Почему короткоживущие частицы называются резонансами?

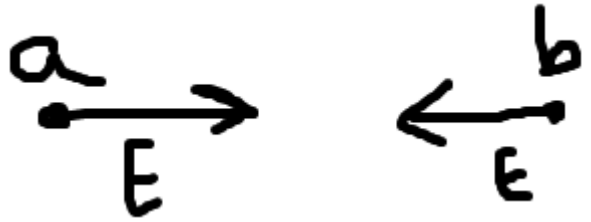
Рассмотрим реакцию

$$a + b \to c \to a + b$$

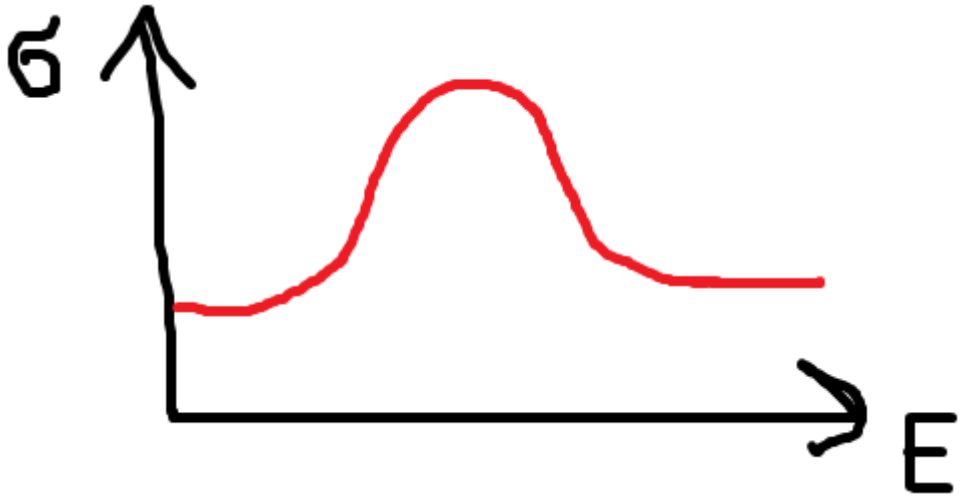
В результате слияния $a + b$ образуется резонанс c, который затем распадается на $a + b$.

Мы не видим резонанс c - мы видим лишь a и b. Как мы тогда поймём, что реакция произошла? По передаче энергии.

Построим график зависимости сечения σ от энергии E налетающих частиц в системе центра масс. Нам будет удобно перейти в эту систему, чтобы уменьшить число переменных и избавиться от несущественного движения центра масс:

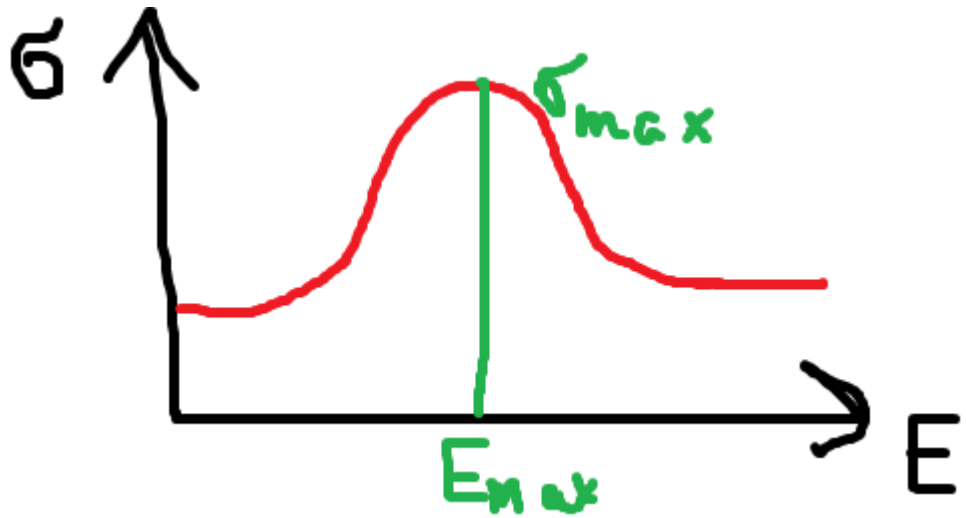


Построим график зависимости σ от E и обнаружим характерный пик:

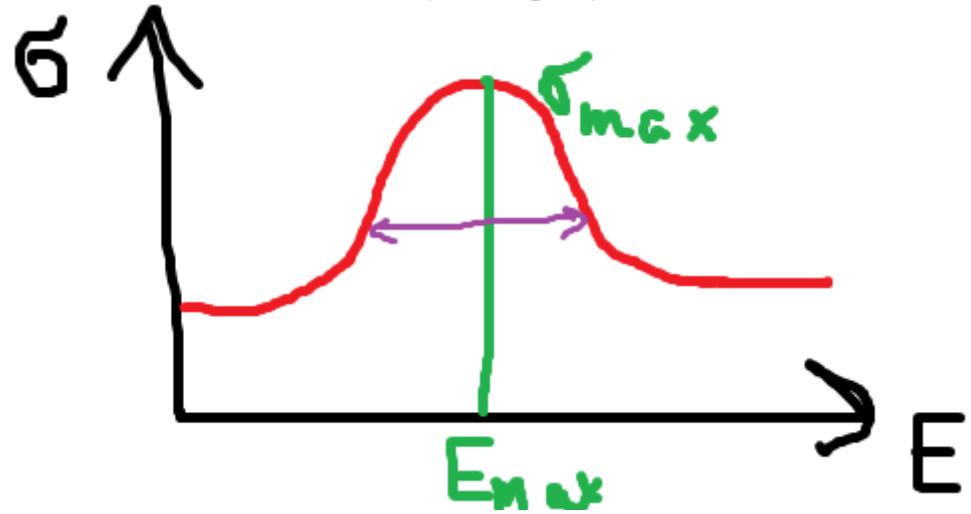


Говорят: образуется резонанс. Ну и частицу с тоже решили тогда назвать «резонанс».

Энергия максимума и объявляется массой резонанса



Отметим, что он имеет некую ширину:



В классике такое невозможно.
Так, если сталкивается частица с 4-импульсом E_1, p_1 и с 4-импульсом E_2, p_2, то образуется частица с 4-импульсом $E_1 + E_2, p_1 + p_2$ и массой $\sqrt{(E_1 + E_2)^2 - c^2(p_1 + p_2)}$. Одной-единственной - и точка!
(если вы второкур, незнающий СТО и не вдуплили, а что за 4-импульсы – полагаю, для вас всё равно очевидно, что если один кусок пластилина влетает в другой, то их масса пусть даже и не будет суммой (в релятивистском случае), но точно будет конкретной и единственной).

А тут – вот те пожалуйста, неоднозначность. Ну дык кванты – все нестабильные частицы имеют неопределённость по энергии, и чем меньше живут – тем больше она.