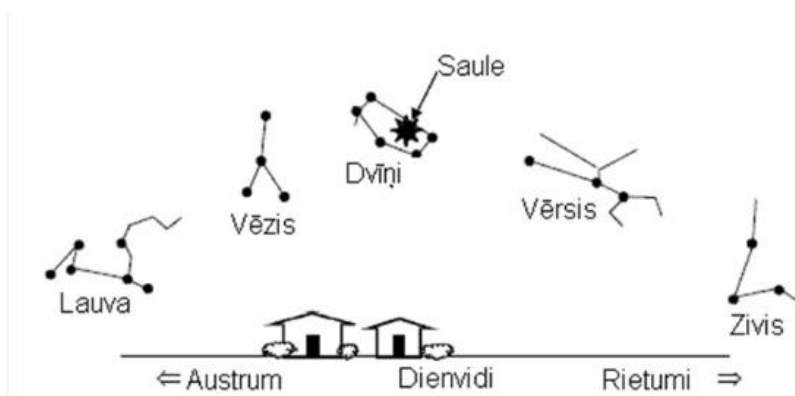


Neklāties kārta

I Tests

Tālāk doti desmit jautājumi ar atbilžu variantiem. Katram jautājumam ir tikai viena pareiza atbilde.

1. Kādā fāzē ir Mēness, kad tas pilnīgi aizsedz Sauli (notiek aptumsums)? (1 p)
 - pilns
 - jauns
 - pirmajā ceturksnī
 - pēdējā ceturksnī
 - tas var būt jebkurā fāzē
2. Kāpēc astronauti var lidināties kosmosa kuģī, kas atrodas orbītā ap Zemi? (1 p)
 - Kosmosā nav gravitācijas
 - Viņi krīt tādā pat mērā kā kosmosa kuģis
 - Viņi ir ārpus Zemes atmosfēras
 - Kosmosa kuģa iekšienē gravitācija ir mazāka
 - Tam ir vairāk kā viens iemesls
3. Iedomājies, ka Zemes orbīta kļūtu par perfektu apli tā, ka attālums līdz Saulei nekad nemainītos. Kā tas ietekmētu gadalaiku maiņu? (1 p)
 - Gadalaiku maiņa vairs nenotiktu
 - Gadalaiku maiņa notiktu, bet izmaiņas būtu daudz mazākas
 - Gadalaiku maiņa notiktu, bet izmaiņas būtu daudz lielākas
 - Gadalaiki mainītos tāpat kā pašlaik
4. Kā rodas Saules enerģija? (1 p)
 - Viegļākiem ķīmiskiem elementiem apvienojoties smagākos
 - Smagākiem ķīmiskiem elementiem sadaloties vieglākos
 - No izkusušu iežu karstuma
 - Tas ir karstums, kas ir palicis no Lielā Sprādziena
 - No Saules saspiešanās
5. Ja dienā varētu redzēt zvaigznes, debesis kādu dienu pusdienlaikā izskatītos tā kā zīmējumā. (1 p)



Saule atrodas starp Dvīņu zvaigznāja zvaigznēm. Kurā zvaigznājā Saule būtu redzama saulrietā?

- Lauvas zvaigznājā
 - Vēža zvaigznājā
 - Dvīņu zvaigznājā
 - Vērša zvaigznājā
 - Zivju zvaigznājā
6. Salīdzinot ar attālumu līdz Mēnesim, cik tālu no Zemes atrodas Starptautiskā kosmiskā stacija? (1 p)
 - Ļoti tuvu Zemei
 - Apmēram pusceļā starp Zemi un Mēnesi
 - Ļoti tuvu Mēnesim

- Aptuveni divas reizes tālāk par Mēnesi
- Dažreiz tālāk, dažreiz tuvāk par Mēnesi

7. Raugoties no jūsu atrašanās vietas, Lielo Greizo Ratu zvaigznes veido kausam līdzīgu figūru. Cik tālu vajadzētu doties, lai redzētu būtiskas izmaiņas zvaigžņu savstarpējā izvietojumā? (1 p)

