

меняются и аромат, и спиральность нейтринного состояния, напр. $\nu_{eL} \rightarrow \bar{\nu}_{\mu R}$ (где ν_{eL} и $\bar{\nu}_{\mu R}$ соответственно левое электронное нейтрино и правое мюонное антинейтрино). Смешивание вызвано взаимодействием т. в. недиагонального магн. момента нейтрино с магн. полем. Расщепление уровней обусловлено различием в массах и взаимодействиях ν_{eL} и $\bar{\nu}_{\mu R}$ с веществом [6]. Разные типы конверсии отличаются зависимостями эффектов от энергии нейтрино.

Приложения. Области возможных приложений Р. к. н. — нейтринная астрофизика и геофизика — определяются тем, что толща d вещества, проходящая нейтрино, должна быть достаточно большой: $d \geq d_0 \approx \rho l_0 \approx m_N / G_F \approx 3 \cdot 10^9$ г/см². Условия конверсии выполняются в широких интервалах Δm^2 и $\sin^2 2\theta$ (несколько порядков величины) на Солнце и в коллапсирующих звёздах. Осн. эффекты конверсии в среде — подавление потока нейтрино исходного типа (соответственно появление потоков нейтрино новых типов) и искажение энергетич. спектра нейтрино, зависящее определённым образом от Δm^2 и $\sin^2 2\theta$.

Приложения имеют 3 следующих аспекта. Во-первых, несколько конверсия изменяет свойства потоков нейтрино, её возможные эффекты следует иметь в виду при интерпретации наблюдат. данных нейтринной астрономии. В частности, конверсия может решить проблему солнечных нейтрино. Во-вторых, если профиль плотностей и исходный спектр нейтрино известны, то, измеряя искажение спектра, можно в принципе определить Δm^2 и $\sin^2 2\theta$. Р. к. н. открывает уникальные возможности, т. к. сильные изменения в лучках возникают даже при очень малых значениях параметров смешивания и Δm^2 , не доступных обычным экспериментам. Если эффекты конверсии не будут обнаружены, это позволит исключить область параметров Δm^2 и $\sin^2 2\theta$, намного перекрывающую область чувствительности существующих и планируемых лаб. экспериментов. Наконец, если Δm^2 и $\sin^2 2\theta$ известны, то по эффектам конверсии можно судить о распределении плотности вещества на пути нейтрино.

Лит.: 1) Михеев С. П., Смирнов А. Ю., Резонансное усиление осцилляций в веществе и спектроскопия солнечных нейтрино, «Ядерная физика», 1985, т. 42, в. 6, с. 1441; и х же, Осцилляции нейтрино в среде с переменной плотностью и всплывши от гравитационных коллапсов звезд, «ЖЭТФ», 1986, т. 91, с. 7; 2) Wolfenstein L., Neutrino oscillations in matter, «Phys. Rev. D.», 1978, в. 17, р. 2369; е го же, Neutrino oscillations and stellar collapse, «Phys. Rev. D.», 1979, в. 20, р. 2634; 3) B e t h e H., Possible explanation of the Solar—Neutrino puzzle, «Phys. Rev. Lett.», 1986, в. 56, р. 1305; 4) P a r k e S. J., Nonadiabatic level crossing in resonant neutrino oscillations, «Phys. Rev. Lett.», 1986, в. 57, р. 1275; 5) Михеев С. П., Смирнов А. Ю., Резонансные осцилляции нейтрино в веществе, «УФН», 1987, т. 153, с. 3; 6) Ахмедов Е. Х., Бычук О. В., Резонансная спин-флейворная прецессия нейтрино и проблема солнечных нейтрино, «ЖЭТФ», 1988, т. 95, с. 442. А. Ю. Смирнов.

РЕЗОНАНСНАЯ ЛИНИЯ — спектральная линия атома, для к-рой частота испускаемого света совпадает с частотой излучения, поглощаемого атомом в осн. состоянии. Обычно термин «Р. л.» применяют к одной

или нескольким наиб. интенсивным линиям, соответствующим разрешённым оптич. переходам (электрич. дипольным переходам) между осн. состоянием и наиб. низко лежащими возбуждёнными уровнями энергии (рис.). Р. л. атомов большинства элементов расположены в видимой и УФ-областях спектра. Напр., длины волн Р. л. атомов Н, He, Na и Hg соответственно равны (в нм): 121,568; 58, 4328; 588,995/589, 593; 253,652/184, 950. Р. л. атомов Cs и Fr расположены в ближней ИК-области спектра.

