

Die Grenzen der (Astro)-Physik

Die Physik welche in Schule und Uni gelehrt wird – das was man sicher weiß, wichtig, aber eigtl. eher unspannend; „Questions, not answers make science the ultimate adventure (Brian Greene, Theoretischer Physiker). Medien: jeder kleinste Fortschritt gleich als Durchbruch gefeiert; also: Wo steht die Physik eigtl. am Anfang des 21. Jhdt wirklich – wird es das Jhdt. der Biologie, oder doch nicht? Aktuell: Ausstiegspläne aus dem CERN zeigen dass dies auch bei der Politik angekommen ist; Planck (Hintergrundstrahlung) und Herschel (Infrarotteleskop) (ESA) gestartet im Mai 2009

Oft wird heute das „Ende der Physik“ proklamiert; die Basis-Gesetze sind gefunden, der Rest „Zusatz“ + Verfeinerung; Dasselbe dachte sich auch Lord Kelvin 1900: „Physics is over expect for 2 small clouds on the horizon“ - daraus wurden die QM und die Spezielle und Allgemeine Relativitätstheorie (SRT und ART).

Ungelöste Probleme der Astro – Physik: meine eigene völlig subjektive Auswahl, das Universum ist ein sehr sehr gutes Labor; manche davon ein „Beobachtungsproblem“ (aber wer weiß?), andere fundamental-physikalisch (immer dort wo sehr hohe Energien vorhanden sind: Black Holes, Urknall, Galaxienkerne

Probleme von nahe nach fern:

- Die **Heizung der Sonnenkorona** auf Millionen Kelvin
- Galaxien-Rotationsproblem und die **dunkle Materie**
- Die (beschleunigte) Expansion des Universums und die **dunkle Energie**; die Kosmische Hintergrund-Strahlung (ja auch der unvermeidliche Urknall)
- **Gamma-Strahlungsausbrüche** und unerhört **energiereiche Teilchen**

Wo steht die Physik heute:

gross: ART -> Planeten, Galaxien, Galaxienhaufen (oft reicht auch Newtonsches Gesetz)

Klein: Quantenmechanik -> QFT, QCD – Standardmodell -> Quarks, Atome, Moleküle, Festkörper

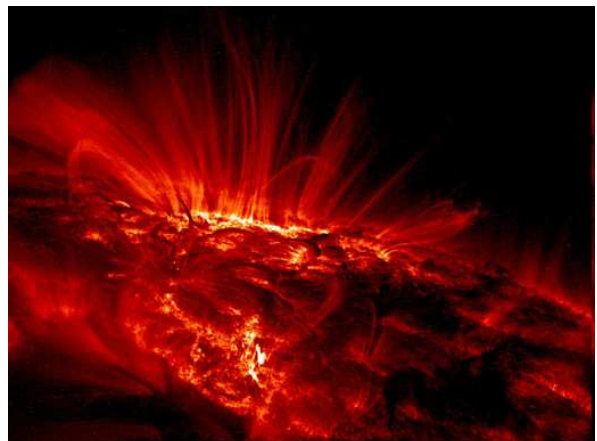
Dazwischen: klassische Physik; Plasmaphysik

Theory of Everything: quantum gravity, string-theory -> schwarze Löcher, Big Bang usw.; gesucht aber noch nicht gefunden

1. Die heisse Sonnenkorona

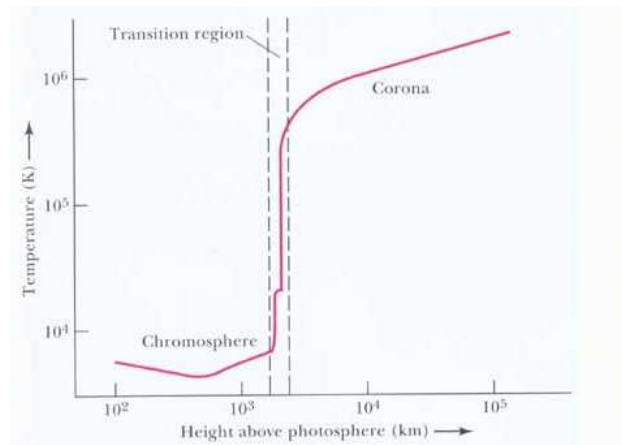
Ein ziemlich grosses Problem vor unserer kosmischen Haustür (nach den Teilstürmen + Nordlichtern)

Entdeckt während Sonnenfinsternissen: 19. Jhdt, nach Erfindung der Spektralanalyse durch



Kirchhoff und Bunsen: unbekannte Spektrallinien – Element coronium?? Nur auf der Sonne?

