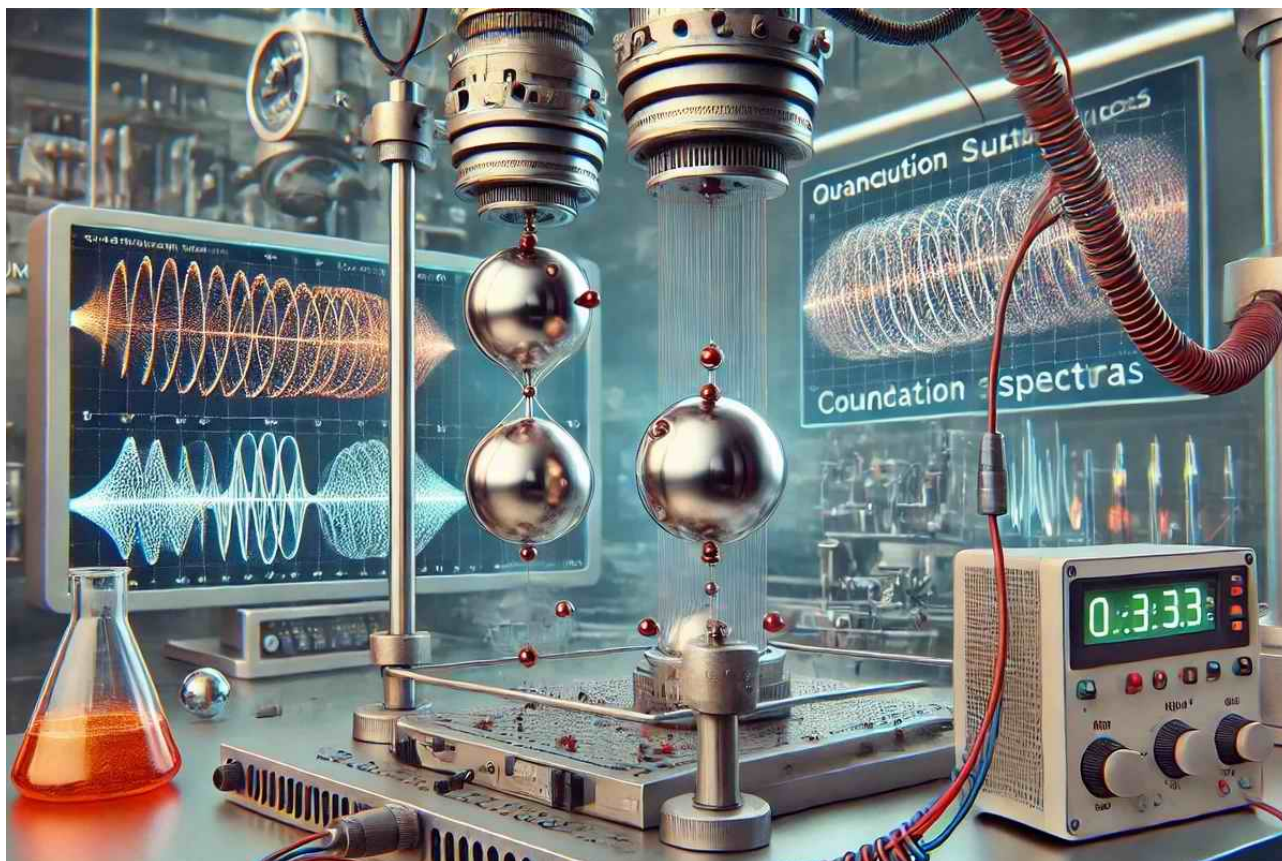


Стохастические флуктуации и природа гравитации | Классическая или квантовая гравитация: новый подход



Дата публикации: 06.03.2025

Гравитация остается одной из самых загадочных фундаментальных сил. В отличие от других взаимодействий, таких как электромагнитное, сильное и слабое, которые вписываются в квантовую механику, гравитация не поддается квантованию, что создает серьезные теоретические проблемы. В поиске ответа на этот вопрос исследователи предлагают новый подход, позволяющий экспериментально проверить природу гравитации, анализируя стохастические флуктуации, возникающие в случае ее классической природы.

Если гравитация квантовая, она должна быть способна вызывать квантовую запутанность удаленных объектов. Если же гравитация классическая, никакой запутанности возникнуть не может, а гравитационное взаимодействие должно сопровождаться стохастическими флуктуациями. В этом случае детерминированная природа гравитации нарушала бы принципы квантовой механики, что потребовало бы компенсирующих флуктуаций. Исследователи обнаружили, что такие флуктуации оставляют уникальный след в спектре кросс-

корреляции в виде фазового сдвига на 180 градусов.

Исследование базируется на новой **квантово-классической** модели, в рамках которой классическая гравитация взаимодействует с квантовой материей. Для этого были разработаны теоретические основы, включая гамильтониан ньютоновской гравитации для квантовых масс, модифицированный закон Ньютона с учетом стохастических эффектов, уравнение Линдблада, описывающее динамику квантовой материи в классическом гравитационном поле. Главный параметр модели, ϵ , позволяет различать классическую гравитацию ($\epsilon \neq 0$) и квантовую ($\epsilon = 0$).

Экспериментальная проверка гипотезы основана на предложении модернизированной версии эксперимента Кавендиша, в котором используются два когерентных квантовых осциллятора, связанные исключительно гравитационно. Главные требования к эксперименту — гравитационно связанные массы, чувствительные к микроскопическим флуктуациям; высокая шумоизоляция, минимизирующая внешние возмущения; точные измерительные технологии, способные зафиксировать характерные корреляции движений осцилляторов.

Результаты эксперимента могут привести к пересмотру фундаментальных основ физики. Если гравитация окажется квантовой, это подтвердит необходимость построения теории квантовой гравитации, в которую должна вписываться общая теория относительности Эйнштейна. Если же гравитация окажется классической, это потребует радикального переосмысления всех представлений о гравитационном взаимодействии и поисков новой теоретической парадигмы.

Физики десятилетиями пытаются создать самосогласованную теорию квантовой гравитации, однако новое исследование предполагает, что гравитация может быть классической. Независимо от исхода, предстоящие эксперименты могут привести к одному из крупнейших открытий в современной науке, способному изменить восприятие фундаментальных законов природы.

Ссылка: «Отличительное следствие классической гравитации для квантовой материи» DOI: [10.1103/PhysRevLett.134.061501](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.134.061501).