Simetriler

❑ Noether Teoremi:

- Her simetri bir korunum yasasına karşılık gelir yada her korunum yasası bir simetri altında ortaya çıkar.

Simetri	Korunum yasası
Uzay ötelemeleri	Çizgisel momentum
Zaman ötelemeleri	Enerji
Dönme	Açısal momentum
Ayar dönüşümü	Yük

- Eşkenar üçgene ait simetri elemanları.

$$R_{A,B,C}(\pm\frac{\pi}{3}) \qquad R_{a,b,c}(\pi)$$

Simetriler

- **Grup:**

- Kapalık özelliği: $\forall\, a,b \in G,\ a.b = c \in G$

  Birim eleman: $\exists\, I \in G,\ \forall a \in G,\ a.I = I.a = a$

  Ters eleman: $\forall\, a \in G,\ \exists a^{-1} \in G,\ a.a^{-1} = a^{-1}.a = I$

  Birleşme özelliği: $\forall\, a,b,c \in G,\ (a.b).c = a.(b.c)$

- Grup üzerinde tanımlı işlem değişme özelliğine sahipse, grup *Abelian* bir gruptur.

$$a.b = b.a \ \forall\, a,b \in G$$

- Uzay ve zamandaki ötelemeler Abelian bir grup oluştururlar, dönmeler oluşturmazlar.

Simetriler

- Her grup bir matris grubuyla temsil edilebilir. Bu matris grubu, grup üzerinde tanımlı işleme riayet eder.
- Parçacık fiziğinde gördüğümüz gruplar *Lie Gruplarıdır.*
- U(n): üniter, $UU^{\dagger}=1$

  SU(n): üniter, özel → determinant=1

  O(n): ortogonel, $OO^{T}=1$

  SO(n): ortogonel, özel → determinant=1
- Örnek: SU(2), 2x2 boyutlu,kompleks ve determinantı bir olan matris kümesiyle temsil edilebilir.
- Grubun jeneratör sayısı: n^2-1

Simetriler

- *Standart Model*'in ayar grubu: $SU(3)_C \times SU(2)_L \times U(1)_Y$

  $SU(3)_C$: güçlü kuvvet

  $SU_L(2)$: zayıf kuvvet

  $U(1)$: elektromanyetik kuvvet

- Spin-1/2 parçacıklar → (birçok lepton, kuarklar ve baryon)

$$\vec{S} = \frac{\hbar}{2}\vec{\sigma}$$

- Pauli matrisleri:

$$\sigma_1 = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \ \sigma_2 = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}, \ \sigma_3 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$$

Simetriler

- Spin-1/2'li sistemler 2-bileşenli spinörlerle tanımlanırlar

$$\chi = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} = a\chi_{\uparrow} + b\chi_{\downarrow} \qquad \chi_{\uparrow} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \ \chi_{\downarrow} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad |a|^2 + |b|^2 = 1$$

İzospin:

- Elektromanyetik etkileşmeler gözardı edilirse nötron ve proton ayırtedilemez parçacıklardır (*Heisenber*).
- Nükleon, *I*=1/2 olan iki bileşenli bir spinör $(n, p)^T$ olarak tanımlanabilir.

$$N = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} \quad p = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \ n = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Simetriler

- $$I_i = \frac{1}{2}\sigma_i$$
- İzospin güçlü etkileşmelerde korunur.

$$n = \left|\frac{1}{2}\ -\frac{1}{2}\right\rangle \qquad p = \left|\frac{1}{2}\ +\frac{1}{2}\right\rangle$$

$$\pi^+ = |1\ +1\rangle \qquad \pi^0 = |10\rangle \qquad \pi^- = |1\ -1\rangle$$

$$\Delta^{++} = |3/2\,3/2\rangle \quad \Delta^{+} = |3/2\ 1/2\rangle \quad \Delta^{0} = |3/2\,-1/2\rangle \quad \Delta^{-} = |3/2\ -3/2\rangle$$

- İzospin uzayı bir iç simetri uzayıdır.
- İzospin bir SU(2) çeşni simetrisidir.

Simetriler

- **Parite ,Yük Eşlenikliği ve Zaman Tersinmesi:**

- Parite (P), kesikli bir uzay simetridir.
- Parite dönüşümü bütün uzaysal koordinatları ters çevirir

$$P(t,x,y,z)=(t,-x,-y,-z)$$

- Parite operatörünün özdeğerleri: $P^2=I\Rightarrow\lambda=\mp1$

  Polar vektör (vektör): $P(\vec{v})=-\vec{v}$

  Pseudo vektör (axial vektör): $P(\vec{a})=a$

  Skaler : $P(s)=s$

  Pseudo skaler: $P(p)=-p$

- Fotonun paritesi P=-1 dir.

Simetriler

- Parite (P), kesikli bir uzay simetridir.
- Fermiyon ile anti-fermiyon zıt pariteye sahiptir.
- Bozon ile anti-parçacığı aynı pariteye sahiptir.
- Kuarklar pozitif iç pariteye sahip oldukları kabul edilir.
- Parite çarpımsal bir kuantum sayısıdır.
- mezonlar için parite:

$$(-1)^{l+1}$$

- baryonlar için parite:

$$(-1)^{l}$$

Simetriler

- Örnek: $(u\bar{d})$ mezonlar : π^+ ve ρ^+

  u kuark: spin=1/2 ve P=+1

  $\bar{d}$ kuark: spin=1/2 ve P=-1

  $(u\bar{d})$ mezonunun paritesi: P= $(-1)^{l+1}$

  $(u\bar{d})$ mezonun iç spini: S=0 veya 1

  $(u\bar{d})$ mezonun yörüngesel açısal momentumu: L=0,1,…..(keyfi)

S	L	J^P	Parçacık	Parite
0	0	0^-	π^+	Pseudo skaler
1	0	1^-	ρ^0	vektör