XXI Astronoomia lahtine võistlus 2025 – noorem rühm

Juhised

Ülesannete lahendamiseks on aega 3 tundi. Kokku on võimalik saada **90 punkti**. Ülesandeid ei pea lahendama järjest ning ei pea lahendama ka kõiki ülesandeid. Ülesanded võivad, aga ei pruugi olla keerukuse järjekorras. Hindamisel arvestatakse ainult puhtandit, välja arvatud juhul, kui puhtandile on lisatud märge, et tuleks vaadata mustandit. Lahenduste esitamisel tuleb kõik ülesanded lahendada eraldi lehele, igal lehel peab olema selgelt kirjutatud peale õpilase nimi. Kõik mustandi lehed peavad olema vastavalt märgendatud. Kui õpilane esitab lahendused puhtandil ja mustandil neid mitte selgelt eristades, siis on kontrollijail õigus kontrollida vaid üht, vabalt valitud lahendust. Ülesannete lahendamisel on lubatud kasutada vabalt valitud kalkulaatorit, aga kalkulaatoriks ei või olla internetiühendusega või muude mitte-arvutuslike võimekustega seade. Kahtluse korral küsi järelevaatajalt. Lahendus tuleb kirjutada kas sinise või musta pastakaga. Kõigis lahendustes võib teha mõistlikke lihtsustusi, näiteks modelleerida kanasid ideaalse sfäärina, ignoreerida atmosfääride optilisi iseärasusi jne.

Lahendamiseks vajalike konstantide ja astronoomiliste suuruste tabel on allpool.

NB!

- **Igale lehele peab olema kirjutatud õpilase nimi ja kood.**
- **Iga ülesanne peab olema lahendatud eraldi lehele.**

Punktid

Ülesanded annavad järgnevalt punkte:

- 1. ülesanne – 10 ,
- 2. ülesanne – 10,
- 3. ülesanne – 15,
- 4. ülesanne – 15,
- 5. ülesanne – 20,
- 6. ülesanne – 20.

Konstandid

Fundamentaalkonstandid

Valguse kiirus vaakumis	c	=	$2.998 \times 10^{8}\ \mathrm{m\,s^{-1}}$
Plancki konstant	h	=	$6.626 \times 10^{-34}\ \mathrm{J\,s}$
Boltzmanni konstant	k_B	=	$1.381 \times 10^{-23}\ \mathrm{J\,K^{-1}}$
Stefan-Boltzmanni konstant	σ	=	$5.670 \times 10^{-8}\ \mathrm{W\,m^{-2}\,K^{-4}}$
Elementaarlaeng	e	=	$1.602 \times 10^{-19}\ \mathrm{C}$
Gravitatsioonikonstant	G	=	$6.674 \times 10^{-11}\ \mathrm{N\,m^{2}\,kg^{-2}}$
Vaakumi dielektriline läbitavus	ϵ_0	=	$8.854 \times 10^{-12}\ \mathrm{m^{-3}kg^{-1}s^{4}A^{2}}$
Universaalne gaasi konstant	R	=	$8.315\ \mathrm{J\,mol^{-1}\,K^{-1}}$
Avogadro arv	N_{A}	=	$6.022 \times 10^{23}\ \mathrm{mol^{-1}}$
Wieni nihkeseadus	$b = \lambda_m T$	=	$2.898 \times 10^{-3}\ \mathrm{m\,K}$
Elektroni mass	m_{e}	=	$9.109 \times 10^{-31}\ \mathrm{kg}$
Prootoni mass	m_{p}	=	$1.673 \times 10^{-27}\ \mathrm{kg}$
Neutroni mass	m_{n}	=	$1.675 \times 10^{-27}\ \mathrm{kg}$
Heeliumi aatomituuma mass	m_{He}	=	$6.645 \times 10^{-27}\ \mathrm{kg}$
Aatommassiühik (a.m.ü.)		=	$1.661 \times 10^{-27}\ \mathrm{kg}$