- Uz citu Latvijas malu
- Uz tālu zvaigzni
- Uz Mēnesi
- Uz Plutonu
- Uz Ameriku

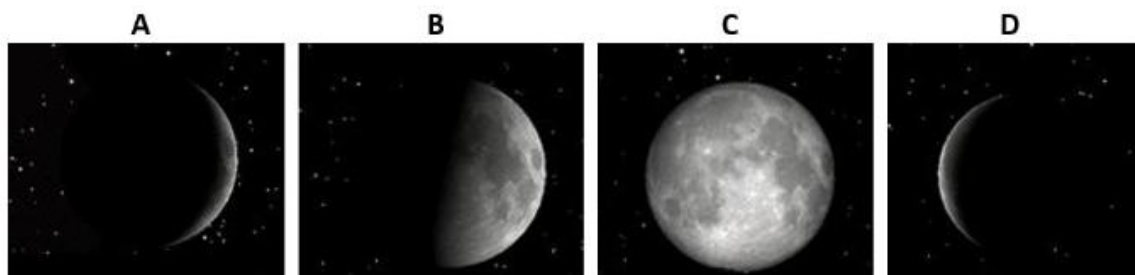
8. Kurā sarakstā objekti pareizi sarindoti no tuvākā līdz tālākajam? (1 p)

- Zvaigznes, Mēness, Saule, Plutons
- Saule, Mēness, Plutons, zvaigznes
- Mēness, Saule, Plutons, zvaigznes
- Mēness, Saule, zvaigznes, Plutons
- Mēness, Plutons, Saule, zvaigznes

9. Ko iespējams pateikt par Visuma centru saskaņā ar jaunākajiem novērojumiem un teorijām? (1 p)

- Centrā atrodas Zeme
- Centrā atrodas Saule
- Centrā atrodas Piena Ceļa galaktika
- Centrā atrodas kāda nezināma tāla galaktika
- Visumam nav centra

10. Jūs novērojat pilnu Mēnesi uzlecam austrumos. Kā tas izskatīsies pēc 6 stundām? (1 p)



- A
- B
- C
- D

2. NOVĒROJUMI AR STELLARIUM

Atbildes uz visiem jautājumiem var atrast, izmantojot brīvpieejas planetāriju Stellarium tiešsaistē: <https://stellarium-web.org/>

A Atzīmē, kuri apgalvojumi ir patiesi – ko un kur varētu novērot pie skaidrām debesīm 18.05.2025. uzreiz pēc pusnakts (**vismaz kādu brīdi** laika posmā no 0:00 līdz 3:00) atrodoties Rīgā? (4 x 0.5 p)

A1 Saturns būs redzams virs horizonta.(0.5 p)

- Patiesi
- Aplami

A2 Mēness jāmeklē Strēlnieka zvaigznājā. (0.5 p)

- Patiesi
- Aplami

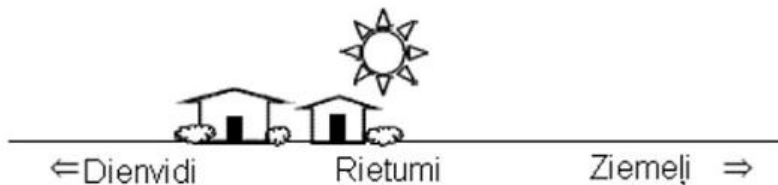
A3 Debess ziemeļrietumu pusē būs novērojams Gulbja zvaigznājs. (0.5 p)

- Patiesi
- Aplami

A4 Lielākais no 88 zvaigznājiem riet, t.i. pakāpeniski pazūd zem horizonta. (0.5 p)

- Patiesi
- Aplami

B Ap 20. martu Saule riet tieši rietumos. Kur Saule rietēs mēnesi vēlāk? (1 p)



- Tālāk uz dienvidiem
- Turpat rietumos
- Tālāk uz ziemeļiem
- Austrumos

C 2025. gada augustā Starptautiskā astronomijas un astrofizikas olimpiāde (IOAA) notiks Indijā Mumbajā.

