

Wo ist die Antimaterie?
Welche Antworten kann COSY auf diese
Frage geben?

A. Lehrach, J. Pretz, F. Rathmann
RWTH Aachen/ FZ Jülich



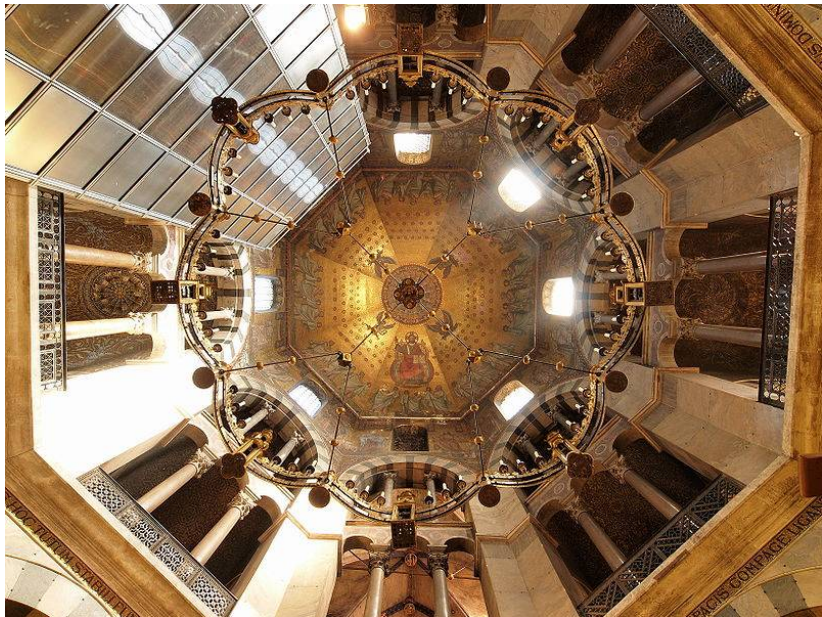
Jülich, Tag der Neugier, September 2013

Symmetrien

Suche nach der Ursache der Materie-Antimaterie **Asymmetrie** im Universum

Symmetrie: System ändert sich durch bestimmte Transformation (Drehung, Spiegelung, Verschiebung, ...) nicht

Ästhetische Gesichtspunkte

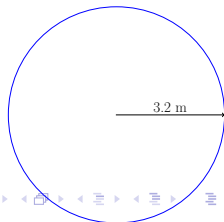
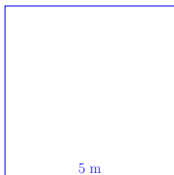


Praktische Gesichtspunkte

Bauer Huber hat 20 m Zaun zur Verfügung und soll damit eine möglichst große rechteckige Fläche einzäunen.

Es gibt mehrere Möglichkeiten. Die mit dem größten Flächeninhalt ist die symmetrischste Form eines Rechtecks: das Quadrat (25m^2 , gegenüber z.B. $3\text{m} \times 7\text{m} = 21\text{m}^2$)

Lässt man die Bedingung fallen, dass die Einzäunung rechteckig ist, kommt man sogar zu einer noch symmetrischeren Form, dem Kreis (Kreis mit $U = 20\text{m}$ Umfang hat Radius $r = U/2\pi = 3.2\text{m}$ und Fläche von $F = \pi r^2 = 31.8\text{m}^2$)



Fundamentale Symmetrien in der Physik

- **Parität** \mathcal{P} (Punktspiegelung)
- **Zeitumkehr** \mathcal{T} (Prozess läuft rückwärts ab)
- **Ladungskonjugation** \mathcal{C} (Vertauschen von Teilchen mit Antiteilchen)

Lange hat man geglaubt, dass alle physikalischen Gesetze invariant unter diesen Transformationen sind. Heute weiß man, dass alle diese Symmetrien verletzt sind.

