

Relativitáselmélet

1. Minkowski-tér-idő alapfogalmai: ívhossz, sajátidő. Lorentz-transzformációk. Sebességek összeadása.
2. Négyes formalizmus Lorentz-transzformációkra. Kontra- és kovariáns komponensek, metrikus tenzor, Lorentz-transzformáció mátrixa. Négyes vektorok és tenzorok. Differenciáloperátorok
3. Kinematika. Négyessebesség, négyesgyorsulás, egyenletesen gyorsuló mozgás
4. Tömegpont relativisztikus leírása. Hatás, Lagrange- és Hamilton-függvény, négyesimpulzus, Mozgásegyenlet kovariáns alakja
5. Récsecskék, bomlás, ütközése. Rugalmas szórás. Rugalmatlan ütközés.
6. Impulzusmomentum. Tömegközéppont relativisztikus definíciója.
7. Nulla-tömegű részecskék. A Planck-hipotézis relativisztikus invarianciája. Doppler-effektus.
8. Töltött részecske mozgása elektromágneses térben. Hatás, Lagrange- és Hamilton-függvény. Kovariáns mozgásegyenletek. Mozgás homogén térben.
9. Térerősség tenzor. Térerősségek transzformációi, invariánsai. Maxwell-egyenletek kovariáns alakja. Mértékszabadság. Mozgó ponttöltés elektromágneses tere.
10. Klasszikus térelmélet: Lagrange-sűrűség fogalma, téregyenletek. Valós és komplex skalár mezők. Noether-tétel, Noether-áram, Energia-impulzus tenzor
11. Az elektromágneses mező hatásintegrálja, Lagrange-sűrűsége, energia-impulzus tenzora
12. Relativisztikus hidrodinamika: por energia-impulzus tenzora, perfekt folyadék energia-impulzus tenzora
13. Kontinuitási egyenlet, négyesimpulzus megmaradás, adiabatikus tágulás, relativisztikus Euler-egyenlet.
14. Egyszerű példák állapotegyenletekre. Hangsebesség.
15. Relativisztikus kvantummechanika: valószínűségi értelmezés és korlátos energiaspektrum nemrelativisztikus kvantummechanikában, Klein-Gordon egyenlet és problémái, Dirac-egyenlet mint a Klein-Gordon-egyenlet négyzetgyöke, megmaradó áram a Dirac-egyenlet esetén
16. Dirac-egyenlet negatív energiás megoldásai, Impulzusmomentum-megmaradás, A Dirac-tenger és a pozitron
17. A Dirac-egyenlet kovarianciája. Dirac-egyenlet elektromágneses térben, Lagrange-formalizmus.
18. A Dirac-egyenlet kísérleti következményei: A pozitron és az Anderson-kísérlet, a hidrogénatom spektrumának finomszerkezete, Az elektron mágneses dipólmomentuma

19. Gravitáció alapjai: ekvivalencia-elv és a lokális inerciarendszer fogalma, vektorok és tenzorok általános koordinátarendszerek esetén, invariáns térfogatelem, kovariáns deriváltak
20. Geodetikus egyenlet, Christoffel-szimbólumok, a Coriolis-erő relativisztikus pontrészecke esetén
21. A Riemann-tenzor fogalma. Az elektrodinamikai analógia. A Riemann-tenzor tulajdonságai. Ricci-tenzor és Ricci-skalár.
22. Az Einstein-Hilbert-hatás és variációja. Az Einstein-egyenlet. Newtoni limesz.
23. A Schwarzschild-megoldás
24. Időszerű geodetikusok a Schwarzschild-metrikában, perihéliumprecesszió
25. Fényszerű geodetikusok a Schwarzschild-metrikában, fényelhajlás, Shapiro féle időkéésés
26. Eddington-Finkelstein koordináták. A Schwarzschild féle fekete lyuk.
27. Tolman-Oppenheimer-Volkoff-egyenlet.