

FİZ0424 PARÇACIK FİZİĞİ

UYGULAMA-I

1. Aşağıdaki süreçler için korunum yasalarını uygulayarak süreçlerin gerçekleşip gerçekleşmeyeceğini, gerçekleşiyorsa hangi etkileşme yoluyla gerçekleşeceğini belirleyiniz.
 - a) $\Omega^- \rightarrow \Xi^0 + \pi^-$
 - b) $\Sigma^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^0$
 - c) $\bar{p} + n \rightarrow \pi^- + \pi^0$
 - d) $K^+ \rightarrow e^+ + \nu_e$
 - e) $\Delta^0 \rightarrow p + \pi^- + \gamma$
2. $e^+e^- \rightarrow W^+W^-$ sürecine katkıda bulunan en düşük mertebeden Feynman diyagramlarının hepsini çiziniz.
3. $\nu_e W^- \rightarrow e^- Z$ sürecine katkıda bulunan en düşük mertebeden Feynman diyagramlarının hepsini çiziniz.
4. $e^- Z \rightarrow e^- Z$ sürecine katkıda bulunan en düşük mertebeden Feynman diyagramlarının hepsini çiziniz.
5. **(Griffiths, 2.2)** Delbruck saçılmasını ($\gamma + \gamma \rightarrow \gamma + \gamma$) temsil eden en düşük mertebeli Feynman diyagramını çiziniz. (Işığın ışıktan saçılması olan bu sürecin klasik elektrodinamikte benzeri yoktur).
6. **(Das&Ferber; "Int. Nuclear and Particle Phys", 10.4)** Aşağıda verilen parçacık sistemleri için mümkün izospin değerleri nelerdir?
 - a) bir π^+ mezonu ve bir antiproton
 - b) İki nötron
 - c) bir π^+ mezonu ve bir Λ^0 baryon
 - d) bir π^+ mezonu ve bir π^0 mezonu

UYGULAMA-II

7. **(Martin&Shaw; "Particle Phys.,3rdedition, 3.1)** Aşağıda verilen, deneysel olarak gözlenmiş süreçleri, uygun korunum yasaları ve sürece dahil olan parçacıkları göz önüne alarak elektromanyetik, zayıf ve güçlü etkileşme şeklinde sınıflandırınız.

- a) $\pi^- \rightarrow \pi^0 + e^- + \bar{\nu}_e$
- b) $\gamma + p \rightarrow \pi^+ + n$
- c) $p + \bar{p} \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^0$
- d) $D^- \rightarrow K^+ + \pi^- + \pi^-$
- e) $\Lambda^0 + p \rightarrow K^- + p + p$
- f) $\pi^- + p \rightarrow n + e^+ + e^-$

8. Aşağıdaki süreçlerde ihlal edilen bir kuantum sayısı olup olmadığını belirleyiniz. İzinli süreçleri elektromanyetik, zayıf ve güçlü etkileşme şeklinde sınıflandırınız.

- a) $n \rightarrow p + \pi^-$
- b) $\pi^0 \rightarrow \mu^+ + e^- + \bar{\nu}_e$
- c) $K^0 \rightarrow K^+ + e^- + \bar{\nu}_e$
- d) $\Lambda^0 \rightarrow p + e^-$
- e) $\rho^0 \rightarrow \pi^0 + \gamma$
- f) $\Sigma^+ \rightarrow \pi^0 + p$
- g) $\Sigma^{*+} \rightarrow \Lambda^0 + \pi^+$
- h) $K^- + p \rightarrow K^+ + \Xi^-$

9. **(Griffiths, Int. Elementary Particles, Chp.4)** İki nükleon sistemi için mümkün izospin durumlarını elde ediniz. d döteronu göstermek üzere aşağıda yer alan nükleon-nükleon saçılma süreçleri için tesir kesitlerinin oranlarını veriniz.

