

интерферирующих лучей. Примером может служить *интерферометр Майкельсона* с перем. длиной одного из плеч. При перемещении вдоль луча света одного из зеркал интенсивность света на выходе интерферометра периодически меняется, что может служить средством измерения скорости очень медленных перемещений. Например, при движении зеркала со скоростью 10^{-6} м/с интенсивность света меняется с частотой ~ 4 Гц.

Биения могут наблюдаться и в излучении независимых источников света. Для этого их яркости и спектральные плотности излучения должны быть очень велики. Обе эти характеристики выражаются через параметр ρ , наз. параметром вырождения фотонов, равный числу фотонов в объёме когерентности. При фотоэлектрич. регистрации биений параметр ρ в произведении с *квантовым выходом* приёмника определяет величину сигнала биений по отношению к фону фотонного шума. Излучение лазеров сильно вырождено — $\rho \gg 1$, вследствие чего биения в свете двух лазеров и между разл. типами колебаний одного лазера легко наблюдаются. Эти биения часто играют вредную роль как источник мощного шума интенсивности лазера.

Для тепловых источников обычно $\rho \ll 1$, поэтому эффекты нестационарной И. с. в их излучении крайне малы. Тем не менее их удалось обнаружить в тонких экспериментах по корреляции интенсивностей (см. *Интерферометр интенсивности*), получивших широкую известность в связи с их значением для звёздной астрономии, поскольку с их помощью возможно измерять угл. размеры столь удалённых звёзд, что это не удаётся сделать с помощью звёздного интерферометра. Следы нестационарной интерференции были обнаружены также при анализе спектра пучков фотоэлемента, освещённого двумя очень близкими спектральными линиями атомов ртути. На частоте биений был обнаружен пик в спектре шумов, составлявший 10^{-4} от фона *дробовых шумов* [4].

И. с. используется при спектральном анализе света, для точного измерения расстояний, углов, скорости, в рефрактометрии. Большое значение интерферометрия имеет в оптич. производстве как средство контроля качества поверхностей и линзовых систем. Интерференц. явления используются для создания светофильтров, высококачеств. зеркал, просветляющих покрытий для оптич. деталей. И. с. составляет основу голографии. Важным частным случаем И. с. является *интерференция поляризованных лучей*.

Лит.: 1) Борн М., Вольф Э., Основы оптики, пер. с англ., 2 изд., М., 1973; 2) Калитовский И. И., Волновая оптика, 2 изд., М., 1978; 3) Глаубер Р., Оптическая когерентность и статистика фотонов, в кн.: Квантовая оптика и квантовая радиофизика, М., 1966; 4) Forrester A. T., Gudmundsen R. A., Johnson P. O., Photoelectric mixing of incoherent light, «Phys. Rev.», 1955, v. 99, p. 1691.

ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СОСТОЯНИЙ — наличие фазовой корреляции между базисными состояниями квантовой системы, описываемой суперпозицией этих состояний. Явления И. с. аналогичны др. проявлениям интерференции, свойственной всем волновым процессам, для к-рых справедлив *суперпозиции принцип*. В соответствии с последним *волновая функция* $\psi(t)$ произвольного состояния квантовой системы может быть представлена суперпозицией собственных (базисных) состояний ψ_n к.-л. оператора, напр. оператора энергии \hat{H} (*гамильтониана*):

$$\psi(t) = \sum_n C_n \psi_n(t). \quad (1)$$

Формальным признаком наличия И. с. является отличие от нуля усреднённого по ансамблю частиц произведения $\langle C_n C_k^* \rangle$ комплексных коэф. разложения волновой ф-ции $\psi(t)$. Величины $\langle C_n C_k^* \rangle$ являются недиагональными элементами *матрицы плотности*, часто наз. когерентностями. Они входят в выражение для ср. значе-

ний величины $\langle L \rangle$, описываемой оператором \hat{L} , не коммутирующим с \hat{H} :

$$\langle L \rangle = \sum_n |C_n|^2 L_{nn} + \sum_{\substack{k, m \\ k \neq n}} \langle C_k C_m^* \rangle L_{km}(t), \quad (2)$$

где $L_{km}(t)$ — матричный элемент оператора \hat{L} в энергетич. представлении. Второй член в (2) наз. *интерференционным* или *когерентным*. Выражение (2) аналогично выражению для интенсивности при интерференции пучков света, что и объясняет заимствование терминов «интерференция» и «когерентность».

Поскольку собственные состояния оператора энергии \hat{H} гармонически зависят от времени, то интерференционный член в (2) содержит временные множители $\exp[-i(\omega_n - \omega_k)t]$:

$$\sum_{k, m} \langle C_k C_m^* \rangle L_{km} = \sum_{k, m} \langle C_k C_m^* \rangle L_{km} \exp[-i(\omega_n - \omega_k)t], \quad (3)$$

где $\omega_n = \varepsilon_n/\hbar$, ε_n — энергия состояния ψ_n . Вытекающая из (3) зависимость результата измерения от времени есть следствие нестационарности системы, к-рая [в соответствии с (1)] не обладает определ. энергией. И. с. проявляется также при измерении интенсивности квантовых переходов системы из суперпозиц. состояния в стационарное.

И. с. есть общее свойство квантовых систем, к-рое может быть обнаружено в любом частотном диапазоне. В частности, первым проявлением интерференции невырожденных невзаимодействующих состояний надо считать, по-видимому, свободную прецессию спинов, наблюдавшуюся в радиоспектроскопии. Аналогичное явление было обнаружено (1955) и в ядерной физике с помощью техники угл. корреляций γ -квантов. В оптич. диапазоне И. с. проявляется, напр., при поглощении или излучении света. Ниже рассматриваются именно такие проявления И. с.

И. с. возникает в квантовых системах под влиянием каким-то образом организованных возмущений. В атомах, в частности, она возникает в результате облучения поляризованным или просто направленным излучением, направленным электронным пучком, при возбуждении в результате неизоотропных столкновений с др. частицами. Квантовые ансамбли, предоставленные самим себе, под влиянием релаксаций теряют когерентность и анизотропность и становятся равновесными и изотропными. (Связь анизотропии с когерентностью вызвана тем, что И. с. с определ. энергией одновременно является И. с. с определ. значениями угл. момента и его проекции.) Вследствие этого И. с. отражается на поляризац. характеристиках излучения (поглощения) атомов и на связанном с поляризацией угл. распределении интенсивности излучения.

Принимая во внимание зависимость интенсивности квантовых переходов от времени, проявление И. с. можно разделить на квантовые биения и пересечение уровней.

Квантовые биения могут наблюдаться при переходе квантовой системы из импульсно возбуждённого суперпозиц. состояния в собственное. В простейшем случае суперпозиции двух уровней (1 и 2) интенсивность спонтанного излучения в определ. направлении оказывается модулированной во времени (рис. 1), причём частота синусоидальной модуляции определяется энергетич. разором между интерферирующими уровнями. Колебания затухают с постоанной времени спонтанного распада, зависящей от населённости уровней 1 и 2. Длительность возбуждающего импульса Δt должна удовлетворять очевидному соотношению: $\Delta t \ll \omega_{12}^{-1}$. В этих условиях явление очень наглядно: после короткого возбуждения интенсивность излучения спадает, обнаруживая затухающие колебания.