

спектров от трёх кramerсовых дублетов, на к-рые расщепляется осн. состояние иона Fe^{3+} . На образец под определённым углом к кристаллографич. осям накладывается слабое магн. поле, под действием к-рого происходит перемешивание электронных и ядерных состояний, в результате чего разрешены переходы, в к-рых меняется не только энергия магн. сверхтонкого взаимодействия, но и энергия взаимодействия электронной оболочки иона с внеш. магн. полем и в спектре наблюдаются дополнительные Z-линии.

В ряде случаев чувствительность спектров СТС к слабым магн. полям велика. Несмотря на то что на ядра со стороны электронной оболочки действуют магн. поля порядка 10^6 Э, наличие слабого внеш. магн. поля (1—10 Э) может кардинально изменить СТС. Напр., за счёт слабых магн. полей от магн. примесей и соседних ядерных магн. моментов (~ 10 Э) спектр размывается (рис. 8, а), а внеш. поле ~ 200 Э приводит к появлению чёткой сверхтонкой структуры с узкими линиями (рис. 8, б).

За счёт процессов спин-спиновой и спин-решёточной релаксации электронной системы направление магн. сверхтонкого поля $H_{СТ}$ на ядре изменяется во времени.

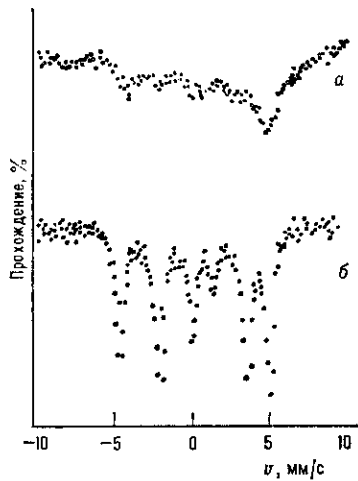


Рис. 8. Спектр поглощения монокристалла метмиоглобина при $T = 4,2$ К без внешнего магнитного поля (а) и в поле $H = 200$ Э (б).

В результате в мёсбауэровских спектрах СТС наблюдается уширение отд. линий и уменьшение расстояний между ними как результат частичного усреднения $H_{СТ}$. Для малых времён релаксации $\tau \ll \tau_L$ (τ_L — период ларморовой прецессии ядерного спина в поле $H_{СТ}$) магн. часть СТС полностью усредняется, и в мёсбауэровских спектрах наблюдается только квадрупольное расщепление. Такая релаксац. трансформация спектров наблюдается и в магнитоупорядоченных образцах в виде порошков из микрочастиц достаточно малых размеров (суперпарамагнетизм), и в магнитных жидкостях. М. с. используется для изучения релаксац. процессов в таких системах.

Экспериментальные методы

Конверсионная М. с. Резонансное поглощение γ -квантов можно фиксировать не только по ослаблению интенсивности проходящего через образец γ -излучения (абсорбционная М. с.), но и по изменению интенсивности вылетающих из образца конверсионных электронов (конверсионная М. с., см. Конверсия внутренней). В конверсионной М. с. достигается более высокое отношение сигнала к шуму, т. к. исследуется не весь образец, а только его небольшой приповерхностный слой, толщина к-рого сравнима с глубиной выхода конверсионных электронов из образца. Конверсионные электроны и их энергетич. спектр регистрируются пропорциональными счётчиками, магн. и др. бета-спектрометрами. Это позволяет выделять электроны разл. энергий и тем самым фиксировать процессы резонансного поглощения γ -квантов на разл. глубинах образца. Такая селективная по глубине конверсионная М. с. даёт возможность исследовать слой толщиной от неск. нм до долей мкм. С помощью селективной по глубине М. с. изучаются тончайшие магн.

слои, процессы коррозии, катализа и др. поверхностные явления.

Измерения интенсивности характеристич. рентгеновского излучения, возникающего в ходе резонансного поглощения γ -квантов вслед за процессом внутр. конверсии, позволяют исследовать хим. состав поверхностных слоёв порядка неск. десятков мкм.

Эмиссионная М. с. В эмиссионной М. с. объектом исследования являются вещества, в к-рые введены радиоакт. ядра, образующие в результате ядерных превращений и последующего каскада γ -переходов возбуждённое ядро, испускающее резонансные γ -кванты (рис. 9). Анализ энергетич. спектра испускаемых γ -квантов проводится с помощью мёсбауэровского спектрометра, в к-ром поглотитель содержит резонансные ядра в осн. состоянии и имеющие единичную линию поглощения (либо с помощью детектора конверсионных электронов).

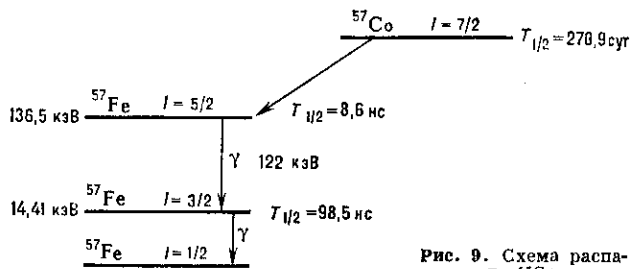


Рис. 9. Схема распада ^{57}Co .

Эмиссионная М. с. расширяет класс исследуемых объектов и физ. явлений. Метод обладает высокой чувствительностью. Можно исследовать образцы с чрезвычайно малой концентрацией радиоакт. ядер (порядка $10^{-8}\%$). В процессе ядерных превращений и каскада γ -переходов электронная оболочка иона или его электронное окружение оказываются в неравновесном зарядовом состоянии. Если время жизни неравновесного состояния ядра, то в спектрах испускания наблюдаются дополнит. линии с хим. сдвигом и квадрупольным сплещением, соответствующими неравновесному зарядовому состоянию.

В эмиссионной М. с. можно производить дифференцированные по времени измерения мёсбауэровских спектров. Регистрируя один из γ -квантов (напр., γ -квант с энергией 122 кэВ в распаде ядра ^{57}Co , рис. 9), можно зафиксировать момент образования возбуждённого состояния ядра, испускающего резонансные γ -кванты, а затем при помощи совпадений схемы с временной задержкой измерить спектры испускания в заданный момент времени относительно момента образования возбуждённого состояния. Таким методом обнаруживаются неравновесные зарядовые состояния ионов с временами жизни, значительно меньшими, и можно проследить кинетику распада этих состояний.

Эмиссионная М. с. — уникальный инструмент исследования радиац. повреждений. Материнское ядро является источником разл. рода ядерных излучений, вызывающих локальные нарушения структуры. Образующееся в ходе ядерных превращений возбуждённое резонансное ядро является датчиком, фиксирующим наличие радиац. повреждений и кинетику их распада (см. Радиационные дефекты).

При сверхвысоких темп-рах, когда все релаксац. процессы замедлены, неравновесной может оказаться заселённость магн. подуровней возбуждённого состояния ядра и эмиссионные спектры магн. СТС становятся асимметричными. В качестве примера на рис. 10 представлены спектры испускания γ -квантов (с энергией 14,4 кэВ) ядрами ^{57}Fe , образующимися при распаде