Лит. см. при ст. *Спектральная линия*.

Е. А. Юков.

РЕЗОНАНСНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ (резонансная флуоресценция, резонансное рассеяние, резонансная люминесценция) — фотолюминесценция, при к-рой частота возбуждающего излучения ω_0 практически совпадает с частотой фотолюминесценции атома $\omega = (\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1)/h$, где \mathcal{E}_2 и \mathcal{E}_1 — энергии верхнего возбуждённого и нижнего (обычно основного) уровней энергии атома. Р. и впервые обнаружено в 1904 Р. Вудом (R. Wood) в парах натрия.

Р. и. на изолиров. атоме по существу есть *рэлеевское* рассеяние света, усиленное благодаря резонансу на много порядков величины. Спектр Р. и. неподвижного изолиров. атома зависит от спектра возбуждающего излучения. При возбуждении его излучением непрерывного спектра шириной $\Delta\omega \gg \gamma_e$, где γ_e — естественная ширина спектральной линии данного атома, линия Р. и. имеет лоренцевский контур с шириной γ_e (см. *Контур спектральной линии*), т. е. такой же, что и при возбуждении атома др. способом (напр., столкновительным). Если атом возбуждается монохроматич. излучением, то его Р. и. является также монохроматическим и имеет ту же частоту ω_0 (с точностью до эффектов отдачи). При этом, если осн. состояние атома не выроджено, то падающая волна и волна Р. и. когерентны.

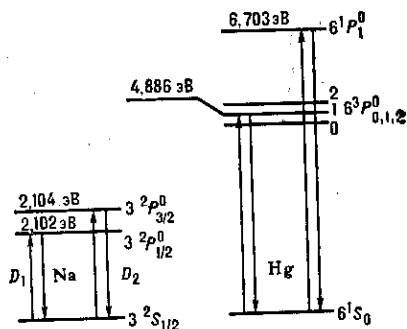
В разреженном газе контур линии Р. и. определяется доплеровским уширением спектральных линий и его ширина зависит от угла рассеяния. Если спектральная линия атома испытывает доплит. уширение Γ и сдвиг Δ за счёт соударений, а Р. и. возбуждается монохроматич. излучением, то спектр Р. и. состоит из излучения той же частоты ω_0 и лоренцевского контура с максимумом на частоте $\omega + \Delta$ и с шириной $\Gamma + \gamma_e$. В том случае, когда столкновения приводят лишь к сдвигу фазы волновой ф-ции атомного состояния, отношение интенсивностей этих компонент Р. и. равно γ_e/Γ . При наличии неупругих столкновений отношение интенсивностей будет другим и в спектре Р. и. возможно появление дополнительных линий.

Обычно Р. и. поляризовано. В общем случае степень поляризации и её характер определяются поляризацией возбуждающего излучения, направлением наблюдения по отношению к направлению распространения возбуждающей волны, давлением и составом излучающего газа, ориентацией и величиной внеш. электрич. и магн. полей. Особенно сильно на поляризацию влияет магн. поле (см. *Зеемана эффект*).

При возбуждении Р. и. излучением высокой интенсивности резонансная спектральная линия расщепляется, а также происходят и др. изменения спектра, зависящие от статистич. свойств возбуждающего излучения.

Лит.: Вуд Р., Физическая оптика, пер. с англ., Л.—М., 1936; Митчел А., Земанский М., Резонансное излучение и возбуждённые атомы, пер. с англ., М.—Л., 1937; Гайтлер В., Квантовая теория излучения, пер. с англ., [2 изд.], М., 1956; Прингсгейм П., Флуоресценция и фосфоресценция, пер. с англ., М., 1951; Берестецкий В. Б., Лифшиц Е. М., Питаевский Л. П., Квантовая электродинамика, 3 изд., М., 1989; Ахизер А. И., Берестецкий В. Б., Квантовая электродинамика, 4 изд., М., 1981; Лоудон Р., Квантовая теория света, пер. с англ., М., 1976; Swain S., Theory of atomic processes in strong resonant electromagnetic fields, в сб.: Advances in atomic and molecular physics, в. 16, N. Y.—L.—Toronto, 1980, р. 159. Е. А. Юков.

РЕЗОНАНСНЫЕ ЯДЕРНЫЕ ПРОЦЕССЫ — процессы, для к-рых характерна резкая немонотонная зависи-



Схемы низколежащих уровней энергии и резонансные квантовые переходы Na (жёлтый дублет D_1 и D_2) и Hg.