Astronoomilised andmed

Hubble'i konstant	H_0	=	$70\ \mathrm{km\,s^{-1}\,Mpc^{-1}}$
Ekliptilise põhjapooluse koordinaadid	(α_E, δ_E)	=	$(18^h 00^m 00^s, +66°33'39'')$
Galaktilise põhjapooluse koordinaadid	(α_G, δ_G)	=	$(12^h 51^m 26^s, +27°7'42'')$
1 jansky	1 Jy	=	$10^{-26}\ \mathrm{W\,m^{-2}\,Hz^{-1}}$
1 parsek	1 pc	=	$3.086 \times 10^{16}\ \mathrm{m}$ 206 265 aü 3.262 ly
1 astronoomiline ühik	1 aü	=	$1.496 \times 10^{11}\ \mathrm{m}$
1 sideeriline päev	T_{SD}	=	23.934 44 h $23^h 56^m 04^s$
1 troopiline aasta		=	365.2422 päeva
1 sideeriline (tähe-) aasta		=	365.2564 päeva

Lähendused

$(1+x)^n \approx 1 + nx$

$(1+x)(1+y) \approx 1 + x + y$ kui $x \ll 1$ ja $y \ll 1$

Gaussi valemid

Sfääriline koosinusteoreem: $\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A$

Sfääriline siinusteoreem: $\frac{\sin A}{\sin a} = \frac{\sin B}{\sin b} = \frac{\sin C}{\sin c}$

Päike

Päikese heledus	$L_\odot$	=	$3.826 \times 10^{26}\,\mathrm{W}$
Päikese näiv nurkläbimõõt	$\theta_\odot$	=	$32'$
Päikese efektiivne temperatuur	$T_{\mathrm{eff},\odot}$	=	5778 K
Näiv tähesuurus		=	-26.75
Absoluutne tähesuurus		=	$+4.82$
Näiv bolomeetriline tähesuurus		=	-26.83
Absoluutne bolomeetriline tähesuurus		=	$+4.74$
Päikese kaugus Galaktika keskmest		$\approx$	8 kpc

Maa ja Kuu

Maa telje kaldenurk	ϵ	=	$23.5'$
Platooniline aasta (Maa telje pretsessiooni periood)		=	25 765 aastat
Täiskuu näiv tähesuurus		=	-12.74
Kuu näiv nurkläbimõõt	θ_{L}	=	$31'$
Kuu orbiidi kalle ekliptika suhtes		=	$05°08'43''$
Kuu ekvaatori kaldenurk Kuu orbiidi tasandi suhtes		=	$6.687°$
Sideeriline kuu	T_{SL}	=	27.321661päeva 655.71986 h
Sünoodiline kuu		=	29.530589 päeva
Troopiline kuu		=	27.321582 päeva
Anomaalne kuu (keskmine aeg kahe Kuu perigee läbimise vahel)		=	27.554550 päeva
Drakooniline kuu (Kuu ekliptikaga lõikumise periood)		=	27.212221 päeva

Päikesesüsteem

Taeva-keha	**Keskmine raadius** [km]	**Mass** [kg]	**Pikem pooltelg** [aü]	**Ekstsentrilisus**
Päike	695 700	1.988×10^{30}	—	—
Merkuur	2 440	3.301×10^{23}	0.387	0.206
Veenus	6 052	4.867×10^{24}	0.723	0.007
Maa	6 378	5.972×10^{24}	1.000	0.016 710
Kuu	1 737	7.346×10^{22}	3.844×10^{5} km	0.054 900 (vahemik $0.026 - 0.077$)
Marss	3 390	6.417×10^{23}	1.524	0.093
Jupiter	69 911	1.898×10^{27}	5.203	0.048
Saturn	58 232	5.683×10^{26}	9.537	0.054
Uraan	25 362	8.681×10^{25}	19.189	0.047
Neptuun	24 622	1.024×10^{26}	30.070	0.009

1 Lühiküsimused

10 punkti

All on toodud 5 väidet märgi ära kas väide on õige või vale kasutades õige vastuse tähistamiseks „ÕIGE“ või „+“ ja vale vastuse tähistuseks „VALE“ „-“. Vastuseid põhjendama ei pea.

1. Ekvaatoril olles saab 1 aasta jooksul näha kõiki geostatsionnarseid sateliite.
2. Veega, Deeneb ja Altair moodustavad suvekolmnurga.
3. 2000 aastat tagasi oli Maa pöörlemistelg suunatud Põhjanaelast 10 kraadi lõunapoole.
4. Kevadpunkt asub Kalade tähtkujus.
5. Suur Suur Magalhaesi pilv paistab Maalt vadeldes heledamana kui Andromeeda galaktika.

