Bevezetés az általános relativitáselméletbe (tételsor)

Bene Gyula
Eötvös Loránd Tudományegyetem, Elméleti Fizikai Tanszék
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A

2003. január 6.

1. Speciális relativitáselmélet: események, vonatkoztatási rendszer, inerciarendszer, Lorentz-transzformáció, Michelson-Morley-kísérlet, Minkowski-tér, időszerű, térszerű, fényszerű ívhosszak, egyidejűség relativitása, Lorentz-kontrakció, időtágulás, ikerparadoxon, sebességek transzformációja, négyesvektorok, relativisztikus mechanika.
2. Általános kovarianciaelv, ekvivalencia elve, Eötvös-kísérlet, forgó koordinátarendszer, nem-euklideszi geometria, görbevonalú koordináták, metrikus tenzor, görbült téridő.
3. Kontravariáns és kovariáns négyesvektorok, négyestenzorok, invariáns térfogatelem, valódi távolságok és időtartamok, egyidejűség, órák szinkronizálása.
4. A metrikus tenzor tulajdonságai, párhuzamos eltolás, kovariáns differenciálás, Christoffel-szimbólumok és kapcsolatuk a metrikával, vektor és antiszimmetrikus tenzor kovariáns négyesdivergenciája.
5. Mozgás görbült téridőben, legkisebb hatás elve, geodetikus mozgás, Hamilton-Jacobi-egyenlet, fény terjedése, gyenge gravitációs tér határesete, állandó gravitációs tér, gravitációs vöröseltolódás, Maxwell-egyenletek általánosítása görbült téridőre.
6. Vektor eltolása zárt görbe mentén, görbületi tenzor és tulajdonságai, Bianchi-azonosság, Ricci-tenzor, invariáns görbület, Weil-tenzor.
7. Lagrange-sűrűség, Euler-Lagrange-mozgásegyenlet, energia- és impulzusmegmaradás, energia-impulzus-tenzor, impulzusmomentum és tömegközéppont megmaradása.

8. A gravitációs tér hatásintegrálja.
9. Energia-impulzus-tenzor az általános relativitáselméletben. Kontinuitási egyenlet. Példák.
10. Az Einstein-egyenletek, származtatásuk variációs elvből, tulajdonságaik.
11. Megmaradási tételek. Az energia, impulzus, impulzusmomentum, tömegközéppont megmaradása gravitációs térben. A gravitációs tér energia-impulzus-pszeudotenzora.
12. Gravitáló testek erőtere. Nemrelativisztikus határeset. Gömbszimmetrikus gravitációs tér, Schwarzschild-metrika, gravitációs tömeghiány, mozgás gömbszimmetrikus gravitációs térben, gravitációs kollapszus.
13. Az általános relativitáselmélet kísérleti bizonyítékai I.: Fénysugár elgörbülése gravitációs térben, lencsézés. Perihélium-elfordulás. Gravitációs vöröseltolódás.
14. Az általános relativitáselmélet kísérleti bizonyítékai II.: Gravitációs hullámok, kettős rendszerek gravitációs sugárzása.
15. Relativisztikus kozmológia I.: Homogén és izotrop tér. Friedmann-Robertson-Walker metrika. Zárt, nyílt, sík modell. Sugárzás- ill. pordominált univerzum.
16. Relativisztikus kozmológia II.: Kozmológiai állandó és következményei. de Sitter-téridő. Skalártér mint a gravitációs tér forrása. Infláció.
17. Fény terjedése a Friedmann-Robertson-Walker-univerzumban. Olbers-paradoxon. Az univerzum termodinamikai története. Irreverzibilis folyamatok a korai univerzumban.