

T 29: Kosmische Strahlung II

Zeit: Dienstag 16:30–19:05

Raum: Philo-HS6

Gruppenbericht

T 29.1 Di 16:30 Philo-HS6

CRPropa 3.2: Improved open-source cosmic ray propagation framework from TeV to ZeV energies — ●LUKAS MERTEN for the CRPropa-Collaboration — Ruhr-Universität Bochum, Theoretische Physik IV, Bochum, Germany — Ruhr Astroparticle and Plasma-physics Center

Experimental observations of Galactic and extragalactic cosmic rays in the last decade challenge the theoretical description of both the sources and the transport of cosmic rays. The latest version of the publicly available simulation framework CRPropa 3.2 aims at a consistent solution of the cosmic-ray transport problem, including the production and propagation of secondary neutrinos and electromagnetic cascades. The Monte-Carlo based software is not only able to describe the transport of cosmic rays in a ballistic single-particle propagation but is also able to solve a transport equation. This combined approach will allow a consistent description of cosmic rays from the highest energies down to the TeV-range. This talk will summarize the latest improvements of the code, e.g. solving the transport equation, improved electromagnetic cascades, source targeting, cosmic-ray acceleration and many technical improvements. The new opportunities coming with these developments will be explained including simple user examples.

T 29.2 Di 16:50 Philo-HS6

Modeling the cosmic ray transport in the Galactic Center using gamma-ray data and prediction of the neutrino flux — ●MEHMET GUENDUEZ and JULIA BECKER TJUS — Ruhr-Universität Bochum, Bochum, Germany

In April 2016 the H.E.S.S. collaboration published the detection of a high energy gamma-ray flux from the Galactic Center. The H.E.S.S. results suggest a single source (the supermassive blackhole SgrA*) and a hadronic origin, which would require proton energies in PeV-range. In this work, we found a realistic transport model based on the analytical solution for protons which considers the radial dependency, catastrophic and continuous losses. The model is specified for the Galactic Center and considers a single source (SgrA*) of the diffuse flux as well as SgrA East and SgrA* in combination. Additionally, different radial dependencies of the target particles are considered, so that the radial dependency of the gamma-ray luminosity of H.E.S.S. and Fermi are explained. In this talk, the model is presented together with the best fit to the gamma-ray data, its interpretation and the prediction of the expected neutrino flux.

T 29.3 Di 17:05 Philo-HS6

Interpolation von Magnetfeldern und die Implikationen für CRPropa — ●LEANDER SCHLEGEL, JULIA TJUS, BJÖRN EICHMANN und ANTONIUS FRIE — Ruhr Astroparticle and Plasmaphysics Center, Ruhr-Universität Bochum, Theoretische Physik IV, Bochum, Germany

Über 100 Jahre nach ihrer Entdeckung ist der Ursprung der hochenergetischen kosmischen Strahlung nicht genau bekannt. Neben der Untersuchung möglicher Querkandidaten und der Beschleunigungsmechanismen ist insbesondere das Verständnis der Propagation der geladenen Teilchen durch Magnetfelder wesentlich.

In den meisten numerischen Simulationsprogrammen werden die turbulenten Magnetfelder diskret auf einem dreidimensionalen Gitter generiert. Im Falle von der ballistischen Propagation, welche auf der Lösung der Bewegungsgleichung der kosmischen Strahlung beruht, muss das Magnetfeld auch zwischen den Stützstellen definiert sein, was durch die Interpolation der zugrundeliegenden Felder erreicht werden kann. Dieses Verfahren liefert häufig zwar eine schnelle Möglichkeit die erzeugten Felder kontinuierlich zu erweitern, führt aber häufig zu systematischen Fehlern und daraus resultierenden Problemen in der Simulation.

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der bisher in CRPropa genutzten trilinearen, komponentenweisen Interpolation, welche systematisch zu kleine Werte für B_{rms} berechnet und zudem eine nicht Divergenz-freie Realisierung des Feldes liefert. In diesem Vortrag werden die Probleme mit der aktuellen Implementierung erläutert und mögliche Alternativen vorgestellt.

