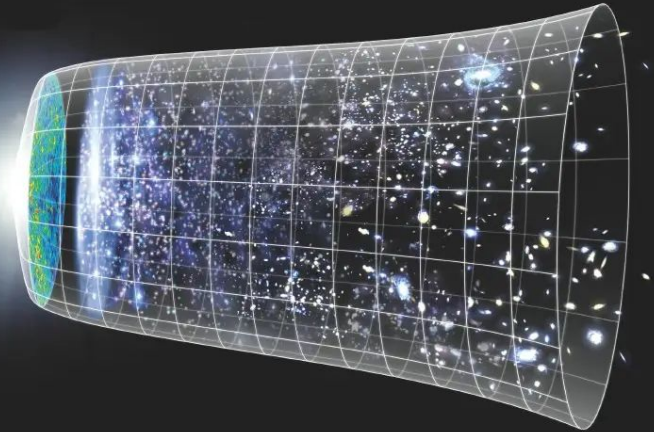


Kosmologie

Dunkle Materie und Dunkle Energie

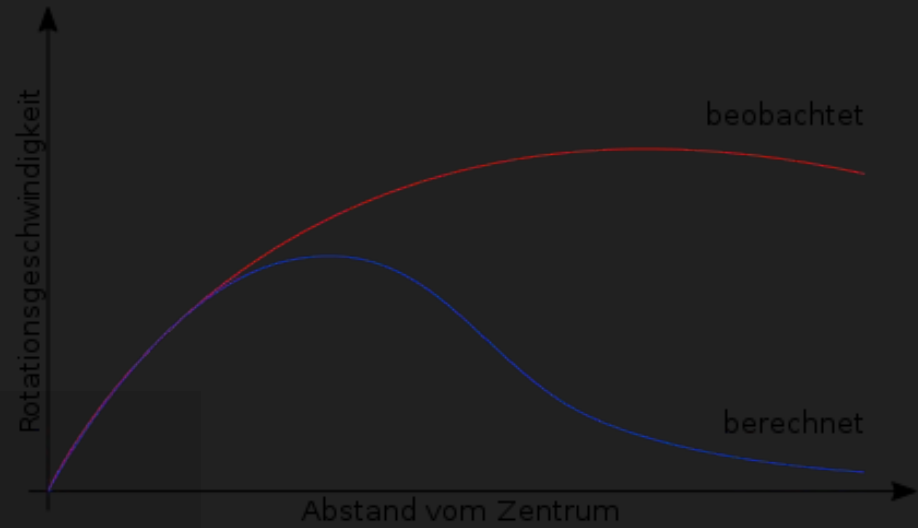
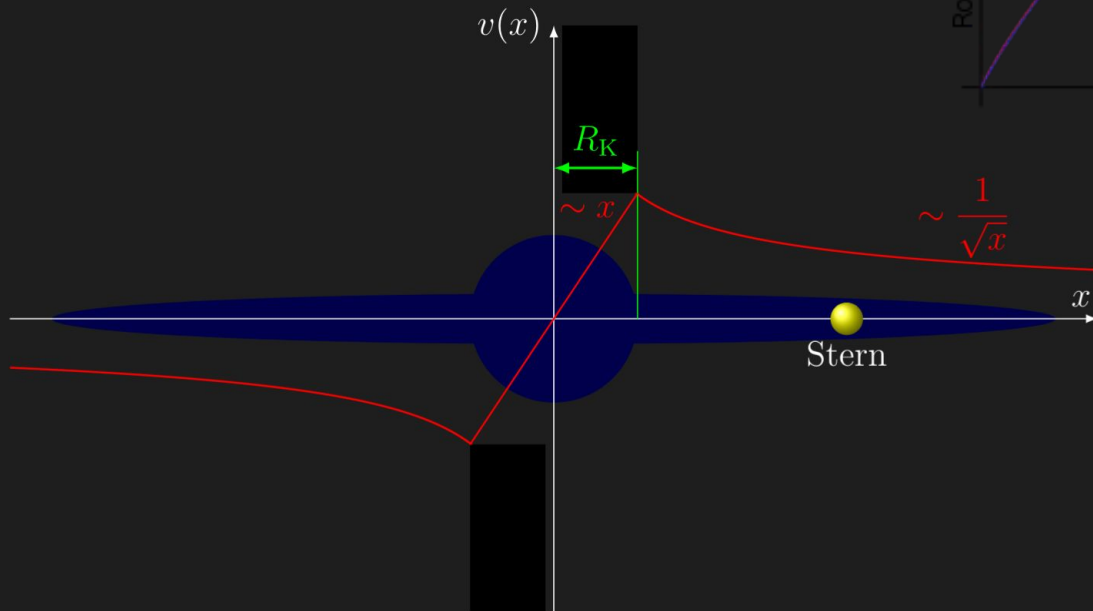
Was ist Kosmologie?

