აბასთუმნის

ასტროფიზიკური ობსერვატორია

LX1

ასტრონომიული კალენდარი

(წელიწდეული)

2021

ინტელექტი
თბილისი – 2020

ასტრონომიული კალენდარი გამოიცემა 1961 წლიდან.

1961-2008 წლებში მას ერთობლივად გამოსცემდა ე. ხარაძის სახელობის ეროვნული ასტროფიზიკური ობსერვატორია და ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი.

2009-2020 წლების ასტრონომიული კალენდრები გამოსცა ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტმა.

შემდგენელი:

ე.ხარაძის სახელობის ეროვნული ასტროფიზიკური ობსერვატორია

სარედაქციო კოლეგია:

შ. საბაშვილი (პ/მგ. რედაქტორი)

გ. რამიშვილი ა. როგავა
ნ. საბაშვილი ე. ჯანიაშვილი

ISSN 0134-9856

ISBN 978-9941-31-264-9

წინასიტყვაობა
სამოცდამეერთე გამოცემისათვის

ასტრონომიული კალენდარი (წელიწდეული) მოიცავს ყველა უმთავრეს ცნობას, რომელიც, ჩვეულებრივ, ამგვარ ცნობარებში მოიპოვება. ესენია: მზის, მთვარისა და პლანეტების ამოსვლა-ჩასვლის წინასწარ გამოთვლილი მომენტები მთელი წლისათვის, მათი მდებარეობა ცაზე, მთვარის ფაზები, მზისა და მთვარის დაბნელებანი, კომეტების და მეტეორული ნაკადების გამოჩენა, დროის სააღრიცხვო და გარემოში ორიენტირებისათვის საჭირო მონაცემები და სხვადასხვა ციური მოვლენების დაკვირვებასთან დაკავშირებული ცნობები. კალენდრის შესავალ ნაწილში – ,,როგორ ვისარგებლოთ კალენდრით" – მკითხველი ყველა აუცილებელ განმარტებას იპოვის.

გამოთვლების ძირითადი ნაწილი შესრულებულია აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის თანამშრომლების გ. რამიშვილის, ნ. საბაშვილის და ე. ჯანიაშვილის მიერ. კალენდარს თან ერთვის რამდენიმე სამეცნიერო-პოპულარული წერილიც.

ტექსტის კომპიუტერზე აწყობა განახორციელა ვ. საბაშვილმა.ხელ-ნაწერი მოამზადა და საბოლოო კორექტურა შეასრულა ნ. საბა-შვილმა.

შ. საბაშვილი

2021
წლის დროების დასაწყისი
(თბილისის საშუალო დროით)

გ ა ზ ა ფ ხ უ ლ ი	20 მარტი	$12^{ს}$ 38 ^{წ}
ზ ა ფ ხ უ ლ ი	- 21 ივნისი	$6^{ს}$ 31 ^{წ}
შ ე მ ო დ გ ო მ ა	22 სექტემბერი	$22^{ს}$ $20^{წ}$
ზ ა მ თ ა რ ი	- 21 დეკემბერი	$18^{ს}$ $56^{წ}$

დეკრეტულ დროზე გადასასვლელად თბილისის საშუალო დროს უნდა დაემატოს 1 საათი და 1 წუთი.

საქართველოს ტერიტორია ვრცელდება

აღმოსავლეთის გრძედით 40^{o}.0-დან 46^{o}.7-მდე,

ჩრდილოეთის განედით 41^{o}.1-დან 43^{o}.6-მდე.

ზოგიერთი ქალაქის გეოგრაფიული კოორდინატები

ქალაქი	გრძედი	განედი	ქალაქი	გრძედი	განედი
	°	°		°	°
აბასთუმანი	42.8	41.8	ლაგოდეხი	46.3	41.8
ახალქალაქი	43.5	41.4	მესტია	42.7	43.1
ახალციხე	43.0	41.6	ოზურგეთი	42.0	41.9
ბათუმი	41.6	41.6	სამტრედია	42.3	42.2
ბოლნისი	44.5	41.4	საჩხერე	43.4	42.4
ბორჯომი	43.4	41.8	სოხუმი	41.0	43.0
გორი	44.1	42.0	ფოთი	41.7	42.1
დუშეთი	44.7	42.1	ქუთაისი	42.7	42.3
ზუგდიდი	41.9	42.5	ყაზბეგი	44.6	42.6
თბილისი	44.8	41.7	ცხინვალი	44.0	42.2
თელავი	45.5	41.9	ხაშური	43.6	42.0