- a) $p + p \rightarrow d + \pi^+$
- b) $p + n \rightarrow d + \pi^0$
- c) $n + n \rightarrow d + \pi^-$

10. **(Das&Ferber; "Int. Nuclear and Particle Phys", 11.2)** $K^- + p \rightarrow \bar{K}^0 + n$ süreci için yük eşleniği süreç nedir? Benzer olarak $\bar{p} + p \rightarrow \pi^+ + \pi^-$ süreci için yük eşleniği süreç nedir?

11. **(Das&Ferber; "Int. Nuclear and Particle Phys", 11.4)** Ξ^- bir $J^P=1/2^+$ sistemidir ve zayıf etkileşme ile $\Xi^- \rightarrow \Lambda^0 + \pi^-$ bozunumuna uğrar. $\Lambda\pi^-$ sistemi için bağıl yörüngesel açısal momentumun mümkün değerleri nedir?

12. **(Das&Ferber; "Int. Nuclear and Particle Phys", 11.5)** Aşağıda verilen bozunum süreçlerinden hangileri C -değişmezliği ile yasaklanmıştır?

- a) $\omega^0 \rightarrow \pi^0 + \gamma$

- b) $\eta' \rightarrow \rho^0 + \gamma$
- c) $\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma + \gamma$
- d) $\rho^0 \rightarrow \gamma + \gamma$
- e) $J/\psi \rightarrow \bar{p} + p$

13. (Martin&Shaw; "Particle Phys.,2ndedition, 5.2) $\Sigma_c^+(2454)$ baryon güçlü etkileşme yoluyla $\Sigma_c^+ \rightarrow \Lambda_c^+ + \pi^0$ şeklinde bozunur. $\Lambda_c^+(2285) = udc$ bir izo-teklidir (isosinglet). Kuantum sayılarını kullanarak Σ_c^+ 'nin kuark içeriğini belirleyiniz. Bu baryonun izospin eşi var mıdır? Varsa bunların kuark içerikleri ne olabilir?

UYGULAMA-III

1. $1 + 2 \rightarrow 3 + 4$ gibi bir iki cisim saçılması olayını göz önüne alınız. s, t ve u Mandelstam değişkenleri olmak üzere;

a) $s + t + u = m_1^2 + m_2^2 + m_3^2 + m_4^2$ olduğunu gösteriniz.

b) Toplam kütle merkezi enerjisinin $E_{KM}^{TOP} = (E_1 + E_2) = (E_3 + E_4) = \sqrt{s}$ olduğunu gösteriniz.

2. Verilen bir süreçle ilgili olarak, öncelikle sürece katkıda bulunan tüm Feynman diyagramları çizilir ve her biri için M genliği hesaplanır. Daha sonra toplam genlik bulunur. Toplam genlik bulunurken bazı durumlarda **antisimetrikleştirme** denilen Feynman kuralının uygulanması gerekir:

"Antisimetrikleştirme: Birbirinden sadece, iki gelen (veya çıkan) elektron (veya pozitron) veya gelen bir elektronla çıkan bir pozitronun (veya bunun tam tersi) değiş tokuşu kadar farklı olan diyagramlar için toplam genlik yazılırken araya bir eksi işareti konulur."

Bozunma genişliği (Γ) ya da tesir kesiti (σ) $|M|^2$ ile orantılı olduğundan hangi diyagrama ait genliğin başına eksi koyulacağını önemi yoktur. Bu bilgilere göre;

- a) Bhabha saçılması için toplam genliği yazınız.
- b) Compton saçılması için toplam genliği yazınız.

3. $\not{p}\not{p} = p^2$ olduğunu gösteriniz.

