

Монополь в квантовой механике: армянский след

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

и их развитие

Армен Нерсисян

Монополю Дирака

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

Фундаментальное решение:

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

Существование монополя приводит к квантованию заряда

Современные теории поля допускают монополярные решения

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

Преобразование Кустааннеймо-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 обобщение 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 монополюсом
Янга редукцией 8d Осциллятора
(система “Янг-Кулон” или “SU(2)-Кеплер)
Мардоян, Тер-Антонян, Сисакян*

*1996 2d задача Кулона со спином $\frac{1}{2}$ 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. Езикян, А.Н.)

Важная задача:

Правила отбора в дипольных переходах (Егикян, Мардоян, Саркисян, А.Н.)

Сферически-симметричные системы (без монополей)

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

$$|u_x + iu_y| \neq 0 \quad : m' = m \pm 1, \quad l' = l \pm 1$$

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

В присутствии монополей возможны также переходы

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

$$|u_x + iu_y| \neq 0 \quad : m \pm 1, l' = l$$

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 от 0 к $|s|$.

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

Ненулевой дипольный момент !

Аналогичный эффект имеет место в КМ с монополюмом Янга.

Сферически-ассиметричные интегрируемые системы

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

Дву центровая задача Кеплера. Разделяется в эллиптических координатах

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

Задача Штарка-Кеплера. Разделяется в параболических координатах

Jacobi, 1847

Обобщение 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