**Утвърждавам:**

**Декан ФзФ**

**(проф. дфн А. Драйшу)**

**КОНСПЕКТ**

за кандидат-докторантски изпит по специалностta

“**физика на елементарните частици и високите енергии**”

1. Основи на кинематиката на елементарните частици. Пространство на Минковски, преобразования на Лоренц, релативистки и динамични инварианти, ефективна маса. Основни типове експерименти, лабораторна система, система на центъра на масите. Преходи между различни отправни системи и трансформации на различните величини. Естествена система мерни единици: ħ = c = 1.

2. Основни свойства на елементарните частици. Пространствени и вътрешни квантови числа. Лептони и адрони, мезони и бариони, фундаментални частици, поколения. Ширина и време на живот на нестабилните частици: средно време на живот, резонанси, разпределение на Брайт-Вигнер.

3. Матричен елемент за преход. Фазов обем, вероятност за разпад и сечение за взаимодействие.

**4. Симетрии, инвариантност и закони за запазване.** Понятие за преобразувания на симетрия, пространствени и вътрешни симетрии, глобални и локални симетрии. Теорема на Ньотер и динамични инварианти. Група на Пуанкаре, Примери – скаларно, векторно и спинорно полета.

**6**. **Дискретни пространствени симетрии**. Пространствени отражения, обръщане на времето, зарядово спрягане. Запазващи се величини. СРТ-теорема.

**7.** **Кварк-партонен модел.** Лептон-нуклонно разсейване. Еластично разсейване и формфактори, дълбоко-нееластично разсейване и структурни функции. Партонен модел, скейлинг.

**8.** **Кварков модел**. SU(3) – класификация на адроните, кварки. Формула на Гел-Ман – Нишиджима, c,b,t – кварки, SU(6).

**9**. **Квантовото число цвят**. Безцветност на адроните, конфайнмънт. Експериментални указания за съществуването на цвят: πо→γγ, е+е- - анихилация, адронни струи.

11. Източници на високоенергетични частици. Космически лъчи. Ускорители. Линейни ускорители. Циклотрон, синхроциклотронтрон, синхрофазотрон. Ускорители с насрещни снопове. Светимост. Ускорителни комплекси.

12. Процеси на взаимодействие на високо енергетични частици с веществото. Регистрация на заредени частици: йонизация и възбуждане, ефект на Черенков, преходно излъчване.

13. Процеси на взаимодействие на високо енергетични електрони, позитрони и гама-кванти с веществото. Спирачно лъчение и раждане на двойка електрон-позитрон. Радиационна дължина. Електромагнитни каскади

14. Детектори на елементарни частици. Типове и основни характеристики. Трекови детектори – многонишкова пропорционална камера, дрейфови камери, време-проекционни камери, полупроводникови детектори.

15. Сцинтилационни и Черенковски броячи. Прагови и диференциални Черенковски броячи, RICH-технология. Сцинтилационни броячи: видове сцинтилатори, сцинтилационни влакна, многоканални детектори. Фотодетектори.

**16. Измерване на енергията и импулса на частиците.** Електромагнитни и адронни калориметри. Измерване на импулса на заредени частици в магнитно поле.

**18.** **Детекторни** **комплекси**. Пример за комплекс, работещ на някой от ускорителите SPS, Fermilab, RHIC, LHC (по избор)

19. Фундаментални взаимодействия и частици. Основни типове взаимодействия. Локална калибровъчна инвариантност, калибровъчни бозони. Електромагнитно поле. Неабелева калибровъчна инвариантност.

20. Силно взаимодействие. SUc(3) – локална инвариантност, глуони. Квантова хромодинамика (КХД). Бягаща константа на взаимодействието, асимптотическа свобода. Пертурбативна КХД.

