

Vorlesung 13:

Ausbreitung der kosmischen Strahlung in der Galaxie



Physik von Schockwellen (Stoßwellen)

- Kontinuitätsgleichung
- Teilchengeschwindigkeiten

Beschleunigung an Schockfronten

- Fermi-Beschleunigung 1. Ordnung
- Fermi-Beschleunigung 2. Ordnung
- Erwartetes Energiespektrum

Übungsschein

- Erhältlich am CS in R. 9-3, d.h. Sekretariat des ETP im Hochhaus Geb 30.23
- Nach Lockdown
- Kopie kann vorab per E-Mail erfragt werden



Stoßwellen

Materie des Mediums nahe der Störungsquelle kann nicht schnell genug reagieren, um der Störung auszugleichen.

Die Zustandsgrößen des Mediums

- Dichte,
- Druck,
- Temperatur,
- Geschwindigkeit usw.

verändern sich daher nahezu momentan, um sich der Störung anzupassen.

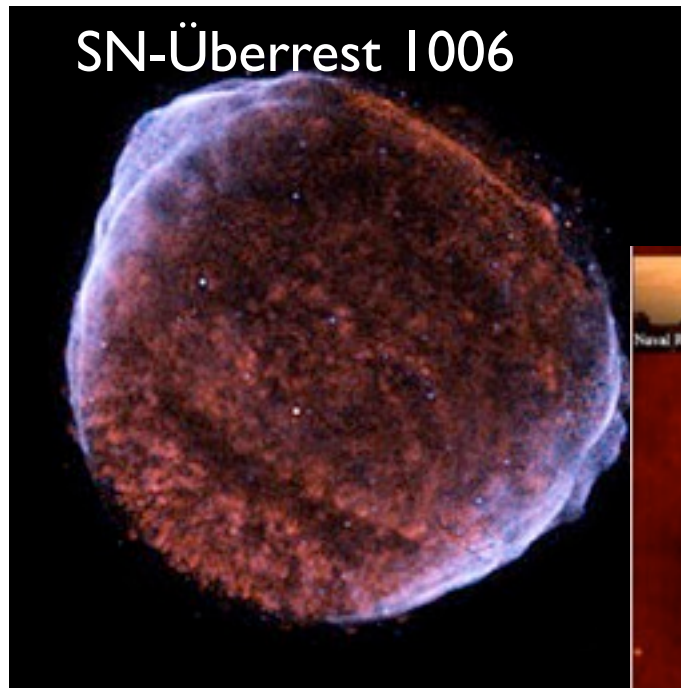


N.B.: Cherenkov-Effekt beruht auf
Stoßwelleneffekt

Astrophysikalische Schockwellen (Stoßwellen)

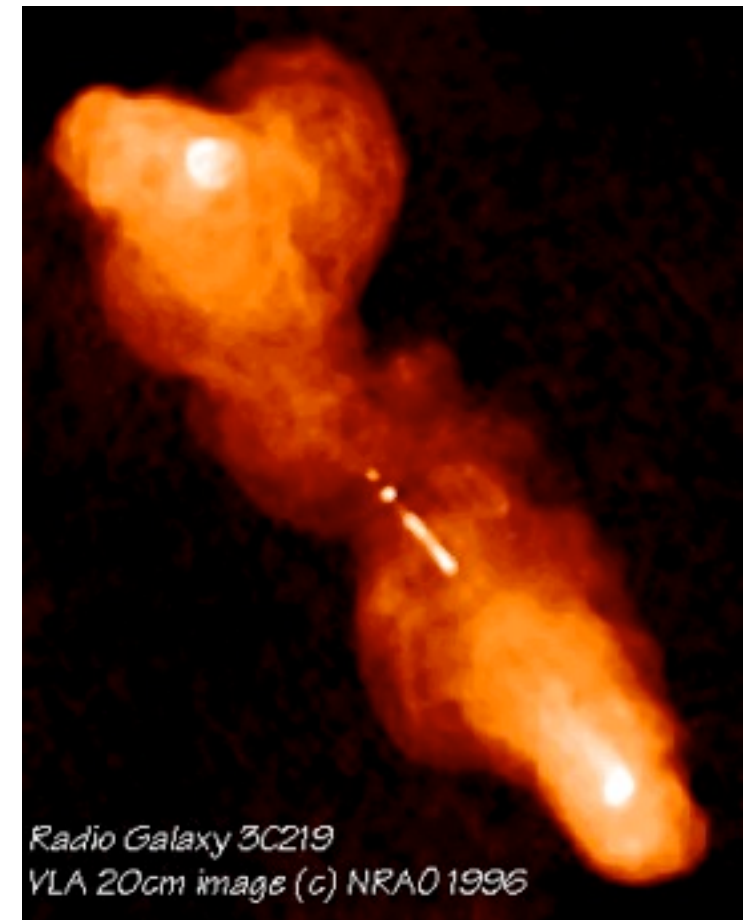
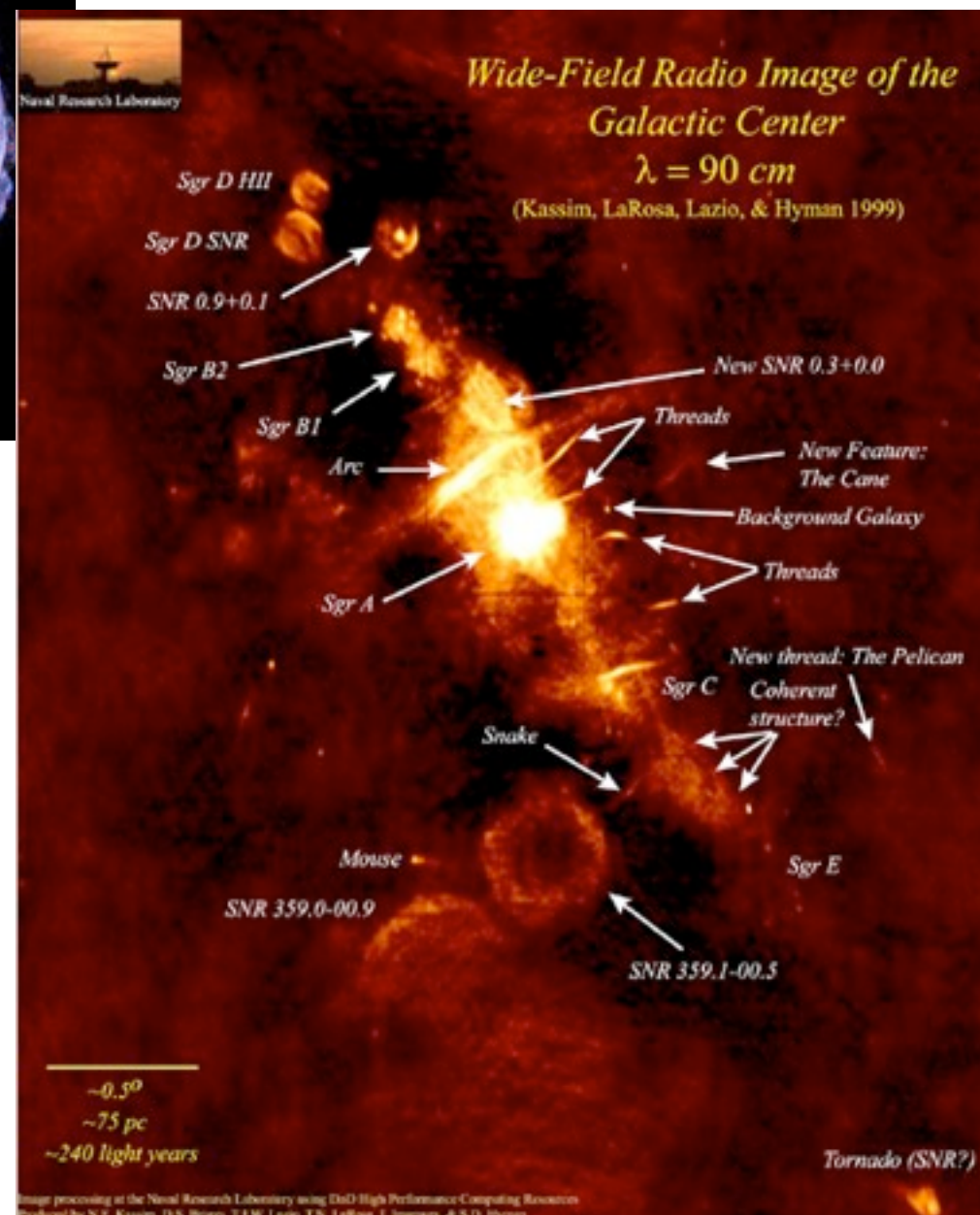
Entfernung: ~ 2.2 kpc