C1 Kura/kuras planētas atradīsies virs horizonta Mumbajā 2025. gada 14. augustā plkst. 2.00 no rīta? (1.5 p)

- ☐ Merkurs
- ☐ Venera
- ☐ Marss
- ☐ Jupiters
- ☐ Saturns
- ☐ Neviena no minētajām planētām neatrodas virs horizonta

C2 Kura/kuras planētas atradīsies virs horizonta Rīgā 2025. gada 14. augustā plkst. 2.00 no rīta? (0.5 p)

- ☐ Merkurs
- ☐ Venera
- ☐ Marss
- ☐ Jupiters
- ☐ Saturns
- ☐ Neviena no minētajām planētām neatrodas virs horizonta

D 2025. gada 29. martā Latvijā bija novērojams daļējs Saules aptumsums. Tā maksimums Rīgā bija plkst. 13.35.

D1 Kādā zvaigznājā atradās Saule daļējā aptumsuma laikā? (1 p)

- Dvīņu zvaigznājā
- Lauvas zvaigznājā
- Ūdensvīra zvaigznājā
- Zivju zvaigznājā
- Vērša zvaigznājā

D2 Kādā zvaigznājā atradās Mēness daļējā Saules aptumsuma laikā? (0.5 p)

- Dvīņu zvaigznājā
- Lauvas zvaigznājā
- Ūdensvīra zvaigznājā
- Zivju zvaigznājā
- Vērša zvaigznājā

D3 Kāda bija Mēness fāze daļēja Saules aptumsuma laikā? (0.5 p)

- Jaunmēness
- Pirmais ceturksnis
- Pēdējais ceturksnis
- Pilnmēness

E Gustiņš 29. martā bija aizceļojis uz Vēlintonu Jaunzēlandē. Atzīmē, kuri apgalvojumi ir patiesi! Novērojumi tiek veikti 13.35 pēc atbilstošās vietas vietējā laikā.

E1 29. martā viņš varēja novērot daļējo Saules aptumsumu Vēlintonā. (1 p)

- Patiesi
- Aplami

E2 Mēness pēc vietējā laika 13.35 atrodas tālāk no Vēlintonas nekā no Rīgas. (1 p)

- Patiesi
- Aplami

E3 Fāze, kādā redzams Mēness, Vēlintonā un Rīgā atšķiras. (1 p)

- Patiesi
- Aplami

3. Īsie uzdevumi

Ievēro mērvienības, kādās jāizsaka atbildes. Katru īso uzdevumu var risināt neatkarīgi no pārējiem.

A Sakārtojiet objektus pēc to vidējā blīvuma augošā secībā!

- Saule
- Zeme
- Galaktika
- Aldebarans
- Baltais punduris
- Neitronu zvaigzne

Kurā atbildē norādīta atbilstošā secība? (1 p.)

- Saule – Zeme – Galaktika – Aldebarans – baltais punduris – neitronu zvaigzne
- Saule – Zeme – baltais punduris – neitronu zvaigzne – Galaktika – Aldebarans
- Galaktika – Aldebarans – Saule – Zeme – baltais punduris – neitronu zvaigzne
- baltais punduris – neitronu zvaigzne – Galaktika – Aldebarans – Saule – Zeme
- neitronu zvaigzne – baltais punduris – Zeme – Saule – Aldebarans – Galaktika

B Nosakiet, cik liels ir asteroīda orbitālais periods Zemes gados, ja tā orbītas lielā pusass ir 2.4 au un ekscentritāte ir 0,1565. (1 p.)

Atbilde: $T = \dots$ Zemes gadi

C Elnata β Tau redzamais spožums ir 2.65^m , savukārt absolūtais spožums ir -1.42^m . Novērtējiet no šīm vērtībām attālumu līdz Elnatam un izsakiet to parsekos (pc). (1 p.)

