

## Koolinoorte XII Rahvusvahelise Astronoomiaolümpiaadi ülesanded

Krimm, Simeiz, 30.09. – 6.10. 2007

### A. Vaatlusvoor

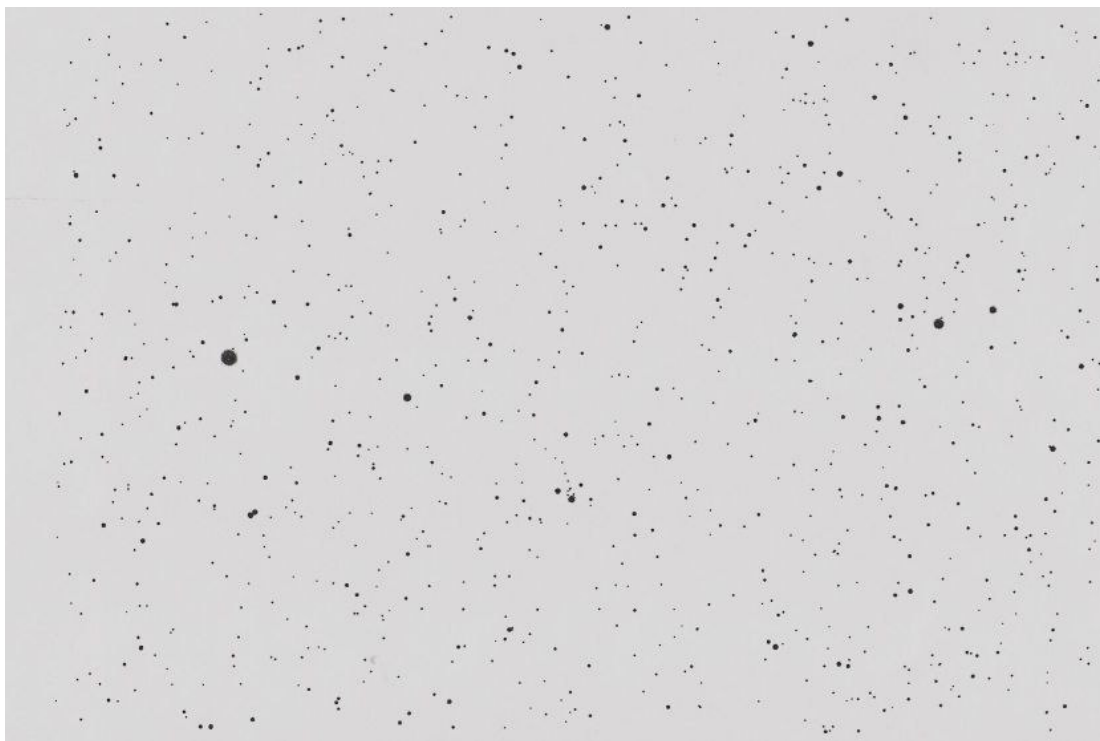
Ülesanded on samad mõlemas vanuserühmas.

8.1. Näidake kontrollijale taevas Delfiini tähtkuju.

8.2. Hinnake Delfiini epsilonile ( $\epsilon Del$ ) lähemal kui  $24^\circ$  olevatest tähtedest kõige heledama näiv tähesuurus. Kirjutage see vastuste lehele.

9. Hinnake tähtedest  $\alpha Cyg$ ,  $\gamma Cyg$  ja  $\alpha Cep$  moodustuva kolmnurga pindala ruutkraadides. Kirjutage see vastus vastuste lehele.

10. Teile antud tähekaardilt puudub üks hele täht. Joonistage see täht tähekaardile.



Kõigi toimingute jaoks ette nähtud maksimaalne aeg on 15 minutit.

## B. Teooriavor.

Üldine märkus. On võimalik, et mitte kõik ülesanded ei ole korrektsed. Mõned küsimused (võib-olla peamine, võib-olla kõrvalküsimus) on mõttetud (ei oma reaalsel tähendust). Sellisel juhul tuleb vastuses kirjutada (vene või inglise keeles) "ситуация невозможна – situation impossible". Kindlasti tuleb vastust põhjendada, kas arvutuste või loogilise arutelu teel.

### Noorem rühm

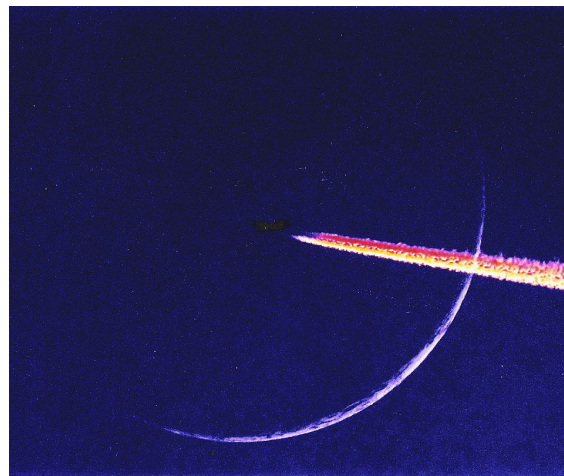
**1. Maa ja Kuu.** See pilt Maast ja Kuust on tehtud Maa tehiskaaslase pardalt. Hinnake, millise heledusega (tähesuurustes) paistab Kuu sellel tehiskaaslasel olevale vaatlejale.