Lösung Edlen und Grotrian ~1940: sehr hohe Ionisierung von Fe (gibt es auf der Sonne; allerdings viel mehr H, He) ~15 Fach von 28 e-; Temperaturen müssen > 1 MK sein



Das sieht man im UV von ausserhalb der Erdatmosphäre (z.B. NASA TRACE)

Temperaturkurve; wahrscheinlich das größte Problem der stellaren Astrophysik (Neutrinos kürzlich gelöst mit Nobelpreis)

Photosphäre-Chromosphäre-Transition Region (TR)-Korona

Was passiert in der TR? Wieso der sehr starke Anstieg?

2 grundlegende Erklärungen:

a) Viele ständige kleine Explosionen (flares). Problem: reichen die aus die man sieht?

b) Wellen (in der Photosphäre angeregt; „Kochtopf“) Magnetfelder sind sehr klein und konzentriert am Rande der Auflösbarkeit – sieht man alle Magnetfelder?

Hauptprobleme: man kann die Magnetfelder in der heissen Korona nicht direkt messen; die ganze Korona eine „black box“; oder ist Plasmaphysik noch nicht soweit? (siehe Kernfusion)

neueste Vorstellungen; beide Prozesse gleichzeitig am Werk? Es kommt viell. auf die Region an; in koronalen Löchern eher Wellen, in Aktive Regionen (Sonnenflecken) sonst eher nanoflares

Auch der Sonnenwind wird beschleunigt (400-800 km/s bei der Erde)

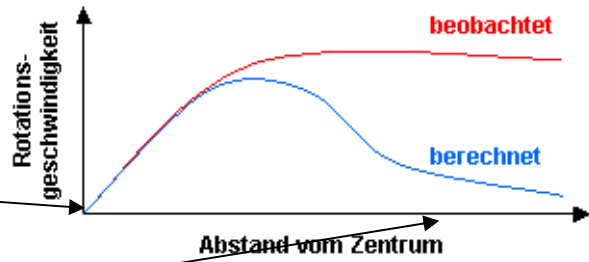
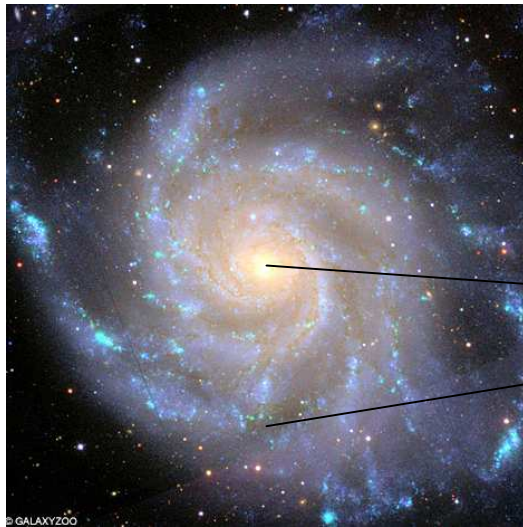
- Konsequenzen: Atmosphären der Planeten können durch starken Sonnenwind davongetragen werden wenn zu klein (z.B. Mars). Sehr ungeeignet für Leben.

2. Dunkle Materie

Galaxien Rotationsproblem: Sterne in Spiralgalaxien bewegen sich ungefähr kreisförmig; brauchen mehrere 100 Mio a für eine Umdrehung

