

# Резонансные процессы в активной среде

Д.А. Румянцев\*, Д.М. Шленев\*\* А.А. Ярков\*\*\*

*Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, Россия*

В работе рассмотрены различные квантовые процессы с учетом резонанса на виртуальном фермионе.

---

\*E-mail: rda@uniyar.ac.ru

\*\*E-mail: ultrasickdoom@gmail.com

\*\*\*E-mail: a12l@mail.ru

# 1 Введение

Нейтронные звёзды, обладая набором экстремальных характеристик, являются природными физическими лабораториями и одними из самых интересных объектов, известных в науке. Особое внимание учёных привлекают радиопульсары и магнитары, обладающие магнитными полями колоссальной напряжённости, к которой очень сложно приблизиться в земных условиях. У магнитного поля имеется характерное значение, называемое критическим,  $B_e = m^2/e \simeq 4.41 \times 10^{13} \text{ Гс}$ <sup>1</sup>, при приближении к которому становится необходимым учитывать квантовые эффекты при движении в нём частиц. В радиопульсарах с магнитными полями порядка  $10^{12} \text{ Гс}$  и магнитарах – до  $10^{16}$  [1–3] такие условия выполняются.

Кроме сильных магнитных полей, в магнитосфере как радиопульсаров, так и магнитаров, присутствует достаточно плотная электрон-позитронная плазма. Магнитное поле и плазма составляют две компоненты внешней активной среды, присутствие которой значительно изменяет характеристики протекающих в ней микропроцессов. Во-первых, активная среда может изменять закон дисперсии находящихся в ней частиц, что приводит к изменению кинематики процессов и вследствие чего могут открываться реакции и каналы реакций, которые запрещены в вакууме. Во-вторых, активная среда влияет на амплитуды процессов, в результате чего они могут приобретать резонансный характер. Именно эта составляющая влияния внешней активной среды рассматривается в данном обзоре. Вследствие резонанса вклад микропроцессов в макроскопические характеристики астрофизических процессов, такие как светимость и скорость изменения количества частиц, может многократно увеличиваться.

---

<sup>1</sup>В работе используется естественная система единиц:  $\hbar = c = k = 1$ ,  $m$  – масса электрона,  $e > 0$  – элементарный заряд.

- 2 Представление решений уравнения Дирака во внешнем магнитном поле.
- 3 Представление пропагаторов с учетом мнимой части.
- 4 Резонансные двухвершинные процессы
  - 4.1 Резонанс на виртуальном фотоне.
  - 4.2 Резонанс на виртуальном электроне (фермионе).
  - 4.3 Резонанс на виртуальном электроне и виртуальном фотоне.
- 5 Сингулярности в фазовых объемах одновершинных процессов и методы их устранения.
- 6 Заключение

## Список литературы

- [1] Thompson C., Duncan R. C. The soft gamma repeaters as very strongly magnetized neutron stars - I. Radiative mechanism for outbursts // Mon. Not. Roy. Astron. Soc. 1995. Vol. 275. P. 255–300.
- [2] Thompson C., Duncan R. C. The soft gamma repeaters as very strongly magnetized neutron stars. II. Quiescent neutrino, X-Ray, and Alfven wave emission // Astrophys. J. 1996. Vol. 473. P. 322–342.
- [3] Thompson C., Lyutikov M., Kulkarni S. R. Electrodynamics of magnetars: implications for the persistent x-ray emission and spindown of the soft gamma repeaters and anomalous x-ray pulsars // Astrophys. J. 2002. Vol. 574, no. 1. P. 332–355.