

Արեգակնային համակարգի մոլորակներ

Ռոս Մ. Ռոս, Հանս Դիզ

*Միջազգային աստղագիտական միություն
Կատալոնիայի տեխնիկական համալսարան, Իսպանիա
Կանարյան կղզիների աստղաֆիզիկական ինստիտուտ,
Իսպանիա*



Նպատակներ

- Հասկանալ Արեգակնային համակարգի մոլորակների տվյալների աղյուսակների թվային արժեքների նշանակությունը
- Հասկանալ արտարեգակնային մոլորակների համակարգերի հիմնական առանձնահատկությունները



Արեգակնային համակարգ

Մենք փնտրում ենք
մոդելներ, որոնք
ապահովում են ոչ միայն
աշխատանքի ուսուցման
դասեր, այլ նաև
տեղեկատվություն:

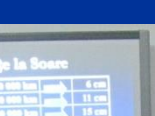


Բովանդակության համաձայն

Մենք ցանկանում ենք
մոդելներ, որոնք ունեն
գիտական
բովանդակություն, և
մոդելներ, որոնք որոշակի
կետեր են մատնանշում



Գործողություն 1: հեռավորություններ Արեգակից

Մերկուրի	57 900 000 կմ		6 սմ	0.4 ա.մ.
Վեներա	108 300 000 կմ		11 սմ	0.7 ա.մ.
Երկիր	149 700 000 կմ		15 սմ	1.0 ա.մ.
Մարս	228 100 000 կմ		23 սմ	1.5 ա.մ.
Յուպիտեր	778 700 000 կմ		78 սմ	5.2 ա.մ.
Սատուրն	1 430 100 000 կմ		143 սմ	9.6 ա.մ.
Ուրան	2 876 500 000 կմ		288 սմ	19.2 ա.մ.
Նեպտուն	4 506 600 000 կմ		450 սմ	30.1 ա.մ.



Գործողություն 2: Տրամագծի մոդել

Արեգակ	1 392 000 կմ		139.0 սմ
Մրկուրի	4 878 կմ		0.5 սմ
Վեներա	12 180 կմ		1.2 սմ
Երկիր	12 756 կմ		1.3 սմ
Մարս	6 760 կմ		0.7 սմ
Յուպիտեր	142 800 կմ		14.3 սմ
Սատուրն	120 000 կմ		12.0 սմ
Ուրան	50 000 կմ		5.0 սմ
Նեպտուն	45 000 կմ		4.5 սմ

Գործողություն 2: Տրամագծի մոդել



Շապիկ՝ մոլորակների
տրամագծերը չափելու
համար



Գործողություն 3: Տրամագծեր և հեռավորություններ Արեգակից

Արեգակ	1 392 000 կմ			25.0 սմ	
Մրկուրի	4 878 կմ	57 900 000 կմ		0.1 սմ	10 մ
Վեներա	12 180 կմ	108 300 000 կմ		0.2 սմ	19 մ
Երկիր	12 756 կմ	149 700 000 կմ		0.2 սմ	27 մ
Մարս	6 760 կմ	228 100 000 կմ		0.1 սմ	41 մ
Յուպիտեր	142 800 կմ	778 700 000 կմ		2.5 սմ	140 մ
Սատուրն	120 000 կմ	1 430 100 000 կմ		2.0 սմ	250 մ
Ուրան	50 000 կմ	2 876 500 000 կմ		1.0 սմ	500 մ
Նեպտուն	45 000 կմ	4 506 600 000 կմ		1.0 սմ	800 մ

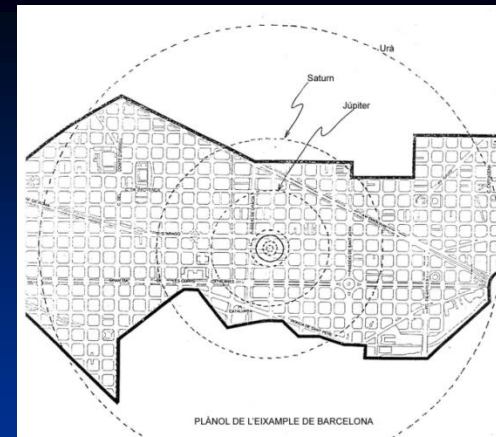
Սովորաբար դպրոցի բակը ձգվում է մինչև Մարս



Գործողություն 3: Տրամագծերի և հեռավորությունների մոդելները խաղահրապարակում



Գործողություն 4: Մոդել քաղաքում (Բարսելոնա)



Արեգակ	Լվացքի մեքենա	<i>Puerta Instituto</i>
Մերկուրի	Չկնկիթ	<i>Puerta Hotel Diplomatic</i>
Վեներա	Ոլոռ	<i>Pasaje Méndez Vigo</i>
Երկիր	Ոլոռ	<i>Entre Méndez Vigo y Bruc</i>
Մարս	Պղպեղի հատիկ	<i>Paseo de Gracia</i>
Յուպիտեր	Նարինջ	<i>Calle Balmes</i>
Սատուրն	Մանդարին	<i>Pasaje Valeri Serra</i>
Ուրան	Շագանակ	<i>Calle Entenza</i>
Նեպտուն	Շագանակ	<i>Estación de San</i>

Մոդել Մեց քաղաքում (Ֆրանսիա)



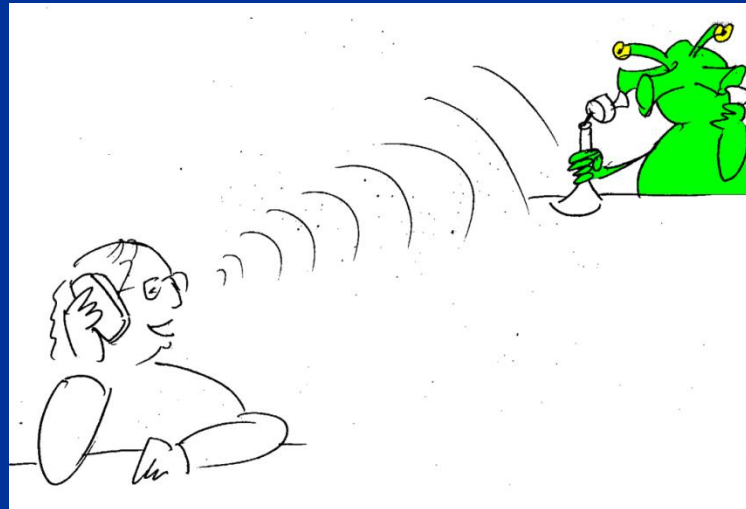
Գործողություն 5: Ժամանակների մոդել

■ $c = 300\,000$ կմ/վ

Լույսի՝ Երկրից Լուսին հասնելու համար
անհրաժեշտ ժամանակն է՝

$t = \text{հեռավորություն EM} / c = 384\,000 \text{ կմ} / 300\,000 = 1.3 \text{ վ}$

Ինչպիսի՞ն կլինի
մոլորակների
միջև «վիդեո»
գրույցը:

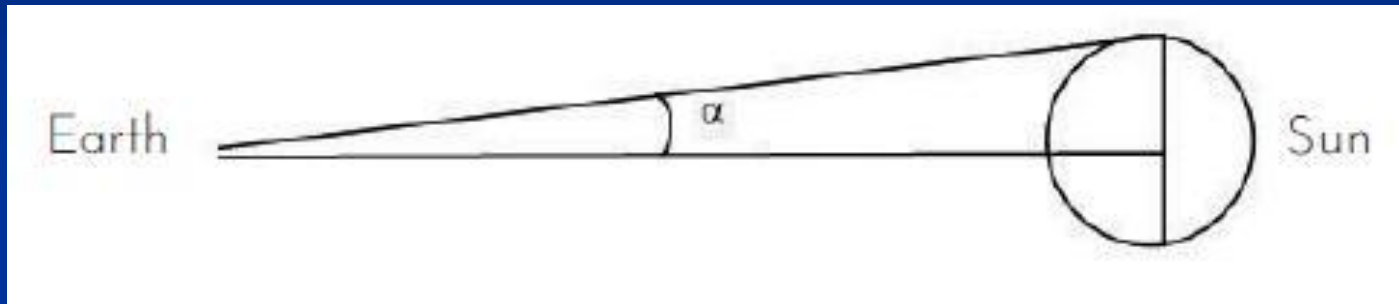


Արեգակի լույսը մեզ հասնելու համար պահանջվում է ...

Մերկուրի	57 900 000 կմ		3.3 րոպե
Վեներա	108 300 000 կմ		6.0 րոպե
Երկիր	149 700 000 կմ		8.3 րոպե
Մարս	228 100 000 կմ		12.7 րոպե
Յուպիտեր	778 700 000 կմ		43.2 րոպե
Սատուրն	1 430 100 000 կմ		1.32 ժամ
Ուրան	2 876 500 000 կմ		2.66 ժամ
Նեպտուն	4 506 600 000 կմ		4.16 ժամ

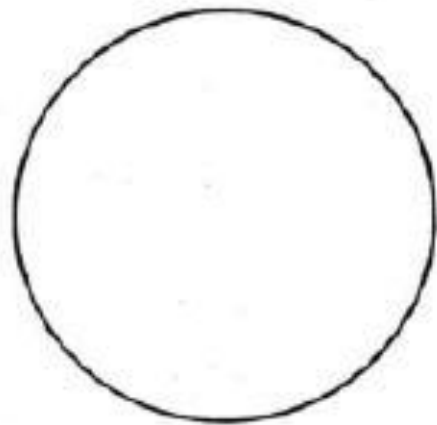


Գործողություն 6: Արեգակը մոլորակներից երևալիս

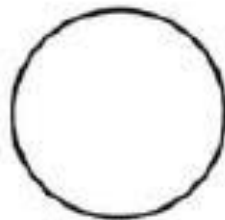


- $\alpha = \tan \alpha = \text{Արեգակի շառավիղ} / \text{Արեգակի հեռավորությունը}$
 $= 700\,000 / 150\,000\,000 = 0.0045$ ռադիան $= 0.255^\circ$
- Երկրից Արեգակի չափումները $2\alpha = 0.5^\circ$

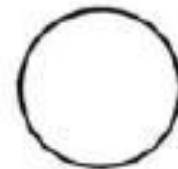
Գործողություն 6: Արեգակը մոլորակներից երևալիս



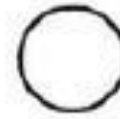
From Mercury



From Venus



From Earth



From Mars



From Jupiter



From Saturn



From Uranus



From Neptune

Գործողություն 7: Խտությունների մոդել

Արեգակ	1.41 g/cm ³	➡	Ծծումբ (1.1-2.2)
Մերկուրի	5.41 g/cm ³	➡	Պիրիտ (5.2)
Վեներա	5.25 g/cm ³	➡	Պիրիտ (5.2)
Երկիր	5.52 g/cm ³	➡	Պիրիտ (5.2)
Մարս	3.90 g/cm ³	➡	Սֆաերելիտ (4.0)
Յուպիտեր	1.33 g/cm ³	➡	Ծծումբ (1.1-2.2)
Սատուրն	0.71 g/cm ³	➡	Սոճու փայտ (0.55)
Ուրան	1.30 g/cm ³	➡	Ծծումբ (1.1-2.2)
Նեպտուն	1.70 g/cm ³	➡	Կավ (1.8-2.5)



Գործողություն 8: Հարթեցման մոդել

- Ստվարաթղթից 35 x 1 սմ չափի նեղ շերտեր կտրելք
- Դրանք ամրացրելք 50սմ երկարություն և 1սմ տրամագիծ ունեցող գլանաձև ձողի վրա: Ներքևի հատվածը թույլ թողելք, այնպես որ այն ձողը շարժելուն պես շարժվի.
- Ձեռքերով արագ պտտեցրելք ձողը մեկ այս, մեկ մյուս ուղղությամբ: Կենտրոնախույս ուժը կձևափոխի ստվարաթղթե ժապավենները, ինչպես ձևափոխվում են մոլորակները:



Գործողություն 8: Հարթեցում

Մոլորակներ	(Հասարակածային շառավիղը- բևեռային շառավիղ)/ հասարակածային շառավիղ
Մերկուրի	0.0
Վեներա	0.0
Երկիր	0.0034
Մարս	0.005
Յուպիտեր	0.064
Սատուրն	0.108
Ուրան	0.03
Նեպտուն	0.03



Միդերիկ պարբերությունների մոդել

- Ամրացրեք ընկույզը պարանի մի ծայրից, ապա բռնեք դրա հակառակ ծայրը: Պտտեք պարանը Ձեր գլխավերևում:
- Որքան շատ եք բաց թողնում պարանը, այնքան ավելի երկար ժամանակ է պահանջվում սիդերիկ պարբերությունն ավարտելու համար:
- Եթե հանեք պարանի մի որոշ մաս, ավելի քիչ ժամանակ կպահանջվի:



Երկրի ուղեծրային տվյալներ

Միջին ուղեծրային արագություն $v = 2\pi R / T$

Երկրի դեպքում

$$v = 2\pi \times 150 \times 10^6 / 365$$

$$v = 2\,582\,100 \text{ կմ/օր} = 107\,590 \text{ կմ/ժ} = 29.9 \text{ կմ/վ}$$

(Արեգակի միջին ուղեծրային արագությունը Գալակտիկայի կենտրոնի շուրջ հավասար է 220 կմ/վ կամ 800 000 կմ/ժ:)