DEĞERLENDİRME

BÖLÜM	İÇERİK
1. Temel Parçacık Fiziğine Giriş	<ul style="list-style-type: none">- Parçacık fiziği nedir?- Parçacık fiziğinin tarihsel gelişimi (çekirdeğin keşfi, antiparçacıklar, nötrinolar, sekiz katlı yol, kuark modeli, DIS deneyleri...)- Birim sistemleri ($\hbar=c=1$ birim sistemi, fiziksel nicelikleri kütle boyutu cinsinden yazmak)
2. Temel Parçacık Dinamiği	<ul style="list-style-type: none">- Temel etkileşmeler- Temel etkileşmeler için temel köşeler- Feynman diyagramlarının çizilmesi- Parçacıkların özellikleri, parçacıkların sınıflandırılması- KED ve KRD bağlaşım sabitlerinin karşılaştırılması (yük perdelemesi, renk yükü antiperdelemesi)- Korunum yasaları- Verilen bir süreç için etkileşme türünün belirlenmesi
3. Simetriler	<ul style="list-style-type: none">- Simetriler, gruplar ve korunum yasaları- Spin (açısal momentumun toplanması, Clebsch-Gordan katsayıları baryon ve mezonların spinleri)- Standart Model' in ayar grubu- Çeşni Simetrileri<ul style="list-style-type: none">Güçlü izospinZayıf izospinGell-Mann—Nishijima Formülü, hiperyük- Parçacık fiziğinde kesikli simetriler<ul style="list-style-type: none">Parite (P) → P işlemcisi ve özellikleri, içsel parite, baryon ve mezonların toplam paritesi; skaler, vektör, sözde-skaler ve sözde-vektör (aksiyel vektör) parite altında nasıl davranır, helisite, parite ihlaliYük eşleniği (C) → C işlemcisi ve özellikleri, C öz durumu olan parçacıklar, parçacık-antiparçacık çiftlerinden C öz durumu kurmak, CP işlemcisi

	<p>Zaman Terslenmesi (T) → T işlemcisi ve özellikleri, CPT teoremi ve sonuçları</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bazı temel fiziksel niceliklerin C, P ve T altında davranışları
4. Kuantum Elektrodinamiği (KED)	<ul style="list-style-type: none"> - Relativistik gösterim - Dirac denklemi, Gama matrisleri, Dirac spinörleri - Temel KED süreçleri (esnek ve esnek olmayanlar) - KED için Feynman kuralları - Belli bir diyagram için genliğin (M) yazılması - Tesir kesitleri ve bozunma genişlikleri - Mandelstam değişkenleri (s, t, u)
5. Kuantum Renk dinamiği (KRD)	<ul style="list-style-type: none"> - Hadronik kuantum sayıları - Hadronlaşma ve jetler - KRD için Feynman kuralları - SU(3) grubu - Valans ve deniz kuarklar - Parton dağılım fonksiyonları - Rezonanslar - Renk hapsi - Asimptotik serbestlik (özgürlük) - KRD bağlaşım sabitinin özellikleri
6. Zayıf Etkileşmeler	<ul style="list-style-type: none"> - Leptonların yüklü zayıf etkileşmeleri - Kuarkların yüklü zayıf etkileşmeleri - CKM matrisi, özellikleri - Yüksüz zayıf etkileşmeler - Elektrozayıf karışım (Temel düşünce)
7. Kendiliğinden Kırılması ve Mekanizması	<p>Simetri ve Higgs</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kendiliğinden simetri kırılması (Temel düşünce) - Parçacıklar nasıl kütle kazanıyor? - Higgs bozonunun keşfi - Higgs bozonunun özellikleri
8. Deneysel Hızlandırıcılar ve Dedektörler	<p>Yöntemler: ve</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hızlandırıcıların temel çalışma prensibi - Hızlandırıcı tipleri - Temel hızlandırıcı parametreleri (ışınlık ve kütle merkezi enerjisi) - Dedektörlerin temel çalışma prensibi

9. Standart Model' in Ötesi	<ul style="list-style-type: none">- SM' in cevaplayamadığı sorular- Karanlık madde, karanlık enerji ve nötrino salınımları- SM ötesi modeller
------------------------------------	---