SN-Überrest 1006

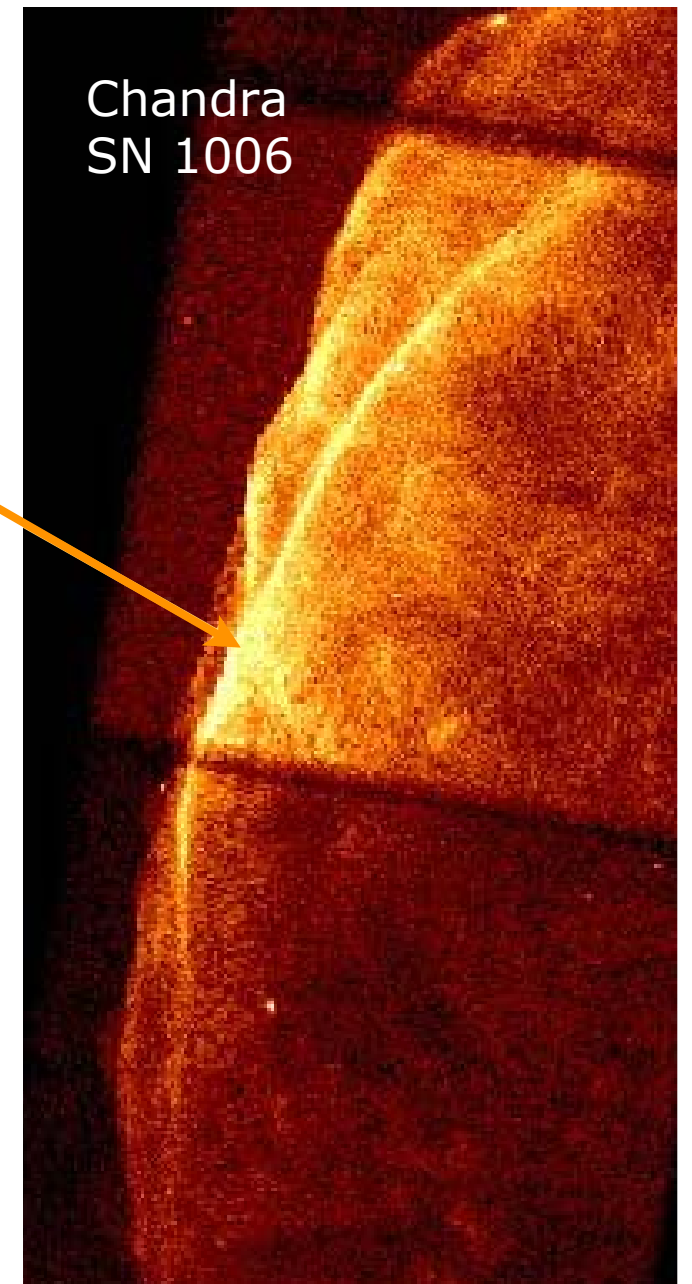
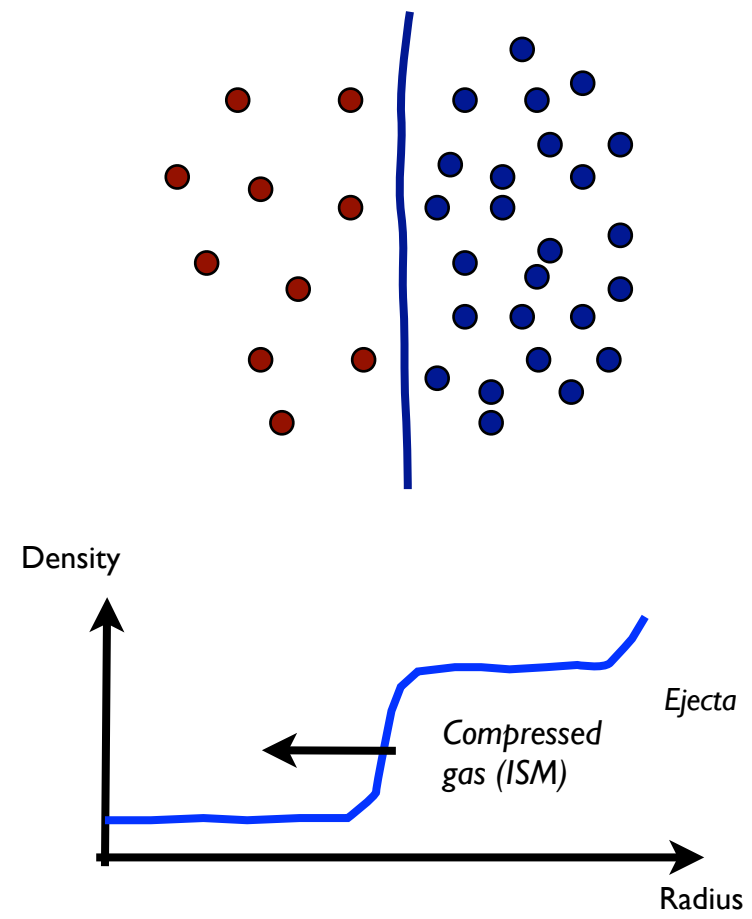