Atbilde: $d = \dots$ pc

D Tīmekļa vietnē *what3words* Zemes virsma ir virtuāli sadalīta $3 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ kvadrātos, un katram no tiem ir piešķirts unikāls kods, kas sastāv no trim nejauši izvēlētiem angļu valodas vārdiem (piemēram, Latvijas Universitātes Astronomiskais tornis tiek raksturots kā *historic.button.cage*).

Katrs no trim vārdiem tiek izvēlēts no viena un tā paša n vārdu saraksta. Nosakiet minimālo nepieciešamo n vērtību, lai šādā veidā varētu apzīmēt katru $3 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ kvadrātu uz Zemes virsmas? (1 p.)

Atbilde: $n = \dots$ vārdi

E Cik liels ir leņķis starp Sauli un Mēnesi, skatoties no Zemes centra (Mēness ģeocentriskā elongācija), ja ir apgaismota tieši Mēness puse (fāze ir 0.5000)?

Pieņemiet, ka Zemes un Mēness orbītas ir riņķveida un atrodas vienā plaknē, ka attālums no Zemes līdz Mēnesim ir 384 400 km un ka attālums no Zemes līdz Saulei ir 149,6 miljoni km. Atbildi norādiet ar trim cipariem aiz komata.

(1 p)

Atbilde: $\alpha = \dots^\circ$

F Kur 2026. gada 21. decembrī vertikāli iestiprinātam stabam vietējā pusdienlaikā nebūs ēnas? (1 p.)

- uz Vēža tropa
- uz ekvatora
- uz Mežāža tropa
- uz Antarktikas polārā loka

G Apskatīsim kādu Hercšprunga-Rasela diagrammas galvenās secības zvaigzni, kuras masa ir $M=9.1 \cdot 10^{29}$ kg. Tās enerģijas avots ir protona-protona (pp) kodolreakciju cikls, kurš pārvērš enerģijā $\nu = 0.7\%$ no vielas masas, kas piedalās reakcijās.

Ūdeņraža un hēlija sākotnējā masas daļas zvaigznē ir $f_H=0.71$ un $f_{He}=0.22$ attiecīgi. Zinot, ka uz galvenās secības starжда ir atkarīga no masas kā $L \propto M^{3.5}$, nosakiet zvaigznes starждаu Saules starждаdas vienībās! (1 p.)

Nosakiet ūdeņraža masu (izsakiet to kilogramos), kas tiek pārvērsts hēlijā katru sekundi (1 p.)

Pieņemot, ka uz galvenās secības zvaigzne kodolsintēzes reakcijās pārvērš $k = 10\%$ no visas savas ūdeņraža masas, nosakiet šīs zvaigznes galvenās secības fāzes ilgumu (miljardos gadu). (1 p.)

Atbildes:

$$L = \dots L_{\odot}$$

$$m_H = \dots \text{ kg}$$

$$T = \dots \text{ miljardi gadu}$$

H 2033. gada vasarā leņķiskais attālums starp Marsu un Polārzvaigzni ir 113.5° . Nosakiet maksimālo Marsa augstumu virs horizonta, ja to novēro no vietas ar ģeogrāfisko platumu $\varphi=46^\circ\text{N}$. Atbildi izsakiet grādos. (1 p.)

$$\text{Atbilde: } h_{\max} = \dots^\circ$$

4. Ģeostacionārs pavadonis

Ievēro mērvienības, kādās jāizsaka atbildes. Dažus uzdevuma apakšpunktus var risināt neatkarīgi no pārējiem.

Ģeostacionārais pavadonis ir tāds pavadonis, kurš, rotējot ap Zemi, vienmēr atrodas virs viena Zemes virsmas punkta. Tā ir, taisne, kas savieno Zemes centru ar pavadoni, kas katrā laika brīdī šķērso Zemes virsmu vienā un tajā pašā punktā. Šāda pavadoņa trajektorija nerotējošā atskaites sistēmā ar centru Zemes centrā ir riņķa līnija, kas atrodas Zemes ekvatoriālajā plaknē.

