

Simeiz, 2004

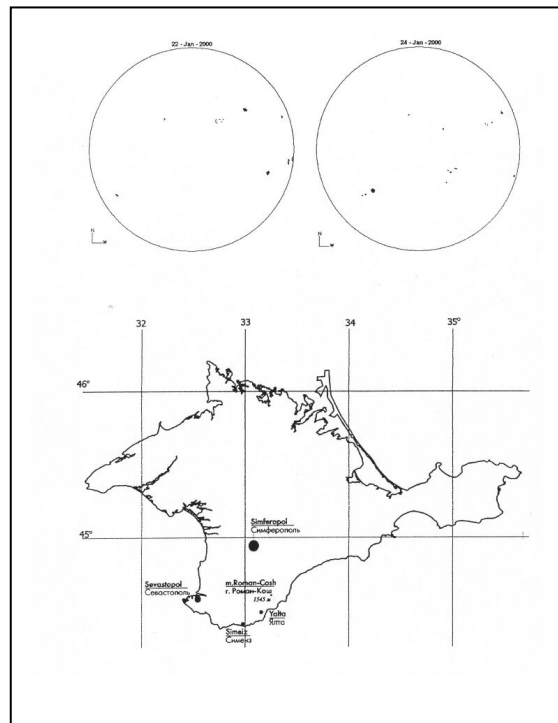
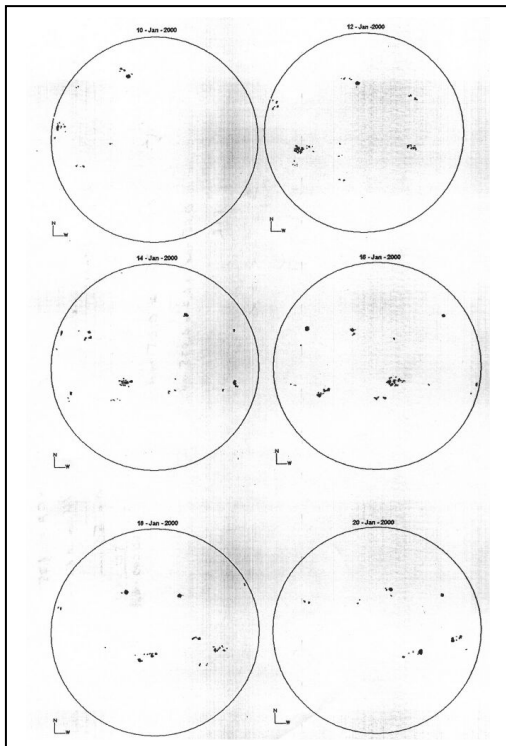
7. Päike. Teile on antud 8 joonist, mis kujutavad Päikese kettal nähtud plekke ajavahemikul 10 – 24 jaanuar 2000. Määrake iga päeva jaoks päikeseplekkude arv f ja plekigruppide arv g . Kasutage neid andmeid Wolfi arvu määramiseks; tulemus kandke tabelisse:

Nr	Kuupäev	Juulise päev	Plekkide arv f	Gruppide arv g	Wolfi arv W
1					
2					
...					

8. Päikesetõus. Jääkaru ja pingviin otsustasid vaadelda päikesetõusu Krimmis suvisel pööripäeval. “Mina lähen Krimmi kõige idapoolsemasse tippu ja näen Päikest esimesena,” ütles pingviin. Karu vastu: “Aga mina ronin Krimmi kõrgeima mäe otsa ja näen Päikest enne sind!”

Kummal oli õigus? Kui mitu minutit varem nägi ta päikesetõusu? Tehke table ja kandke sellesse kõik andmed, mida kasutasite otsuse tegemisel. Lahendusele lisage pilt, kus on kujutatud karu Roman Koš'i mäel ja pingviin Kertši väina kaldal; kandke pildile vajalike joon- ja nurgamõõtude tähised. Lähtuge oletusest, et Maa on kerakujuline.

Lisatud on Krimmi kaart.