20 pc

Radio-Bild des galaktischen Zentrums

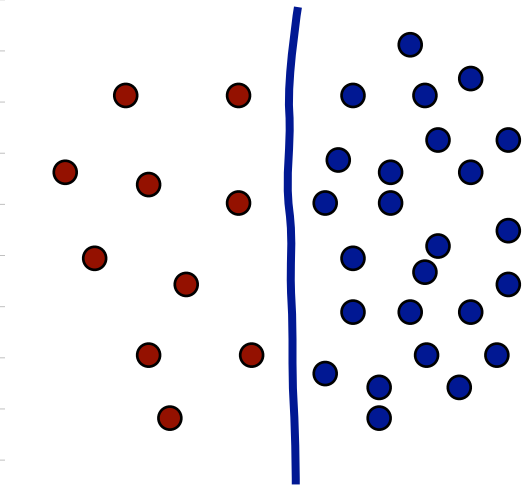


Aktiver Galaktischer Kern (AGN)



Vorbereitung: elastische Streuung and schwerer Wand

Geschwindigkeiten in verschiedenen Referenzsystemen



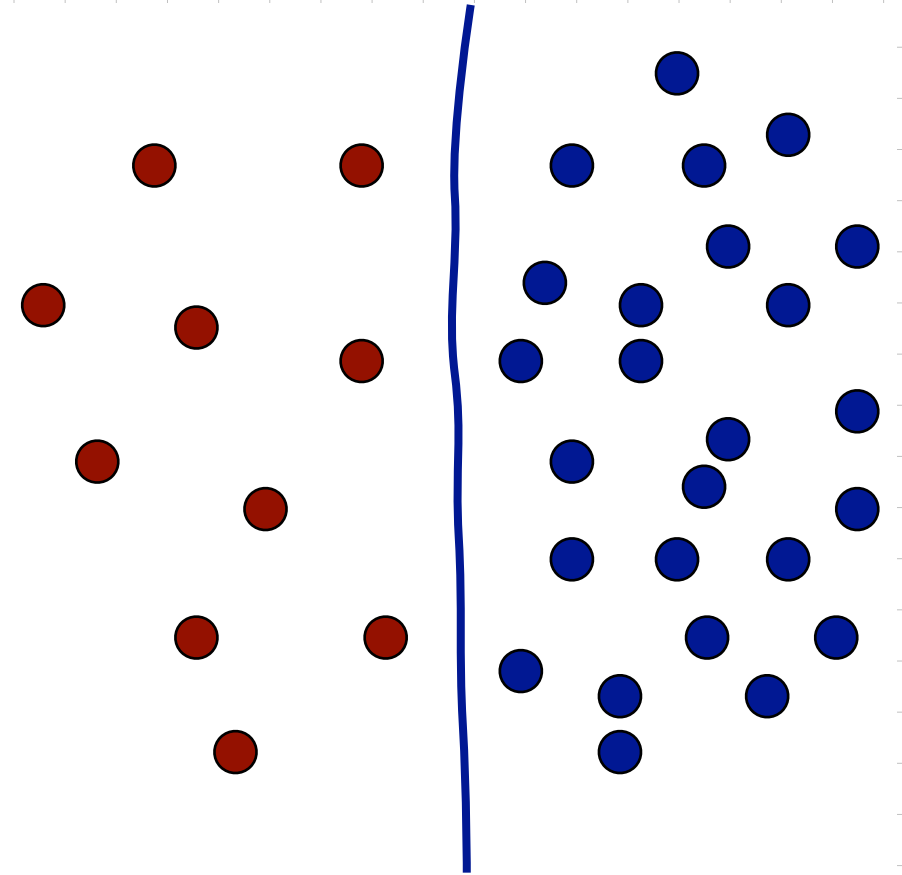
A System bewegt sich mit Schockwelle (Stoßfront in Ruhe)