ტაბელ-კალენდარი

2021

იანვარი

ორშაბათი		4	11	18	25
სამშაბათი		5	12	19	26
ოთხშაბათი		6	13	20	27
ხუთშაბათი		7	14	21	28
პარასკევი	1	8	15	22	29
შაბათი	2	9	16	23	30
კვირა	3	10	17	24	31

თებერვალი

ორშაბათი	1	8	15	22
სამშაბათი	2	9	16	23
ოთხშაბათი	3	10	17	24
ხუთშაბათი	4	11	18	25
პარასკევი	5	12	19	26
შაბათი	6	13	20	27
კვირა	7	14	21	28

მარტი

ორშაბათი	1	8	15	22	29
სამშაბათი	2	9	16	23	30
ოთხშაბათი	3	10	17	24	31
ხუთშაბათი	4	11	18	25	
პარასკევი	5	12	19	26	
შაბათი	6	13	20	27	
კვირა	7	14	21	28	

აპრილი

ორშაბათი		5	12	19	26
სამშაბათი		6	13	20	27
ოთხშაბათი		7	14	21	28
ხუთშაბათი	1	8	15	22	29
პარასკევი	2	9	16	23	30
შაბათი	3	10	17	24	
კვირა	4	11	18	25	

მაისი

ორშაბათი		3	10	17	24	31
სამშაბათი		4	11	18	25	
ოთხშაბათი		5	12	19	26	
ხუთშაბათი		6	13	20	27	
პარასკევი		7	14	21	28	
შაბათი	1	8	15	22	29	
კვირა	2	9	16	23	30	

ივნისი

ორშაბათი		7	14	21	28
სამშაბათი	1	8	15	22	29
ოთხშაბათი	2	9	16	23	30
ხუთშაბათი	3	10	17	24	
პარასკევი	4	11	18	25	
შაბათი	5	12	19	26	
კვირა	6	13	20	27	

ივლისი

ორშაბათი		5	12	19	26
სამშაბათი		6	13	20	27
ოთხშაბათი		7	14	21	28
ხუთშაბათი	1	8	15	22	29
პარასკევი	2	9	16	23	30
შაბათი	3	10	17	24	31
კვირა	4	11	18	25	

აგვისტო

ორშაბათი		2	9	16	23	30
სამშაბათი		3	10	17	24	31
ოთხშაბათი		4	11	18	25	
ხუთშაბათი		5	12	19	26	
პარასკევი		6	13	20	27	
შაბათი		7	14	21	28	
კვირა	1	8	15	22	29	

სექტემბერი

ორშაბათი		6	13	20	27
სამშაბათი		7	14	21	28
ოთხშაბათი	1	8	15	22	29
ხუთშაბათი	2	9	16	23	30
პარასკევი	3	10	17	24	
შაბათი	4	11	18	25	
კვირა	5	12	19	26	

ოქტომბერი

ორშაბათი		4	11	18	25
სამშაბათი		5	12	19	26
ოთხშაბათი		6	13	20	27
ხუთშაბათი		7	14	21	28
პარასკევი	1	8	15	22	29
შაბათი	2	9	16	23	30
კვირა	3	10	17	24	31

ნოემბერი

ორშაბათი	1	8	15	22	29
სამშაბათი	2	9	16	23	30
ოთხშაბათი	3	10	17	24	
ხუთშაბათი	4	11	18	25	
პარასკევი	5	12	19	26	
შაბათი	6	13	20	27	
კვირა	7	14	21	28	

დეკემბერი

ორშაბათი		6	13	20	27
სამშაბათი		7	14	21	28
ოთხშაბათი	1	8	15	22	29
ხუთშაბათი	2	9	16	23	30
პარასკევი	3	10	17	24	31
შაბათი	4	11	18	25	
კვირა	5	12	19	26	