Vanem rühm

7. Tähed. Siin on table mõnede heledate tähtede andmetega.

	Name of the star	Parallax (arcsec.)	Visible stellar magnitude	Galactic longitude (degrees)	Galactic latitude (degrees)
	Название звезды	Параллакс (угл.сек.)	Видимая звёздная величина	Галактическая долгота (градусы)	Галактическая широта (градусы)
№	Star	P	m	l	b
1	α CMa	0.376	-1.46	227	-9
2	α Car	0.018	-0.72	261	-25
3	α Cen	0.751	-0.27	316	+1
4	α Boo	0.009	-0.04	15	+69
5	α Lyr	0.123	+0.03	67	+19
6	α Aur	0.073	+0.08	163	+5
7	β Ori	0.003	+0.12	209	-25
8	α CMi	0.288	+0.38	214	+13
9	α Eri	0.032	+0.46	291	-59
10	α Ori	0.005	+0.50	200	-9
11	β Cen	0.016	+0.61	312	+1
12	α Aql	0.198	+0.77	48	-9
13	α Tau	0.048	+0.85	181	-20
14	α Cru	0.008	+0.87	300	0
15	α Sco	0.019	+0.96	352	+15
16	α Vir	0.021	+0.98	316	+51
17	B Gem	0.093	+1.14	192	+23
18	α PsA	0.144	+1.16	20	-65
19	α Cyg	0.004	+1.25	84	+2
20	β Cru	0.007	+1.25	302	+3
21	α Leo	0.039	+1.35	226	+49

• • • •
1^m -1^m -3^m

7.1. Arvutage iga tähe jaoks tema absoluutne tähesuurus (M), projekteerige täht Galaktika ekvaatori tasandile ja kirjutage tabelisse selle projektsiooni kaugus Päikesest.

Nr	Tähe sümbol	Absoluutne tähesuurus	Projektsiooni kaugus Päikesest
1			
2			
...			

7.2. Tähtede jaoks, mille kaugus Päikesest on väiksem kui 50 valgusaastat, tehke joonis mastaabis 1 cm = 10 va. Tähe kujutis peab vastama tema absoluutsele tähesuurusele.

Peking, 2005

Ühised küsimused:

7. **Refraktsioon.** Taevakeha seniitkaugus (Z) on defineeritud kui vaatesuuna ja vertikaali (suund seniidile) vaheline nurk (seniidis on $Z = 0$ ja horisondil $Z = 90$ kraadi). Refraktsiooni tagajärjel on vaadeldav (möödetav) seniitkaugus Z^m väiksem kui tegelik seniitkaugus Z^t nurga R (mis antakse kaaresekundites) võrra. Alltoodud tabelis olevaid andmeid tohib kasutada merepinna kõrgusel kui õhu temperatuur on +10 Celsiuse kraadi.

Z_m	R	Z_m	R	Z_m	R	Z_m	R
0°	0"	50°	70"	82°	394"	87°	863"
10°	10"	60°	101"	83°	444"	88°	1103"
20°	21"	70°	159"	84°	509"	89°	1481"
30°	34"	80°	319"	85°	593"	89°31'	1760"
40°	49"	81°	353"	86°	706"	90°	2123"

Tabel

Kui seniitkaugus Z^m on väiksem kui teatud arv Z^f , võime kasutada ligikaudset valemit:

$$R = 60,25 \cdot (B/760) \cdot (273 / (273 + t)) \cdot \tan Z_m$$

Valem

kus B on õhurõhk millimeetrites elavhõbedasammast ja t tegelik temperatuur Celsiuse kraadides.

7.1 Leidke seniitkauguste vahemik, mille korral saab valemit kasutades arvutada seniitkaugust täpsusega 1 kaaresekund - st. leidke Z_f .