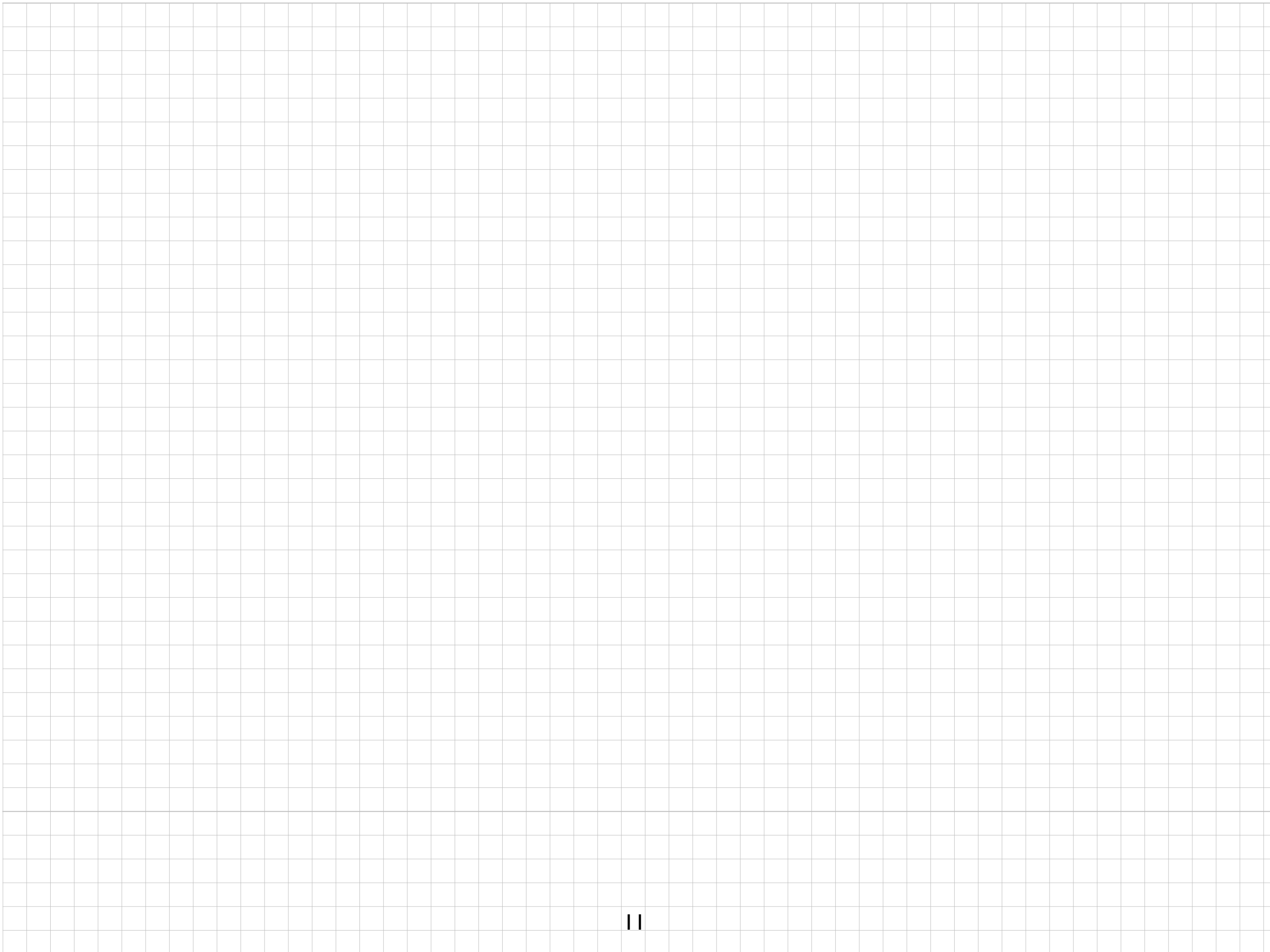
B Interstellares Medium in Ruhe

C Komprimiertes Gas der Stoßwelle in Ruhe

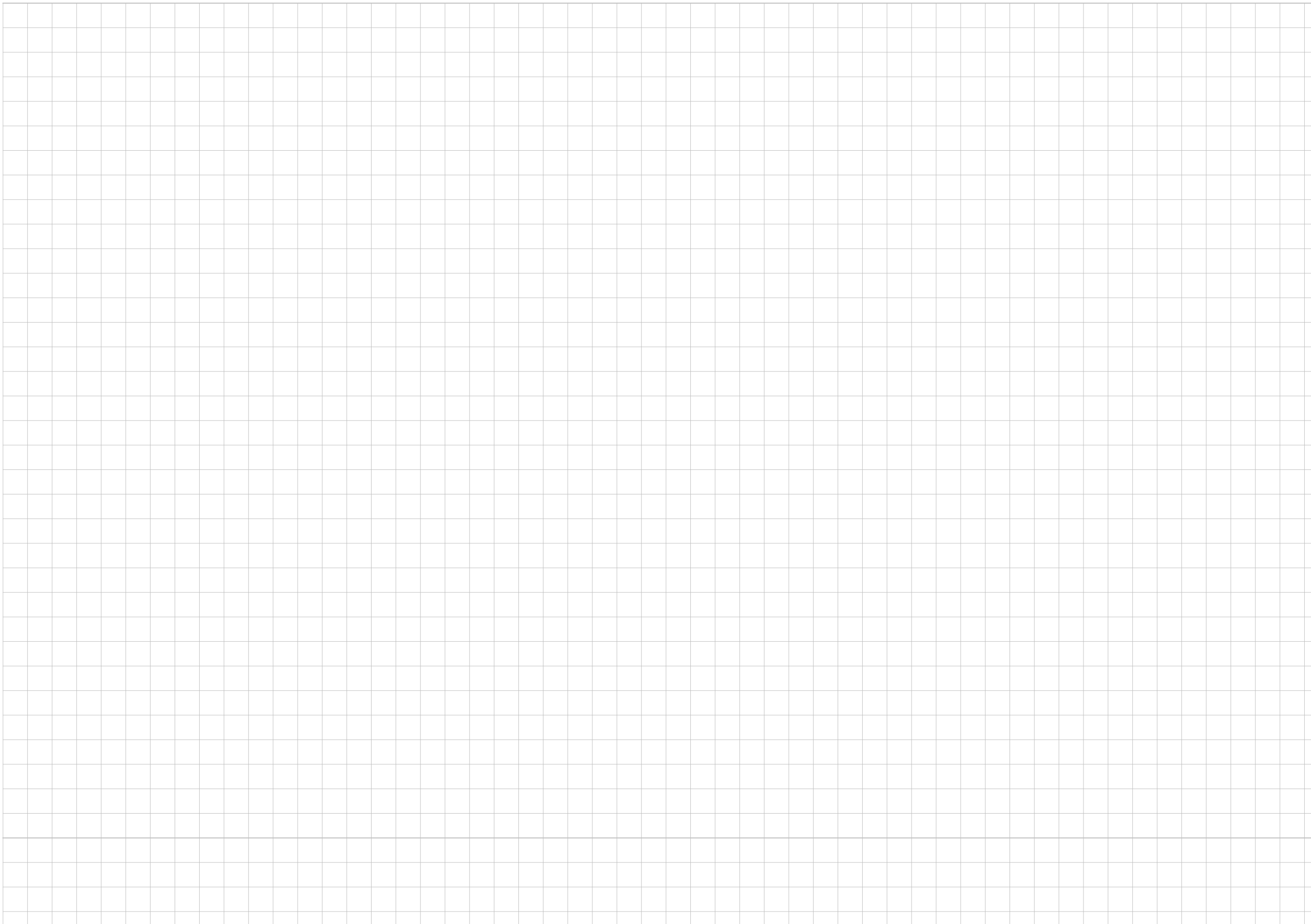
Beschleunigung an ebener Schockfront

Fermi-Beschleunigung I. Ordnung (*Entdecker: Bell, Axford, Drury, ...*)