**2. Sideeriline periood.** Hinnake (vähemalt ligikaudselt), milline võiks olla Päikesesüsteemi kehade (igasuguste, kaasa arvatud tehisobjektid) maksimaalne ja minimaalne orbitaalne sideeriline periood.

**3. Marsi loojumine.** Hinnake (vähemalt ligikaudselt), kui kaua kestab suures vastasseisus oleva Marsi ketta loojumine Koška mäe tipus asuva vaatleja jaoks ("koška" on eesti keeles kass).

**4. Foto.** Sulle antud fotol on kujutatud Kuu taustal olev lennuk. Oletame, et pilt on tehtud Simeiz'is päeval, kui toimub täielik päikesevarjutus (aga võib olla ka mõnel sellele eelneval või järgneval päeval). Hinnake, kui pika aja pärast tuleb (või kui kaua aega tagasi oli) päikesevarjutus. (Märkus: vastus "tuleb – будет – will be" või "oli – было – was" ning "jah – да – yes"; võib-olla – может быть – maybe" või "ei – нет – no" tuleb kirjutada vene või inglise keeles ja sellele tuleb lisada vastust selgitav joonis.)



**5. Külustus.** Maavälised elukad (animaloidid) võtsid nõuks Maa peale elama tulla. Vituloidide (lad. vitulus – põhjapõder) navigatsiooniseadmed eeldasid, et Põhjanaan (koordinaadid kolonisatsiooniepohhil:  $\alpha = 2^{\text{h}}32^{\text{m}}$ ;  $\delta = 89^{\circ}16'$ ) asuks seniidis, krokodilloidide seadmed aga nõuavad, et et Põhjanaan asuks horisondil. Seadmed asuvad kosmoselaeva ülaosas, laev saab maanduda üksnes vertikaalasendis. Nõutakse, et ühe laeva maandumisseade ei tohi olla nähtav teise laeva maandumisseadmele. Hinnake, kui suur võiks olla mõlemat tüüpi animaloidide poolt neil tingimustel maandatud laevade suurim hulk. Maa lugeda kerakujuliseks, laevade alumine osa toetub selle pinnale (mis võib olla nii maa- kui merepind) ja kõikide laevade kõrgus on  $h = 10$  m.

Ülesannete lahendamisel kasutage teile antud Päikesesüsteemi tabelit.

## Vanem rühm.

**1. Galaktika.** Kauguselt  $L_1 = 3$  Mpc vaadelduna on galaktika bolomeetiline koguheledus  $m_1 = 6^m,88$ . Leidke sama galaktika bolomeetiline tähesuurus  $m_2$ , kui teda vaadeldakse kauguselt  $L_2 = 3$  Gpc (gigaparsekit).

**2. Päikesepuri.** Asteroidide vöö uurimiseks välja saadetud kosmiline sond kasutab kohale jõudmiseks päikesepurje. Purjest ja sondist koosneva süsteemi kogumass on 1 tonn ja see on viidud Päikese-kesksele ringorbiidile 1 a.ü. Seejärel puri avaneb ning pärast poole tiiru läbimist jõuab sond Ceres'ini. Hinnake vajaliku purje pindala  $S$  ja selle paksust  $d$ . Oletame, et puri on peegelpinnaga. Asteroidide kaugus Päikesest on keskel läbi 2,8 a.ü.; solaarkonstandi väärtus on  $A = 1,37 \text{ kW/m}^2$ .

**3. Alkohol ilmaruumis.** Inglismaa Jodrell Bank'i raadioastronoomia observatooriumi astronoomid avastasid kosmoses kauge alkoholipilve, mille läbimõõt on 288 miljardit miili (463 miljardit kilomeetrit). Avastus heidab valgust hiidtähtede tekkimisele ürggaasist. Mõned maad isegi kavandasid ekspeditsiooni väljasaatmist, et olemasolevat jooki degusteerida. Aga see soov kadus, kui saadi teada, et pilveni jõudmine võtab tehnika praeguse taseme juures mitu miljonit aastat. Molekulide ruumtihedus pilves on suur, kui seda võrrelda tavalise tähtedevahelise gaasiga, aga meie tavaliste ainetega võrreldes on see imeväike: kõigest 10 aatomit kuupmillimeetri kohta. Hinnake, milline peaks olema selle pilve temperatuur, et pilv oleks stabiilne ja ei hajuks kosmosesse (enne, kui rahvusvaheline ekspeditsioon kohale jõuab). Eeldame, et tegu on etüülalkoholi etanooliga, mille keemiline valem on  $C_2H_5OH$ .