- Κοσμολογία (Lehre von der Welt)
- Kosmos: Universum, Weltall
- Astrophysik
- Allgemeine Relativitätstheorie und Quantenphysik →?



Dunkle Materie

- 1932, Jan Hendrik Oort
- Sterne aussen schneller als erwartet



Mögliche andere Erklärungen

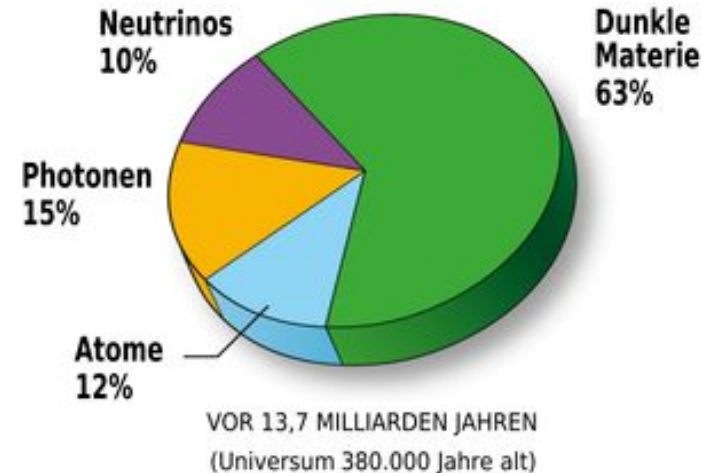
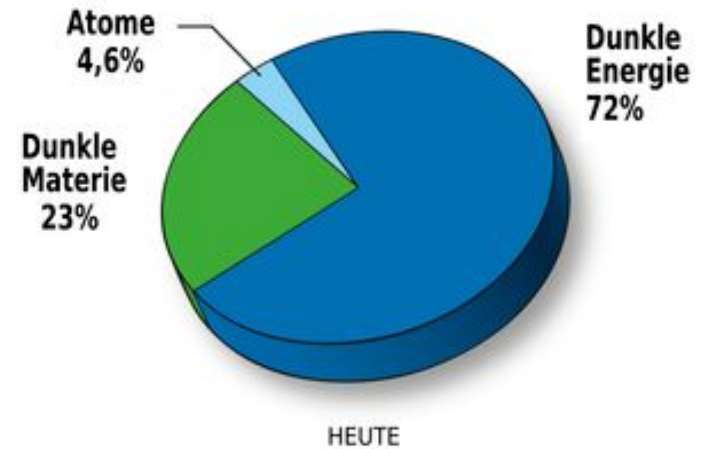
- MOND: bei kleinen Beschleunigungen wirkt die Gravitation anders
- TeVeS: mehr Mathe, damit die Gravitation anders wirkt
- STVG: ähnlich wie TeVeS, will aber nicht nur die Dunkle Materie ersetzen, sondern auch andere ungelöste Probleme in der Astronomie lösen
- Entropische Gravitation: verwandt mit MOND, aber mit anderen Wurzeln

Mögliche Teilchen der Dunklen Materie

- Kaltes Gas: kann sich erwärmen
- Kalte Staubwolken: kann Sternenlicht reemittieren (Emissionsnebel)
- MACHOs: zu selten
- Anapole Majorana-Fermionen: keine gefunden, würden Gesetze verletzen
- HDM: Neutrinos, sind zu wenig
- CDM: vielversprechend, aber noch nicht gefunden
- SIDM: noch nicht gefunden
- Axionen: noch nicht gefunden
- HYPER: noch nicht gefunden, mit neuen Teilchendetektoren ev. Möglich zu finden

Dunkle Energie

- 1998, Michael S. Turner
- Universum dehnt sich beschleunigt aus seit ca. 6.1 Mia. Jahren



Theorien zur dunklen Energie

- Kosmologische Konstante Λ : eine Zahl
- Energie des Raums: Raum dehnt sich aus \rightarrow dehnt sich schneller aus
- Quantenfluktuationen: passiert zufällig häufig genug
- Quintessenz: Feld im ganzen Universum, welches sich verändert
- GEODEs: stoßen sich und alles andere ab



• MILKY WAY

Hubble-Tension

- Verschiedene Messmethoden ergeben verschiedene Werte
- Messungen mit “Standardkerzen”:
~74 km/s/Mpc
- Messungen mit Mikrowellenhintergrund:
~67 km/s/Mpc
- Stimmt unser Λ CDM-Modell?

