



**Разлет ультрахолодных бозонов из магнитной ловушки.
Комментарий к статье Кузнецова и Кагана, ЖЭТФ, т.159, 794 (2021)**

П.Л. Чаповский

ИАиЭ СО РАН, ИЛФ СО РАН

Содержание:

Работа Е.А. Кузнецова и М.Ю. Кагана (Kuznetsov21JETP)

Бозе-Эйнштейновская конденсация (БЕС)

БЕС разреженных газов

Логическая ошибка работы Kuznetsov21JETP

Получение и детектирование БЕС рубидия в нашем эксперименте

Выводы

**Е.А. Кузнецов, М.Ю. Каган, Симметричный подход
в задаче о расширении газов в вакуум, ЖЭТФ, 2021:**

“Таким образом, разлет квантового газа должен приводить к появлению колец Ньютона, что в экспериментах как [23], так и [24, 25] не наблюдалось. Наблюдение таких осцилляций, по крайней мере на начальной стадии разлета, было бы свидетельством того, что газ находится в квантовом состоянии.”

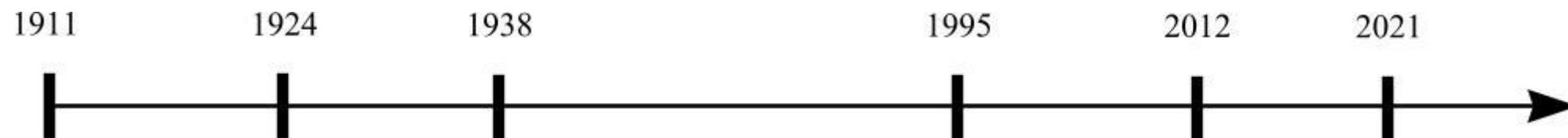
23. Ю.В.Лиханова и др. Письма в ЖЭТФ, **103**, 452 (2016);
П.Л.Чаповский, Письма в ЖЭТФ, **95**, 148 (2012).

24. К.М.О’Hara et al., Science, **298**, 2179 (2002).

25. E.Elliott et al., Phys. Rev. Lett. **112**, 040405 (2014).

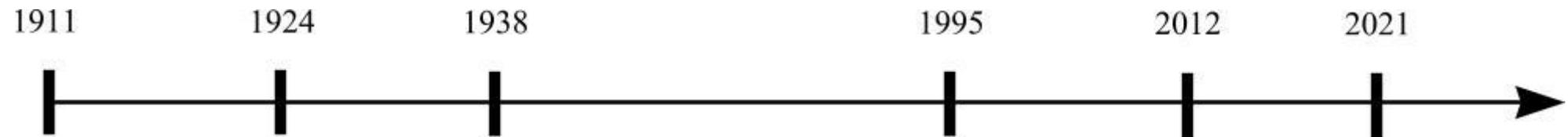
Конфликт работы Kuznetsov21JETP с сотнями других работ по ВЕС