T 29.4 Di 17:20 Philo-HS6

Parametereinschränkung bei der Untersuchung des Überganges galaktischer zu extragalaktischer kosmischer Strahlung*

— ●ALEX KÄÄPÄ und KARL-HEINZ KAMPERT — Bergische Universität Wuppertal, Gaußstr. 20, 42119 Wuppertal

Der Energiebereich, der den Übergang zwischen kosmischer Strahlung galaktischen und derer extragalaktischen Ursprungs umfasst, ist bisher unbekannt. Das Energiespektrum unterhalb des sogenannten Knies kann gut durch konventionelle Modelle mit galaktischen Quellen beschrieben werden. Außerdem deutet die Beobachtung großskaliger Anisotropie auf extragalaktische Quellen oberhalb des sogenannten Knöchels hin. Allerdings bedarf der Energiebereich dazwischen näherer Betrachtung, zumal konventionelle galaktische und extragalaktische Modelle nicht den gemessenen Fluss bereitstellen können. Auch wenn Ergänzungen zu diesen Modellen, wie Wiederbeschleunigung bzw. Spallation, den Energiebereich nach oben bzw. nach unten erweitern können, hängen diese stark von Parametern ab, die bisher unzureichend verstanden sind und weiter eingegrenzt werden müssen. Einige dieser werden in diesem Vortrag diskutiert, insbesondere bezüglich galaktischer kosmischer Strahlung. Außerdem werden für die Untersuchung des Beitrags extragalaktischer kosmischer Strahlung vorläufige Ergebnisse aus Simulationen von Aspekten, wie der Abschirmung der Teilchen durch das galaktischen Magnetfeld, sowie ihrer Propagation in der Galaxie, vorgestellt.

* Gefördert durch die BMBF Verbundforschung Astroteilchenphysik (Vorhaben 05A17PX1).

T 29.5 Di 17:35 Philo-HS6

Implementation von hadronischen Wechselwirkungen in CRPropa — ●JULIA EBELING, JULIA TJUS und LUKAS MERTEN — Ruhr Astroparticle and Plasmaphysics Center, Ruhr-Universität Bochum, Theoretische Physik IV, Bochum, Germany

Die Produktion von sogenannten Sekundärteilchen der kosmischen Strahlung ist essentieller Bestandteil des Transports der kosmischen Strahlung. Die detaillierte, orts aufgelöste Beobachtung von Photonen und Neutrinos, welche in diesen Prozessen erzeugt werden, kann wichtige Informationen zum Verständnis der Propagation der Quellen beitragen.

Die Software CRPropa ist ein Open-source-Code, der die Propagation kosmischer Strahlung beschreibt. Während Wechselwirkungen mit Magnet- oder Photonenfeldern bereits implementiert sind, wurde die hadronische Wechselwirkung zwischen der kosmischen Strahlung und dem interstellaren Medium bisher nicht beachtet. In dieser Arbeit sollen die Möglichkeiten einer zeiteffizienten Implementierung in den obigen Monte-Carlo Code erarbeitet werden. Diese Wechselwirkung hat auf die Primärteilchen der kosmischen Strahlung auf Grund der geringen Wechselwirkungswahrscheinlichkeit nur einen geringen Einfluss. Allerdings wird die Implementierung erlauben, zusammen mit der anisotropen Diffusion verlässlichere Aussagen über die räumliche Verteilung der Sekundärteilchen wie Neutrinos und Gammastrahlung zu treffen. Untersucht werden hierbei insbesondere die Implikationen, die sich für die Zusammensetzung der kosmischen Strahlung und die räumliche Verteilung der Sekundärteilchen ergeben.

T 29.6 Di 17:50 Philo-HS6

Kombination von Transport- und Bewegungsgleichung: Ermöglichung der Propagation von GeV bis EeV-Energien — ●PATRICK REICHERZER, JULIA TJUS und LUKAS MERTEN — Ruhr Astroparticle and Plasmaphysics Center, Ruhr-Universität Bochum, Theoretische Physik IV, Bochum, Germany

Nach wie vor wird der Transport der kosmischen Strahlung nicht vollständig verstanden, weshalb die Simulation der Teilchenpropagation durch turbulente Magnetfelder zum Verständnis der auf der Erde beobachteten Signaturen notwendig ist. CRPropa ist eine Software zur Simulation des Transports der kosmischen Strahlung mit zwei unterschiedlichen Methoden. Während die numerische Lösung der Bewegungsgleichung für hochenergetische Teilchen zweckmäßig ist, versagt dieser Ansatz für niederenergetische Teilchen aufgrund der zu zeitaufwendigen Berechnungen. Galaktische Teilchen, welche Energien unterhalb von PeV Energien besitzen, werden im Gegensatz dazu durch das Lösen der Transportgleichung simuliert. Durch detaillierte Untersuchung der Einsatzbereiche beider Module wird in dieser Arbeit der optimale Parameterraum für beide Beschreibungen bestimmt.

Um das Ziel einer einheitlichen Beschreibung des Teilchentransports, welcher sowohl galaktischer als auch extragalaktischer Natur sein kann,

zu realisieren, ist ein dynamischer Switch zwischen diesen beiden bereits bestehenden Modulen erforderlich. Der Ansatz zur Implementierung basiert auf maschinellen Lernalgorithmen, die während des Lernprozesses intern abstrahierte mathematische Muster generieren, auf deren Basis zukünftige Daten kategorisiert werden können.