Pavadoņa masa ir $m = 100\text{kg}$, Zemes masa ir $M = 5.972 \cdot 10^{24}\text{ kg}$, Zemes rādiuss ir $R_z = 6.378 \cdot 10^6\text{ m}$. Zemes rotācijas periods (astronomijā to sauc par zvaigžņu diennakti) ir $T_d = 23^{\text{h}}56^{\text{m}}04^{\text{s}}$.

A

A1 Cik lielā augstumā h virs Zemes virsmas atrodas ģeostacionārie pavadoņi? Izsakiet atbildi metros. (1 p)

Atbilde: $h = \dots\text{ m}$

A2 Kura no dotajām formulām pareizi saista ģeostacionārā pavadoņa ātrumu v ar Zemes rādiusu R_z , zvaigžņu diennakts garumu T_d un brīvās krišanas paātrinājumu uz Zemes virsmas g ?

Izvēlies pareizo formulu! (1 p.)

a) $\frac{g^2 T_d^3}{4\pi R_z}$	b) $\sqrt[3]{2\pi R_z g^2 T_d}$	c) $\sqrt[3]{\frac{2\pi g R_z^2}{T_d}}$
d) $\sqrt[3]{4\pi^2 R_z g^2 T_d}$	e) $\frac{2\pi R_z^2}{g T_d^3}$	f) $2\pi \sqrt[3]{\frac{g R_z^2}{T_d}}$

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)
- f)

B Apskatīsim momentu, kad pavadonis atrodas starp Sauli un Zemi. Pieņemiet, ka ģeostacionāro pavadoņu augstums ir $h = 3.600 \cdot 10^7\text{ m}$. Saules starjauka ir $L = 3.826 \cdot 10^{26}\text{ W}$, Zemes centrs atrodas attālumā $a_z = 1.496 \cdot 10^{11}\text{ m}$ no Saules.

B1 Cik lielu starojuma intensitāti I_s vatos uz kvadrātmētru saņem pavadoņa puse, kas ir vērsta uz Sauli? (1 p)

Atbilde: $I_s = \dots\text{ W/m}^2$

B2 Cik lielu starojuma intensitāti I_z vatos uz kvadrātmētru saņem pavadoņa puse, kas ir vērsta uz Zemi? Pieņem, ka Zemes virsma izklīdē atpakaļ kosmosā $\eta = 0.30$ no enerģijas, kuru tā saņem no Saules (t.i., Zemes albedo ir 30 %). (1 p)

Atbilde: $I_z = \dots\text{ W/m}^2$

B3 Saules redzamais spožums uz Zemes ir $m_s = -26.8^{\text{m}}$. Cik liels ir Zemes redzamais spožums m_z , skatoties no pavadoņa? Pieņemiet, ka atbildes uz iepriekšējiem diviem jautājumiem ir $I_s = 1000\text{ W/m}^2$ un $I_z = 10\text{ W/m}^2$. (1 p)

Atbilde: $m_z = \dots^{\text{m}}$

C Apskatīsim kā pavadoņa orbītu ietekmē tā kinētiskā enerģija. Šajā daļā pieņem, ka ģeostacionāra pavadoņa augstums virs Zemes virsmas ir $h = 3.600 \cdot 10^7$ m.