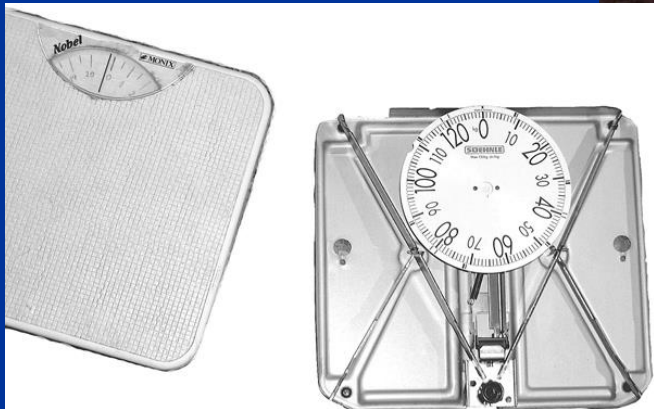
Ուղեծրային տվյալներ

Մոլորակ	Միդերիկ պարբերությ ուն(օրեր)	Հեռավորություն ն Արեգակից (կմ)	Ուղեծրային միջին արագություն (կմ/վ)	Ուղեծրային միջին արագություն (կմ/ժ)
Մերկուրի	87.97	57.9×10^6	47.90	172 440
Վեներա	224.70	108.3×10^6	35.02	126 072
Երկիր	365.26	149.7×10^6	29.78	107 208
Մարս	686.97	228.1×10^6	24.08	86 688
Յուպիտեր	4331.57	778.7×10^6	13.07	47 052
Սատուրն	10759.22	$1\,430.1 \times 10^6$	9.69	34 884
Ուրան	30.799.10	$2\,876.5 \times 10^6$	6.81	24 876
Նեպտուն	60190.00	$4\,506.6 \times 10^6$	5.43	19 558



Գործողություն 10: Մակերեսային ձգողականության մոդել

- Մակերեսային ձգողականություն, $F = G M m/d^2$, $m = 1$, $d = R$ հետ: Հետևում է, որ $g = G M / R^2$, որտեղ $M = 4/3 \pi R^3 \rho$
- Փոխարինելով՝ $g = 4/3 \pi G R \rho$



Մակերեսային ձգողականություն

Մոլորակներ	Հասարակածային շառավիղ	Խտություն		Ստացված ձգողականություն	Իրական ձգողականություն	
Մերկուրի	2 439 կմ	5.4 գ/սմ ³		0.378	3.70 մ/վ ²	0.37
Վեներա	6 052 կմ	5.3 գ/սմ ³		0.894	8.87 մ/վ ²	0.86
Երկիր	6 378 կմ	5.5 գ/սմ ³		1.000	9.80 մ/վ ²	1.00
Մարս	3 397 կմ	3.9 գ/սմ ³		0.379	3.71 մ/վ ²	0.38
Յուպիտեր	71 492 կմ	1.3 գ/սմ ³		2.540	23.12 մ/վ ²	2.36
Սատուրն	60 268 կմ	0.7 գ/սմ ³		1.070	8.96 մ/վ ²	0.91
Ուրան	25 559 կմ	1.2 գ/սմ ³		0.800	8.69 մ/վ ²	0.88
Նեպտուն	25 269 կմ	1.7 գ/սմ ³		1.200	11.00 մ/վ ²	1.12
Հուսին					1.62 մ/վ ²	0.16

Գործողություն 11: «հարվածային խառնարանների» մոդել

- Ծածկեք հատակը թերթով՝ խառնաշփոթից խուսափելու համար
- Ոչ խորը տուփի մեջ 1-2 սմ-ի չափով այլուր մաղեք հարթ մակերես ստանալու համար
- Կոկոսի փոշի մաղեք՝ այլուրի վրա մի քանի միլիմետրանոց շերտ ստանալու համար
- Մոտավորապես 2մ բարձրությունից գցեք կոկոսի փոշու գդալը՝ հարվածային խառնարանի պես հետքեր ստեղծելու համար
- Օգտագործված այլուրը կարելի է պահել մեկ այլ փորձ կատարելու համար



Գործողություն 12: Փախուստի արագություն

- $E_{\text{կինետիկ}} = \frac{1}{2} m v^2$
- $E_{\text{պոտ}} = -G M_{\text{մոլորակ}} m / R_{\text{մոլորակ}}$
- $E_{\text{mec}} = E_{\text{կինետիկ}} + E_{\text{պոտ}} = 0$
- $g_{\text{մոլորակ}} = G M_{\text{մոլորակ}} / R_{\text{մոլորակ}}^2$

$$\text{Այսինքն } -G M_{\text{մոլորակ}} m / R_{\text{մոլորակ}} + \frac{1}{2} m v^2 = 0$$

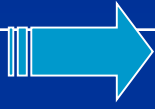
$$\frac{1}{2} m v^2 = g_{\text{մոլորակ}} m R_{\text{մոլորակ}}$$

փախուստի արագության արդյունքը

$$v = (2gR)^{1/2}$$

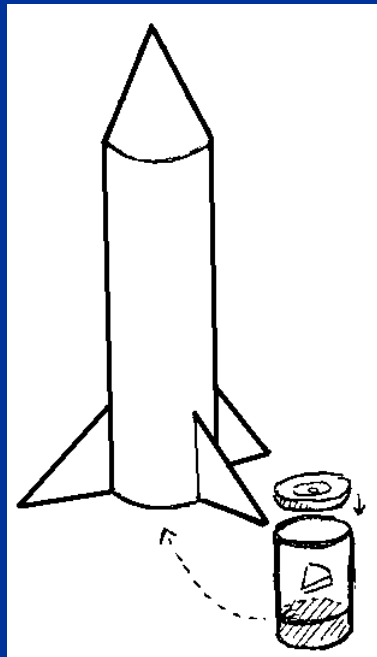


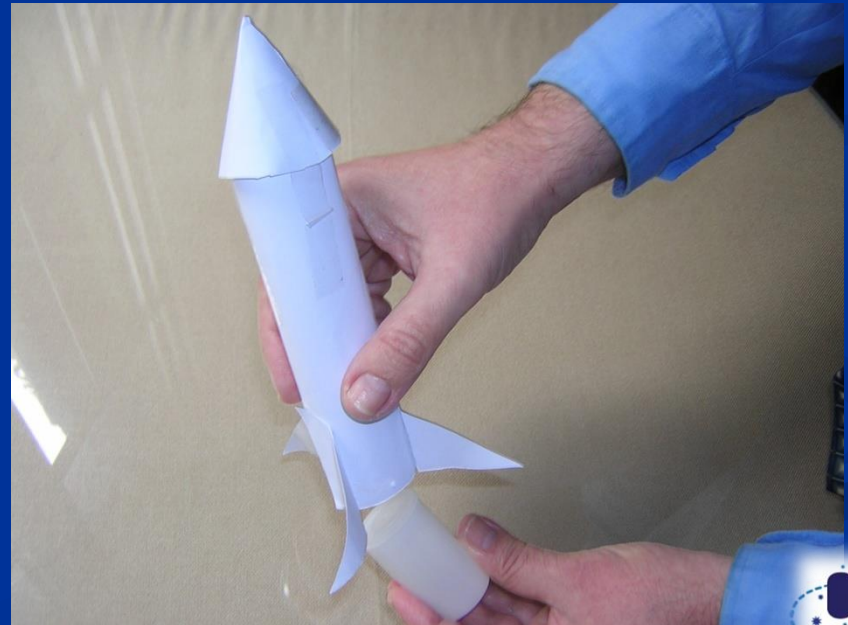
Գործողություն 12: Փախուստի արագություն

Մոլորակներ	Հասարակածային շառավիղ	Մակերեսային ձգողականություն		Փախուստի արագություն
Մերկուրի	2 439 կմ	0.378		4.3 կմ/վ
Վեներա	6 052 կմ	0.894		10.3 կմ/վ
Երկիր	6 378 կմ	1.000		11.2 կմ/վ
Մարս	3 397 կմ	0.379		5.0 կմ/վ
Յուպիտեր	71 492 կմ	2.540		59.5 կմ/վ
Սատուրն	60 268 կմ	1.070		35.6 կմ/վ
Ուրան	25 559 կմ	0.800		21.2 կմ/վ
Նեպտուն	25 269 կմ	1.200		23.6 կմ/վ