BEC timeline





BEC timeline



До сих пор у нас нет полной теории BEC конденсации

Ключевую роль играют экспериментальные BEC методики

ВЕС разреженных газов

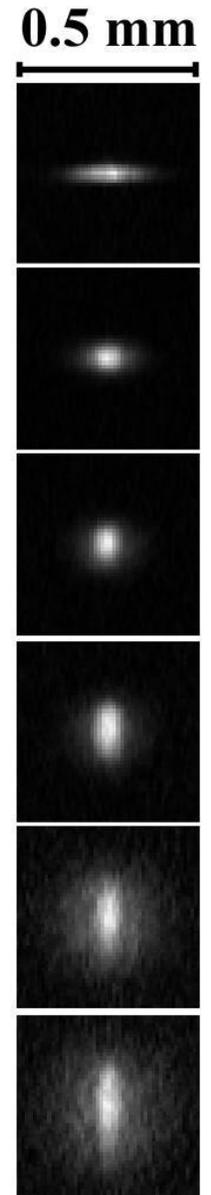
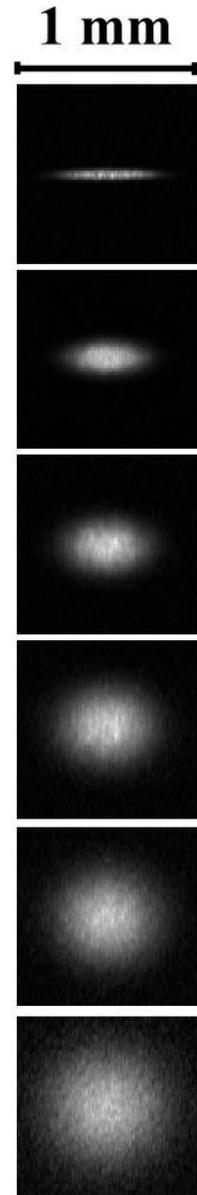
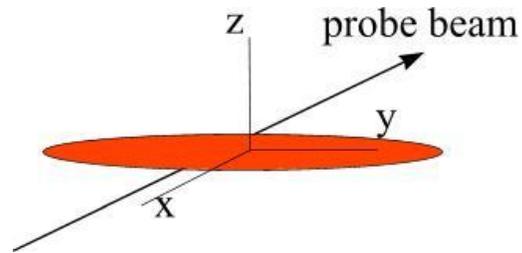
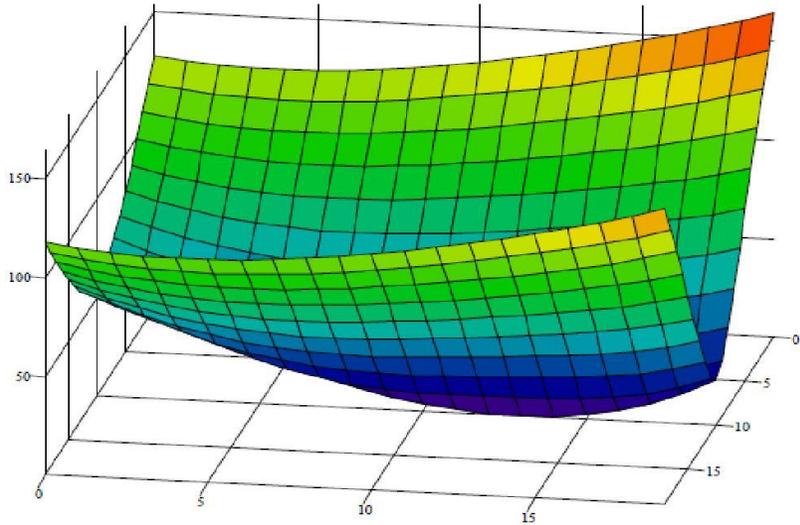
1924 – 1925 годы. Свободные бозоны. Фазовая плотность.

Конденсация бозонов в состоянии с $p = 0$

$$\rho \lambda_{dB}^3 \simeq 1$$

1995... годы. Невзаимодействующие бозоны в ловушке

Детектирование ВЕС в анизотропной ловушке



Резкий рост фазовой плотности

Появление конденсированной фракции

Анизотропный разлет

Работа Kuznetsov21JETP

“...Такого рода изменения формы расширяющегося облака наблюдаются в многочисленных экспериментах как при разлете газа после воздействия мощного лазерного излучения, например, на металл, так и при разлете квантовых газов в вакуум.”

“Как мы показали, отличие квантового газа от классического в задаче о расширении в вакуум состоит в учете квантового давления, что приводит к появлению осцилляций плотности на границе расширяющегося облака.”

Выводы работы Kuznetsov21JETP:

Анизотропный разлет был главным критерием ВЕС в экспериментах

Анизотропный разлет есть у классических и квантовых газов

Анизотропный разлет не позволяет различить классические и квантовые газы

Логическая ошибка работы Kuznetsov21JETP

Особенности разлета бозонов возникают при достижении критической фазовой плотности