Parität \mathcal{P}

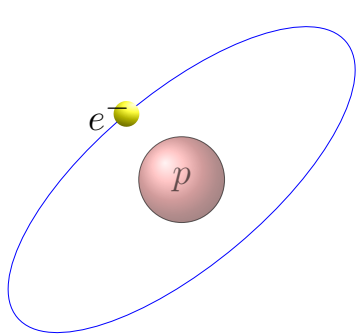


Parität \mathcal{P}

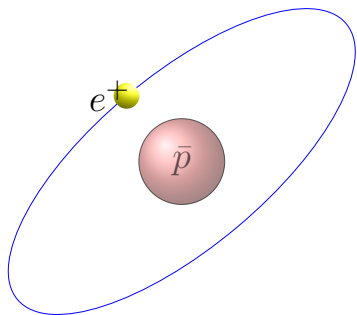


Zeitumkehr \mathcal{T}

Ladungskonjugation \mathcal{C} : Materie–Antimaterie



Materie:
Auf der Erde vorhanden



Antimaterie:
Kann nur künstlich erzeugt
werden

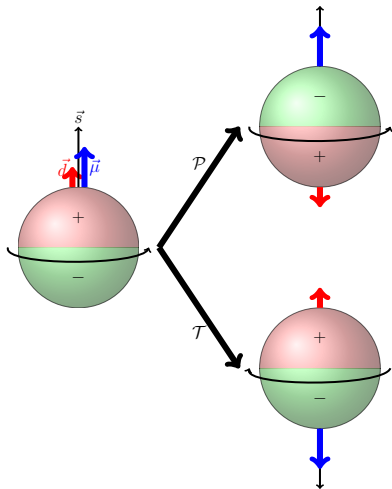
⇒ Große Asymmetrie zwischen Materie und Antimaterie

Materie–Antimaterie-Asymmetrie

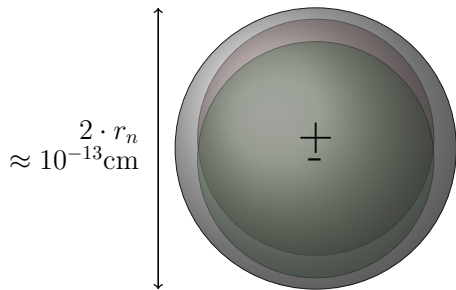
- Nach heutigem Verständnis sind beim Urknall Materie und Antimaterie in gleichem Maße entstanden.
- Heute sind wir nur von Materie umgeben.
- Wo ist die Antimaterie geblieben?
- Durch welche Mechanismen ist die Antimaterie verschwunden?
- Gibt es “Anti-Welten”?

Elektrische Dipolmomente

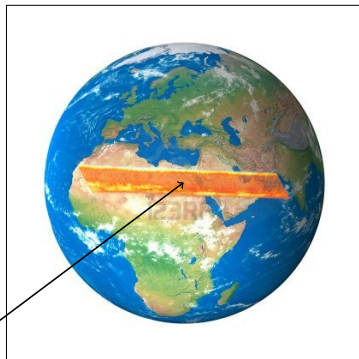
- Andrei Sakharov:
Fundamentale
Symmetrien CP müssen
verletzt sein, um heutigen
Überschuss an Materie
zu erklären
- Verletzung der
 CP -Symmetrie kann auch
dafür verantwortlich sein,
dass elementare Teilchen
**elektrische
Dipolmomente** besitzen.
- **Elektrische
Dipolmomente** können
an Beschleunigern wie
COSY gemessen
werden.



Größe des Effekts



menschliches Haar



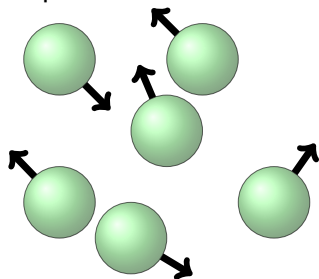
Messung elektrischer Dipolmomente

Was wird für die Messung benötigt?

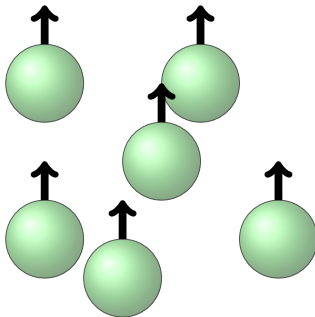
Spinpolarisierte Teilchen, die für lange Zeit in einem Speicherring gespeichert und beobachtet werden können

⇒ **Speicherring COSY**

Unpolarisiert



Polarisiert



Messung elektrischer Dipolmomente

Was wird für die Messung benötigt?

Spinpolarisierte Teilchen, die für lange Zeit in einem Speicherring gespeichert und beobachtet werden können

⇒ **Speicherring COSY**

