

Pitanja iz Fizike elementarnih čestica I (I. Picek)  
- ulaznica za usmeni ispit 2011/2012

Odgovorite s po nekoliko bitnih rečenica:

1. Koja je misija fizike elementarnih čestica kao fizikalne discipline?  
Na koji način tri temeljna načela (*kvantno, relativističko i baždarno*) ulaze u konstrukciju “kocke fizikalnih teorija”?
2. Naboji *temeljnih čestica* i *temeljne sile* obuhvaćene standardnim modelom.  
Dijagramom kvarkovskog toka objasnite rezidualnu jaku silu kojom se proton i neutron vežu u deuteron.
3. Objasnite prirodni sustav jedinica i uporabu Heaviside-Lorentzovog racionaliziranog sustava jedinica.
4. Usporedite raspoloživu energiju za stvaranje čestica na fiksiranoj meti i na sudarivaču.  
Opišite nekoliko najznačajnijih sudarivača čestica.
5. Koje su neopservable, a koje očuvane veličine pridružene zasebnim *kontinuiranim prostorno-vremenskim* transformacijama, a koje *homogenim Lorentzovim* transformacijama?  
Kako možemo opravdati Lavoisierov zakon očuvanja mase pri kemijskim reakcijama, odnosno da je glavina energije obične tvari obuhvaćena masom?
6. U kojim su temeljnim međudjelovanjima očuvane diskretne  $C$ ,  $P$ ,  $T$  transformacije? Pokažite da samo neutralna stanja imaju dobro definiranu vrijednost nabojne konjugacije.  
Odredite (prostorni) paritet piona putem njegovih s-valnih raspršenja na deuteronu.
7. Koje su simetrije pridružene očuvanju aditivnih naboja ( $Q$ ,  $B$ ,  $L$ )?
8. Izospinska i Gell-Mannova “osmerostruka” simetrija spektra hadrona.  
Kako se te približne unitarne simetrije svode na  $SU(2)$  i  $SU(3)$  simetrije kvarkovskih okusa? Ispišite njihove generatore (Paulijeve i Gell-Mannove matrice).

9. Napišite relativistički invarijantne Lagrangiane koji Euler-Lagrangeovom jednažbom daju Klein-Gordonovu, Diracovu i Maxwellove jednažbe. Obrazložite zapis kvantiziranog Diracovog i Maxwellovog polja.
10. Foton kao elementarna čestica: energija, impuls i spin izražen operatorom broja čestica.  
Zašto se uvodi *normalno uređenje*?
11. Svojstva Diracovih  $\gamma$  matrica i Diracovih ( $u$  i  $v$ ) spinora.  
Izrazite naboj Diracovog polja operatorom broja čestica.
12. Opišite zasebne (lokalne) baždarne transformacije Maxwellovog i Diracovog polja, a potom njihovo objedinjenje u baždarnu simetriju QED-a!
13. Dysonova formula za operator sudara  $S$ . S-matrični elementi  $S_{fi}$  za QED u 2. redu računa smetnje.  
Feynmanova pravila za QED.
14. Udarni presjek 2-čestičnog raspršenja i širina 2-čestičnog raspada izraženi invarijantnom amplitudom.
15. Uvedite anihilaciju  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  kao križni proces raspršenju  $e^-\mu^- \rightarrow e^-\mu^-$ . Udarni presjek anihilacije u UR granici izrazite Mandelstamovim varijablama.