**22. Слабо взаимодействие**. Лептонни и кваркови токове. V-A модел. Експериментални потвърждения. GIM механизъм. Смесване на кварките, матрица на Кабибо - Кобаяши – Маскава

**24.** **Обединение на електромагнитното и слабото взаимодействие.** Модел на Уайнбърг–Глешоу–Салам.Спонтанно нарушение на симетрията. Механизъм на Хигс.W±- и Z0- бозони, Хигс-бозон. Маси на частиците.

**23.Нарушаване на CP инвариантността в слаби процеси.** Смесване на неутрални каони и осцилации на странността. Пряко и непряко нарушение на CP инвариантността в разпади на неутрални каони и В-мезони. Електро-диполен момент на неутрона.

**26. Взаимодействия и маси на неутрината.** Заредени и неутрални токове. Осцилации на неутрината и производни процеси. Експериментални потвърждения.

**27. Велико обединение**. Бягаща константа на взаимодействието. SU(5) модел. Лепто-кварки. Разпадане на протона.

**28. Суперсиметрия.** Основи на суперсиметрията.Обединение на пространствени и вътрешни симетрии. Минимално суперсиметрично разширение на Стандартния Модел.

**Литература:**

1. *D. Perkins*, Introduction to High Energy Physics, 4th edition, Cambridge University Press, 2000.
2. *Л.Б. Окунь,* Лептоны и кварки. – Mосква: Наука, 1990.
3. *Fayyazuddin, Riazuddin*, A Modern Introduction to Particle Physics, World Scientific, 2000
4. *F. Halzen, A. Martin,* Quarks and Leptons: An Introductory Course in Modern Particle Physics, John Wiley&Sons, 1984 (Превод на руски: *Ф. Хелзен, А.Мартин,* Кварки и лептоны, изд. “Мир”, Москва, 1987).
5. *A. Bettini*, Introduction to Elementary Particle Physics, Cambridge University Press, 2008.
6. *E. M. Henley*, A. Garcia, Subatomic Physics, 3rd edition, Marston Book Services Ltd., 2007
7. *L. Ryder*, Elementary Particles and Symmetries, Gordon and Breach Science Publishers, 1984
8. *E. Byckling, K. Kajantie,* Particle Kinematics, John Willey&Sons, 1973 (Превод на руски*: Е. Бюклинг, К. Каянти.*  Кинематика элементарных частиц – Москва: Мир, 1975).
9. *K. Kleinknecht,* Detectors for Particle Radiation, 2nd ed., Cambridge Univ. Press, 1999 (Превод на руски на първото издание: *К. Клайнкнехт,* Детекторы корпускулярных излучений, изд. “Мир”, Москва, 1990 г.).
10. Data analysis techniques for high-energy physics experiments, 2nd edition, *ed. M. Regler,* Cambridge Univ. Press, 2000, (Превод на руски на първото издание: Методы анализа данныхв физическомэксперименте. *под ред. М. Реглера*, – M.: Мир, 1993).
11. *Д. Динев*, Ускорители на частици, Акад. изд. “Марин Дринов”, София, 2006 г.
12. *У. Уилямс*, Физика на ядрото и елементарните частици, Унив. изд. “Св. Кл. Охридски”, 2000 г.
13. *Л. Литов,* Записки на лекции по” Физика на елементарните частици”, СУ, 2007. <http://atomic.phys.uni-sofia.bg/elektronna-biblioteka/lectures/uchebnik.pdf>
14. *A. Pich,* The Standard model of electroweak interactions**,** Lectures given at European School of High-Energy Physics, Sant Feliu de Guixols, Barcelona, Spain, 30 May - 12 Jun 2005, 47 p., e-Print Archive: **hep-ph/0502010**
15. *A. Pich,* Aspects of quantum chromodynamics, Lectures given at ICTP Summer School in Particle Physics, Trieste, Italy, 7 Jun - 9 Jul 1999, 50 p.,e-Print Archive: **hep-ph/0001118**

В.и.д. ръководител на катедра

“Атомна физика”:

(доц. дфзн Г. Райновски)