

состояния, однако, возможны лишь при отношении масс выше $m_n/m_p = 1,4$. При меньшем значении отношения масс энергия, затрачиваемая на локализацию дырки, слишком велика.

Не только доноры и акцепторы могут связывать экситоны. В этом отношении важны также *изоэлектронные дефекты*. К ним

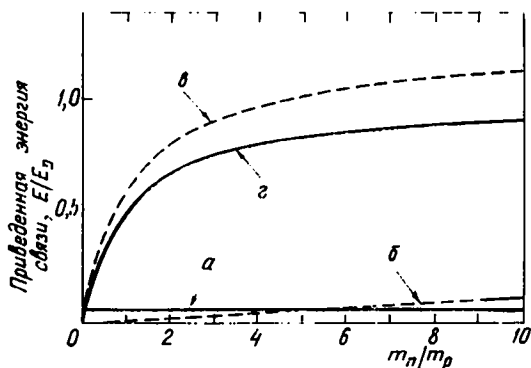


Рис. 32. Энергия связи: *a* — электрона, *b* — дырки, *c* — электрона и дырки на нейтральном доноре, *d* — экситона. Абсцисса: отношение эффективных масс электрона и дырки. Ордината: энергия связи в единицах энергии связи электрона атома — донора. [По Хонфилду (Proc. Int. Conf. Semiconductor Physics. — Paris, 1964).]

относятся примесные атомы, которые замещают атомы решетки и имеют идентичную электронную конфигурацию. Хорошо исследованным примером является азот на местах фосфора в GaP (GaP:N). Такие изоэлектронные дефекты имеют в нейтральном

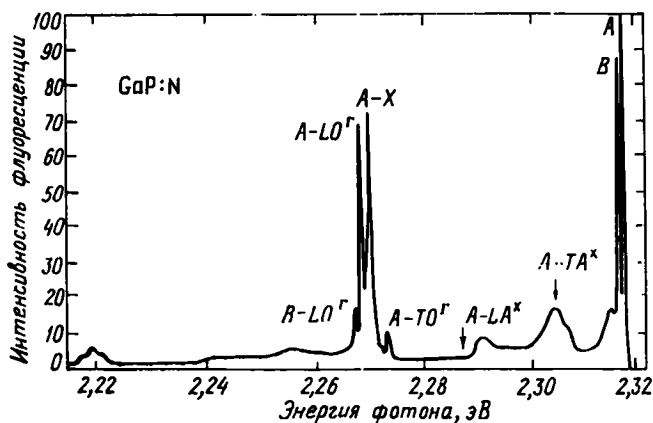


Рис. 33. Экситонные линии в спектре люминесценции GaP, легированного атомами N. (По Цайя [103.XI].)

состоянии энергетические уровни, лежащие глубоко в запрещенной зоне, которые могут быть заполнены электронами или дырками. По этой причине они являются типичными центрами рекомбинации. Рекомбинация связанного экситона, т. е. последний этап рекомбина-