

V této práci studujeme různé aspekty chování volných testovacích částic v Einsteinově obecné teorii relativity a analyzujeme fyzikální vlastnosti prostoročasů, v nichž se tyto částice pohybují. V první části zkoumáme geodetické pohyby ve čtyřrozměrných prostoročasech konstantní křivosti, tj. Minkowského a (anti-)de Sitterově vesmíru, s obecnou expandující impulsní gravitační vlnou. Jsou odvozeny jednoduché refrakční vztahy pro částice přecházející impuls a popsán vliv nenulové kosmologické konstanty. V druhé části této práce prezentujeme obecnou metodu použitelnou ke geometrické a fyzikální interpretaci prostoročasů v libovolné dimenzi. Tato metoda je založena na systematickém analyzování relativních pohybů volných testovacích částic. Rovnice geodetické deviace je vyjádřena vzhledem k přirozené ortonormální bázi. Diskutujeme jednotlivé příspěvky odpovídající různé algebraické struktuře tenzoru křivosti a obsažené hmotě. Tento formalismus je následně užit ke zkoumání velké třídy netwistujících prostoročasů. Především pak analyzujeme pohyby částic v neexpandující Kundtově a expandující Robinsonově--Trautmanově rodině řešení.