Colisiones: no existen fuerzas externas Clasica - Masa conservada Momento lineal conserva Energía cinética puede o no conservarse Colisiones relativistas: Energía relativista
y momento son siempre conserva-Solo en colisiones clásticas relativisfas, se conserva la masa Ljempo: To→8+8 Mpion = 135 HeV M foliones = 0 Ejemple 2. - Colisión elastica e+p -> e+p Ejemplo 3. - Sean 2 pourtioles de masa M, que colisionan a relocidad v=3c. Postenovment, se que dan enganchadas. Calcular la masa final inicio Conservación de la energia E1 + E2 - En . 1 Conservación del momento P1 + P2 = Pm 3 P1 = - P2 Pn = 0 Como les masos son iguales E1= E2 usando en 1 E1+E1= E+E=2E=Em...(3) Pero el estado final está en reposo En=MTC2, vsqudo en 3 2E = MT. C2 Lo que ya conocernes E= MC<sup>2</sup>  $\sqrt{1-v_{/c^2}^2}$  $M_T c^{\frac{7}{2}} = \frac{2mc^2}{1 - v^2/2}$  v = 3c $M_{T} = \frac{2m}{\sqrt{1-(3/5)^2}} = \frac{(2m)5}{4}$  $M_{T} = \frac{5}{4}(2m) = 2m + \frac{1}{2}m > m+m$ Ejemplo 4. Una masa M en reposo, decae en 2 plezos, cada una de masa M Determinar la velocidad de cada pieza Conservación de (onservación momendo energia 0 = P, + P2 Mc2 = E1+ E2 PI=-P2 = E1+E1=2E SHOF = 2mor -> V= C\[ 1-\(\frac{2m}{M}\)^2 Es necesario M>2m Je dice que M=2m es el umbral (Threshold) para el proces M→2m Observación: 2 H= Lewteron MD = 1875.6 MeV/c2 Mp+ mn = 1877.9 MeV/c2 MDL MP+Mn Ejemplo 5. Un pion en reposo, deca en muon grom neutrino [m=0] Micib 77  $M_{\tau_1}$ ¿ Cual a la rapidez del muon? Conservaçion de la energia y momento 〇、克中元 一克 En = En + Er Recordumes [E= m2c4 +p2c2] En = Mrc2 En= M2 C4+ B2 C2  $E_{M} = C \sqrt{\vec{P}_{M}^{2} + m_{M}^{2} C^{2}}$ 毛が三月10=1月10 Usando estas relación en la conservación de la energia M70 = x 1P2+ m202 + 1Palx  $[M_{TT}(-1P_{M})^{2}=(IP_{M}^{2}+M_{M}^{2}c^{2})^{2}$ 4) Pul = [mn2-mu] c Ahora, usando lu ec, anterior en la expresión  $E_{M} = \left[ \frac{M_{\pi}^{2} + M_{M}^{2}}{2m_{\pi}} \right] c^{2}$ Pero E= ymc2 P=ymv  $\frac{\sqrt{|P'|}}{|P'|} = \frac{v}{c^2} \rightarrow \left[ \frac{m_{\pi}^2 - m_{\pi}^2}{m_{\pi}^2 + m_{\pi}^2} \right] C$ Alternativa de calculo -> Tensores e Conservación de energía-momento Pr - Pr + Pr Indice de brende Pn = Pn + Po -> Po = Pn - Pn Producto escalar entre tensores

Producto escalar entre tensores P= = P=2 + P= - 2 Pa. Pa  $M_{\nu}^{2}C^{2} = 0 = M_{\pi}^{2}C^{2} + M_{\nu}^{2}C^{2} - 2P_{\pi}P_{\mu}$  $\left( \begin{array}{c} P_{\pi}^{\times} = \left( \begin{array}{c} E_{\pi} \\ C \end{array}, \overrightarrow{P}_{\pi} \right) \right)$  $P_{\pi} \cdot P_{\pi} = \begin{pmatrix} E_{\pi} & Y_{\pi} \end{pmatrix}$   $= \begin{pmatrix} E_{\pi} & 0 \end{pmatrix}$   $= \begin{pmatrix} M_{\pi} \cdot C^{2} & 0 \end{pmatrix}$   $= \begin{pmatrix} M_{\pi} \cdot C^{2} & 0 \end{pmatrix}$ = ( Wac 10) = Mac + Mrc2 - 2 Ma En En = Mac2+mn2c2 Yara el neutrino Pm = Part Pu  $P_{\mu}^{2} = (P_{\pi} - P_{\nu})^{2} - (P_{\pi} - P_{\nu})^{2}$   $V_{\mu}^{2} = (P_{\pi} - P_{\nu})^{2} - 2M_{\pi}E_{\nu}$ T=E-mc2  $m_{\pi^2}c^2 = m_{\pi^2}c^2 + m_{\nu}^2c^2 - 2m_{\pi}E_{\nu}$  $\Rightarrow E_{v} = (M_{\pi}^2 - M_{v}^2) c^2$ Ejemplo 6. . El Fevatron en Berkeley se construyo con la idea de producir contiprotones, mediante  $p+p \longrightarrow p+p+p+\bar{p}$ Un proton en reposo, es golpeado por un proton energético, y se produe un par proton-antiproton d'Cual es el threshold para esta reacción? para FIN P O P O P Caboratorio
P rest
P
P Centro de masar (.M) La condición threshold resignifica la mínima energia para producir P+8 En el Lab. 1 el 4-momento total inicial PTOT = ( ETOT, PTOT) = ( E+mce, 1P1,0,0) En el C.M. el 4-momento total després de la colisión P = ( E TOT , P TOT ) = ( E, + E2+ E3+ E4, 0,0,0) E = Mc2 PM' = [4mc2,0,0,0] = [4mc,010,0] Pero el invariante Pu P" = Pu P" [E+mc2]-1P12= (4mc)2 E=7mc2 Introduction to elementary Portides David Griffiths

Commodica Relativista