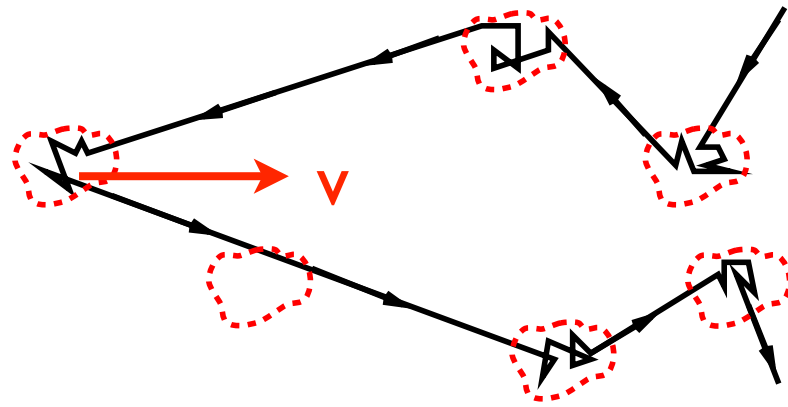




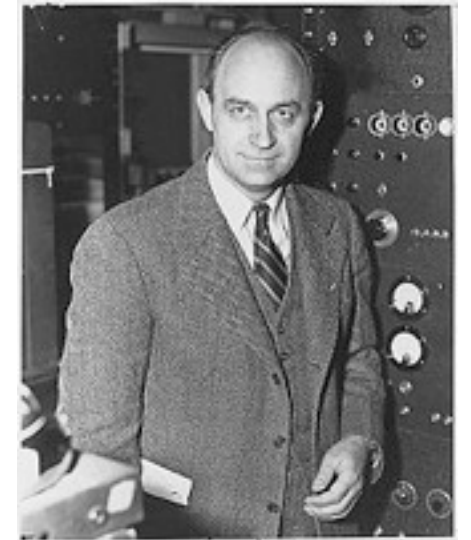
Mittelung über Teilchenwinkel



Fermi-Beschleunigung 2. Ordnung



Streuung an sich bewegenden mag. Wolken



$$\frac{\Delta E}{E} = \frac{4}{3} \left(\frac{V}{c} \right)^2$$

