

Jaderná a částicová fyzika (Fyzika V) – okruhy ke zkoušce

Okruhy otázek ke zkoušce Jaderná fyzika

JF 1. Měření rozměrů jader.

JF 2. Hmoty jader a vazbová energie. Kapkový model jádra, empirická hmotová formule, údolí stability

JF 3. Neutron, jaderné síly a jaderný potenciál

JF 4. Slupkový model jádra, magická čísla, spin a parita základních stavů jader

JF 5. Alfa, beta a gama rozpady jader.

JF 6. Využití radiace pro datování, měření šířek gama hladin, Moesbauerův jev.

JF 7. Interakce záření s prostředím.

JF 8. Štěpení a fúze jader.

Okruhy otázek ke zkoušce Fyzika elementárních částic

ČF 1. Objev „nových“ částic v kosmickém záření

ČF 2. Kvarkový model mezonů a baryonů. Oktet pseudoskalárních mezonů. Oktet a dekuplet nejlehčích baryonů.

ČF 3. Těžké kvarky c, b a t.

ČF 4. Interakce elementárních částic. Slabá interakce. Sjednocení slabé a elektromagnetické interakce. Intermediální bosony W a Z.

ČF 5. Nezachování P a CP ve slabých interakcích, oscilace K⁰ mezonů.

ČF 6. Silná interakce. Kvarky, gluony a barevná interakce.

ČF 7. Leptony, neutrina, oscilace neutrin.

ČF 8. Současné problémy a experimenty v částicové fyzice. Higgsův boson.

Okruhy otázek ke zkoušce Jaderná fyzika

JF 1. Měření rozměrů jader.

Účinný průřez Rutherfordova rozptylu klasicky. Jak souvisí účinný průřez s pravděpodobností interakce

Ale hlavně QM popis: amplituda rozptylu a účinný průřez, jak souvisí amplituda rozptylu s interakčním potenciálem, co je to formfaktor.

Určení poloměru jádra a rozložení hustoty pomocí rozptylu elektronů

Určení poloměru jádra pomocí spekter mionových atomů

Okruhy otázek ke zkoušce Jaderná fyzika

JF 2. Hmoty jader a vazbová energie. Kapkový model jádra, empirická hmotová formule, údolí stability

Definice vazbové energie, měření hmoty jader (hmotový spektrometr).

Závislost vazbové energie na počtu nukleonů.

Popis této závislosti pomocí empirické hmotové formule.

Objasnění jednotlivých členů v hmotové formuli.

Vazbová energie jako projev jaderných sil krátkého dosahu.

Optimální počet protonů Z a neutronů N při daném celkovém počtu nukleonů A .

Okruhy otázek ke zkoušce Jaderná fyzika

JF 3. Neutron, jaderné síly a jaderný potenciál

- První model jádra z protonů a elektronů, proč nefunguje (nesprávné spiny jader, spjité spektrum elektronů v beta rozpadu)
- Objev neutronu
- Síly mezi protony a neutrony jako výměna pionů
- Souvislost se závislostí vazbové energie na počtu nukleonů A

Okruhy otázek ke zkoušce Jaderná fyzika

JF 4. Slupkový model jádra, magická čísla, spin a parita základních stavů jader

Neutrony a protony obsazují hladiny v potenciálové jámě.

Princip určení tvaru jámy, jak vypadá pro lehká a jak pro těžká jádra.

Rozdílný tvar pro protony a neutrony.

Předpovědi slupkového modelu – spin a parita základního stavu jádra i excitovaných stavů.

Magická čísla – LS interakce, rozštěpení hladin a princip vysvětlení magických čísel.

Okruhy otázek ke zkoušce Jaderná fyzika

JF 5. Alfa, beta a gama rozpady jader.

Alfa rozpady jako tunelování alfa částice potenciálovou bariérou.

Vysvětlení závislosti poločasu rozpadu a energie alfa částic.

Druhy beta rozpadů. Spojité spektrum elektronů a vysvětlení jeho tvaru.

Na čem závisí poločasy beta rozpadů (Q hodnota, spiny mateřského a dceřiného jádra).

Příklady beta rozpadů včetně volného neutronu.

Dvojný beta rozpad.

Gama přechody v jádrech

Měření krátkých dob života, Breit-Wignerovo rozdělení energií, Moesbauerův jev.

Okruhy otázek ke zkoušce Jaderná fyzika

JF 6. Využití radiace pro datování

Rozpadové řady

Principy některých metod: U, U-Pb, Rb-Sr, C14

Okruhy otázek ke zkoušce
Jaderná fyzika

JF 7. Interakce záření s prostředím.

Ionizace – všechny nabitě částice

Interakce elektronů - brzdě záření

Interakce gama – fotoefekt, Comptonův jev, tvorba párů.

Dávky radiace a využití radiace v lékařství.