1. Ekvaatoril ühes punktis olles saab 1 aasta jooksul näha kõiki geostatsionnarseid sateliite. - **EI** - 2p
2. Veega, Deeneb ja Altair moodustavad suvekolmnurga. **JAH** - 2p
3. 2000 aastat tagasi oli Maa pöörlemistelg suunatud Põhjanaelast 10 kraadi lõunapoole. **EI** - 2p
4. Kevadpunkt asub Kalade tähtkujus. **JAH** - 2p
5. Suur Suur Magalhaesi pilv paistab Maalt vadeldes heledamana kui Andromeeda galaktika. **JAH** - 2p

2 Inimkeha kiirgus

10 punkti

Lahendus: Teisendame temperatuurid Kelvinitesse:
$T_{inimene} = 36^o$ C + 273 K = 309 K
$T_{tuba} = 20^o$ C + 273 K = 293 K

1. Leiame energia, mida inimene kiirgab kasutades Stefan-Boltzmanni seadust, kuna me eeldame, et inimkeha käitub nagu must keha (σ on Stefan-Boltzmanni konstant, S on inimkeha pindala ja $T_{inimene}$ on inimkeha temperatuur):

$$F_{kiirgab} = \sigma \cdot S \cdot T_{inimene}^4 = 5.670 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4} \cdot 1.5 \text{ m}^2 \cdot 309^4 \text{ K}^4 = 775 \text{ W} \quad (1)$$

2. Leiame vastava lainepikkuse Wieni nihkeseadusega

$$\lambda_{max} \cdot T_{inimkeha} = 2.9 \times 10^{-3} \text{ m K} \longrightarrow \lambda_{max} = \frac{2.9 \times 10^{-3} \text{ m K}}{309 \text{ K}} = 9.4 \times 10^{-6} \text{ m} = 9.4 \ \mu\text{m} \quad (2)$$

   Lainepikkus 9.5 μm on infrapunases spektripiirkonnas.

3. Leiame energia, mida inimene neelab kasutades Stefan-Boltzmanni seadust, kuna me eeldame, et ruumi seinad käituvad nagu must keha (T_{tuba} on toa temperatuur):

$$F_{neelab} = \sigma \cdot S \cdot T_{tuba}^4 = 5.670 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4} \cdot 1.5 \text{ m}^2 \cdot 293^4 \text{ K}^4 = 627 \text{ W} \quad (3)$$

4. Leiame, kui palju kaotab inimene energiat:

$$F_{kaotab} = F_{kiirgab} - F_{neelab} = 775 \text{ W} - 627 \text{ W} = 190 \text{ W} \quad (4)$$

3 Erikssoni ekvaator

15 punkti

Edev miljardär Elmar Muusik, kes on ookeanitaguse Erikssoni Ühendriikide Purgatoorse Astronoomilise Efektiivsuse Liidu (PAEL) juht, veenis Erikssoni Ühendriikide presidendi Toomas Tulpi, et taevaekvatoor peaks palja silmaga nähtav olema. Selleks rahastas Erikssoni Ühendriikide valitsus Muusiku firma kosmoseprogrammi, et too saadaks taevaekvaatori tasandile 100 000 Tähelinik satelliiti. Kuna matemaatika polnud Muusiku tugevam külg ja ta ei usaldanud oma insenere, siis lennutati satelliidid aga kogemata hoopis Maa ekvaatori tasandile 4 Maa raadiuse kaugusele Maa pinnast.

1. Mitut Täheliniku satelliiti näeb Maa ekvaatorilt 1 tunni jooksul?
2. Kuna „targad mehed“ ei suuda oma vigu tunnistada, otsustas Muusik nimetada uue taevaekvaatori Erikssoni ekvaatoriks ja Erikssoni maa astronoomid pidid selle kasutusele võtma uue taevaekvaatorina. Leidke milline on suurim võimalik tähtede käände numbrilise väärtuse erinevus uues Erikssoni Ühendriikide süsteemis?
3. Kui satelliidid viia Maast kaugemale, siis kas võimalik käände erinevus kasvab või kahaneb, põhjenda?

punkti

Lahendus:

1.Mitut Täheliniku satelliiti näeb Maa ekvaatorilt 1 tunni jooksul?