**4. ja 5.** – samad, mis nooremal vanuserühmal.

## Tabel:

Kuu, Päikese ja mõnede planeetide orbiitide elemendid ja füüsikalised omadused

Taevakeha, planeet	Keskmine kaugus tsentraalkehast		Sideeriline periood		Ekstsentrilisus	Läbi-mõõt ekv.	Mass	Kesk- tihedus	Raskus- kiirendus pinnal	Max. tähe- suurus	Al- beedo
	a.ü.	milj. km	trooplist aastat	päeva							
Päike	$1,6 \cdot 10^9$	$2,5 \cdot 10^{11}$	$2,2 \cdot 10^8$	$8 \cdot 10^{10}$		1392000	1989000	1,409		$-26,8^m$	
Merkuur	0,387	57,9	0,241	87,97	0,206	4 879	0,3302	5,43	3,70	$-2,2^m$	0,06
Veenus	0,723	108,2	0,615	224,70	0,007	12 104	4,8690	5,24	8,87	$-4,7^m$	0,78
Maa	1,000	149,6	1,000	365,26	0,017	12 756	5,9742	5,515	9,81		0,36
Kuu	0,00257	0,38440	0,0748	27,3217	0,055	3 475	0,0735	3,34	1,62	$-12,7^m$	0,07
Marss	1,524	227,9	1,880	686,98	0,093	6 794	0,6419	3,94	3,71	$-2,0^m$	0,15
Jupiter	5,204	778,6	11,862	4 332,59	0,048	142 984	1899,8	1,33	24,86	$-2,7^m$	0,66
Saturn	9,584	1433,7	29,458	10 759,20	0,054	120 536	568,50	0,70	10,41	$0,7^m$	0,68

\*\*\*) Välisplaneetide ja Kuu jaoks - keskmises vastasseisus

### C. Praktiline voor.

#### 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 (juuliuse 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 juuliuse 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.

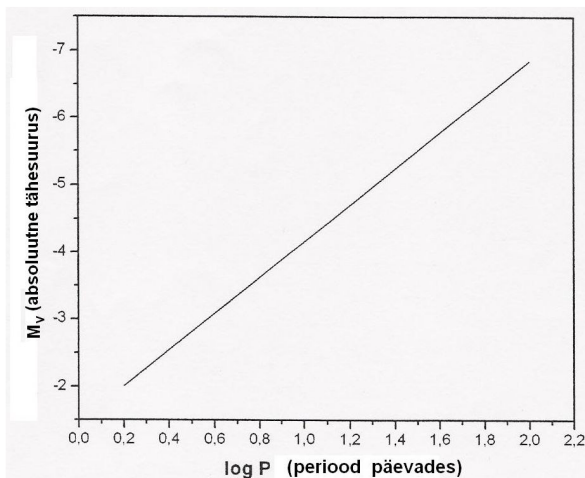
NB! Tabel täita inglise keeles nii, nagu esitatud originaalil!

Tabeli pea:

Piirkond Tsüklite numbrid	Ajavahemik Juuliuse 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?

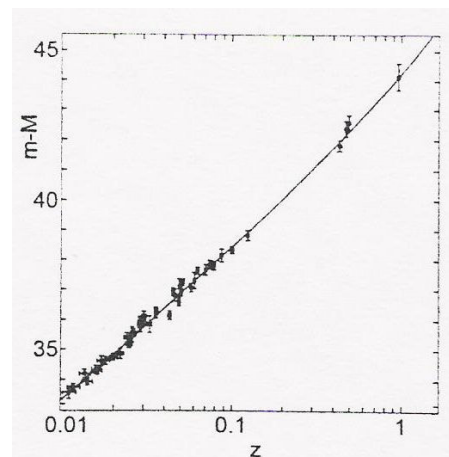
Vaatlusaeg (päeva murdosades)	Mõõdetud radiaalkiirus km/s
0.9	75
1.8	74
2.9	51
3.9	45
4.9	67
5.8	75
6.8	63
7.8	46
8.8	47
8.9	50
9.8	70
10.8	70
11.9	53
12.8	42
13.8	42
14.8	58
15.9	75



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 tsefeid asub taevas Sgr ja Sct tähtkujude piiril. Tsefeidi keskmine näiv tähesuurus on  $6^m,2$ . Tabelis on toodud selle tsefeidi 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 tsefeidi olulisemad parameetrid ning nende alusel 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 lainepikkus $\text{\AA}$
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 $\text{\AA}$
----------------------------------	------------------------------------

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

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

