
Das Muon Puzzle

Nils Breer

17.06.2022

Fakultät Physik

Agenda

Was ist das Muon Puzzle?

Was sind kosmische Strahlen? (notes: Flux, Klassifikation)

Luftschauer und was wir aus ihnen lernen

Was bedarfs an Experimenten?

Was ist nun mit dem Puzzle?

Probleme im Zusammenhang mit dem Muon Puzzle

Grundlage ist das studieren von kosmischer Strahlen durch Luftschauer in der Atmosphäre

Aus Distanz- und Energiegründen werden QCD Modelle unter extremen Bedingungen auf die Probe gestellt

Luftschauer in der Atmosphäre bilden hadronische Kaskaden die Muonen im Endzustand aufweisen

Hauptsächlich 10 bis 100 GeV Muonen

Simulation zeigt starkes defizit in Muonen ggü. gemessenen auf

Diskrepanzen nicht erklärbar

Phänomen schon bei 8 TeV Luftschauer beobachtbar, auch potenziell am LHC

also warum passiert das?

Was sind kosmische Strahlen

Ionisierte Kerne, hochenergetische geladene Teilchen mit relativistischen Energien

von Protonen bis zu Eisen

unbekannte extragalaktische Herkunft ausserhalb des Sonnensystems

Differentieller Fluss $J(E)$ proportional zu dN / dE circa E^α mit $\alpha = 2.6$ um die enorme Skala abzubilden

Energieskala 11 Größenordnungen, Fluss 30 Größenordnungen

Viele Experimente versuchen die Skala vollständig zu beschreiben

Diffuser Fluss der kosmischen Strahlen durch das Universum wegen inhomogener Felder

a

b

c

Muon Messungen und Modelle

d

Mögliche Lösungen für das Puzzle

e

Zusammenfassung

Muon Defizit klar erkennbar in Luftschauern mit 8⁷

Wichtige Beiträge von IceCube und Auger an modell-abhängigen Messungen

$\sqrt{s_{NN}} \approx 8 \text{ TeV}$ mit linearem Anstieg in $\log(E)$ -> hoch energie messungen am LHC

Naheliegendste Erklärung: kleine modifikation in hadron produktion welches der energiebeitrag der photonen reduziert.
meist aus π^0 Zerfällen

kleine modifikationen haben nahezu keinen Einfluss in heutigen Luftschauer simulationen deswegen unentdeckt
erhöhte strageness produktion wurde von ALICE in der mid-rapiditäts region gemessen

Quellen

<https://icecube.wisc.edu/science/icecube/detector>

<https://micro.magnet.fsu.edu/primer/digitalimaging/concepts/photomultipliers.html>

<http://antares.in2p3.fr/>

<https://ecap.nat.fau.de/index.php/research/neutrino-astronomy/antares-km3net/>

<http://www.km3net.org/>

<https://baikalgvd.jinr.ru/>

<https://masterok.livejournal.com/2364208.html>

<https://arxiv.org/pdf/1412.5106.pdf>

https://www.epj-conferences.org/articles/epjconf/pdf/2019/14/epjconf_ricap2019_01015.pdf

<https://pos.sissa.it/358/890/pdf>