Kuna võib teha lihtsustuse, et korraga on näha pooled satelliidid, siis piisab kui arvutada, mitu tuleb nähtavale 1 tunni jooksul

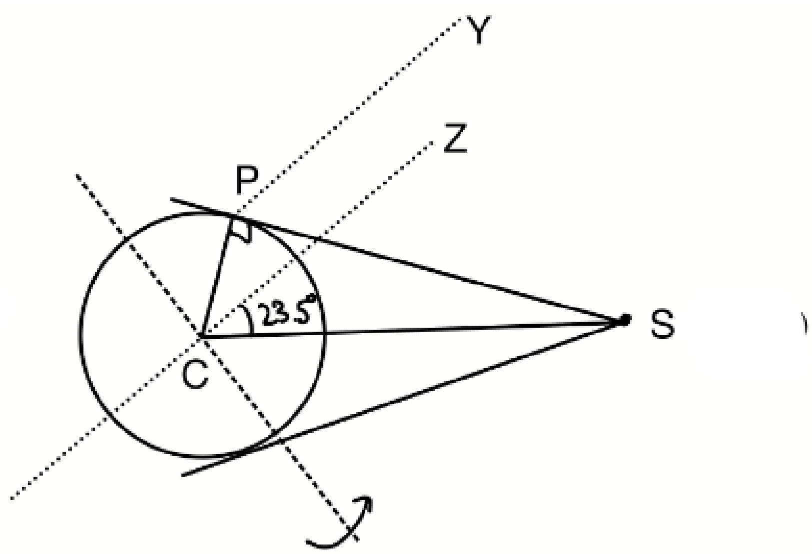
$$n_{sat} = N_{sat} \cdot (\frac{1}{2} + \frac{1}{24}) = 50000 + 4166 = 54166$$

Ümardama peaks alla, sest ei saa näha 0.midagi satelliiti

Vastus 54166

3 punkti

2.Kuna „targad mehed“ ei suuda oma vigu tunnistada, otsustas Muusik nimetada uue taevaekvaatori Erikssoni ekvaatoriks ja Erikssoni maa astronoomid pidid selle kasutusele võtma uue taevaekvaatorina. Leidke milline on suurim võimalik tähtede käände numbrilise väärtuse erinevus uues Erikssoni Ühendriikide süsteemis?



Mis tahes keha uue ja vana deklinatsiooni erinevus on sama, mis vana (või tegelik) taevaekvaatori ja satelliitide riba vaheline nurk, mis tahes asukohas Maal. Kuid satelliitide asukoht taevasfääris muutub sõltuvalt asukohast Maal, sest need on ainult piiratud kaugusel, st parallaksis. Mis tahes asukoht taevaekvaatoril on joonisel paralleelne joonega CZ (öötaeva projektsiooniks peetakse „lõpmatust”, mitte ainult $5R_{Maa}$ kaugust) suvalises punktis Maal.

Maksimaalse nurga saame avaldada:

$$\angle YPS = \angle ZCS + \angle PSC, (5p)$$

kus,

$$\angle PSC = \arcsin CP/CS = \arcsin 1/5 = 11.5^{\circ}, (2p)$$

seega on maksimaalne nurk

$$\angle YPS = 23.5^{\circ} + 11.5^{\circ} = 25^{\circ}(2p)$$

3.Kui satelliidid viia Maast kaugemale, siis kas võimalik käände erinevus kasvab või kahaneb,

Kuna käände erinevus sõltub arkussiinusest, siis satelliitide kaugemale minemisega maksimaalne erinevus kahaneb (3p)

4 Pluuto ja Charon

15 punkti

Pluuto kaaslane Charon avastati 1978. aastal. Maa orbiit on Pluuto orbiidi suhtes niiviisi kaldu, et Maalt on vaid harva võimalik vaadelda seda, kuidas Charon Pluutost üle liigub ja seepärast Pluuto näiv heledus muutub. Charoni orbitaalperiood on 6.39 päeva. Pluuto ja Charon tiirlevad ümber ühise punkti, mis ei asu Pluuto keskel. Charoni orbiit on ca 7.3 korda nii suur kui Pluuto orbiit.

