

Wstęp do fizyki cząstek
zestaw 4
5.6.2018. wtorek, godz. 10:15
sala A-1-08

1. Proszę dokończyć zadania z poprzedniego zestawu.
2. Będąc w spoczynku cząstka o masie m_1 rozpada się na dwie cząstki $1 \rightarrow 2 + 3$ o masach $m_{2,3}$. Wyrazić energie $E_{2,3}$ cząstek powstałych w wyniku rozpadu poprzez masy spoczynkowe. Wyrazić poprzez masy spoczynkowe moduły pędów $|\vec{p}_2|$ oraz $|\vec{p}_3|$. Przy rozwiązaniu tego zadania powinna pojawić się funkcja

$$\lambda(x^2, y^2, z^2) = x^4 + y^4 + z^4 - 2x^2y^2 - 2x^2z^2 - 2y^2z^2.$$

Znaleźć rozkład λ na iloczyn czynników zawierających zmienne x, y, z w pierwszej potęgze.

3. Zgodnie ze wzorem podanym na wykładzie

$$\Gamma_{1 \rightarrow 2+3} = \int \frac{|\mathcal{M}_{fi}|^2}{2E_{p_1}} \prod_{i=2}^3 \left(\frac{d^3 p_i}{(2\pi)^3 2E_i} \right) (2\pi)^4 \delta^4(p_1 - \sum_{i=2}^3 p_i) \quad (1)$$

Założyć, że cząstka 1 jest przed rozpadem w spoczynku $p_1 = (m_1, 0, 0, 0)$. Element macierzowy \mathcal{M}_{fi} jest funkcją skalarną czteropędów $p_{1,2,3}$. Z punktu widzenia całek występujących w (1) p_1 jest stałą. Ze względu na występującą w (1) funkcję $\delta^{(4)}$ można wykonać całkę po $d^3 \vec{p}_3$ i wtedy okaże się, że jedyną niezależną zmienną jest \vec{p}_2 . Ale ponieważ \mathcal{M}_{fi} jest skalarem, więc może tylko zależeć od kwadratu pędu \vec{p}_2 , a więc nie zależy od kątów. Okazuje się więc, że we wzorze (1) można wykonać wszystkie całki. Podać końcowy wzór na Γ .

4. Podany na wykładzie wzór na rozpraszanie, w przypadku $1 + 2 \rightarrow 3 + 4$ ma postać

$$\sigma_{1+2 \rightarrow n} = \frac{1}{4\sqrt{(p_1 \cdot p_2)^2 - m_1^2 m_2^2}} \int \prod_{i=3}^4 \left(\frac{d^3 p_i}{(2\pi)^3 2E_i} \right) |\mathcal{M}_{fi}|^2 \times \\ \times (2\pi)^4 \delta^4(p_1 + p_2 - p_3 - p_4).$$

Przyjąc kinematykę układu środka masy, w którym $\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = 0$. Wykonując całkowanie z pomocą funkcji $\delta^{(4)}$ możemy się pozbyć całkowania $d^3 \vec{p}_4$. Jednak w tym przypadku \mathcal{M}_{fi} może zależeć od kątów związanych z \vec{p}_3 . Dlatego całkowania po $d\Omega$ nie można wykonać nie znając \mathcal{M}_{fi} . Stąd końcowy wzór jest w rzeczywistości wzorem na różniczkowy przekrój czynny $d\sigma/d\Omega$. Podać końcowy wzór na ten przekrój czynny.

UWAGA: W obu zadaniach 3 i 4 wygodnie jest w pewnym momencie zmienić zmienne w całce po module pędu cząstek w stanie końcowym p na zmienną

$$u = \sqrt{p^2 + m_2^2} + \sqrt{p^2 + m_3^2}$$

lub w przypadku zad.4

$$u = \sqrt{p^2 + m_3^2} + \sqrt{p^2 + m_4^2}.$$