Монополь в квантовой механике: армянский след

Совместные работы с В. Тер-Антоняном
1994-1997гг

и их развитие

Армен Нерсесян

Монополь Дирака

$$\nabla \times \mathbf{A} = \mathbf{B}, \qquad \mathbf{B} = -\nabla \varphi$$

Фундаментальное решение:

$$\mathbf{B} = g\frac{\mathbf{r}}{r^3}, \qquad \varphi = -\frac{g}{r}, \qquad \mathbf{A}_D = g\frac{\mathbf{n}\times\mathbf{r}}{|\mathbf{r}| - \mathbf{n}\mathbf{r}}$$

Существование монополя приводит к квантованию заряда

Современные теории поля допускают монопольные решения

В XVIII веке магнит рассматривался как пара монополей. Система ``заряд-монополь" аппроксимирует движение частицы в окрестности полчса магнита

Преобразование Кустаанеймо-Штифеля:

1987 (или 1989, точно не помню). Семинар Л. Давтяна о поднятии 3d задачи Кулона в 4d осциллятор: все непонятно.

1992 Увидел релевантную формулу, попытался переформулировать задачу на языке гамильтоновой редукции, но до конца не довел.

1993 В Дубну приехал Тер-Антонян, завелся и меня завел.

1994 Получилось обобщние классической задачи Кулона с монополем Дирака (“заряд-дион”)

1995 Квантовая задача “заряд-дион” (МИКЗ-Кеплер)

Все очень красиво, но в основном это велосипед.

Мы много чего поняли

Преобразования Леви-Чивиты и Гурвица

1996-1999. Обобщение 5d задачи Кулона с монополем
Янга редукцией 8d Осциллятора
(система "Янг-Кулон" или " SU(2)-Кеплер)
Мардоян, Тер-Антонян, Сисакян

1996 2d задача Кулона со спином ½ из 2d осциллятора:
узнали что такое анион
1996 1d анион (Тер-Антонян, Сисакян)
1997 Релятивистский анион

Развитие задач: Дубна ,1999-2000

Обобщение соответствия Кулон- осциллятор на сферу и гиперболоид. Ассиметрия (А.Н., Г. Погосян)

Обзорные лекции Тер-Антоняна

по системам с монополями

Осознание связи с отображениями Хопфа

Развитие задач. Ереван

2001 Система заряд-дион в квантовой точке
(Л.Мардоян, Г.Саркисян, Л.Петросян)

2002-2004 Осциллятор на комплексных проективных пространствах . Редукции, обобщения (А.Еранян, А.Н)

2003 Эффект Штарка (Мардоян, А.Н.)

2005-2006 Кватернионный осциллятор (Мардоян, А.Н.)

2007 Анизотропный сферический осциллятор,
Сферическая система Штарк-Кулон (В. Егикян, А.Н.)

Важная задача: Правила отбора в дипольных переводах (Егикян, Мардоян, Саркисян, А.Н.)

Сферически-симметричные системы (без монополей)

$$u_z \neq 0 \qquad : m = m', \qquad l' = l - 1$$

$$| u_x + i u_y | \neq 0 \qquad : m' = m \pm 1, \qquad l' = l \pm 1$$

$$m' = m \mp 1, \qquad l' = l \mp 1$$

В присутствии монополей возможны также переходы

$$u_z \neq 0 \qquad : m = m', l' = l$$

$$| u_x + i u_y | \neq 0 \qquad : m \pm 1, l' = l$$

Наиболее общая формулировка

(А.Еранян, Л.Мардоян, А.Н.) 2006

$$\mathcal{H} = \frac{(\mathbf{p} - s\mathbf{A}_D)^2}{2\mu^*(r)} + \frac{s^2}{2\mu^*(r)r^2} + U(r)$$

Радиальное квантовое число и радиальная волновая функция не зависят от s. Зависимость спектра от

s закодирована в сдвиге области определения j ot 0 k |s|.

(2|s|+1) – кратное вырождение основного состояния!

Ненулевой дипольный момент !

Аналогичный эффект иммет место в КМ с монополем Янга.

Сферически-ассиметричные интегрируемые системы

$$U = \sum_{I=1,2} \frac{\alpha_I}{|\mathbf{r} - \mathbf{c}_I|}$$

Двуцентровая задача Кеплера. Разделяется в эллиптическин координатах

$$U = e\mathbf{E}_0\mathbf{r} + \frac{\alpha}{|\mathbf{r}|}$$

Задача Штарка-Кеплера.Разделяется в параболических координатах

Jacobi, 1847

Обобщние на мульти-монопольный бэкграунд (В.Оганян, С.Кривонос, А.Н.)

$$H = \frac{(\mathbf{p} - \sum s_I \mathbf{A}_D(\mathbf{r} - \mathbf{c}_I))^2}{2\mu^*(\mathbf{r})} + (\sum s_I \varphi(\mathbf{r} - \mathbf{c}_I))^2 + U(\mathbf{r})$$

Разделение переменных исходной системы в эллиптических/параболических координатах приводит к разделению переменных в ее обобщении с монополями расположенными в фокусах

Имена

Гайк Саркисян
Людвиг Петросян
Армен Еранян
Вадим Оганян
Ваагн Егикян
Армен Сагателян

Более 30 статей

К чему мы пришли…

Если бы Тер-Антонян был жив