

# IOAA 2020 online felkészítés

## Kozmológia feladatok

Dálya Gergely

2020. május 1.

### 1. feladat

Az M58 galaxist észlelve azt tapasztaljuk, hogy az ionizált magnézium színképvonala 2813,26 angströmnél látható. Ugyanezen vonal laboratóriumi hullámhossza 2799,1 Å. Mekkora a galaxis látóirányú sebessége? Becsüljük meg az M58 távolságát is. Milyen galaxishalmaz tagja lehet ez alapján az M58?

### 2. feladat

Az ULAS J1120+0641 nevű kvazár vöröseltolódása  $z = 7,085$ . Milyen hullámhosszakon kibocsátott tényét tudjuk vizsgálni az SDSS-nél használt BOSS spektrográffal, amely a 3600-10 400 Å hullámhossztartományt fedi le?

### 3. feladat

Mekkora ma az Univerzumban a sugárzás átlagsűrűsége, ha  $\Omega_{\text{rad},0} = 10^{-4}$ ?

### 4. feladat

A kozmológiai modellek szerint az Univerzumban a  $\rho_r$  sugárzási energiasűrűség  $(1+z)^4$ -nel, a  $\rho_m$  anyagsűrűség pedig  $(1+z)^3$ -nal arányos, ahol  $z$  a vöröseltolódás. Az  $\Omega$  dimenzió nélküli sűrűségparaméter:  $\Omega = \rho/\rho_c$ , ahol  $\rho_c$  az Univerzum kritikus energiasűrűsége. A sugárzásnak és az anyagnak megfelelő sűrűségparaméterek mai értékei:  $\Omega_{r,0} = 10^{-4}$  illetve  $\Omega_{m,0} = 0,3$

- Számítsd ki azt a  $z_e$  vöröseltolódást, amelynél a sugárzás és az anyag energiasűrűsége állandó!
- Feltéve, hogy a korai Univerzumból származó sugárzás spektruma a 2,732 K hőmérsékletű feketetest-sugárzáséval modellezhető, határozd meg a sugárzás  $T_e$  hőmérsékletét a  $z_e$  vöröseltolódásnál!
- Határozd meg a  $z_e$  vöröseltolódásnál kibocsátott sugárzás fotonjainak jellemző  $E$  energiáját eV-ban!

## 5.feladat

A CMB kisugárzása körülbelül akkor történt amikor az Univerzum 380 ezer éves volt. Határozzuk meg a CMB kisugárzásához tartozó vöröseltolódást és az akkor kisugárzott fotonok hőmérsékletét! ( $t_{\text{ma}} = 13,8$  milliárd év,  $T_{\text{CMB,ma}} = 2,73$  K)

## 6.feladat

Egy kvazár vöröseltolódása  $z = 0,2$ . Becsüljük meg a távolságát!

## 7. feladat

Mekkora volt a  $\rho_{\text{m}}/\rho_{\text{r}}$  arány a rekombináció időszakában?

## 8. feladat

Edwin Hubble 1929-ben 500 km/s/Mpc-nek mérte a Hubble-állandó értékét, 2016-ban pedig a Hubble-űrteleszkóp mérései alapján 72 km/s/Mpc érték adódott. Magyarázhatja-e a két érték közötti különbséget az, hogy azóta tágult az Univerzum? Tegyük fel, hogy valójában mégis teljesen pontos mindkét mérési adat, mégpedig azért, mert valamilyen nagyon egzotikus hipotetikus anyagfajta dominál az Univerzumban. Mekkora kell legyen ekkor ennek az egzotikus anyagnak a sűrűsége és a nyomása közötti arányossági tényező ( $w$ )? Segítség: a Hubble-paraméter pontos időfüggése a következő:  $H(t) = 2/(3(w + 1)t)$

## 9. feladat

Egy távoli galaxisban lévő Ia típusú szupernóvának a maximális fényessége  $5,8 \cdot 10^9 L_{\odot}$ . Távcsővel észlelve a szupernóva fényességét  $1,6 \cdot 10^{-7}$ -nek mérjük. Tudjuk, hogy annak a galaxisnak, amelyben a szupernóva-robbanás történt  $z = 0,05$  a vöröseltolódása. Számítsuk ki a galaxis távolságát parszekben és a Hubble-időt!

## 10. feladat

A Nap felszíni hőmérséklete 5780 K, sugárzási teljesítménye pedig  $3,86 \cdot 10^{26}$  W. Becsüljük meg, hogy mennyivel csökken 2 milliárd év alatt az Univerzum összenergiája a napsugárzás miatt?