C1 Cik liela ir ģeostacionārā pavadoņa pilnā mehāniskā enerģija (potenciālās un kinētiskās enerģijas summa) E džoulos? (1 p)

Atbilde: $E = \dots$ J

C2 Pavadonis iedarbināja raķešdzinējus, lai samazinātu savu kustības ātrumu. Rezultātā pavadoņa kinētiskā enerģija ir samazinājusies divreiz, taču ātruma virziens nemainījās. Cik liela tagad ir pavadoņa pilnā mehāniskā enerģija E' ? (1 p)

Atbilde: $E' = \dots$ J

C3 Cik liela ir jaunās pavadoņa orbītas lielā pusass a' metros? Pieņem, ka atbilde uz iepriekšējo jautājumu ir $E' = -8.0 \cdot 10^8$ J. (1 p)

Atbilde: $a' = \dots$ m

C4 Vai uz jaunās orbītas pavadonis sadursies ar Zemi? Šeit un tālāk pieņem, ka jaunās orbītas lielā pusass ir $a = 2.600 \cdot 10^7$ m. (1 p)

- Jā
- Nē

C5 Cik liela ir jaunās pavadoņa orbītas mazā pusass b metros? (1 p)

Atbilde: $b = \dots$ m

5. H II REĢIONS

Ievēro mērvienības, kādās jāizsaka atbildes. Dažus uzdevuma apakšpunktus var risināt neatkarīgi no pārējiem.

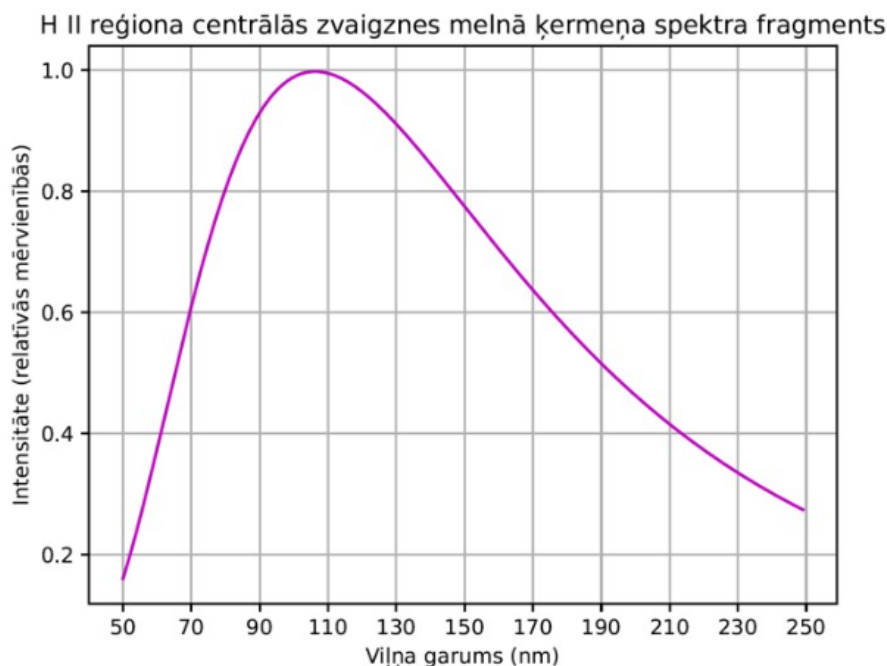
H II reģioni (emisijas miglāji) ir vieni no skaistākajiem objektiem debesīs. Tie rodas jaunu, augstas temperatūras zvaigžņu apkārtnē, kad no zvaigznēm izdalītais starojums jonizē apkārt esošos ūdeņraža atomus un tie, elektronu rekombinācijas rezultātā, izstaro gaismu. Apzīmējums “H II” (to lasa ka “hā divi”) arī nozīmē to, ka gaisma rodas jonizētā ūdeņraža rekombinācijā.



Attēlā: Oriona A molekulāra mākoņa zvaigžņu veidošanas apgabals un spožs H II reģions. Dati no ESO/VISTA teleskopa. Uzņēmums tuvā IS diapazonā.

Šajā uzdevumā mēs apskatīsim dažādus ar H II reģioniem saistītus procesus.

Apskatot miglāja spektru, astronomiem izdevās rekonstruēt centrālās zvaigznes spektru:



A1 Nosaki no šī spektra zvaigznes efektīvo temperatūru, pieņemot, ka tas ir absolūti melnā ķermeņa spektrs, un izsaki to kelvīnos! (1 p.)