7.2 Juunikuus, kui Päike on oma tee kõrgeimas punktis, möödeti tema seniitkauguseks $16^\circ 34.4'$. Leidke vaatluskoha geograafiline laiuskraad täpsusega 0.1

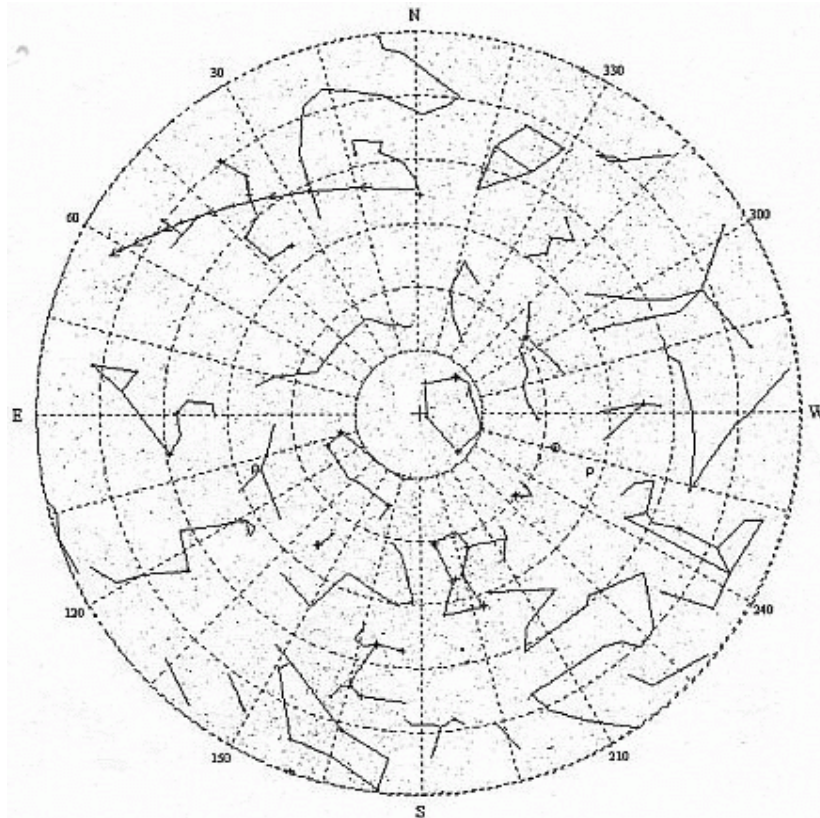
kaareminutit. (Sellise täpsuse korral tuleb Maa telje kaldenurgaks võtta $23^\circ 26.4'$).

7.3 Arvutage (täpsusega 0.1 kaareminutit) Päikese ketta tegelik seniitkaugus Z_t hetkel, kui loojuva Päikese ketas on just tervikuna silmapiiri taha kadunud ($t = 10^\circ\text{C}$)

7.4 Kasutades ülaltoodud infot, tehke vajalikud arvutused ning joonistage loojuva Päikese näiv ketas hetkel, kui me näeme tema alumist serva puudutamas silmapiiri. Teile antud ruudustiku ühe ruudu serva pikkus vastab kahele kaareminutile. Märkige, milliseid andmeid ja meetodit kasutasite. Refraktsiooni puudumise korral on Päikese nurkläbimõõt 32 kaareminutit.

Noorem rühm:

8. Shenzhou-6. Wuqiang'is (116 kraadi idapikkust, 38 kraadi põhjalaiust) asuvad vaatlejad nägid Hiina kosmoselaeva Shenzhou-6 Põhjanaanala (α Ursae Minoris) lähedal kell 04.54 Pekingi aja järgi 4. oktoobril 2005. (Vt. Taevakaart).