1. Konstrueeri Tabelit 1 kasutades Pluuto heleduskõver.
2. Hinda, millisel ajahetkel toimusid Charoni ülemineku esimene, teine ja kolmas kontakt. Kui pikk aeg kulus esimese ja teise kontakti vahel? Kui pikk aeg kulus esimese ja kolmanda kontakti vahel?
3. Viimaste hinnangute järgi on Charoni kaugus Pluutost ca 19130km. Oletades, et Charoni orbiit on ringikujuline, leia Charoni orbiidi ümbermõõt, orbitaalkiirus ning hinda, kui suur on Charoni läbimõõt ja kui suur on Pluuto läbimõõt?.

Tabelis 1 on antud Pluuto heleduse muutumine ühe Charoni ülemineku ajal, 18. veebruaril 1987.

Lahendus:

2.Hinda, millisel ajahetkel toimusid Charoni ülemineku esimene, teine ja kolmas kontakt. Kui pikk aeg kulus esimese ja teise kontakti vahel? Kui pikk aeg kulus esimese ja kolmanda kontakti vahel? **Vastus: 14:15, 16:00, 17:00, 1h45min,2h45min**

3.Viimaste hinnangute järgi on Charoni kaugus Pluutost ca 19130km. Oletades, et Charoni orbiit on ringikujuline, leia Charoni orbiidi ümbermõõt, orbitaalkiirus ning hinda, kui suur on Charoni läbimõõt ja kui suur on Pluuto läbimõõt? Orbiidi ümbermõõdu leiame:

$$C = 2\pi R \quad (5)$$

$$C = 2\pi \cdot 19130km = 120197,33km \quad (6)$$

Charoni orbitaalkiiruse leidmiseks jagame orbiidi ümbermõõdu orbitaalperioodiga.

$$v_{orbitaal} = \frac{C}{P_{orbitaal}} \quad (7)$$

Aeg (UT)	Heleduse muutus	Aeg (UT)	Heleduse muutus
13:30	-0.010	17:15	-0.199
13:45	-0.001	17:30	-0.150
14:00	+0.012	17:45	-0.130
14:15	-0.011	18:00	-0.092
14:30	-0.033	18:15	-0.049
14:45	-0.050	18:30	-0.024
15:00	-0.097	18:45	-0.005
15:15	-0.128	19:00	-0.006
15:30	-0.155	19:15	-0.002
15:45	-0.180	19:30	-0.001
16:00	-0.218		
16:15	-0.220		
16:30	-0.221		
16:45	-0.219		
17:00	-0.220		

Tabel 1: Pluuto heleduse muutus

$$v_{orbitaal} = \frac{120197,33km}{6,39päeva} = \frac{120197,33km}{153,36h} = 783,75km/h \tag{8}$$

Charoni läbimõõdu leidmiseks peame teadma, et selle leiame kasutades orbitaalkiirust ning aega, mis kulus esimesest kontaktist teiseni ning Pluuto läbimõõdu leidmiseks aega, mis kulus esimesest kontaktist kolmandani.

$$d_{Charon} = t_{II-I} \cdot v_{orbitaal} = 1,75h \cdot 783,75km/h = 1371,56km \tag{9}$$

$$d_{Pluuto} = t_{III-I} \cdot v_{orbitaal} = 2,75h \cdot 783,75km/h = 2115,31km \tag{10}$$

Vastus: Charoni orbiidi ümbermõõt on 120197,33km, orbitaalkiirus on 783,75km/h, Charoni läbimõõt on 1371,56km ja Pluuto läbimõõt on 2115,31km.

5 Kepleri komeedid

20 punkti

Kepleri seadused kirjeldavad taevakehade liikumist kosmoses. Eriti lihtsal kujul avaldub seos kergema taevakeha orbiidi suure pooltelje ja tiirlemisperioodi vahel, siis kui massiivsema keha mass on oluliselt suurem ja me kasutame massiühikuks Päikese massi ning me mõõdame suurt pooltelge astronoomilistes ühikutes ning tiirlemisperioodi aastates.