PHYSICAL REVIEW

VOLUME 75, NUMBER 8

APRIL 15, 1949

On the Origin of the Cosmic Radiation

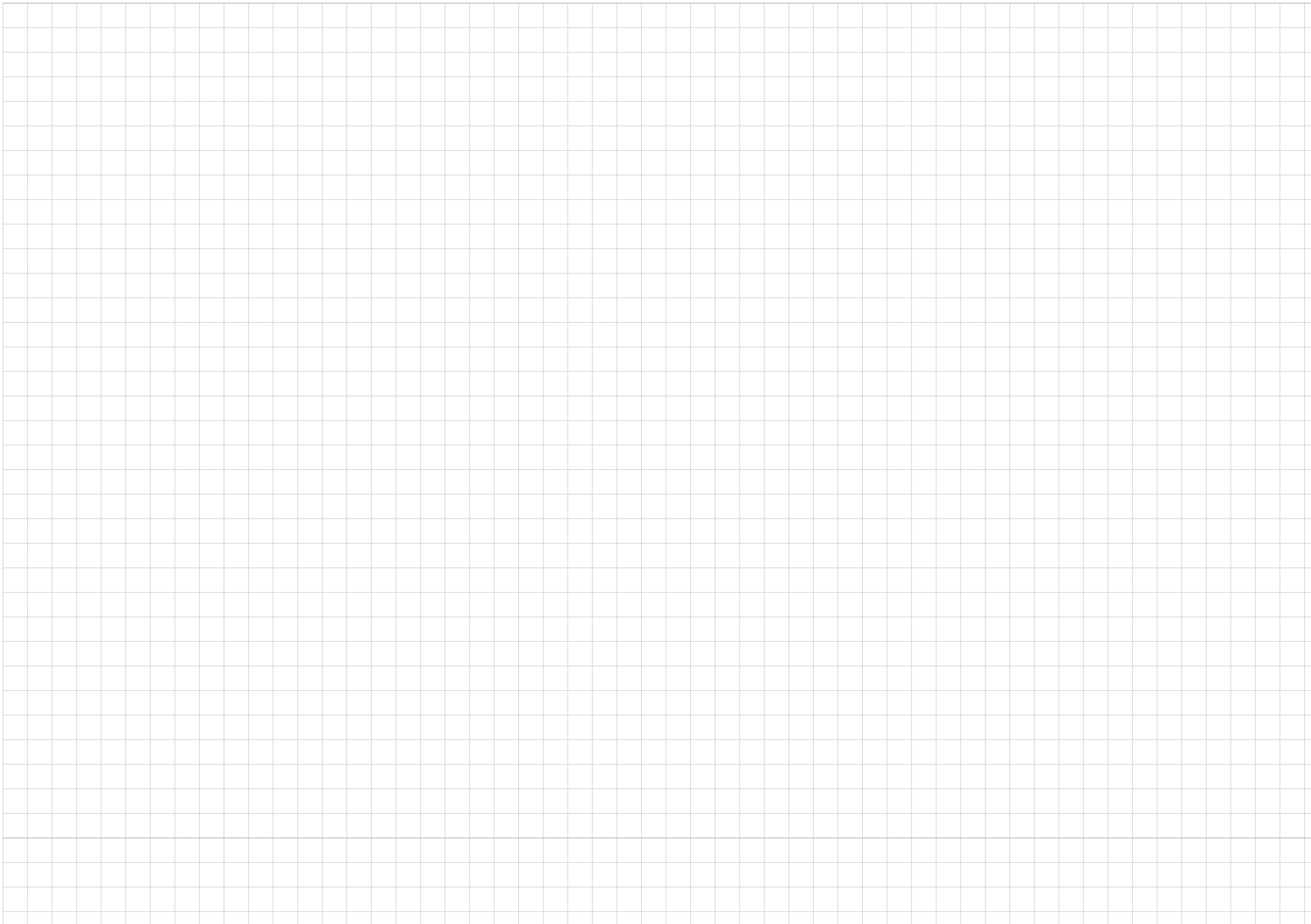
ENRICO FERMI

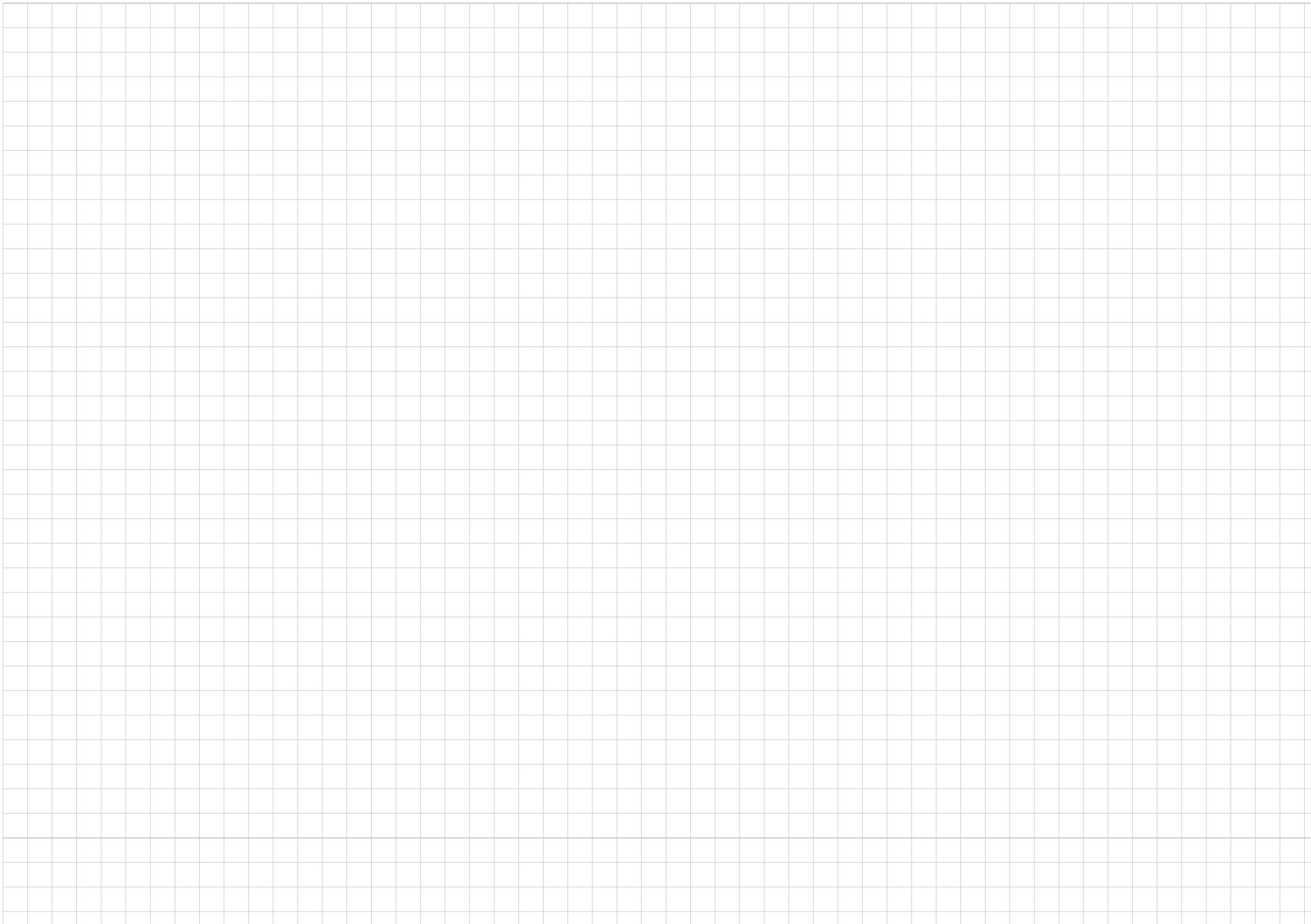
Institute for Nuclear Studies, University of Chicago, Chicago, Illinois

