

## Linnunradan rakenne – harjoitus 1 syksy 2022

Ratkaisut on palautettava ma 19.9. klo 12.00 mennessä kurssin Moodle-sivulle.

1. Taivaanpallon havainnointia: kerrataan integrointia pallokoordinaateissa.
  - (a) Laske taivaanpallon pinta-ala neliöasteissa.
  - (b) Kuinka suurelta osalta taivaanpallosta voit tehdä havaintoja yhden vuoden aikana Helsingistä käsin? Helsingin leveyspiiri on  $\phi = +60^\circ$ .
2. Galaktiset ja ekvatoriaaliset koordinaatit.
  - (a) Herkuleen pallomaisen tähtijoukon (M13) ekvatoriaaliset koordinaatit ovat  $\alpha = 16^{\text{h}}41^{\text{m}}41^{\text{s}}$ ,  $\delta = 36^\circ27'35''$  (J2000). Laske kohteen vastaavat galaktiset koordinaatit:  $(l, b)$  (J2000).
  - (b) Linnunradan keskustan galaktiset koordinaatit ovat  $l = 0^\circ$ ,  $b = 0^\circ$ . Mitkä ovat galaksin keskustan ekvatoriaaliset koordinaatit (J2000)? Missä tähdistössä galaksin keskusta sijaitsee?
3. Orionin tähtikuviossa sijaitsevien tähtien Betelgeuse ja Rigel ekvatoriaaliset koordinaatit ja etäisyydet Maasta  $r$  ovat:  
Betelgeuse:  $\alpha = 5^{\text{h}}55^{\text{m}}10^{\text{s}}.3$ ,  $\delta = 7^\circ24'25''.4$ ,  $r = 168$  pc.  
Rigel:  $\alpha = 5^{\text{h}}14^{\text{m}}32^{\text{s}}.3$ ,  $\delta = -8^\circ12'5''.9$ ,  $r = 264$  pc.  
Kuinka pitkä on tähtien välinen etäisyys?

4. Radiaalinopeuden määrittäminen Doppler-siirtymästä.

Luennolla annettiin spektriviivan siirtymän  $\Delta\lambda$  ja tähden havaitun radiaalinopeuden  $v'_r$  välille likimääräinen yhteys

$$\frac{v'_r}{c} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0},$$

joka pätee kun  $v'_r \ll c$ . Tarkka suhteellisuusteorian mukainen kaava on kuitenkin

$$\frac{\lambda_0 + \Delta\lambda}{\lambda_0} = \sqrt{\frac{1 + v'_r/c}{1 - v'_r/c}}.$$

- (a) Kehitä suhteellisuusteorian mukainen kaava Taylorin sarjaksi, ja osoita että sarjan ensimmäiset termit antavat luennolla annetun likimääräisen kaavan.
- (b) Kuinka suuri täytyisi radiaalinopeuden  $v'_r$  olla että sarjan seuraavan termin antama korjaus aallonpituuden siirtymään on yli 1%?

5. Laske oheista taulukkoa käyttäen arvio koko taivaalla rajasuuruusluokkaa  $m$  kirkkaampien tähtien lukumäärälle, kun  $m = 6^m, 12^m, 18^m$ . *Vihje: Laske ensin galaktisen leveyden perusteella painotettu arvio keskimääräiselle tähtitiheydelle yhdelle neliöasteelle ja kerro se sitten koko taivaan pinta-alan kanssa.*

Taulukko 1: Rajasuuruusluokkaa  $m$  kirkkaampien tähtien lukumäärä per 1 neliöaste galaktisen leveyden  $b$  funktiona.

$ b $	$m = 6$	$m = 12$	$m = 18$
$90^\circ$	0.04	10.2	617
$70^\circ$	0.04	11.5	692
$50^\circ$	0.05	14.8	1000
$30^\circ$	0.06	23.5	2512
$20^\circ$	0.07	31.6	4678
$10^\circ$	0.09	43.6	9332
$0^\circ$	0.17	89.1	20900