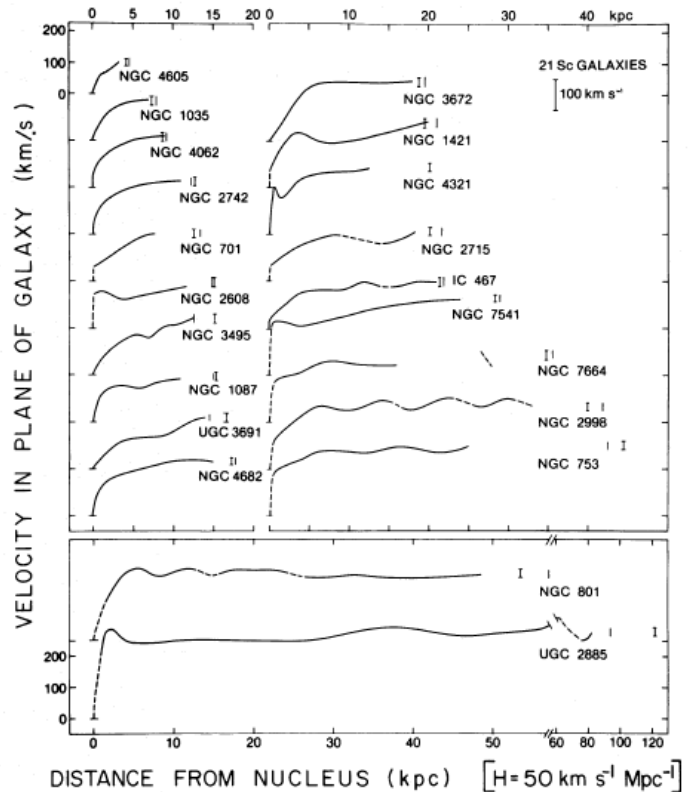
Rotationsgeschwindigkeit berechnen als Funktion des Abstands (mit Newton oder ART) wenn man sich die Masse = STERNE + GAS + STAUB berücksichtigt; in der Mitte wie innerhalb eines ausgedehnten Objekts Anstieg; dann sollte ein Abfall kommen (wie Planetenbewegungen); aber das ist nicht der Fall! Die äusseren Teile bewegen sich viel zu schnell! Die Kurve bleibt flach (Vera Rubin in den 1970er Jahren; seitdem für viele bestätigt)

Umdrehung



So simpel das klingt aber das hat praktisch nur 2 Erklärungsmöglichkeiten (und beide sind absolut verheerend):

- a) Es gibt viel viel Masse die man nicht sieht (denn sonst könnte man sie berücksichtigen) – daher der Name dunkle Materie
- b) Das Newtonsche Gesetz ist falsch Frage: Wo bildet sich diese Diskrepanz? Es kommt auf die Beschleunigung an (sehr klein 10^{-8} m/s^2) so wie ein Käfer der 20 Jahre braucht um doppelt so schnell zu laufen. Ist bei dieser kleinen Beschleunigung $1/r^2$ falsch?? MOND Theorie 1980er (lange ignoriert, funktioniert ganz gut innerhalb von Galaxien, aber nicht ausserhalb. Findet man dass auch näher? Im Labor (noch nicht soweit); aber PIONEER anomaly: gestartet in den 70ern; werden zu stark zur Sonne gezogen (debattiert, aber der Effekt ist bei beiden Sonden gleichermassen sichtbar)



Grafik aus Rubin, Ford und Thonnard, 1980

(trotzdem: die meisten bevorzugen a weil b zu und weil a ausserhalb von Galaxien bei Haufen besser funktioniert)

Erklärungsversuche für DM:

-Exotische Teilchen (findet CERN etwas? SuSy Partner, WIMPS)

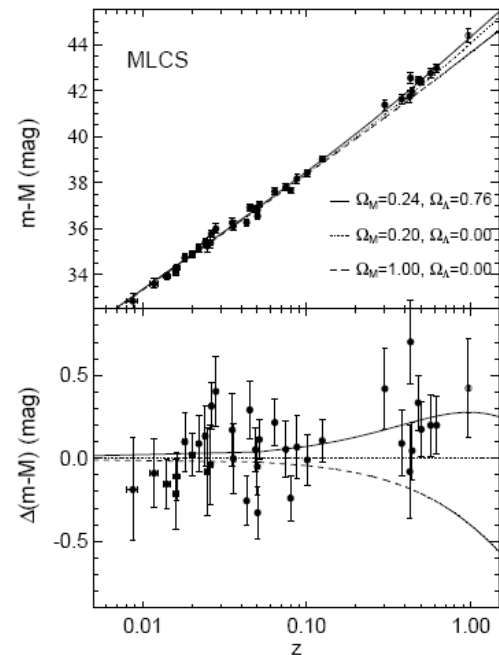
- Ausgebrannte Sterne (aber die Leuchten normalerweise, weisse Zwerge, Neutronensterne, Planeten, braune Zwerge?) - > schwarze Löcher bleiben übrig; aber so viele?? Das klingt sonst nicht so schlecht denn Spiralarme sind jünger, schon einige Generationen an Sternen sind geboren, gestorben

