

Temná hmota

Odkazů na existenci temné hmoty, kterou přes její elektromagnetické záření nelze prokázat, je velmi mnoho (např. Rees 2003). K nim patří také astronomická pozorování jako například pohybu galaxií uvnitř kup galaxií nebo rotačních křivek galaxií. Bez přídatných hmotných komponentů by tyto struktury v dlouhodobém měřítku nebyly stabilní a rozpadaly by se. Na kosmologické rovině je temná hmota potřebná k tomu, aby mohl být vysvětlen rozsah pozorovaných anizotropií* kosmického reliktního záření. Z měřeného spektra lze usuzovat, že mezi velkou částí hmoty a světlem musí probíhat slabší interakce, než jako je tomu u nám známé hmoty sestavené z atomů. Ani vznik kosmických struktur a galaxií si v modelu konkordance nevystačí bez temné hmoty. Až díky jejímu vlivu je možné, že se hmota ochladí natolik, aby vytvořila hvězdy a galaxie. Jeden prakticky nezávislý odkaz na temnou hmotu, postavený na základě kosmologického modelu, poskytují gravitační čočky. Hmota masivních astronomických objektů může být určena na základě měřeného zakřivení světelných paprsků. I zde překračují potřebné výskyty hmoty přínos zářící hmoty.

V souvislosti s otázkou týkající se nové fyziky je důležité rozlišovat mezi baryonovou* a nebaryonovou temnou hmotou. Baryonová temná hmota se skládá z protonů, neutronů a elektronů, které jsou velmi dobře popsány pomocí standardního kosmologického modelu. Ve standardním kosmologickém modelu z primordiální nukleosyntézy* a kosmického reliktního záření se odvozuje, že pouhá šestina celkové hmoty může být baryonové povahy (Komatsu 2009). Ve standardním modelu částicové fyziky přichází v úvahu jako nebaryonová temná hmota jedině neutrino. To však nemůže znamenat žádný podstatný přínos, protože nemá požadovaný vliv na vytváření struktur (Komatsu 2009). Z toho vyplývá, že se temná hmota musí skládat převážně z dosud neznámé formy hmoty. Teorie, které přesahují standardní model částicové fyziky, obsahují nové elementární částice, ze kterých by se temná hmota mohla skládat. Tyto částice se nazývají neutralina, gravitina, axiony nebo Kaluza-Kleinovy částice (Steffen 2009). Mnohé experimenty se snaží takové dosud neznámé částice prokázat pomocí přímých nebo nepřímých metod, přesto se dodnes nepodařilo zaznamenat žádné jednoznačné výsledky.

Baryonová asymetrie

Nevyřešené otázky v souvislosti se vznikem pozorované asymetrie hmoty – antihmoty byly dopodrobna probrány v dřívějším článku (Trüb 2006). Problém spočívá v tom, že podle tehdejších poznatků se veškerá stabilní hmota v našem vesmíru skládá z protonů, neutronů a elektronů, ale nikoli z odpovídajících antičástic. Protože při známých procesech v částicové fyzice vzniká až na nepatrné rozdíly vždy stejné množství hmoty a antihmoty, není jasné, jak mohla ve standardním kosmologickém modelu vzniknout převaha hmoty, jak ji pozorujeme dnes.

Standardní kosmologický model zahrnuje všechny potřebné předpoklady k tomu, aby mohla být principiálně vysvětlena pozorovaná asymetrie. Kvantitativní analýza v rámci standardního kosmologického modelu však ukazuje, že dnes známé extrémně malé rozdíly v chování hmoty a antihmoty nestačí na to, aby byly schopny vytvořit daný rozsah asymetrie (Bernreuther 2002). Po přečtení posledních tří odstavců tohoto článku již čtenáře nepřekvapí navrhované východisko: nová fyzika! I teorie, které zahrnují možnosti vysvětlení tohoto problému, již byly pojmenovány: supersymetrie, teorie velkého sjednocení, teorie strun. Všechny tyto teorie mají potenciál k vyřešení problému baryonové asymetrie. Ale pouze tehdy, když bude jasné, jaké rozšíření standardního kosmického modelu odpovídá přírodě a

které z jeho volných parametrů jsou stanoveny, jestli je i odpovídající teorie schopná kvantitativně vysvětlit pozorovanou převahu hmoty v rámci standardního kosmologického modelu.