

разделяет проходящие через него М. и а. п. так, что частицы, испытавшие энергетич. переход $\varphi_1 \rightarrow \varphi_2$ в эл.-магн. поле, действующем на них в зазоре магнита С, фокусируются на детектор Д и регистрируются, а

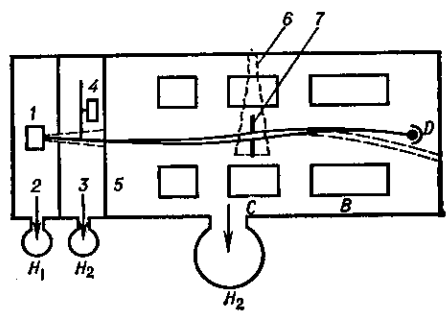


Рис. 2. Схема установки для исследования пучков в радиодиапазоне: 1 — источник пучка; 2 — камера источника; 3 — буферная камера; 4 — прерыватель пучка; 5 — камера взаимодействия; 6 — двухпроводная линия; 7 — детектор пучка. H_1 — форвакуумный насос, H_2 и H_3 — высоковакуумные насосы.

частицы, не испытавшие перехода, отклоняются в стороны и не попадают на детектор. При $\omega_p = \omega$ интенсивность I , регистрируемая детектором, имеет максимум. По величине ω определяют уровни энергии молекул.

Для детектирования частиц иногда применяют *масс-спектрометр*, а для увеличения чувствительности обычно используют прерыватель (модулятор) пучка, помещая его в буферной камере установки на пути пучка в гл. камеру, при этом сигнал от детектора пропускают через синхронный усилитель. Для увеличения интенсивности сигнала I вместо двухполюсных магнитов А и В применяют шестипольные.

Если резонансная частота ω соответствует радиодиапазону, то эл.-магн. поле в зазоре магнита С возбуждают при помощи двухпроводной линии, закороченной на конце. Открытые концы линии соединяют с генератором. Пучок пропускают сквозь пучность магн. поля стоячей волны на расстоянии $1/2$ длины волны этого поля от закороченного конца линии.

Для наблюдения переходов, резонансная энергия к-рых лежит в диапазоне СВЧ, вместо двухпроводной линии применяют *объемный резонатор*. М. и а. п. пропускают через отверстия в противоположных стенках резонатора, расположенных так, что частицы пролетают сквозь пучность магн. компоненты СВЧ-поля. Спектральные линии наблюдают периодически, изменяя частоту эл.-магн. поля ω по «пиллообразному» закону (рис. 3).

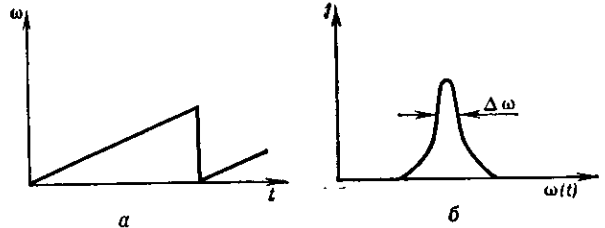


Рис. 3. Кривая модуляции частоты ВЧ-поля и форма спектральной линии: а — напряженность магнитной составляющей поля H в относительных единицах; б — интенсивность спектральной линии в относительных единицах; t — время; ω — частота; $\Delta\omega$ — ширина спектральной линии.

Ширина спектральных линий $\Delta\omega$ определяется временем взаимодействия частиц пучка с эл.-магн. полем, т. е. временем их пролёта сквозь пространство, в к-ром действует поле, а также однородностью магн. поля С в области взаимодействия. Одноврем. достижение оптимума по этим параметрам затруднительно, однако

уменьшение $\Delta\omega$ необходимо для достижения достаточно высокой разрешающей способности установки. Уменьшения $\Delta\omega$ достиг Н. Рамзей, введя в установку П-образный резонатор (рис. 4). М. и а. п. пропускают

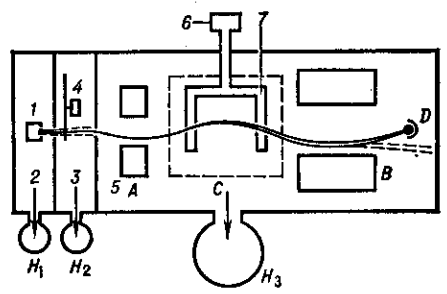


Рис. 4. Схема установки для исследования пучков в диапазоне СВЧ: 1 — источник пучка; 2 — камера источника; 3 — буферная камера; 4 — прерыватель пучка; 5 — камера взаимодействия; 6 — генератор СВЧ; 7 — П-образный резонатор. H_1 — форвакуумный насос, H_2 и H_3 — высоковакуумные насосы.

сквозь пучности магн. поля резонатора через отверстия вблизи его концов, создавая таким образом две отдельные области взаимодействия пучка с эл.-магн. полем. При этом высокая степень однородности поля С должна быть обеспечена только в малых областях взаимодействия. Спектральные линии, наблюдаемые при этом, возникают как результат наложения двух широких спектральных линий, формируемых в областях взаимодействия (рис. 5). Широкий «пьедастал» (пунктир)

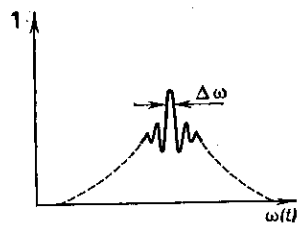


Рис. 5. Спектральная линия в П-образном резонаторе. Интенсивность спектральной линии I дана в относительных единицах; $\Delta\omega$ — ширина спектрального пика.

соответствует времени пролёта частиц пучка через каждую из областей взаимодействия. Узкие линии в ср. части рисунка возникают в результате разности фаз поля за время пролёта частиц между областями взаимодействия. Ширина центр. пика определяется полным временем пролёта частиц через области взаимодействия и между ними.

Дальнейшего уменьшения $\Delta\omega$ можно добиться, увеличивая время взаимодействия частиц с эл.-магн. полем, отбором медленных частиц. Однако доля таких частиц в М. и а. п., порождённых источником, находящимся в тепловом равновесии, мала. Эфф. способом уменьшения скорости является сочетание метода М. и а. п. с оптич. ориентацией ядер [А. Кастлер, (A. Kastler), 1950; см. *Ориентированные ядра*]. Возможности комбинир. методов расширились после появления лазеров. Стало возможным получение интенсивных спектров единичных атомов и молекул, основанные на взаимодействии М. и а. п. с излучением лазеров, в частности «плениение» отд. атомов и молекул эл.-магн. полем и их длит. хранение в изолир. состоянии.

Метод параэлектрического резонанса аналогичен методу магн. резонанса, за исключением того, что изменения траектории частиц обусловлены взаимодействием электрич. моментов молекул с неоднородными электрич. полями, а квантовые переходы между ними вызваны колебаниями электрич. поля в резонаторе. Интенсивность пучка может быть увеличена за счёт использования четырёхполюсных или шестипольных электродов, создающих пространств. фокусировку пучка. Применяется также сочетание обоих методов; напр., однород-