5.1 Soojendus

1. Kirjutage Kepleri seaduste valem ülalmainitud ühikutes

2. Avaldage Suure pooltelje pikkus kasutades väiksema taevakeha kaugust suuremast afeelis (Q) ja periheelis (q).

3. Avaldage afeeli ja periheeli väärtus kasutades suure pooltelje pikkust ja ekstsentrilisust (e)

Järgnevad osad on üksteisest sõltumatud, mistõttu on nende lahendamise järjekord vaba.

5.2 Jupiterikiirendus

Kuidas muutub ühe tundmatu komeedi tiirlemisperioodi pikkus, mille orbiiti mõjutas Jupiteri gravitatsioon viisil, et tema orbiidi suur pooltelg läks kaks korda suuremaks.

5.3 Astronoom Verne

Prantsuse ulmekirjanik Jules Verne kirjutas oma romaanis „Komeedile“ komeedist, mis naaseb Maale kord kahe aasta jooksul ja mis jõuab Jupiterini oma orbiidi afeelis. Kas selline komeet võib olla oleas? Põhjendage arvutusega, jah/ei vastus ilma arvutusteta punkte ei anna.

5.4 Halley

Kuulsa Halley komeedi väikseim kaugus Päikesest on 0.586 aü, suurim kaugus 35.1 aü. Määrake selle komeedi ekstsentrilisus ja periood aastates.

Lahendus:

5.1 Soojendus

1. Kirjutage Kepleri seaduste valem ülalmainitud ühikutes

2. Avaldage Suure pooltelje pikkus kasutades väiksema taevakeha kaugust suuremast afeelis (Q) ja periheelis (q).

3. Avaldage afeeli ja periheeli väärtus kasutades suure pooltelje pikkust ja ekstsentrilisust (e)

Iga õig vastus 2 punkti 1. Kepleri seadused

$$a^3 = T^2$$

2. Tähistame afeeli Q ja periheeli q-ga ja saame

$$Q + q = 2a$$

3. Saame teisendada neid vastavalt

$$Q = a(1+e), q = a(1-e)$$

Järgnevad osad on üksteisest sõltumatud, mistõttu on nende lahendamise järjekord vaba.

5.2 Jupiterikiirendus

4 punkti

Kuidas muutub ühe tundmatu komeedi tiirlemisperioodi pikkus, mille orbiiti mõjutas Jupiteri gravitatsioon viisil, et tema orbiidi suur pooltelg läks kaks korda suuremaks.

Tähistame algsed suurused indeksiga 1 ja pärastised indeksiga 2, saame:

$${a_2}^3 = {T_2}^2 \to 2 \cdot {a_1}^3 = {T_2}^2 \to T_2 = \sqrt{8{a_1}^3} = \sqrt{8{T_1}^2} = 2.83 \cdot T_1$$

5.3 Astronoom Verne

Prantsuse ulmekirjanik Jules Verne kirjutas oma romaanis „Komeedile“ komeedist, mis naaseb Maale kord kahe aasta jooksul ja mis jõuab Jupiterini oma orbiidi afeelis. Kas selline komeet võib olla olemas? Põhjendage arvutusega, jah/ei vastus ilma arvutusteta punkte ei anna.

Kuna teame selle komeedi orbiidi perioodi, siis vaatleme tema suure pooltelje pikkust:

$$a = \sqrt[3]{T^2} = \sqrt[3]{2} = 1.59\text{aü}(2\text{punkti})$$

Teades et $Q + q = 2a$ ja Jupiteri kaugus on 5.2aü, tuleks et

$$2 \cdot 1.59 = 5.2 + q(2punkti),$$

mis tähendab, et lähtuvalt Kepleri seadustest pole sellinne komeet võimalik. (1 punkt)