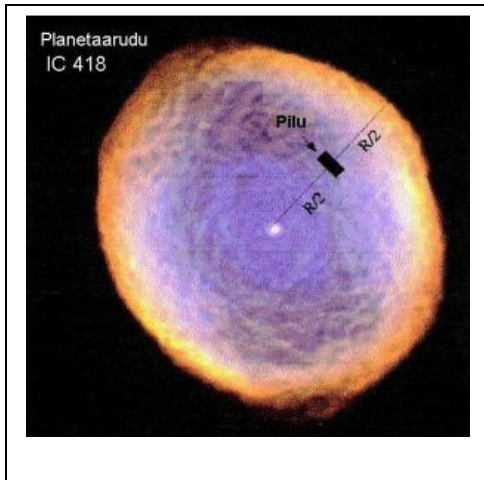


Taevakaart

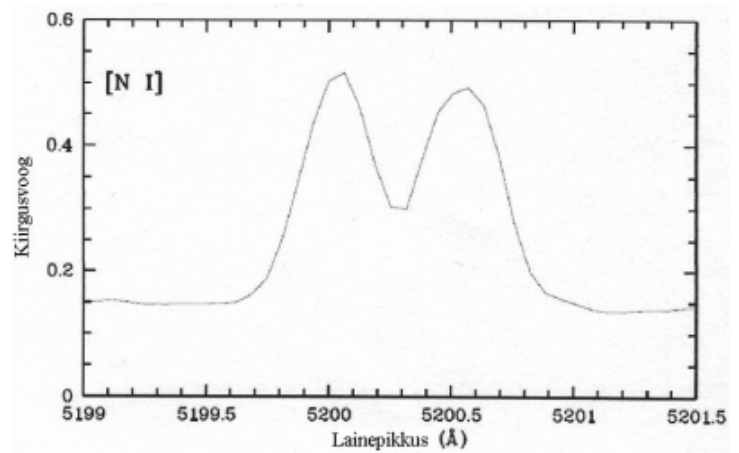
8.1 Oletagem, et kosmoselaev liigub ringorbiidil. Millises tähtkujus (või millise tähe lähedal) näevad kosmoselaeva samal ajal Xilinghaote'is (116 kraadi idapikkust, 43.9 kraadi põhjalaiust) asuvad vaatlejad?

8.2 Kui ilm on pilvitu, siis millal võiksid samades kohtades asuvad vaatlejad jälle näha kosmoselaeva samaaegselt?

Vanem rühm: Planetaarudu. Planetaarudu on paisuv gaaskest, mis on tekkinud tsentraalse tähe plahvatuse tagajärjel. Rõngakujulist planetaarudu IC 418 on vaadeldud spektrograafiga, mille pilu paikneb joonisel märgitud kohas, umbes poolel kaugusel tsentri ja serva vahel (joonis 1). Joonisel 2 on kujutatud (teljestikus "kiirguse intensiivsus - lainepikkus) lämmastiku emissioonijoon [NI], mille laboratoorne lainepikkus on $\lambda = 5200.6 \text{ \AA}$. Selgesti on näha kiirguse kaks maksimumi.

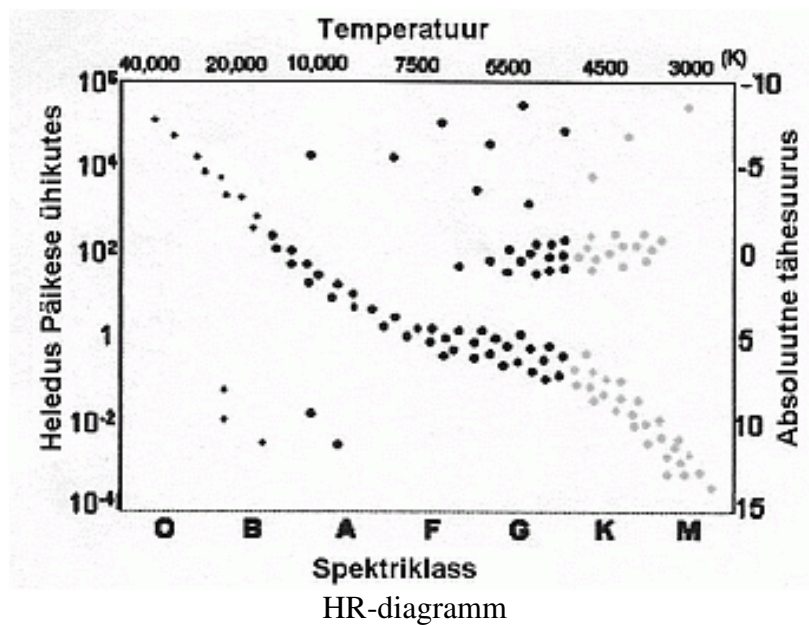


Joonis 1



Joonis 2

8.1 Kandke H - R diagrammile sellise peajada tähe, mis võib plahvatades tekitada planetaarudu, evolutsioonitrekki. Märkige trekile tähe asukoht ajal, kui me näeme teda planetaaruduna. Kirjutage selle juurde "planetary nebula / планетарная туманность".