3. Dunkle Energie

Neben der dunklen Materie gibt es auch die dunkle Energie

Messungen an Supernovae (Standardkerzen) u. a. Methoden zeigen uns den Abstand der Galaxien (Rotverschiebung, alles bewegt sich von einander weg, Hubble 1920er)

Nun seit 1998 (Riess et al.) weiß man: $v(r)$ nicht linear (siehe Grafik rechts) wie von Hubble gefunden sondern $v(r)$ steigt zu stark an; das heisst das Universum expandiert beschleunigt! (und das heisst es fällt nicht wieder zusammen...) ergo: man braucht irgendetwas was die Galaxien auseinander treibt und man hat keine Ahnung was das ist!



- Die einfachste Erklärung: der Raum ist erfüllt mit einer Energie die das Universum auseinandertreibt (z.B. kosmologische Konstante in Einsteins Gleichungen)

Diese Energie kann man aus QFT berechnen, aber:

“the worst theoretical prediction in the history of physics!” 107 Größenordnungen daneben

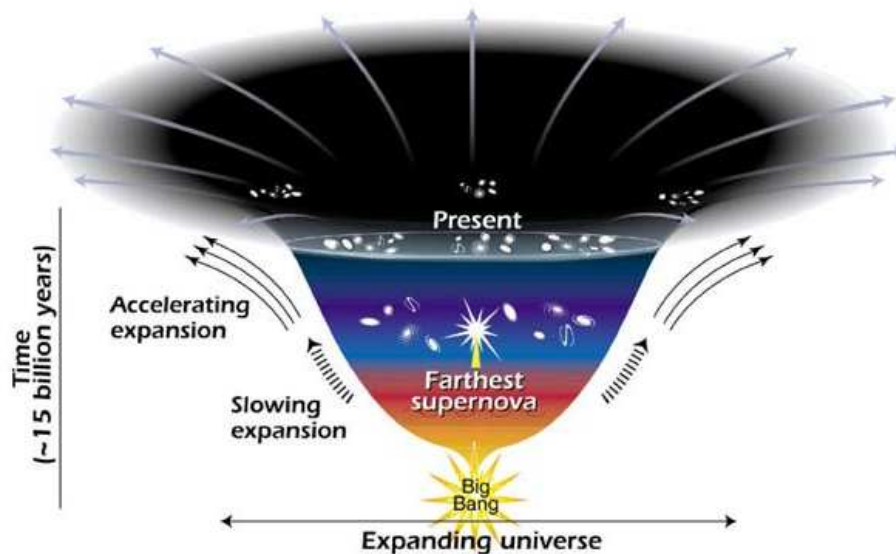
- Eine andere Form der Energie? (Quintessenz)
- Ist ART falsch? Ist eine Richtung ausgezeichnet?

Dafür brauchen Astronomen also immer grössere Teleskope...

Man kann sich auch ausrechnen aus dem kosmischen Mikrowellenhintergrund wie gross dark energy sein müsste (70%)

WMAP und jetzt Planck (letzte Woche): kosmische Hintergrundstrahlung -> Spektrum ? sieht man da was? Bester Beweis für den urknall... alter des universums $13.7 \pm 0.12 \cdot 10^9$ a

Sollte in jede Richtung gleich sein laut ART und SRT (jeder Beobachter ist gleichberechtigt) – ist es aber möglicherweise nicht (Land, Maguheio) – „axis of evil“



4. Gammastrahlenausbrüche (gamma ray bursts, GRBs) und energiereiche Teilchen (ultra high energy cosmic rays, UHECRs)

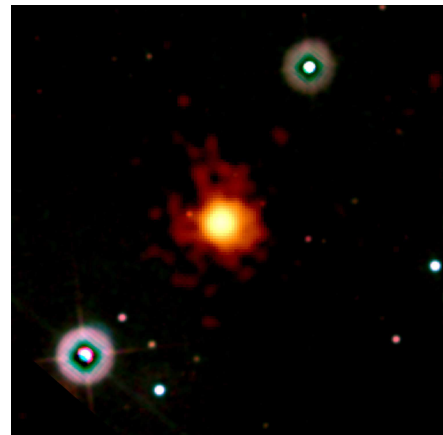
Wenn etwas sehr weit weg ist im Universum wirkt die lange Distanz als „Verstärker“