T 29.7 Di 18:05 Philo-HS6

Cosmic ray radio emission: towards a fast forward model — ●DAVID BUTLER¹, TIM HUEGE¹, and OLAF SCHOLTEN² — ¹Karlsruher Institut für Technologie - Institut für Kernphysik — ²University of Groningen - Center for Advanced Radiation Technology

In the analysis of radio signals from cosmic ray air showers we often rely on the simple model of a point source located at the shower maximum. On the other hand we have Monte Carlo simulations of the particle physics which represent our most accurate models of cosmic ray air showers, but the high computation demands of high-energy cascades make them impractical for bulk application and more involved statistical analysis techniques.

We aim to unravel the key parameters which determine the radio signal at arbitrary antenna positions. To this end we slice the Monte Carlo single-particle contributions by region of origin and study the influence of e.g. cascade development, local parameters like the ambient density and also propagation effects along the line of sight. Some dependencies will be simple to model, allowing us to focus on the remaining components.

This approach should culminate in a fast semi-analytical forward model which preserves the accuracy of a full Monte Carlo cascade within inherent fluctuations.

T 29.8 Di 18:20 Philo-HS6

Targetverteilungsfunktionen zur Wechselwirkung der kosmischen Strahlung in der Milchstraße zur Implementierung in CRPropa — ●JULIEN DÖRNER, JULIA TJUS und LUKAS MERTEN — Ruhr Astroparticle and Plasmaphysics Center, Ruhr-Universität Bochum, Theoretische Physik IV, Bochum, Germany

Die Propagation kosmischer Teilchen durch die Galaxie hat Einfluss auf alle Messgrößen auf der Erde. Eine wichtige Größe ist hierbei das Verhältnis aus sogenannten Primärteilchen, welche direkt an der Quelle erzeugt werden, und solchen, die erst beim Transport der kosmischen Strahlung entstehen, den sogenannten Sekundärteilchen.

Der derzeit öffentlich zugängliche Propagationscode CRPropa3 beschreibt den Transport der kosmischen Strahlung und enthält bereits wesentliche die Wechselwirkungsmodelle der geladenen kosmischen Teilchen mit dem Photonen-Hintergrund. Allerdings sind noch keine Nukleon-Nukleon-Wechselwirkungen in der Software inkludiert, so dass ein entscheidender Prozess der galaktischen Propagation innerhalb von CRPropa aktuell noch nicht vollständig beschrieben werden

kann. Essentiell für die korrekte Beschreibung dieser Wechselwirkung ist die detaillierte Kenntnis über die Targetmassenverteilung.

In diesem Vortrag werden gängige Modelle der Massenverteilung innerhalb der Milchstraße dargestellt. Die Unterschiede zwischen den unterschiedlichen, analytischen und explizit auf einem Gitter definierten, Verteilungen werden vorgestellt und die Implementierung in den CRPropa3 Code diskutiert werden.

T 29.9 Di 18:35 Philo-HS6

Model for photo-nuclear interactions in sources of UHECR and astrophysical neutrinos — ●LEONEL MOREJON, ANATOLI FEDYNITCH, and WALTER WINTER — DESY Zeuthen, Platanenallee 6, D-15738 Zeuthen

Although the origin of UHECR is still undetermined, their potential sources have to belong the most violent class of astrophysical objects (e.g. TDEs, GRBs, AGNs), and, according to the Auger Observatory, the sources have to contain heavier nuclei. The production and transport of multiple astrophysical messengers (gamma, neutrinos and CR) inside these sources is described through coupled Boltzmann equations, which require as an input photo-nuclear cross sections for interactions of nuclei with dense photon fields. It has been shown that detailed multi-messenger calculations depend on the production properties of secondary particles and the nuclear physics that governs the disintegration of the interacting nucleus and initiates nuclear cascades in the accelerator. In this work, we give up some of the simplifications that were widely used in the past and study the impact of a more detailed photo-nuclear model on multi-messenger predictions.

T 29.10 Di 18:50 Philo-HS6

Optimisation of thinning for air shower simulations — ●MAXIMILIAN REININGHAUS and RALPH ENGEL — Institut für Kernphysik, Karlsruher Institut für Technologie

Thinning is an important technique to drastically reduce both computation time and size of output data in Monte-Carlo simulations of air showers, especially at highest energies. Instead of tracking every single particle produced in an interaction, a thinning algorithm randomly decides which particles are retained for further propagation while the remaining ones are discarded. To account for these discarded particles, a statistical weight is assigned to the retained particles.

However, this procedure introduces artificial fluctuations to observable quantities. Since these fluctuations spoil the quality of the simulation to some degree, it is important to study ways of optimising the procedure. In this contribution we compare different thinning algorithms, the influences of different implementations of weight limitation and modified probability distributions for the particle selection within the framework of a simple one-dimensional toy model of air showers.