Հրթիռի արձակում

- Ստվարաթուղթ
- Լուսանկարչական ժապավենի տուփ
- $\frac{1}{4}$ Փրփրոդ ասպիրին





Արտաբեզականային մոլորակային համակարգեր



1995թ-ին Միշել Մայորը և Դիդիե ֆելդզը հայտարարեցին 51 Պեգասի շուրջ պտտվող արտարեգակնային մոլորակի հայտնաբերման մասին



Արտարեգակնային
մոլորակի առաջին
պատկերը

2003թ. մարտի 16

2M1207b ուղիղ պատկերում (ESO)



Մենք հիմնվում ենք տեխնոլոգիաների վրա



1610թ-ին Գալիլեյն առաջին անգամ
դիտում է Սատուրնը: Իր աստղադիտակով
նա չի կարողանում տեսնել օղակը, բայց
նկարագրում է այն իբրև երեք մարմին
ունեցող աստղ: Պետք էր սպասել
Հյույգենսին (1659), ով ավելի լավ
աստղադիտակ ուներ և կարողացավ
նշմարել օղակը: Դա է պատճառը, որ
Ռուբենսի՝ Սատուրնը

խորհրդանշող նկարում (1636-1638)
պատկերված է երեք օբյեկտ՝ համաձայն
Գալիլեյի հայտնագործությանը:



Արտարեգակնային մոլորակների անվանումները

Տառը գրվում է «b»-ով սկսվող
անվամբ կենտրոնական
աստղի անունից հետո՝
որպես համակարգում
գտնված առաջին մոլորակ
(օր.՝ 51 Պեգասի b)։

Հաջորդ մոլորակը անվանվում է այբուբենի
հաջորդ տառի միջոցով c, d, e, f, g այլն։

(51 Պեգասի c, 51 Պեգասի d, 51 Պեգասի e)։



Արտարեգակնային մոլորակների հայտնաբերում

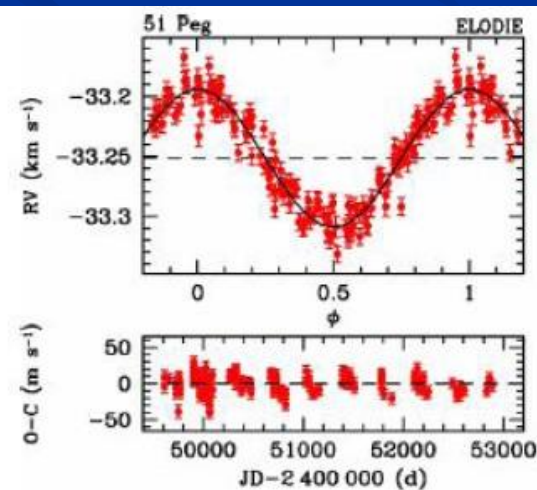
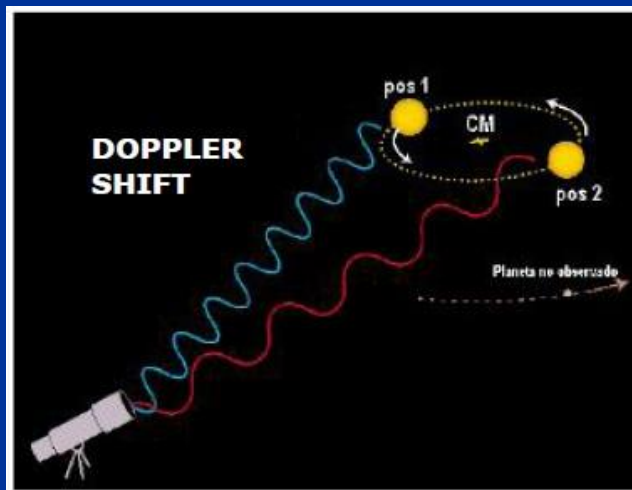
Օգտագործվում են շատ մեթոդներ՝

- ❑ Տեսագծային արագություն և
Դոպլերի էֆեկտ
- ❑ Անցման մեթոդ
- ❑ Միկրոռոսայնյակավորում
- ❑ և այլն

Հայտնաբերման մեթոդ: Տեսագծային արագություն

Աստղի տեսագծային արագության փոփոխությունը մոլորակի կամ աստղային համակարգի ծանրության կենտրոնի շուրջ պտտվելիս չափվում է՝ օգտագործելով Դոպլերի էֆեկտը:

Մա այն մեթոդն է, որով հայտնաբերվել է առաջին արտաբեզականային մոլորակը՝ 51 Պեգասի b:

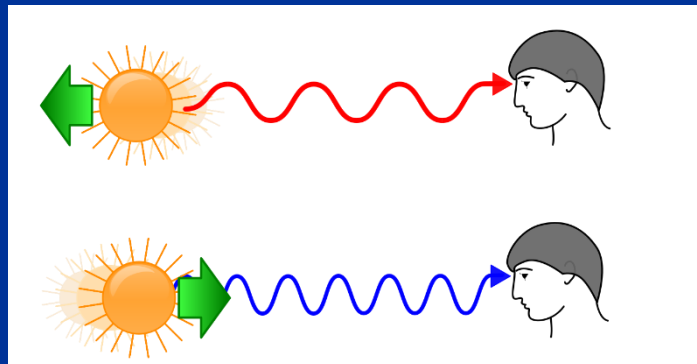


Գործողություն 13: Դռպլերի էֆեկտ

Դռպլերի էֆեկտը լույսի ալիքի երկարության փոփոխությունն է, երբ աղբյուրը շարժման մեջ է:

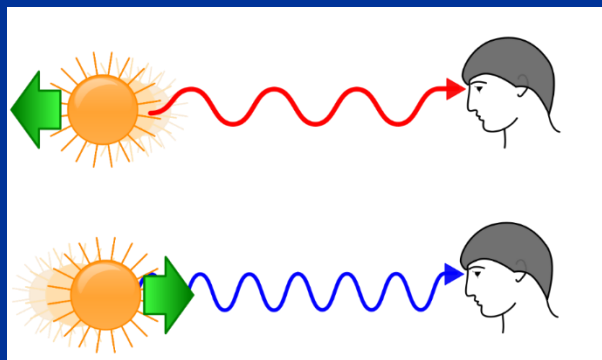
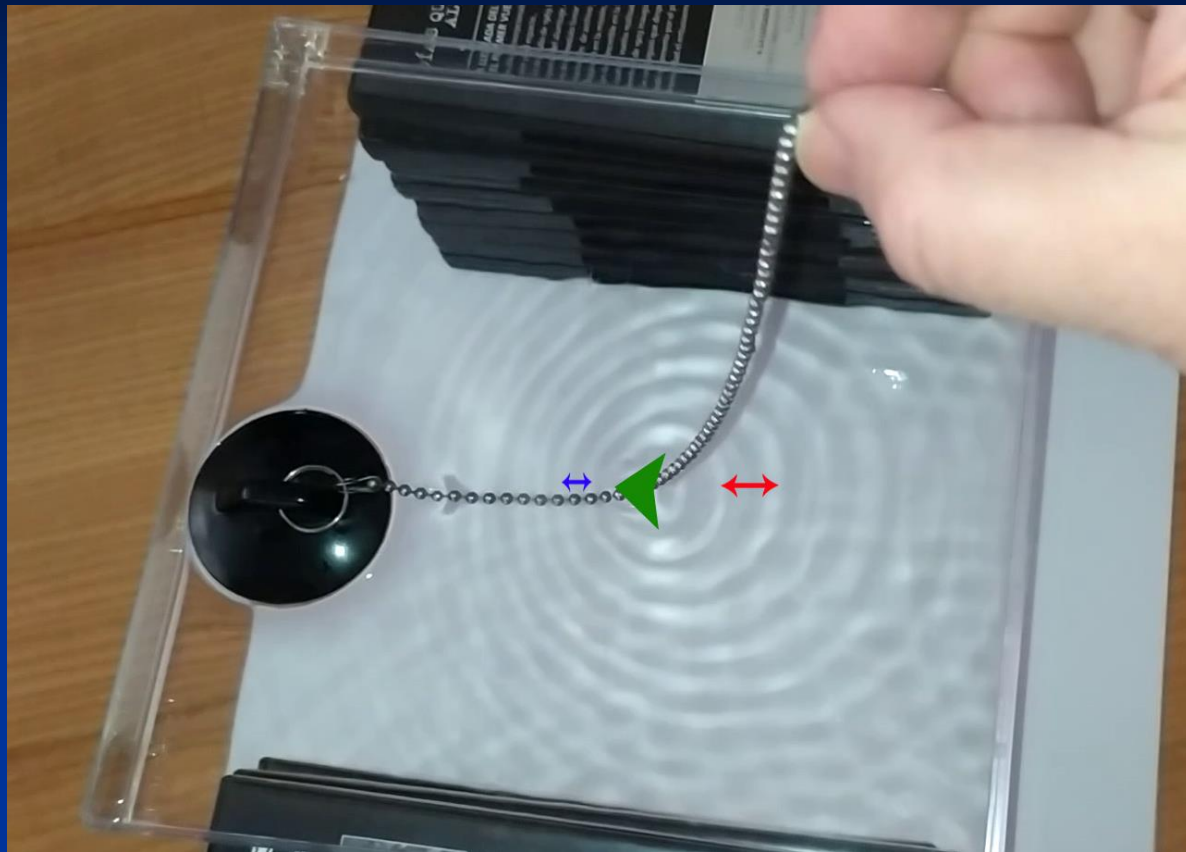
Երբ աղբյուրը մոտենում է, **ալիքի երկարությունը կրճատվում է, և դիտվող լույսը տեղափոխվում է տեսանելի սպեկտրի կապույտ մաս:**

Երբ այն հեռանում է, **ալիքի երկարությունը մեծանում է, և դիտվող լույսը տեղափոխվում է տեսանելի սպեկտրի կարմիր մաս:**



Գործողություն 13. Դոպլերի էֆեկտ

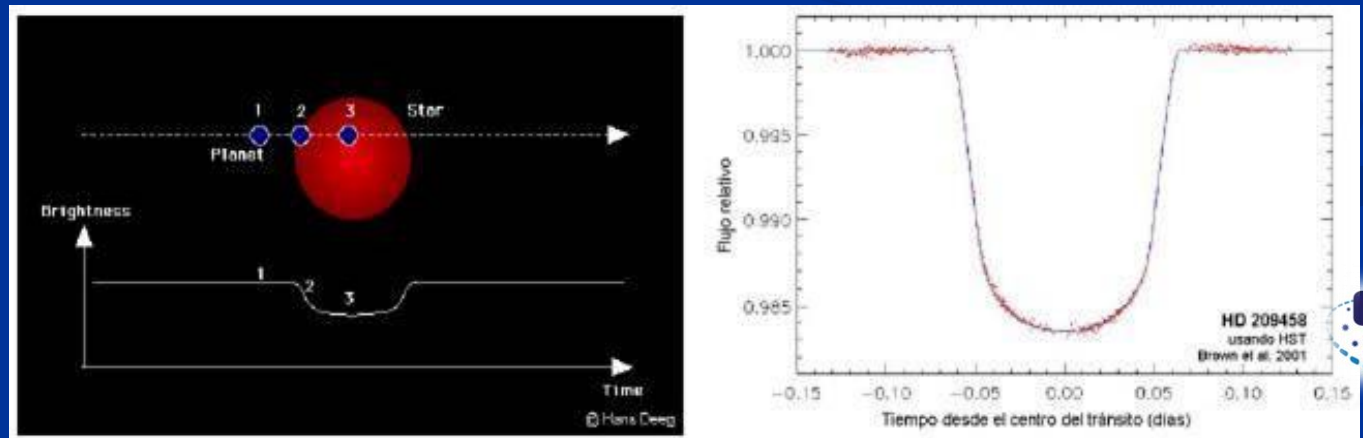
Այն
վերաբառադրվել
է մի դույլ ջրով,
շղթայով
կապիչով և
բջջային
հեռախոսի
լույսով:



Հայտնաբերման մեթոդ: Անցումներ

Արտաբեզակնային մոլորակի անցման ժամանակ աստղի պայծառությունը մի փոքր նվազում է:

Արեգակի տիպի աստղերի և Յուպիտերի չափի մոլորակների համար պայծառությունը նվազում է մոտ 1 տոկոսով, իսկ Երկրի չափի մոլորակների համար՝ շուրջ 0,03 տոկոսով:



Գործողություն 14: Անցման սխալացիա

Օգտագործեք երկու գնդակ՝ մեկը (մեծ) աստղի փոխարեն, իսկ մյուսը (փոքր) աստղի շուրջը պտտվող արտարեգակնային մոլորակի փոխարեն:

Եթե դիտողը ուղեծրի նույն հարթության վրա լինի և այդ պահին դիտի, կտեսնի, թե ինչպես է մոլորակն անցնում աստղի առջևով, իսկ աստղի պայծառությունը՝ նվազում:

Բայց եթե դիտողն ուղեծրի նույն հարթության վրա չէ, ապա պայծառության կորի մեջ ոչ մի փոփոխություն չի կարող նկատել:

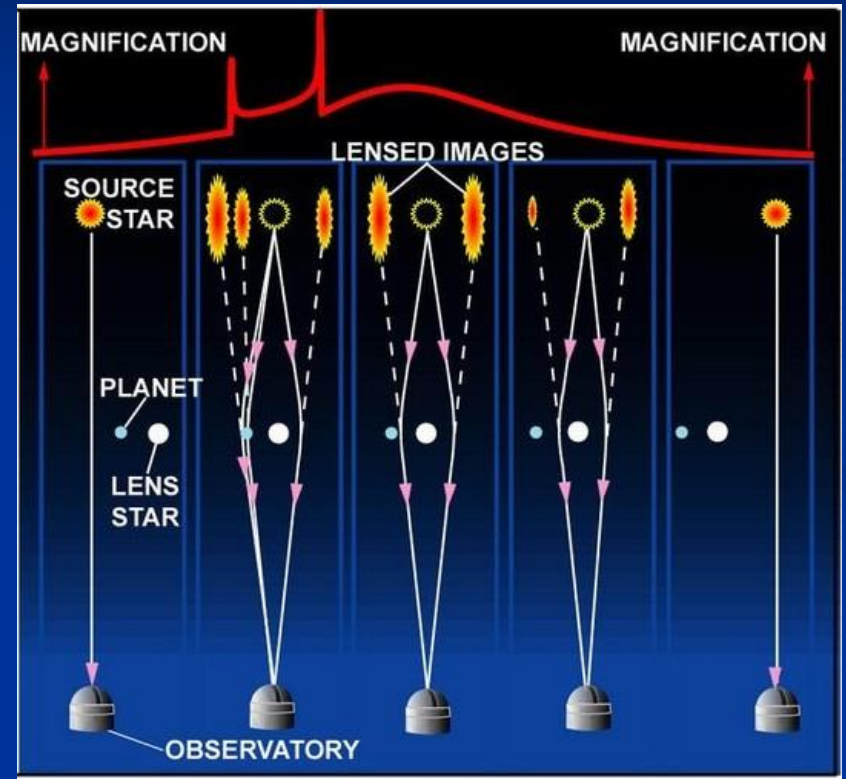


Դիտողն ուղեծրի հարթության վրա Դիտողն ուղեծրի հարթությունից դուրս



Հայտնաբերման մեթոդ: Միկրոռոսպնյակավորում

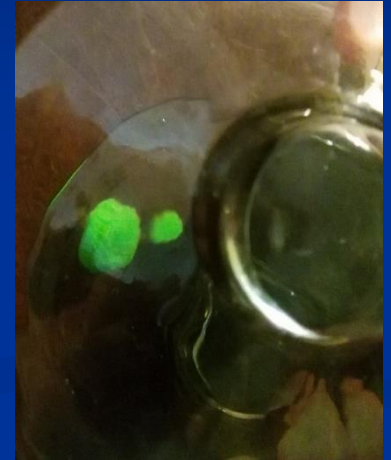
Նկատվում է մեծացում
կամ աղավաղում, որը
շեշտում է
արտաբեզակնային
մոլորակը շնորհիվ
համակարգի և
գրավիտացիոն ռոսպնյակ
ստեղծող աստղի կամ
օբյեկտի հավասարեցման:



Երեք մարմինների միջև հարկավոր է լիարժեք
տեսանելի հավասարեցում (Երկիր, օբյեկտ-ռոսպնյակ
և արտաբեզակնային մոլորակ):

Գործողություն 15:

Միկրոռապնյակների սիմուլյացիա



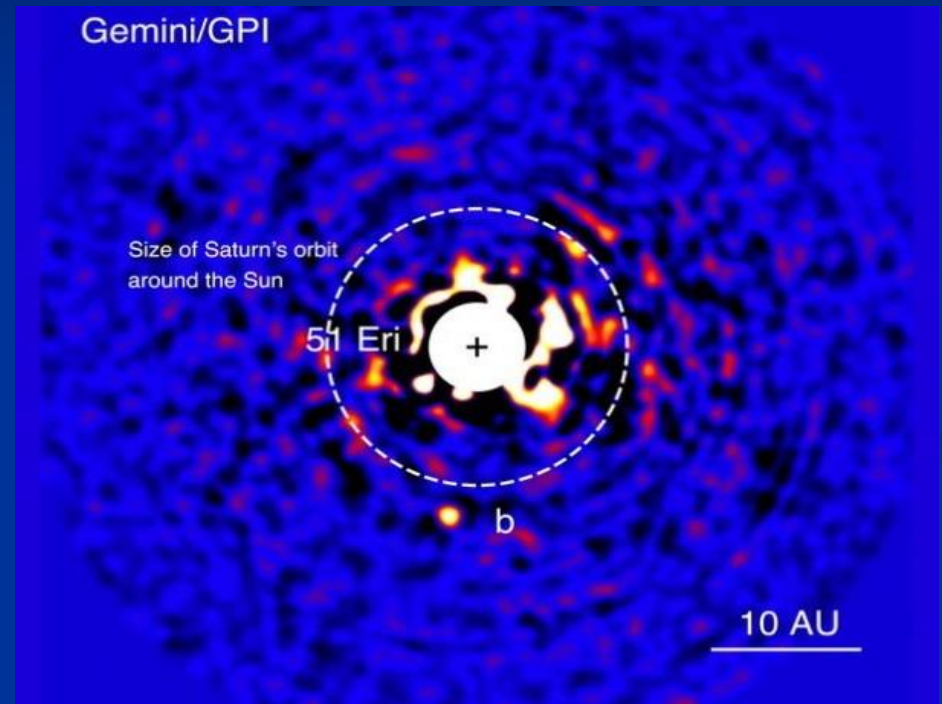
Գինու միայն
մեկ բաժակի
ոտիկով ոչինչ
տեսանելի չէ:

Մի գույգ գինու բաժակների
ոտիկների դեպքում

Այնուհետև մենք անցում ենք
կատարում մյուսին, և առաջանում
է մի կետ, հետո նույնիսկ երկու:

Հայտարարման մեթոդ: Ուղիղ

Աստղի նկարն
ուսումնասիրվում է՝
դրա շուրջը գտնվող
արտաբեզակնային
մոլորակները
որոշելու
նպատակով:

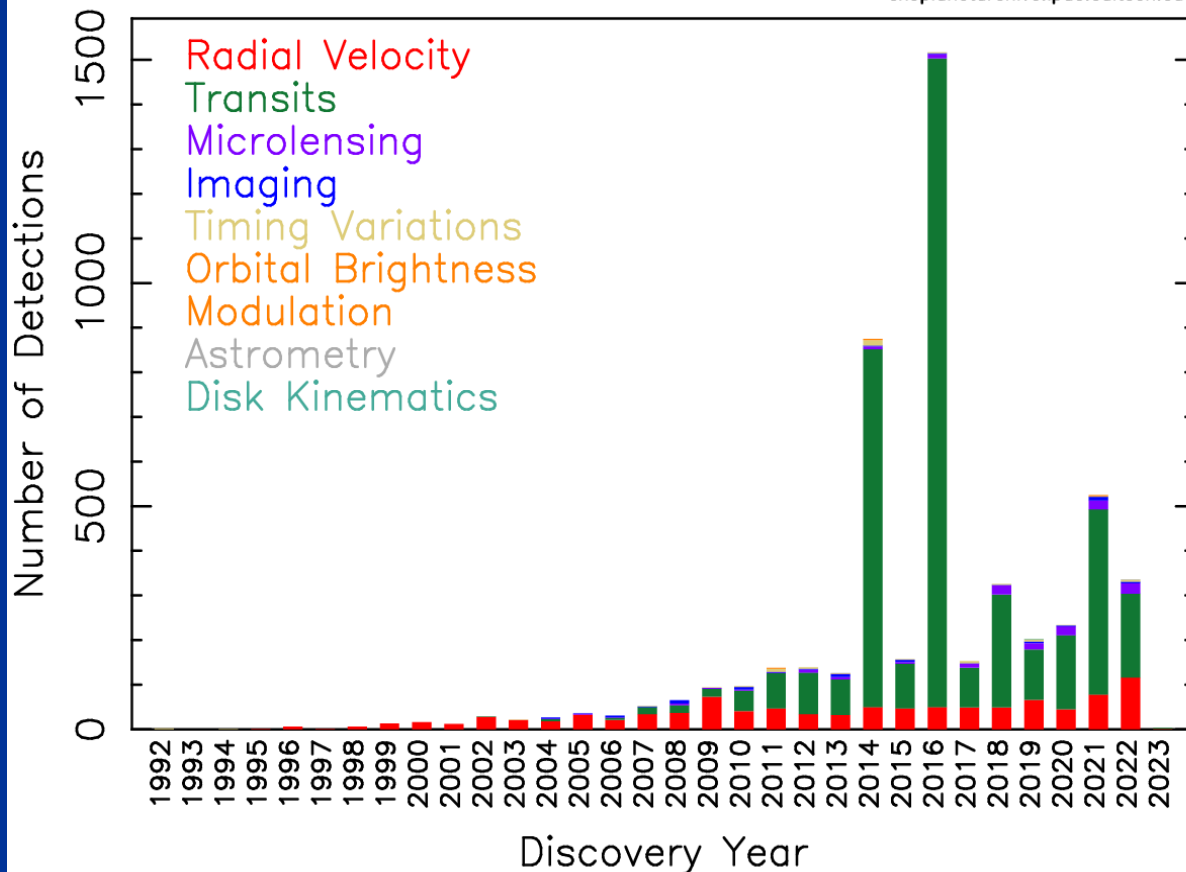


Շնորհիվ աստղի արձակած լույսի
քանակի դա անելն այդքան էլ հեշտ չէ:



Detections Per Year

26 Jan 2023
exoplanetarchive.ipac.caltech.edu



Հայտնաբերման
մեթոդով
գտնված 2023
հայտնի
արտաբեզականա
յին մոլորակներ



Արտարեգակնային մոլորակների համակարգերի մոդել

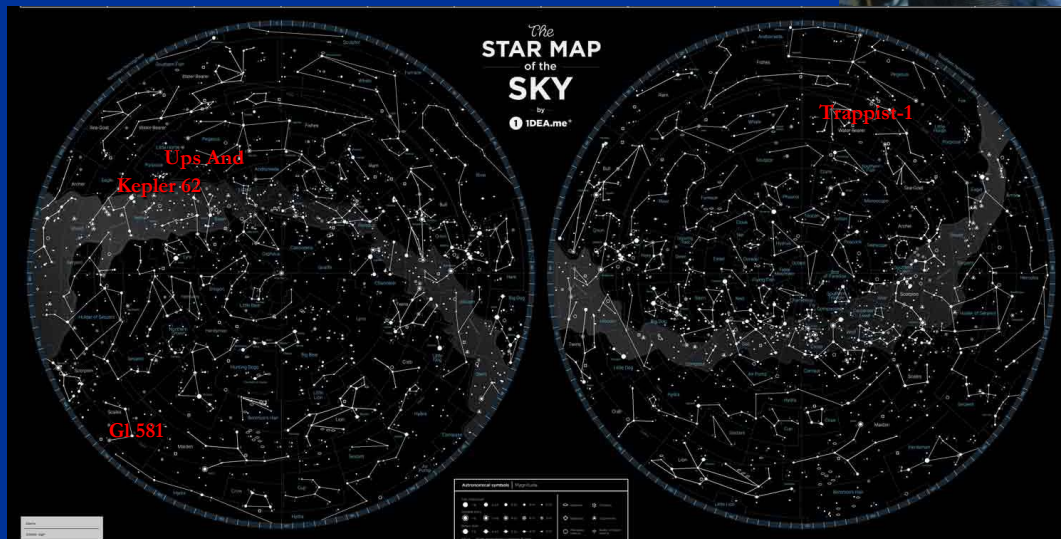
Ներկայումս հայտնաբերվել են մոտ 4000
մոլորակային համակարգեր, ավելի քան 5300
էկզոմոլորակներ և կատարվել են մոտ 10000
էկզոմոլորակների թեկնածուների դիտարկումներ: Jet
Propulsion Laboratory (NASA; <http://planetquest.jpl.nasa.gov/>)

Չանգվածները համեմատված են Յուպիտերի (M_j)
(1.9×10^{27} կգ) կամ Երկրի հետ (M_e) (5.97×10^{24} կգ).

Պատճառը տեխնիկական
սահմանափակումներն են:



Գործողություն 16: Արտաբեզականային մոլորակների համակարգերի մանրակերտեր



Հեռավորություն՝ 1 ա.մ. = 1 մ
Տրամագիծ՝ 10000 կմ = 0.5 սմ

Գործողություն 16: Կառուցել Արեգակնային համակարգ

Արեգակնային համակարգ	Հեռ. ա.մ.	Տրամագիծ կմ	Մոդելի հեռավորություն	Մոդելի տրամագիծ
Մերկուրի	0.39	4 879	40 cm	0.2 cm
Վեներա	0.72	12 104	70 cm	0.6 cm
Երկիր	1	12 756	1m	0.6 cm
Մարս	1.52	6 794	1.5 m	0.3 cm
Յուպիտեր	5.2	142 984	5 m	7 cm
Սատուրն	9.55	120 536	10 m	6 cm
Ուրան	19.22	51 118	19 m	2.5 cm
Նեպտուն	30.11	49 528	30 m	2.5 cm

Մայր աստղ Արեգակ G2V, Մոդելում Արեգակի տրամագիծը 35սմ է
 Հեռավորություն՝ 1 ա.մ. = 1 մ
 Տրամագիծ՝ 10000 կմ = 0.5 սմ



Գործողություն 16: Կառուցել (առաջին արտաբեզակնային մոլորակի համակարգ)

Ուփսիլոն Անդրոմեդայի Titawin	Հայտնաբերման տարի	Հեռ. ա.մ.	Տրամագիծ կմ	Մոդելի հեռավորությունը	Մոդելի տրամագիծը
Ups And b/Saffar	1996	0.059	108 000	6 սմ	5.5 սմ
Ups And c/Samh	1999	0.830	200 000	83 սմ	10 սմ
Ups And d/Majriti	1999	2.510	188 000	2.5 մ	9 սմ
Ups And e/Titawin e	2010	5.240	140 000	5.2 մ	7 սմ

Մայրական աստղը Ups Անդրոմեդայի F8V 44 լ.տ. հեռավորության վրա And.-ում, տրամագիծը 1.28 Արեգակի տրամագիծ, մոդելը 45 սմ է

Հեռավորություն՝ 1 ա.մ. = 1 մ

Տրամագիծ՝ 10000 կմ = 0.5 սմ



Գործողություն 16: Կառուցել («Երկրային խմբի» մոլորակների հետ)

Գլիզե 581	Հայտարարման տարի	Հեռ. ա.մ.	Տրամագիծ կմ	Մոդելի հեռավորությունը	Մոդելի տրամագիծը
Gl.581 e	2009	0.030	15 200	3 սմ	0.8 սմ
Gl.581 b	2005	0.041	32 000	4 սմ	1.6 սմ
Gl.581 c	2007	0.073	22 000	7 սմ	1.1 սմ

