

Kodused Ülesanded Iseseisvaks Harjutamiseks

Aprill 2024

1. Hubble'i konstandi hindamine on keeruline, sest galaktikatel on lisaks Hubble'i kiirusele ka pekuliaarkiirused - galaktikad mõjutavad üksteist läbi gravitatsiooni ja seetõttu on neil juhuslikud kiirused üksteise suhtes. Kui suure punanihkega peab olema galaktika, kui tahame, et v_{pec} moodustab vaid 10% tema Hubble'i kiirusest? Arvesta tüüpiliseks pekuliaarkiiruseks näiteks ≈ 500 km/s.
2. Kui kaugel peab olema galaktika, et hinnata Hubble'i konstandi väärtus 10% täpsusega? Seekord arvestada, et **ruutkeskmise** pekuliaarkiirus on 600 km/s ja eeldada kiirusväljas isotroopsust (xyz suunas sama).
Lahendada, see kahel erineval juhul:
 - Hubble konstandi tõene väärtus 100 km/sMpc^{-1}
 - Hubble konstandi tõene väärtus 50 km/sMpc^{-1}
3. Kosmilise taustkiirguse (CMB) spekter on väga lähedane musta keha spektrile ning tema temperatuur $T = 2.7255K$. Arvutada CMB energiatihedus ja footonite ruumtihedus. Mis on CMB footoni keskmine energia?
4. Kujutleme ühte footonit, mis alustas oma teekonda meie poole siis, kui universumi suurus oli 4 korda väiksem tänapäevasest suuruselt. Milline oleks sellise footoni lainepikkuse punanihe z kui mõõdaksime seda praegu? Kui kiirgumise hetkel oli footoni energia 3 MeV, mis oleks tema energia ja lainepikkus nüüd?
5. Kujutame, et kosmoloogilise konstandi energiatihedus on võrdne tänapäevase kriitilise tihedusega $\epsilon_c = 4870 \text{ MeVm}^{-3}$. Mis oleks kosmoloogilise konstandi kogu energia sfääris raadiusega 1 AU (Päikese ja Maa vaheline distant)? Mis on Päikese seisenergia? Kui võrrelda neid energia väärtusi, kas Λ -l oleks märkimisväärne mõju Päikesesüsteemi planeetidele?
6. Olgu Linnutee galaktika seisumass $\approx 100 \times 10^9 M_\odot$. Kui kaugel peaks olema teine galaktika, et Linnutee gravitatsiooni ja kosmoloogilise konstandi mõjud oleks võrreldavad. (Vihje: analoogne eelmise ülesandega)
7. Loengus käsitlesime universumi mudelit, millel $\kappa = 0$ ning energiatiheduse moodustas ainult mitterelativistlik aine. Milline oleks paisumisteguri $a(t)$ sõltuvus ajast universumis, mis koosneks ainult kiirgusest?
8. Leida horisondi suurus universumis, mis koosneb ainult kiirgusest. Kasutada eelmises ülesandes saadud vastust.
9. Näita, et universumis, kus energiatihedust domineerib materia komponent, on aeglustusparameeter $q_0 = \frac{\Omega_0}{2}$. Selleks kasuta kriitilise tiheduse ning kiirenduse võrrandit.
10. Sarnaselt eelmisele ülesandele, mis oleks q_0 universumis, kus domineerib relativistlik komponent (kiirgus)?