Классические системы с анизотропным разлетом не имеют отношения к ВЕС

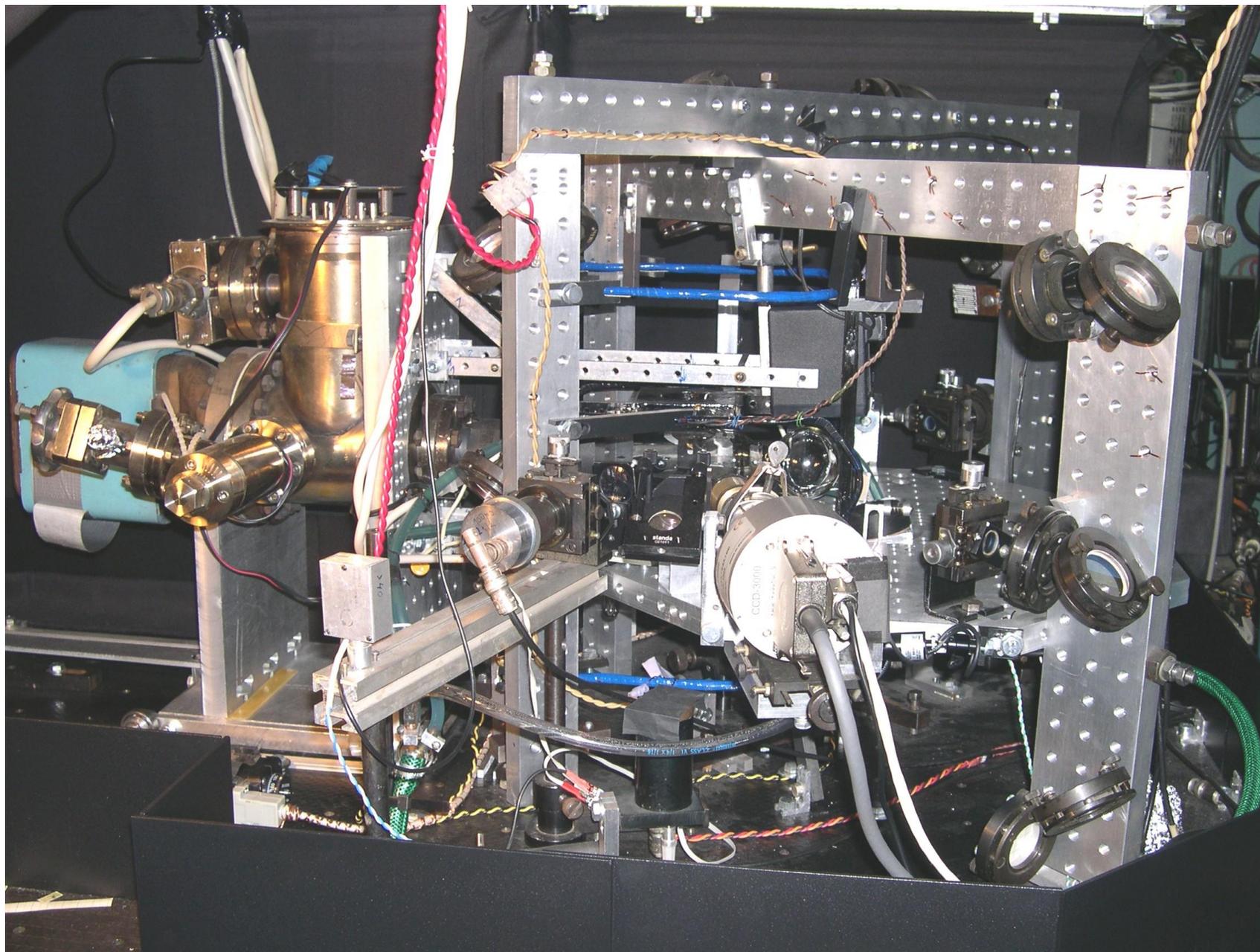
В работе Kuznetsov21JETP вообще не упоминается фазовая плотность

Осцилляции плотности в ВЕС экспериментах

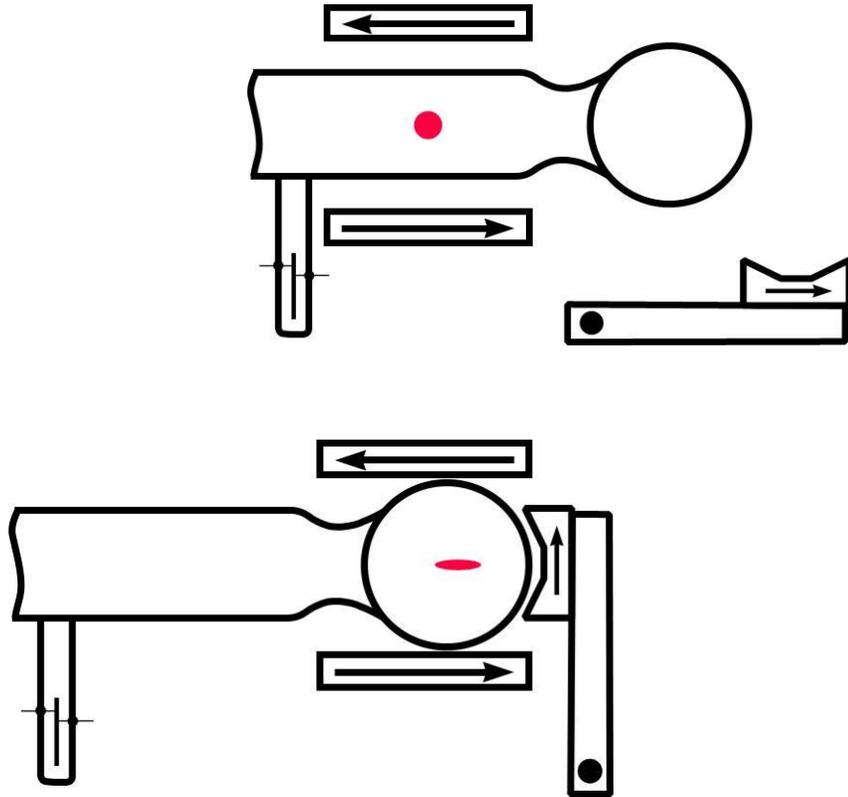
ВЕС невзаимодействующих бозонов не имеют осцилляций плотности

