

5.7) Med de-Broglie våglängden $\lambda_{dB} = \frac{h}{p} = \frac{h}{\gamma mv}$ och Compton-våglängden $\lambda_C = \frac{h}{mc}$ får vi förhållandet

$$\frac{\lambda_{dB}}{\lambda_C} = \frac{c}{\gamma v} = \frac{c}{v} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \sqrt{\frac{c^2}{v^2} - 1}.$$

5.19) Detektorer av kosmisk strålning registrerar då och då händelser med en energi större än 10^{19} eV (1,6 J). Recordenergin är från oktober 1991, med $E = 3,2 \cdot 10^{20}$ eV eller 50 Joule, lika mycket kinetisk energi som i en snabb tennisboll. Det finns goda skäl att anta att dessa partiklar är protoner, men då kan de måste de komma från närheten av vår galax eftersom de tappar energi genom interaktion med kosmisk bakgrundsstrålning.

Den kosmiska bakgrundsstrålningen har en temperatur på 3 K med dominant våglängd $\lambda_{max} \approx 1$ mm eller energi $h\nu = 1$ meV. En proton med kinetisk energi 10^{19} eV har $\gamma = E_{tot}/m_p c^2 = 10^{19}/10^9 = 10^{10}$. Protonen ser då den mötande bakgrundstrålningen blåförskjuten med en faktor γ , så att energin blir $10^{10} \times 10^{-3} = 10^7$ eV = 10 MeV. Det räcker för parproduktion $\gamma + p \rightarrow p + e^+ + e^-$ och även för produktion av pioner. Så tappar snabba protoner snabbt sin höga energi. De kan inte komma från längre än den lokala klustern av galaxer, men ingen vet var de kommer ifrån eller hur de kan få så hög energi.

Invers comptonspridning spelar däremot inte så stor roll vid dessa energier. Protonernas comptonvåglängd $\lambda_{C,p} = h/m_p c \approx \lambda_{C,e}/1840 \approx 10^{-15}$ m, hundra gånger kortare än den blåförskjutna bakgrundstrålningen med våglängd $10^{-3}/10^{10} = 10^{-13}$ m.

Inverse comptonspridning betyder att en laddad partikel tappar energi genom interaktion med en låg-energi foton. Energin blir gammastrålning. Det används i synkrotronen i Brookhaven där laserljus skjuter 2,8 GeV elektroner ur banan och producerar polariserad gammastrålning med energi 470 MeV. Det är märkligt att se hur så mjukt ljus slungar så snabba elektroner ur sina banor och det förstärker idén att ljus består av partiklar.