HR-diagramm

8.2 Teades, et IC 418 nurkläbimõõt on $\alpha = 12''$ ja ta asub meist kaugusel $L = 330$ pc, arvutage tema vanus.

Sellisel teel saadud vanust nimetavad astrofüüsikud "dünaamiliseks vanuseks".

Simeiz, 2007

Noorem rühm

6. O – C diagramm. Mira Ceti tüüpi muutlikele tähtedele on iseloomulikud heleduse muutumise perioodi olulise muutused. Periood mõnikord pikeneb, mõnikord lüheneb mitme muutumistsükli vältel. Mõnikord leiavad aset ootamatud perioodi muutused või on periood lihtsalt ebakorrapärane. Muutub ka heleduskõvera kuju, mis toob kaasa maksimumi aja ebatäpse hindamise. Et perioodi muutusi kirjeldada, kasutatakse "O – C diagrammi". Sellel diagrammil esitatakse maksimumi ette arvatud toimumisaja (C = "calculated") ja tegeliku vaadeldud toimumisaja (O = "observed") vahe sõltuvus ajamomendist (juulise päevades) või tsükli järjekorranumbrist. Maksimumi arvutuslik aeg C leitakse valemiga $T = T_0 + PE$, kus T_0 on varasem maksimumi aeg, P – oletatav periood ja E T_0 -st möödunud tsüklite arv. Teile antud kahetulbalises tabelis on esitatud ühe Mira Ceti tüüpi tähe vaatlusandmed: vaatluse järjekorranumber ja sellele vastav maksimumi aeg juulise päevades (O). Varasemate vaatluste kohaselt on selle tähe periood 302,0 d (päeva).

Vaatluse number	JD 244.... (O)
1	42551.0
2	42852.1
3	43155.8
4	44063.3
5	44365.5
6	44969.9
7	45273.9
8	45878.2
9	46181.8
10	46486.4
11	46791.2
12	47401.9
13	47706.2
14	48007.4
15	48308.1
16	48609.5
17	48909.4
18	49210.8
19	49811.8
20	50114.6
21	50414.5

6.1. Täitke eraldi lehel antud tabeli lahtrid.

6.2. Joonistage graafik, mis kujutab erinevuse "O – C" sõltuvust tsükli numbrist E .

6.3. Saadud "O – C" diagrammi abil leidke ajavahemikud (esitada tsüklite järjekorranumbritega NN, kus periood oli suhteliselt stabiilne (tsükli pikkus oluliselt ei muutunud) ja leidke keskmine periood $\langle P \rangle$ nende ajavahemike jaoks. Joonistage oma vihikusse tabel (nagu näidatud kõrval), kus iga rida esitab ühte stabiilsete perioodide piirkonda ning sellele vastavat perioodi pikkust.

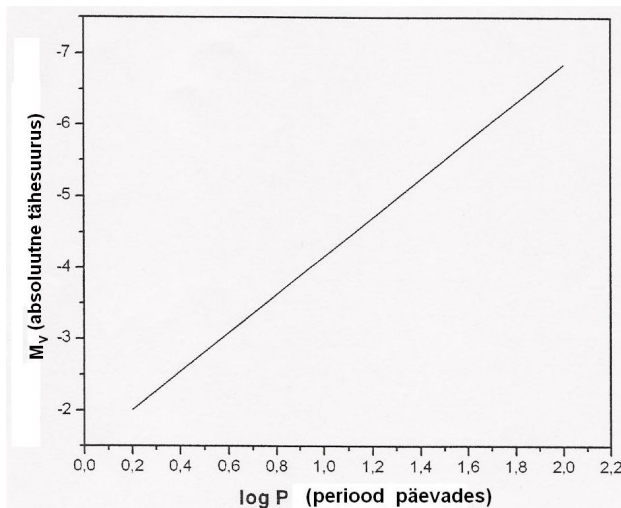
NB! Tabel täita inglise keeles nii, nagu esitatud originaalil!

