациялық өріс құйынды гравитациялық өрісін тудырады деген Эйнштейннің гипотезасын гравимагнетизм (5) гипотезасымен ауыстыру қажет. Шынында да, (7) және (5) формулаларының екіншісін біріктірсек,

$$g_{0i} = -\frac{4\sqrt{\gamma}}{\beta c} A_i. \quad (8)$$

Осылайша,  $g_{\mu\nu}$  метрикалық  $g_{0i}$  тензордың аралас құрамдас бөлігі магнит өрісімен байланысты екені анықталды. Эйнштейн теңдеулері (6) гравимагнетизм теңдеулеріне айналады.

2. (5) екі жағынан Лаплас операторын аламыз:

$$\Delta \vec{A} = -\beta \frac{1}{\sqrt{\gamma} c} \Delta \vec{U}. \quad (9)$$

(10) ескере отырып

$$\Delta U_i = -4\pi\gamma\rho v_i. \quad (10)$$

$$\Delta \vec{A} = \frac{\beta\sqrt{\gamma}}{c} 4\pi\rho\vec{v}. \quad (11)$$

Жоғарыда айтқанымыздай, магнит өрісі зарядсыз массалар тогы арқылы пайда болады.

3. Айдың ( $\approx 10^{-5}$  Гс) және пульсардың ( $\approx 10^{10}$  Гс) [43] магнит өрістеріне арналған сандық нәтижелер дұрыстығын аламыз.

4. Массалардың шоғырланған таралуы ЖСТ дағыдай тек қана гравитациялық толқындарды ғана емес, сонымен қатар, гравитациялық толқындарды шығарады.

5. Магнит өрісі электрлік, гравитациялық және, мүмкін, басқа өрістер сияқты окшауланған көздер (зарядтар) тудыратын өрістер уақыт өте өзгерген кезде пайда болатын белгілі бір әмбебап өріс ретінде әрекет ретінде қарастырылады.

Енді Жердің, Күннің, нейтрондық жұлдыздардың және басқа аспан денелерінің магниттік өрістеріне қатысты теориялық нәтижелер мен нақты деректер арасындағы кейбір сәйкессіздіктер туралы айтатын болсақ. Бұл жағдай біз осы уақытқа дейін аспан денесінің ең қарапайым моделін – айналатын біртекті сұйық шарды қарастырғанымызға байланысты болып шықты. Яғни, Планеталардың, Күн мен нейтрондық жұлдыздардың және басқа да аспан денелерінің ішіндегі заттардың таралуының біркелкі еместігін ескеру қажет екен. Шынында да, сейсмикалық деректер Жердің өзегі оның көлемінің шамамен сегізден бір бөлігін алып жатқанын көрсетеді. Ондағы зат сұйық күйде және сонымен бірге жоғары тығыздыққа ие болуы керек [5]. Оның үстіне ядро Жер қабығынан сәл басқаша жылдамдықпен айнала алады деп болжам да бар. Сондай-ақ мұндай ұқсастық жағдай, біртекті еместіктің көрінісі Күнде де, нейтрондық жұлдыздарда да (пульсарларда) болуы мүмкін.

#### Қолданылған әдебиет

1. Григорьев В.И., Григорьева Е.В. О гиромагнитном отношении небесных тел. Вестник Московского Университета. Серия 3. Физика. Астрономия. №3, 1966.
2. Абдильдин М.М. К интерпретации общей теории относительности. Известия АН КазССР, серия физ.-мат. №4, 1968, с. 76-82.
3. Willson H.A. – Proc. Roy. Soc. A., 1923, 104.
4. Abdildin M.M. On interpretation of the Einstein equations in General Relativity. Gravitation Cosmology, vol.5 (1999), №3 (19), pp. 219-221.
5. Н.В. Пушков. Магнетизм в космосе. Изд. “Знание”, М., 1961. Серия IX, Физика и Химия.
6. Абдильдин М. М. Проблема движения тел в общей теории относительности // – Алматы: Изд-во «Қазақ университеті», 2006. – 132 с.