Մայրական աստղ Gliese 581 M2,5V 20,5 լ.տ.
 հեռավորության վրա է Libra-ում, տրամագիծը 0.29
 Արեգակի տրամագիծ, մոդելը 10 սմ է

Հեռավորություն՝ 1 ա.մ. = 1 մ

Տրամագիծ 10000 կմ = 0.5 սմ



Գործողություն 16: Կատուցել (երկրային խմբի «բնակելի» մոլորակներ)

Կեպլեր 62	Հայտարարման տարի	Հեռ. ա.մ.	Տրամագիծ կմ	Մոդելի հեռավորությունը	Մոդելի տրամագիծը
Kepler-62 b	2013	0.056	33 600	5.6 սմ	1.7 սմ
Kepler-62 c	2013	0.093	13 600	9 սմ	0.7 սմ
Kepler-62 d	2013	0.120	48 000	12 սմ	2.4 սմ
Kepler-62 e	2013	0.427	40 000	43 սմ	2 սմ
Kepler-62 f	2013	0.718	36 000	72 սմ	1.8 սմ

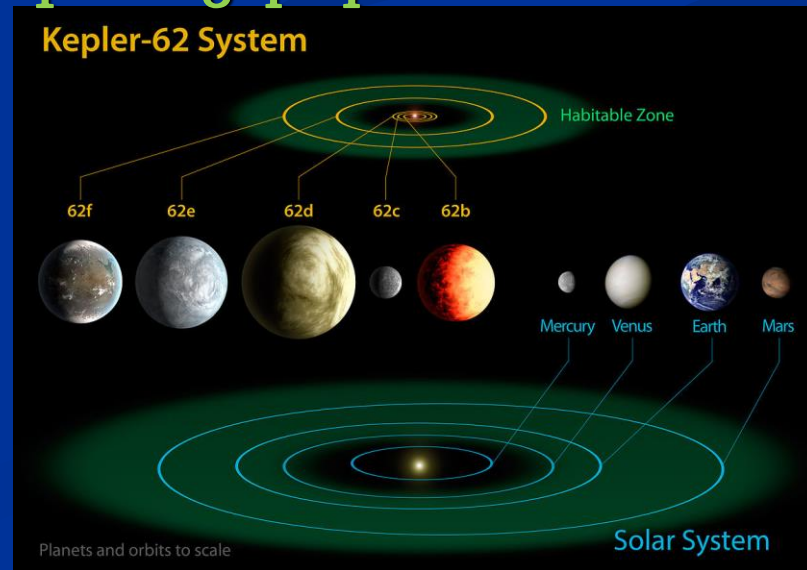
Մայրական աստղը Kepler 62 K2V 1200 լ.տ.
 Հեռավորության վրա է Lyr.-ում, տրամագիծը 0.64
 Արեգակի տրամագիծ, մոդելը 22 սմ է

Հեռավորություն՝ 1 ա.մ. = 1 մ
 Տրամագիծ 10000 կմ = 0.5 սմ



Արտարեգակնային մոլորակների հավանական բնակելիությունը

■ Կեպլեր-62-ի բնակելիության գոտու՝ երկու արտարեգակնային մոլորակները կարող են իրենց մակերևույթների վրա ունենալ հեղուկ ջրի պաշարներ: Կեպլեր-62e-ի դեպքում, որը մոտ է բնակելիության գոտու ներքին հատվածին, կպահանջվի անդրադարձնող ամպերի ծածկույթ, որը կնվազեցնի ճառագայթումը, ինչի պատճառով տաքանում է մակերևույթը: Մյուս կողմից՝ Կեպլեր-62f-ը գտնվում է բնակելիության գոտուց դուրս:



Կատուցել («Երկրային խմբի բնակելի» մոլորակներ)

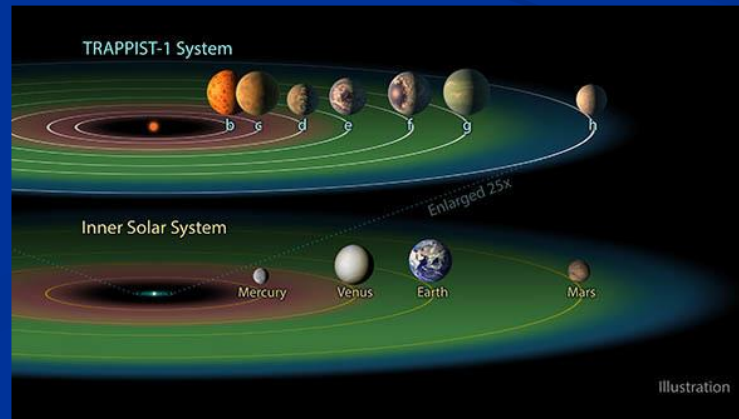
Trappist-1	Հայտաբերման տարի	Հեռ. ա.մ.	Տրամագիծ կմ	Մոդելի հեռավորությունը	Մոդելի տրամագիծը
Trappist-1 b	2016	0.012	28 400	1.2 սմ	1.4 սմ
Trappist-1 c	2016	0.016	28 000	1.6 սմ	1.4 սմ
Trappist-1 d	2016	0.022	20 000	2.2 սմ	1.0 սմ
Trappist-1 e	2017	0.030	23 200	3.0 սմ	1.2 սմ
Trappist-1 f	2017	0.039	26 800	3.9 սմ	1.3 սմ
Trappist-1 g	2017	0.047	29 200	4.7 սմ	1.5 սմ
Trappist-1 h	2017	0.062	19 600	6.2 սմ	1.0 սմ

Մայրական աստղը Trappist 1 M8V 40 լ.տ.
 հեռավորության վրա է Acuarus-ում,
 տրամագիծը 0.1 Արեգակի տրամագիծ, մոդելը 4 սմ է
 Հեռավորություն՝ 1 ա.մ. = 1 մ
 Տրամագիծ 10000 կմ = 0.5 սմ



Արտարեգակնային մոլորակների հավանական բնակելիությունը

- Trappist-1-ի համակարգը քարքարոտ է, և մակերևույթին կարող է ունենալ ջրի հսկայական պաշարներ՝ հեղուկ վիճակում՝ գոլորշու տեսքով կամ սառցե կեղևի տեսքով: Trappist 1-ի բնակելիության գոտում է գտնվում **Trappist-1e**, որը հայտնի է իր Երկրի համեմատ ավելի խիտ միջուկով, ինչը կարծես թե ցույց է տալիս, որ այս համակարգի բոլոր մոլորակների մեջ այն ամենից շատ է նման Երկրին և հավանական է, որ ունի մագնիսոլորտ:



Եզրակացություն

- Մոլորակների դեպքում գիտելիքներն ավելի «հստակ» են:
- Շփումները ստեղծում են «պարամետրեր», որոնք թույլ են տալիս ավելի լավ հասկանալ չափերը:
- Արեգակնային համակարգը «դատարկ է»
- Արտարեգակնային մոլորակների ներկայացում: Ծանոթացում հայտնաբերման մեթոդներին:



Շնորհակալություն ուշադրության համար