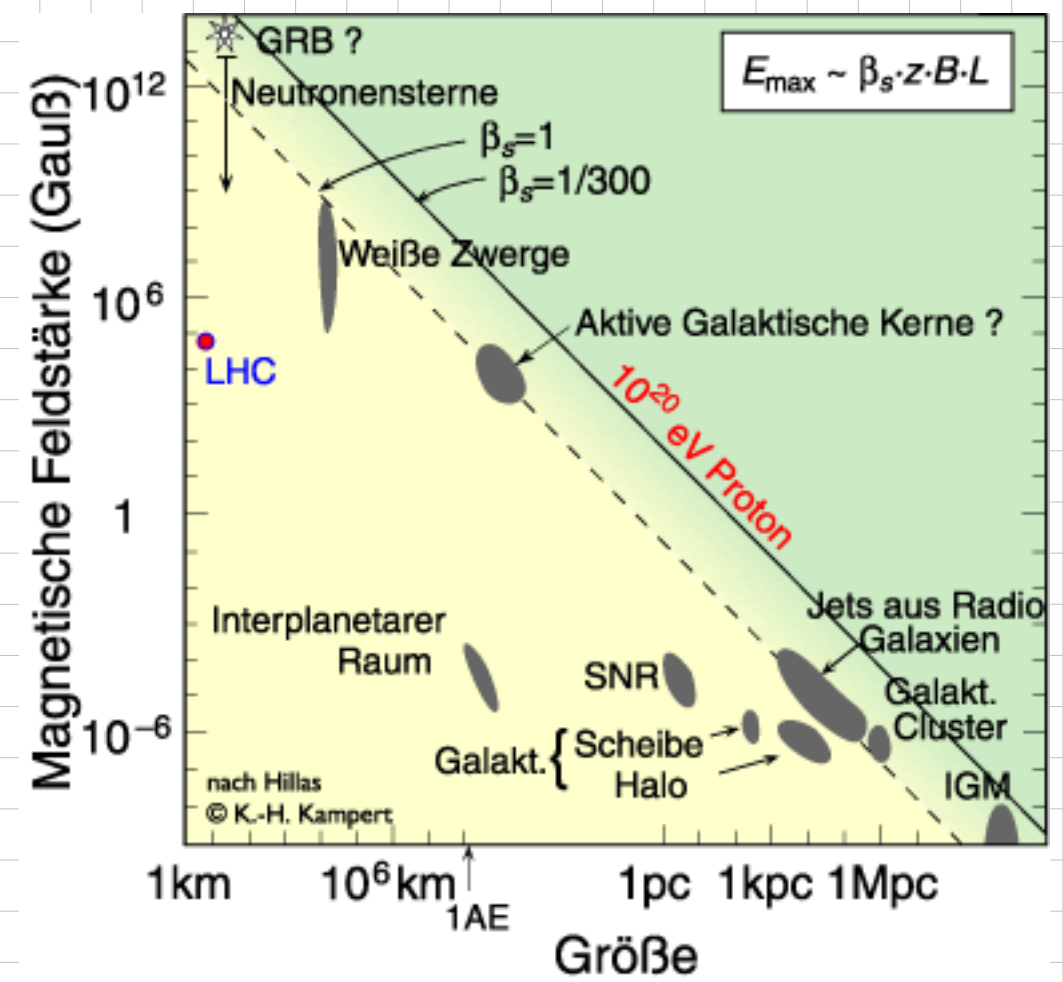
(Received January 3, 1949)

A theory of the origin of cosmic radiation is proposed according to which cosmic rays are originated and accelerated primarily in the interstellar space of the galaxy by collisions against moving magnetic fields. One of the features of the theory is that it yields naturally an inverse power law for the spectral distribution of the cosmic rays. The chief difficulty is that it fails to explain in a straightforward way the heavy nuclei observed in the primary radiation.

Energiespektrum der beschleunigten Teilchen







Zusammenfassung des Semesters

Grundlagen

- Teilchenphysik
(Energieverlust, Teilchenerzeugung, Energieabhängigkeit)
- Aufbau und Magnetfeld unserer Galaxie

Nachweis kosmischer Strahlung

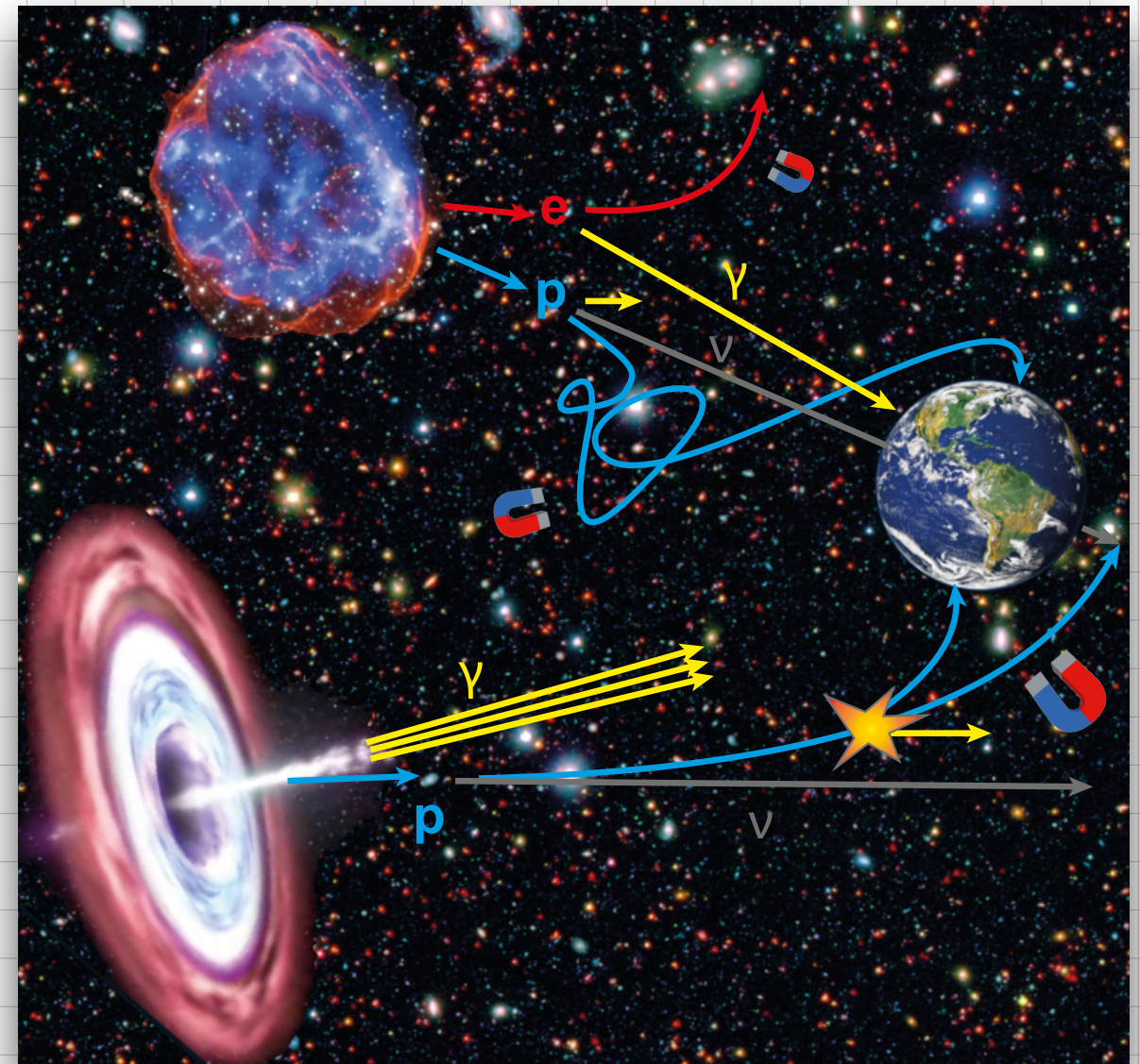
- direkte Messung
(Ballone, Satelliten, passive, aktive Detektoren)
- indirekte Messung
(Luftschauer, Teilchendetektoren, Teleskope)
- exotische Phänomene und Beobachtungen