Atbilde: $T = \dots$ K

A2 Nosaki zvaigznes pīķa viļņa garuma fotona enerģiju un izsaki to džoulos! (1 p.)

Atbilde: $E = \dots$ J

A3 Pētot H II reģionus, astronomi pārbauda, vai tajā esošo zvaigžņu izstarotā gaisma spēj jonizēt apkārt esošos ūdeņraža atomus. Fotona viļņa garums, kurš ir nepieciešams, lai paceltu elektronu no enerģijas līmeņa n_1 uz līmeni n_2 , ir atrodams no Ridberga formulas:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

kur Ridberga konstante $R_H = 1.096 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$.

Nosaki fotonu maksimālo viļņa garumu, kas vēl jonizē ūdeņradi, un izsaki to nm! Jonizācija atbilst pārejai no elektrona zemākajā enerģijas līmenī ($n_1 = 1$) uz brīvu stāvokli ($n_2 = \infty$)! (1 p.)

Nosaki arī tam atbilstošu fotonu enerģiju un izsaki to džoulos! (1 p.)

Atbildes: $\lambda = \dots \text{ nm}$

$E_{\text{joz}} = \dots \text{ J}$

A4 Vai apskatītās zvaigznes pīķa viļņa garuma fotons spēj jonizēt neitrālu ūdeņradi? (1 p)

- Jā
- Nē

Turpmāk uzdevumā noteiksim centrālās zvaigznes teorētisko H II reģiona izmēru, pieņemot, ka ūdeņradis ir viendabīgi sadalīts telpā. Nosacījums, kurš mums ļaus to paveikt, ir līdzsvars starp laika vienībā jonizētiem un rekombinētiem ūdeņraža atomiem. Ja abi lielumi ir vienādi, tad H II reģions ir sasniedzis lielāko iespējamo izmēru.

A5 Sāksim ar jonizāciju skaitu. Vispirms ir jānosaka zvaigznes starjaua. Zināms, ka zvaigznes absolūtais zvaigžņlielums $M = -7^{\text{m}}$, Saules absolūtais zvaigžņlielums $M = 4.83^{\text{m}}$ un Saules starjaua $L = 3.83 \cdot 10^{26} \text{ W}$. Nosaki zvaigznes starjauu Saules starjauas vienībās (1 p.) un arī vatos! (1 p.)

Atbildes: $L_{\text{zv}} = \dots L_{\odot}$

$L_{\text{zv}} = \dots \text{ W}$

A6 Neskatoties uz to, ka zvaigznes pīķa viļņa garuma fotons nav spējīgs jonizēt ūdeņradi, liela daļa zvaigznes izdalītā starojuma tomēr ir pietiekami enerģiska lai to spētu.

Pieņemsim tuvināti, ka 30% zvaigznes starjauas tiek izstarota ar viļņa garumu $\lambda = 90 \text{ nm}$ un ir spējīga jonizēt neitrālo ūdeņradi. Cik fotonus kuri ir spējīgi jonizēt neitrālo ūdeņradi sekundē izstaro zvaigzne visos virzienos? (1 p.)

Atbilde: $N = \dots$ fotoni sekundē

A7 Pāriesim pie rekombināciju skaita. Rekombinācijas procesu apraksta elektronu rekombinācijas ātrums R , kas tiek izteikts kā notiekošo rekombināciju skaits tilpuma vienībā ik sekundi.

Tas ir atkarīgs no ūdeņraža atomu un elektronu blīvuma, kuru mēs šajā uzdevumā pieņemsim kā konstantu apkārt zvaigznei, un tā vērtība ir $R = 3.1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^{-3} \text{ s}^{-1}$.

Cik lielā tilpumā vidēji notiek viena rekombinācija sekundē? (1 p.)

Atbilde: $V = \dots \text{ m}^3$

A8 Visbeidzot, nosaki H II reģiona rādiusu parsekos! (1 p.)

Atbilde: $R = \dots \text{ pc}$