Осцилляции плотности никогда не наблюдались в ВЕС экспериментах

ВЕС эксперимент



ВЕС эксперимент



MOT

Quadrupole MT

QUIC

RF cooling

Switch off the QUIC

BEC free fall

BEC imaging

Probe laser test

Optical pumping

Transport the
vacuum system

Programming
the control matrix

Progr. the RF
synthesizer

Processing the
BEC image

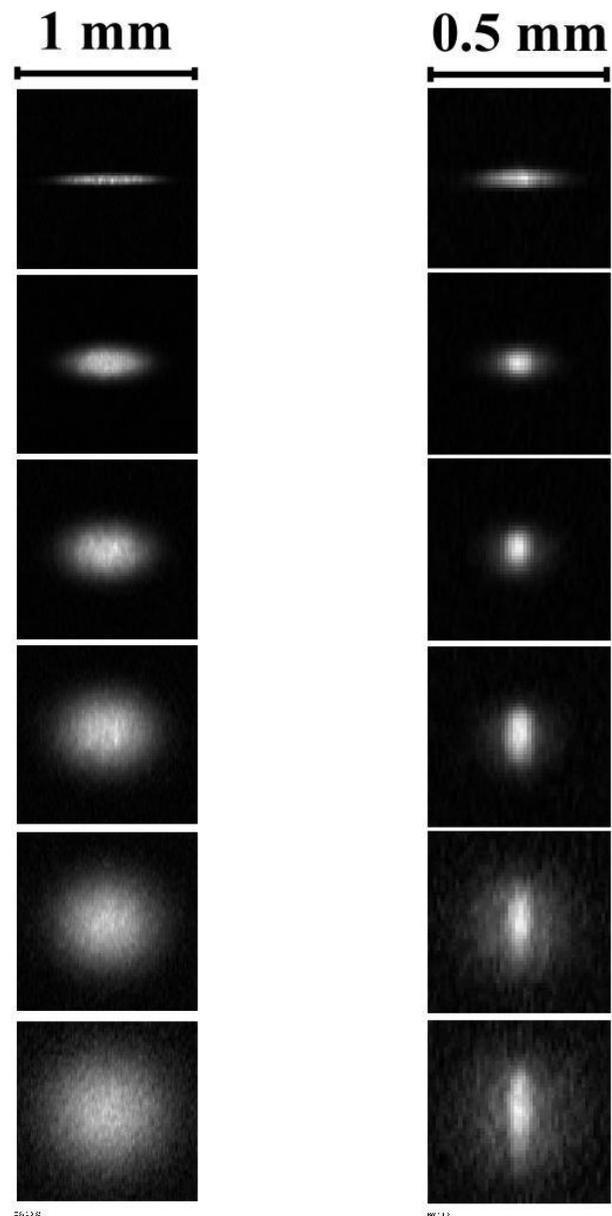
Выводы

Детектирование ВЕС по разлету выполняется правильно

Классические системы с анизотропным разлетом не имеют отношение к ВЕС

Спасибо за внимание!

Работа поддержана Минобрнауки России (проекты
AAAA-A21-121021800168-4 и AAAA-A19-119102890006-5).



Transition temperature:

$$\rho\lambda_{\text{dB}}^3(T_c) = \zeta(3/2) = 2.612\dots$$

Riemann Zeta function:

$$\zeta(\alpha) = \sum_{k=1}^{\infty} 1/k^\alpha$$

Thermal de Broglie wavelength:

$$\lambda_{\text{dB}}(T) = \left(\frac{2\pi\hbar^2}{mk_B T} \right)^{1/2}$$