Tabeli pea:

Piirkond Tsüklite numbrid	Ajavahemik Juulise päevad	Keskmine periood
NN	JD. - JD...	$\langle P \rangle$

7. Radiaalkiirus. Kujutame ette, et uurime tsefeidi, mille keskmine näiv tähesuurus on $6^m,2$. 16 järjestikuse öö jooksul õnnestus teha sellest tsefeidist spektroskoopiline radiaalkiiruse hinnang. Tabelis on esitatud vaatluspäevik, kus esimeses tulbas on vaatlusaeg ja teises spektrist mõõdetud heliotsentriline (Päikesest lähtuv) radiaalkiirus. Kasutades tabeli andmeid, joonistage graafik, mis lubaks määrata selle tsefeidi olulisemad parameetrid ning vastata küsimusele, kas seda tsefeidi võisid näha esimesed inimesed Maal (umbes 2 miljonit aastat tagasi)? (vastus tuleb anda inglise keeles ("yes" või "no")). Milline oli siis selle tsefeidi näiv tähesuurus?

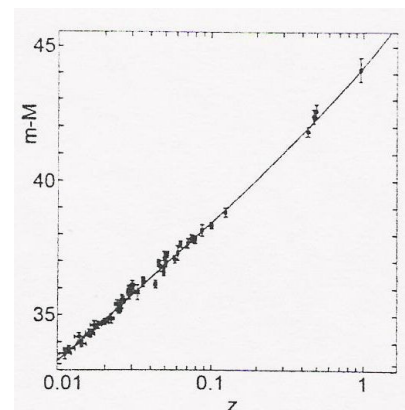
Vaatlusaeg (päeva murdosades)	Mõõdetud radiaalkiirus km/s
0.9	75
1.8	74
2.9	51
3.9	45
4.9	67
5.8	75
6.8	63
7.8	46
8.8	47
8.9	50
9.8	70
10.8	70
11.9	53
12.8	42
13.8	42
14.8	58
15.9	75



Lisainfo: Kasutage juuresolevat graafikut (mis kehtib pulseerivate tähtede – tsefeidide jaoks).
 Soovitused: Mitte arvestada valguse neeldumist tähtedevahelises ruumis ning tsefeidi keskmise heleduse muutumist selle 2 miljoni aasta vältel.

Vanem rühm

6. Supernoova Kõrvaloleval graafikul on toodud Hubble'i diagramm. Leidke selle abil kujuteldava Ia tüüpi supernoova näiv tähesuurus, kui ta süttis $2,5 \cdot 10^3$ Mpc kaugusel ning on teada, et Ia-tüüpi supernoovad on alati peaaegu ühesuguse absoluutse heledusega ($M = -19^m,5$).



7. Radiaalkiirus Kujutleme, et meie poolt uuritav tsefeiid asub taevas Sgr ja Sct tähtkujude piiril. Tsefiidi keskmine näiv tähesuurus on $6^m,2$. Tabelis on toodud selle tsefiidi vaatluste päevik. Vaatlused toimusid 16 järjestikulisel ööl septembri teisel poolel. Iga kord määrati spektroskoopiliselt vesiniku spektrijoone $H\alpha$ (mille laboratoorne lainepikkus on $\lambda = 6568,2 \text{ \AA}$) lainepikkused. Kasutades tabeli andmeid, joonistage graafik, mis lubaks määrata selle tsefiidi olulisemad parameetrid ning nende alusel vastata küsimusele, kas seda tsefiidi võisid näha esimesed inimesed Maal (umbes 2 miljonit aastat tagasi)? (vastus tuleb anda inglise keeles ("yes" või "no")). Milline oli siis selle tsefiidi näiv tähesuurus?