Okruhy otázek ke zkoušce
Jaderná fyzika

JF 8. Štěpení a fúze jader, využití pro výrobu energie.

Štěpení těžkých jader, spontánní štěpení, štěpení záchytem neutronů.

Využití pro výrobu energie.

Fúze lehkých jader. Hlavní procesy ve Slunci. Reakce ve fúzních reaktorech.

Okruhy otázek ke zkoušce

Fyzika elementárních částic

ČF 1. Objev mionu, pionu a podivných částic v kosmickém záření

Objev pozitronu

Objev mionu, pionu

Objev podivných částic

Klasifikace elementárních částic: leptony, kvarky, intermediální bosony.

Okruhy otázek ke zkoušce Fyzika elementárních částic

ČF 2. Kvarkový model mezonů a baryonů. Oktet pseudoskalárních mezonů. Oktet a dekuplet nejlehčích baryonů.

Nejlehčí kvarky u , d a s a jejich kvantová čísla

Multiplety z q anti- q a ze tří qqq

Proč nejlehčí baryony se spinem $1/2$ obsazují jen jeden oktet

Proč nejlehčí baryony se spinem $3/2$ obsazují dekuplet

Kvarkové složení pseudoskalárních mezonů, vlastnosti pionů a kaonů (hlavní způsoby rozpadů, přibližné doby života)

Obdobně pro částice v oktetu a dekupletu baryonů

Okruhy otázek ke zkoušce Fyzika elementárních částic

ČF 3. Těžké kvarky c, b a t.

Objev kvarků c, b a t

Nejlehčí D mezony a baryony s c kvarkem - jak se rozpadají a proč, přibližné doby života

Nejlehčí B mezony a baryony s b kvarkem - jak se rozpadají a proč, přibližné doby života

Top kvark a jeho vlastnosti (přibližná hmota a jak se rozpadá).

Okruhy otázek ke zkoušce Fyzika elementárních částic

ČF 4. Interakce elementárních částic. Slabá interakce. Sjednocení slabé a elektromagnetické interakce. Intermediální bosony W a Z.

Feynmannovy diagramy jako pomůcka pro popis interakcí.

Podobnost slabé a elektromagnetické interakce: přibližně stejná vazbová konstanta, ale velké hmoty intermediálních bosonů

Slabé interakce kvarků a leptonů prostřednictvím W a Z

Objev a vlastnosti intermediálních bosonů W a Z

Okruhy otázek ke zkoušce Fyzika elementárních částic

ČF 5. Nezachování P a CP ve slabých interakcích.

Nezachování P parity – rozpady nabitých kaonů, beta rozpady, rozpady polarizovaných mionů. Souvislost se základní vlastností slabých interakcí (fermiony s levou chiralitou, pro neutrina to prakticky znamená zápornou helicitu)

Soustava K^0 anti- K^0 , stavy K^0_L a K^0_S , oscilace K^0 .

Projevy nezachování kombinované CP parity v rozpadech K^0_L .

Okruhy otázek ke zkoušce Fyzika elementárních částic

ČF 6. Silná interakce. Kvarky, gluony a barevná interakce. Struktura protonu

Kvantové číslo barva, mezony a baryony jako barevné singlety, tj. baryony mají barevnou část vlnové funkce totálně antisymetrickou

Gluony a jejich vlastnosti. Silná interakce jako výměna gluonů.

Uvěznění kvarků a tvorba jetů částic při interakcích.

Složení protonu – kvarky, antikvarky a gluony v protonu.

Experimentální evidence pro 3 barvy - měření poměru anihilace $e^+ e^-$ na $q \text{ anti-}q$ a $\mu^+ \mu^-$

Okruhy otázek ke zkoušce Fyzika elementárních částic

ČF 7. Leptony, neutrina, oscilace neutrin.

Nabité leptony elektron, mion a tauon, objev tau leptonu.

Rozpady mionu a tauonů, doby života.

Zdroje neutrin a antineutrin (reaktory, Slunce, kosmické záření, urychlovačová neutrina), objev neutrin.

Oscilace neutrin, základy popisu pro dva druhy neutrin, měření parametrů oscilací.

Přibližná struktura tří neutrinových hmotových stavů a hodnoty parametrů oscilací pro 3×3 .

Projevy možného narušení CP v oscilacích neutrin.

Dvojný bezneutrinový rozpad.

Okruhy otázek ke zkoušce Fyzika elementárních částic

ČF 8. Higgsův boson. Experimenty na urychlovačích částic. Současné problémy a experimenty v částicové fyzice.

Interakce Higgsova bosonu s intermediálními bosony W a Z a s kvarky a leptony

Jak vzniká Higgsův boson v interakcích pp na LHC a jak se rozpadá, vlastnosti Higgsova bosonu

Experimenty na pevném terči a se vstřícnými svazky

Jako příklad - parametry urychlovače LHC a hlavní součásti experimentu ATLAS

Hlavní otázky současné fyziky částic.