Ausbreitung der Kosmischen Strahlung

- Auswirkungen der Ausbreitung auf Energiespektrum,
- Massenzusammensetzung, Ankunftsrichtungsverteilung (Isotropie)
- Übergang von galaktischen zu extra-galaktischen Quellen
- Greisen-Zatsepin-Kuzmin-(GZK)-Effekt für Protonen und Kerne

Quellen der Kosmischen Strahlung

- Physik von Schocks, Beschleunigung an Schockfronten
- Supernova-Überreste,
- Aktive Galaktische Kerne und Gamma-Strahlen-Blitze ➡ SS21



Ausblick auf Sommersemester 2021

Astroteilchenphysik II Gamma-Astronomie

(Vorlesung donnerstags (?), alle 14 Tage Übungen)

Unabhängige, aber inhaltlich abgestimmte Vorlesung (ATP II: Kosmische Strahlung)

Inhaltsübersicht

Erzeugung von Sekundärteilchen (Neutrinos, Gamma-Strahlen, usw.)

Gamma-Strahlen- Astronomie

Neutrino- Astronomie

Teilchenbeschleunigung und Wechselwirkung in Neutronensternen

Supernova-Überreste und Beschleunigung von Leptonen und Hadronen

Physik von Aktiven Galaktischen Kerne

Modelle für Gamma-Strahlen-Blitzen (Gamma ray bursts)

Ein Fülle an Themen für Masterarbeiten am IAP

<https://tinyurl.com/icecube-theses>

Cosmic Ray Technology

IAP / ETP / IPE @ Campus Nord

Institut für Astroteilchenphysik
Arbeitsgruppe Cosmic Ray Technology
IceCube, IceCube-Gen2
www.iap.kit.edu/icecube

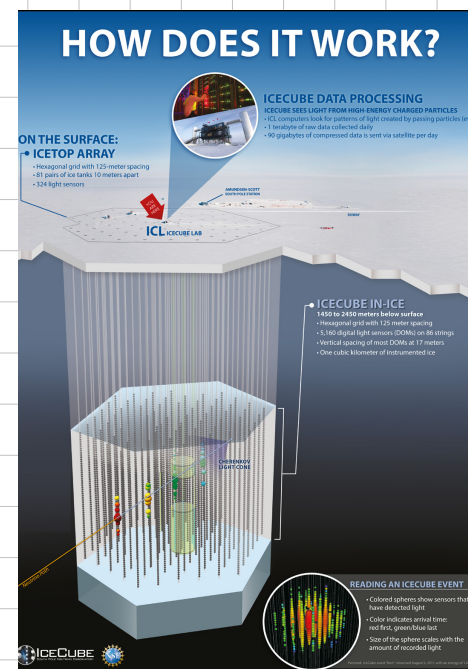


IceCube Observatorium

Erforschung des Hochenergie-Universums mit Hilfe von Neutrinos und Kosmischer Strahlung

Das IceCube Observatorium ist ein sich kilometertief im Eis des Südpols befindlicher Cherenkov-Detektor, gebaut um die Energie, Herkunftsrichtung und Sorte von extraterrestrischen Neutrinos und kosmischer Strahlung zu bestimmen. Diese Neutrinos haben das Potential das Rätsel über die Herkunft und den Beschleunigungsmechanismen von kosmischer Strahlung zu lösen.

Um die Anzahl an nachgewiesenen hochenergetischen Neutrinos kosmischen Ursprungs zu erhöhen, befindet sich die nächste Generation des Observatoriums, IceCube-Gen2, in Entwicklung. An IceCube-Gen2 ist die Arbeitsgruppe an der Erforschung und Entwicklung neuer Detektor Prototypen und Datenerfassungssystemen beteiligt.



Eine am KIT neu entwickelter Prototyp einer Oberflächendetektor-Station besteht aus acht Szintillationsdetektoren und drei Radio Antennen. Eine Vielzahl dieser Stationen, großflächig am Südpol verteilt, werden verwendet um kosmische Strahlung und Gamma-Strahlung, zum Beispiel aus dem galaktischen Zentrum, nachzuweisen.

Bei Interesse oder Fragen melde dich bei
Dr. Andreas Haungs: haungs@kit.edu
Prof. Dr. Ralph Engel: ralph.engel@kit.edu
Prof. Dr. Frank Schröder: frank.schroeder@kit.edu



<https://tinyurl.com/auger-theses>