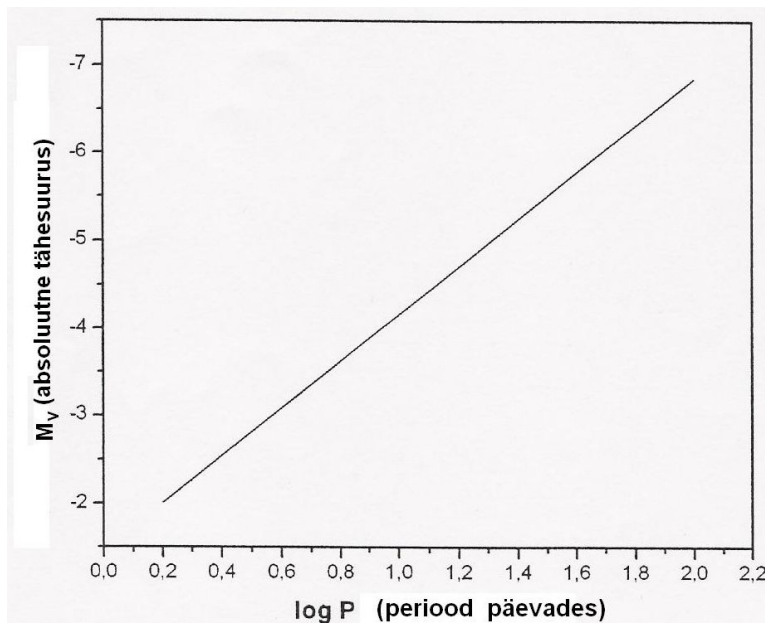
Vaatlusaeg (päeva murdosades)	Möödetud lainepikkus \AA
0.9	6565,1
1.8	6565,1
2.9	6564,6
3.9	6564,4
4.9	6564,9
5.8	6565,1
6.8	6564,8
7.8	6564,5
8.8	6564,5
8.9	6564,6
9.8	6565,0
10.8	6565,0
11.9	6564,6
12.8	6564,4
13.8	6564,4
14.8	6564,7
15.9	6565,1

Tabeli pea:

Vaatluse aeg (päeva murdosadega)	Vaadeldud lainepikkus \AA
----------------------------------	------------------------------------

Lisainfo: Kasutage juuresolevat graafikul olevat seost, (mis kehtib pulseerivate tähtede – tsefiidide jaoks).

Soovitused: Tähtedevahelist neeldumist, Maa pöörlemist oma telje ümber ning tsefiidi keskmise heleduse muutumist selle 2 miljoni aasta vältel mitte arvestada.