GRBs: kurze Gamma-Strahlen Blitze (gamma- > bei Atombomben; Teilchen-Antiteilchen Vernichtung (aktuell „Illuminati“-Film) ; sehr ungesund), ~ pro Tag einer dauern minuten bis stunden, woher kommen sie?

Nasa Science News April 2009: das am weitesten entfernte Ding $13.035 \cdot 10^9$ a; Universum $13.7 \cdot 10^9$ a alt.

(NASA Swift Satellit -> Grafik rechts)

Mögliche Erklärung: 2 Neutronensterne oder 2 schwarze Löcher oder 1 N + 1 SL umkreisen einander strahlen Grav. Wellen ab, fallen aufeinander – grosse Explosion



Interessante Frage: hängt c von Frequenz ab ? Sind manche Teilchen schneller da als andere? Test für SRT

Wenn das sehr nahe passiert in unserer Galaxie (~1000 Lichtjahre) könnten Massensterben ausgelöst werden (Erde vor 440 Mio a?)

EPs:

Extrem energiereiche Teilchen beobachtet (AGASA, Japan) ~ über 5×10^{19} eV (entspricht etwa einem schnell geworfenen baseball) das ist der GZK cutoff; laut SRT das Universum ist ein Filter, darüber sollte es keine Teilchen geben wenn SRT stimmt; da hat man aber welche gemessen! Messfehler, SRT falsch? Wahrscheinlich nicht nach neueren Experimenten aber noch nicht ganz sicher; möglicherweise kommen diese Teilchen aus aktiven Galaxienkernen

(AUGER Experiment, Resultate in Science, 2007); aber ungeklärt wie es zu solch hohen Energien kommt

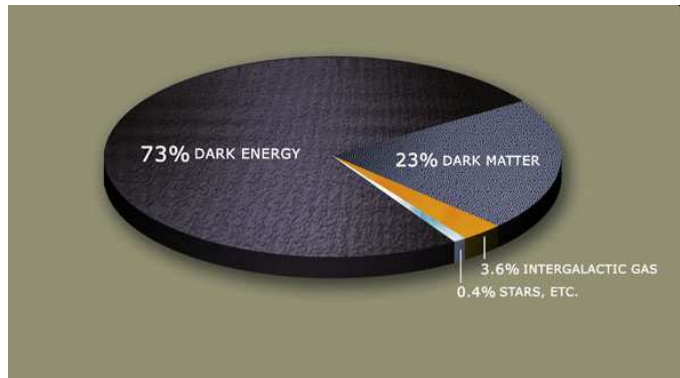
Die ersten Teilchen die man damals gemessen hat nannte man „God“ particles denn zu ihrer Erklärung muss man wohl Gott selbst heranziehen...

Steigerung: Heute heissen die allerstärksten schon „Oh-my-god“ particles

Zusammengefasst:

Das Universum besteht zu 4% aus beobachtbarer Materie, 23 % DM und 73% DE (wenn mans in eine Masse umrechnet); es gibt Gamma-Blitze und Teilchen die wir nie erzeugen könnten; die Galaxien rotieren nicht so wie sie sollten.... Die Physik ist noch lange nicht am Ende.

TOEs sind kaum testbar gegen Experimente bzw. Landschaften an string-theorien



Abschliessender Gedanke: Physiker suchen Theorien sollten schön und einfach sein..> viell. sind sie das aber nur Näherungsweise wie die Planeten keine Kreise sondern Ellipsen sind?

Referenzen:

New Scientist: "13 things that do not make sense"

<http://www.newscientist.com/article/mg18524911.600>

Riess et al. 1998, ApJ

Rubin, Ford and Thonnard, 1980, ApJ

Lee Smolin, "The trouble with physics", 2006, USA (Buch)

Wikipedia: various articles, starting with

http://en.wikipedia.org/wiki/Unsolved_problems_in_physics