5.4 Halley

Kuulsa Halley komeedi väikseim kaugus Päikesest on 0.586 aü, suurim kaugus 35.1 aü. Määrake selle komeedi ekstsentrilisus ja periood aastates. (3 punkti)

$$q(1+e) = Q(1-e) \to e = \frac{Q-q}{Q+q} = 0.97$$

Perioodi leidmiseks saame (2 punkti)

$$a_2{}^3 = T_2{}^2 \rightarrow T = \sqrt{(\frac{1}{2} \cdot (q+Q))^3} = 75a$$

6 Peninukkide galaktikad

20 punkti

Oletame et Universumi kõige tühjemas nurgas on kaks ühesugust spiraalgalaktikat, mille mass on mõlemal $1.5 \cdot 10^{12} M_{\odot}$. Ühel neist elavad leidlikud tulnukad peninukid, kes on just õppinud selgeks astronoomilised vaatlused ja kasutavad selleks Maal levinud ühikuid ja vaatlusseadmeid. Kuna naabergalaktika (nimega Kassikõrv) on ainus ekstragalaktikaline objekt mida nad näevad, siis põhineb kogu nende teadmine Universumist suuresti just tema uurimisel. Peninukid mõõtsid naabergalaktika näivaks tähesuuruseks 3.44. Vastake nüüd järgnevatele küsimustele:

1. Kui kaugel paikneb Kassikõrv peninukkide koduplaneedist, kui peninukkide hinnangul peaks mõlema galaktika absoluutne tähesuurus olema -21.5?
2. Peninukid ei tea Kassikõrva massi vaid nad mõõtsid selle jaoks Kassikõrva pöörlemiskiirust, kasutades selleks tema pöörlemisega tekkivat Doppleri nihet galaktika servades. Oletades et Kassikõrva pöörlemistasand on Peninukkide suhtes risti, siis millistel lainepikkustel mõõdavad peninukid Kassikõrva galaktika vesiniku alfa jooni $H_\alpha = 656nm$? Kasuta selle leidmiseks ette antud galaktika massi.
3. Peninukid elavad oma galaktikas 2/3 peal tsentrist mõõdetuna galaktika servani, galaktika raadiuseks võite võtta (46.56kpc). Galaktika kõige kaugemas punktis plahvatas Maa 1054a supernoovaga sarnane supernoova. Võite võtta plahvatuse maksimumil tema absoluutseks tähesuuruseks -19. Millise näiva tähesuurusega nägid peninukid seda sündmust?
4. Kumb paistab neile heledamana, kas Uus supernoova või Kassikõrv?

Iga alampunkt 5 punkti

1.Kui kaugel paikneb Kassikõrv peninukkide koduplaneedist, kui peninukkide hinnangul peaks mõlema galaktika absoluutne tähesuurus olema -21.5?

Saame kasutada absoluutse ja näiva tähesuuruse seost:

$$M = m - 2.5log(\frac{d}{10})^2 \rightarrow d = 973kpc$$

2. ei tea Kassikõrva massi vaid nad mõõtsid selle jaoks Kassikõrva pöörlemiskiirust, kasutades selleks tema pöörlemisega tekkivat Doppleri nihet galaktika servades. Oletades et Kassikõrva pöörlemistasand on Peninukkide suhtes risti, siis millistel lainepikkustel mõõdavad peninukid Kassikõrva galaktika vesiniku alfa jooni $H_\alpha = 656nm$?

Tegelikult on just pöörlemine see mille abil massi määratakse, antud juhul on lahendus tagurpidine, sest määrame massi abil pöörlemist.

$$v^2 = \frac{G \cdot M}{r} \rightarrow v = 373km/s$$

edasi saame leida vesiniku joone nihke teades Doppleri nihke valemit:

$$\lambda = \lambda_0 \cdot (1 + \frac{v}{c}),$$

saame et

$$\Delta\lambda = 0.81nm$$

3.Peninukid elavad oma galaktikas 2/3 peal tsentrist mõõdetuna galaktika servani, galaktika raadiuseks võite võtta (46.56kpc). Galaktika kõige kaugemas punktis plahvatas Maa 1054a supernoovaga sarnane supernoova. Võite võtta plahvatuse maksimumil tema absoluutseks tähesuuruseks -19. Millise näiva tähesuurusega nägid peninukid seda sündmust?

Saame kasutada puntkis 1 kasutatud valemit, teades et $d = 1\frac{2}{3}r$

$$m = M + 2.5log(\frac{d}{10})^2 = 0.45$$

4.Kumb paistab neile heledamana, kas Uus supernoova või Kassikõrv?

Kuna tähesuurustel väiksem number on heledam, siis paistab Uus supernoova heledamana.