

## تولید - یک تکذره در برهمکنش - جمعی ی هسته‌ها با یک فُتن

در برخورد - یک فُتن - پیرانرژی با ماده، عمدتاً تعداد - زیاد ی ذره با برهمکنش - الکترومغناطیسی تولید میشود (آبشار - الکترومغناطیسی). اما گاه ی هم یک مَزُن - خنثا (مثل  $\rho^0$ ) تولید میشود که به آبشاری از ذره‌ها ی با برهمکنش - قوی (آبشار - هادرنی) وا می‌پاشد. قبلن تصور میشد احتمال - تولید - آبشار - الکترومغناطیسی خیل ی بیشتر است. اما نتیجه ی یک محاسبه نشان میدهد اگر انرژی ی فُتن از  $10^{20}$  eV بیشتر شود، احتمال - تولید -  $\rho^0$  (و در نتیجه آبشار - هادرنی) بیش از احتمال - تولید - آبشار - الکترومغناطیسی میشود. همچنین معلوم شده با افزایش - انرژی تولید -  $\rho^0$  از طریق - برهمکنش - جمعی ی هسته‌ها با فتون هم زیاد میشود. علت این است که هر چه انرژی ی فُتن بیشتر شود، اختلاف - انرژی ی  $\rho^0$  - حاصل با انرژی ی فُتن کمتر میشود. در واقع در انرژی‌ها ی زیاد،  $\rho^0$  با انرژی ی سکون - 780 MeV عملن مثل - یک ذره ی بی جرم رفتار میکند. هر چه انرژی ی منتقل شده به ماده کمتر باشد، طول - همدوسی بیشتر میشود، که در نتیجه تعداد - بیشتری هسته در برخورد شرکت میکنند. اگر انرژی ی فُتن  $3 \times 10^{14}$  eV باشد، طول - همدوسی 0.2 نانومتر میشود، که از مرتبه ی فاصله ی نوعی ی هسته‌ها از هم در جامدات و مایعات است. اما در انرژی‌ها ی بیش از  $10^{23}$  eV، طول - همدوسی از مرتبه ی متر است. اینجا است که تعداد - هسته‌ها یی که همزمان در واکنش شرکت میکنند آن قدر زیاد میشود که آهنگ - تولید -  $\rho^0$  از طریق - برهمکنش - جمعی ی هسته‌ها بیش از آهنگ - تولید -  $\rho^0$  از طریق - برهمکنش - تکهسته‌ها میشود [1].