

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

PACS number: 01.90.+g

DOI: 10.3367/UFNr.2016.10.037926

1. Квантовая H -теорема

В теории квантовой информации были получены теоремы о неуминьшении энтропии, напоминающие H -теорему Больцмана в классической статистике. В частности, было показано, что энтропия квантовой системы не убывает, если её эволюция идёт в так называемом унитарном квантовом канале. Группа исследователей из Института теоретической физики им. Л.Д. Ландау (1), Швейцарской высшей технической школы Цюриха (2), Аргонской национальной лаборатории (3) и Московского физико-технического института (4) Г.Б. Лесовик^(1,2), А.В. Лебедев⁽²⁾, И.А. Садовский⁽³⁾, М.В. Суслов⁽⁴⁾ и В.М. Винокур⁽³⁾, основываясь на этом результате, сформулировали квантовую H -теорему в терминах физически наблюдаемых величин, относящихся к взаимодействиям системы с её окружением (резервуаром). Предполагалось, что рассматриваемая система квазиизолирована по энергии, но её взаимодействие с резервуаром меняет фазы квантовых состояний. При сформулированных в теореме условиях, ограничивающих характер допустимых взаимодействий с резервуаром, энтропия системы не должна уменьшаться, что в работе Г.Б. Лесовика с соавторами было продемонстрировано на ряде примеров. Были рассмотрены модели рассеяния электронов на потенциальных барьерах и спинах, на двухуровневой системе, а также взаимодействие электронов с фононами при энергиях, превышающих энергию Дебая, и показано, что в этих случаях условия теоремы выполнены, и энтропия не уменьшается. Также было показано, что при несоблюдении условий теоремы энтропия энергетически изолированной квантовой системы при определённых условиях уменьшается, т.е. может локально нарушаться второй закон термодинамики. (См. также Г.Б. Лесовик *Письма в ЖЭТФ* 98 207 (2013).)

Источник: *Sci. Rep.* 6 32815 (2016);

<https://dx.doi.org/10.1038/srep32815>

2. Длительная квантовая когерентность

Сохранение квантовой когерентности в течение длительного времени является принципиально важной задачей при создании устройств, обрабатывающих и передающих квантовую информацию, однако внешние воздействия обычно вызывают быструю декогеренцию. В 2015 г. в теоретической работе Т.Р. Bromley, М. Cianciaruso и G. Adesso было показано, что в составной квантовой системе когерентность может сохраняться неограниченное время, если начальное состояние системы было подготовлено специальным образом так, что декогеренция действует в ортогональном направлении в пространстве состояний. При этом не требуется применение алгоритмов исправления ошибок или другого внешнего контроля над системой. В новой работе G. Adesso (Ноттингемский университет, Великобритания) и его коллег этот эффект впервые продемонстрирован экспериментально. "Замороженная" квантовая когерентность имела место для двух- и четырёхкубитовых систем, реализованных на спинах атомных ядер в молекулах при комнатной температуре. С помощью радиочастотных импульсов системы переводились в диагональное белловское состояние, и после некоторой эволюции измерялось их состояние. Эксперимент показал, что когерентность сохраняется на временном масштабе порядка секунды.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* 117 160402 (2016)

<https://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.117.160402>

3. Атомный гравиметр, совмещённый с магнитометром

K.S. Hardman (Австралийский национальный университет) и др. создали атомный интерферометр, способный с высокой точностью измерять одновременно как ускорение свободного падения g , так и градиент магнитного поля. В интерферометре

применяется бозе-эйнштейновский конденсат атомов ⁸⁷Rb. Атомы падали с высоты в несколько метров, и выполнялись измерения g по методике атомного интерферометра. Кроме того, атомы находились в суперпозиции трёх спиновых состояний $m_f = 1, 0, -1$, по-разному взаимодействующих с магнитным полем. За счёт этого возникала дополнительная разность фаз, зависящая от градиента магнитного поля. Данный прибор был протестирован путём измерения вариаций гравитационного поля, вызываемых поднятием и опусканием земной коры во время приливов. Относительная погрешность измерений составила $\Delta g/g = 1,45 \times 10^{-9}$, эта точность ограничена шумами в лазерной системе. Точность измерения градиента магнитного поля $1,2 \times 10^{-10}$ Тл м⁻¹ близка к уровню чувствительности твердотельных магнитометров и СКВИДов. Новое комбинированное устройство может найти применение в поиске полезных ископаемых путём одновременной регистрации гравитационных и магнитных аномалий в земной коре.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* 117 138501 (2016)

<https://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.117.138501>

4. Рентгеновский источник с оптической подсветкой рентгеновского фокуса

В Лаборатории рентгеновских методов диагностики наноструктур Физического института им. П.Н. Лебедева РАН разработана новая компактная рентгеновская трубка радиусом 10 мм, длиной 75 мм и массой 20 г с электростатической фокусировкой электронов, в которой один и тот же пучок электронов генерирует как рентгеновское, так и оптическое излучение. В трубке применяется тонкоплёночный металлический анод, нанесённый на оптически активированную прозрачную алмазную подложку. Рентгеновское излучение генерируется в металлической плёнке, а оптическое — в алмазной подложке. Размер рентгеновского фокуса составляет ≈ 10 мкм. При этом рентгеновский и оптический фокусы оказываются совмещёнными, что очень удобно при практическом использовании прибора, так как оптический фокус можно легко наблюдать непосредственно.

Источник: АНИ "ФИАН-информ"

<http://www.fian-inform.ru/priboorostroenie/item/537-xrayandoptic>

5. Изотропия Вселенной

На больших масштабах Вселенная выглядит в среднем одинаково во всех направлениях, однако нельзя исключать наличия некоторой малой анизотропии. В работе D. Saadeh (Университетский колледж Лондона, Великобритания) и её коллег впервые учтены все возможные моды анизотропных возмущений метрики Вселенной и получено наиболее общее, без дополнительных предположений, ограничение на степень анизотропии Вселенной. Теоретический расчёт эволюции анизотропных мод сравнивался с данными телескопа Планк по флуктуациям реликтового излучения. Статистически значимого отклонения от изотропной модели Вселенной не обнаружено. Для векторной моды, соответствующей вращению, на уровне достоверности 95 % относительная анизотропия не превышает $4,7 \times 10^{-11}$. Это ограничение на порядок величины лучше, чем было получено в предшествующих работах, выполненных без учёта данных Планка о поляризации излучения, которая очень чувствительна к анизотропии. Также в новой работе получены ограничения сверху на величину скалярных и тензорных анизотропных возмущений. Ограничения на анизотропию сужают круг моделей ранней Вселенной.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* 117 131302 (2016)

<https://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.117.131302>

Подготовил Ю.Н. Ерошенко (e-mail: erosh@ufn.ru)