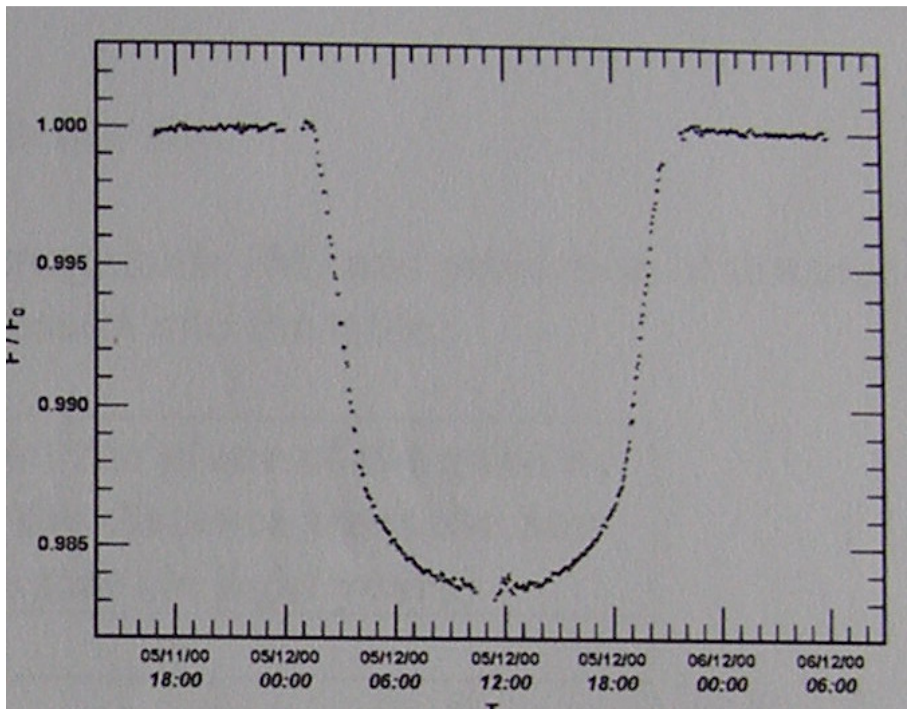


Trieste, 2008

6. Eksoplaneedi üleminek. Üks kindlamaid meetodeid planeetide avastamiseks teiste tähtede juures on nende ematähest üleminekute vaatlemine. Ülemineku ajal väheneb tähe kiirgusvoog F , kuna planeet neelab osa tähelt tulevast valgusvoost F_0 . Esimene sel teel leitud planeet on HD 209458b, Jupiteri sarnane planeet, mis tiirleb päikesesarnase tähe HD209458 (mass 1,9 Päikese massi) ümber, perioodiga 3,5248 päeva. Maikuus toimunud üleeminekut vaadeldi Hubble'i teleskoobiga; saadud heleduskõver on esitatud kõrvaloleval joonisel.

Märkige heleduskõverale esimene kontakt tähega A, teine kontakt tähega B, keskmoment tähega C, kolmas kontakt tähega D ja neljas kontakt tähega E. Joonistage iga kontakti juurde planeet tema õiges asukohas (täheketta suhtes). Kirjutage tabelisse nende kontaktide toimumisaeg.

Eeldatakse, et varjutuse ajal liigub planeet meilt vaadatuna piki täheketta diameetrit ja et tema orbiit on ringikujuline.



HD209458 planetary system data	
Stellar spectral class:	G2 V
Stellar radius R:	
Stellar mass M:	1.09 M_{SUN}
Orbital period P:	3.5248 days
Planet-star distance a:	
Planetary radius r:	
Planetary mass m:	

Siia joonised!

7. Römeri katse. Esimese katse määrata valguse kiirust astronoomiliste vaatluste abil tegi taani astronoom Ole Römer 1675. aastal. Jälginud korduvalt Jupiteri kaaslaste Io varjutusi, märkas ta, et need ei toimu mitte kindla ajavahemiku tagant, vaid teatud kõrvalekaldega. Ta käsitles nähtut kui tõestust valguse kiiruse lõplikkuse kohta: varjutused paistavad toimuvat ettenähtud ajast varem või hiljem sellepärast, et valgusel Maale jõudmiseks kuluv aeg sõltub Maa asukohast orbiidil. Kasutades varjutuse tegeliku toimumisaja erinevust leidiski Römer valguse kiiruse.

Io varjutusi võib vaadelda ka praegu. Tabelis on antud Io varjutuste algusmomendid TM 2004. aastal tehtud vaatluste kohaselt; ka on seal näidatud, mitmenda varjutusega on tegu. Teades, et Io tiirlemisperiood on 1,76979 päeva, täitke tabel, kirjutades sinna vaatluste eeldatavad ajad T_e ning nende erinevused vaadeldud algusmomendist $\Delta T = T_m - T_e$. Joonistage graafik, mis kujutab nende erinevuste suuruse ΔT sõltuvust ajast T_m . Märkige graafikule punktid, kus Jupiter on vastasseisus Päikesega (täht O), ühenduses (C) ja kvadratuuris (Q). Hinnake nende andmete põhjal valguse kiirust nii, nagu seda tegi Römer.

Io Eclipses start times				
Date	T_m	T_e	Rev. Nr.	ΔT (min)
30/01/2004	00:55	00:55	0	
14/02/2004	23:10			
29/02/2004	02:57			
17/03/2004	19:42			
30/03/2004	05:03			
16/04/2004	21:49			
16/05/2004	23:56			
17/06/2004	20:33			
16/07/2004	04:12			
17/08/2004	00:48			
16/09/2004	02:55			
30/09/2004	06:44			
16/10/2004	05:00			
30/10/2004	08:48			
17/11/2004	01:32			