საქართველოს რესპუბლიკის შრომის კანონთა კოდექსის 64-ე მუხლის თანახმად, ამიერიდან დაკანონებულია ქვემოთ ჩამოთვლილი უქმე დღეები, რომლებშიც საწარმოები, დაწესებულებები, ორგანიზაციები არ მუშაობენ: 1 და 2 იანვარს – ახალი წლის სადღესასწაულო დღეებში; 7 იანვარს – ქრისტეშობის დღეს; 19 იანვარს – ნათლისღებას; 3 მარტს – დედის დღეს; 8 მარტს – ქალთა საერთაშორისო დღეს; 9 აპრილს – სამშობლოსათვის დაღუპულთა მოგონების დღეს; სააღდგომო დღეებში – დიდ პარასკევს, დიდ შაბათს, იესო ქრისტეს ბრწყინვალე აღდგომის დღეს; მიცვალებულთა მოხსენიების დღეს – აღდგომის მეორე დღეს, ორშაბათს (თარიღები გარდამავალია); 9 მაისს – ფაშიზმზე გამარჯვების დღეს; 12 მაისს – წმინდა ანდრია მოციქულის ხსენების დღეს; 26 მაისს – საქართველოს დამოუკიდებლობის დღეს; 28 აგვისტოს – ღვთისმშობლის მიძინების დღეს (მარიამობას); 14 ოქტომბერს – მცხეთობის (სვეტიცხოვლობის, კვართის დღესასწაულის) დღეს; 23 ნოემბერს – გიორგობის დღეს.

ასტრონომიული ნიშნები და აღნიშვნები

☉ მზე	♎ შემოდგომის დღეღამტოლობის (ბუნიობის) წერტილი
☽ მთვარე	E აღმოსავლეთის წერტილი
☿ მერკური	SE სამხრეთ-აღმოსავლეთი
♀ ვენერა	S სამხრეთის წერტილი
♁ დედამიწა	SW სამხრეთ-დასავლეთი
♂ მარსი	W დასავლეთის წერტილი
♃ იუპიტერი	NW ჩრდილო-დასავლეთი
♄ სატურნი	N ჩრდილოეთის წერტილი
◉ ურანი	
♆ ნეპტუნი	
● ახალმთვარეობა	NE ჩრდილო-აღმოსავლეთი
☽ მთვარის პირველი მეოთხედი	a წელიწადი
○ სავსემთვარეობა	d დღე-ღამე
☾ მთვარის უკანასკნელი მეოთხედი	h საათი
Z ზენიტური მანძილი	m წუთი ანუ მინუტი
A აზიმუტი	s წამი ანუ სეკუნდი
φ გეოგრაფიული განედი	° გრადუსი
λ გეოგრაფიული გრძედი	′ წუთი (რკალისა)
α პირდაპირი აღვლენა	″ წამი (რკალისა)
δ დახრილობა	
♈ გაზაფხულის დღეღამტოლობის (ბუნიობის) წერტილი	

ბერძნული ანბანი

Α, α ალფა	Η, η ეტა	Ν, υ ნიუ	Τ, τ ტაუ
Β, β ბეტა	Θ, ϑ თეტა	Ξ, ξ ქსი	Υ, ν იპსილონ
Γ, γ გამა	Ι, ι იოტა	Ο, ο ომიკრონ	Φ, φ ფი
Δ, δ დელტა	Κ, κ კაპპა	Π, π პი	Χ, χ ხ-ი
Ε, ε ეფსილონი	Λ, λ ლამბდა	Ρ, ρ როჲ	Ψ, ψ ფსი
Ζ ζ ძეტა	Μ, μ მიუ	Σ, σ სიგმა	Ω, ω ომეგა

როგორ ვისარგებლოთ კალენდრით

კალენდარში, სხვა ცნობებთან ერთად, მოცემულია მზის, მთვარის და პლანეტების კოორდინატები და სხვა სიდიდეები დროის ფიქსირებული მომენტებისათვის. ეს მომენტები უმთავრესად წარმოადგენენ ყოველი დღე-ღამის დასაწყისთა მიმდევრობას; ნელაცვალებადი სიდიდეებისთვის (პლანეტათა კოორდინატები) მომენტები აღებულია ყოველ მე-7 დღე-ღამეზე. ასე აღებული მომენტები წარმოადგენენ ცხრილების არგუმენტებს, განსაზღვრავენ ცხრილების ინტერვალებს და საშუალებას გვაძლევენ ვიპოვოთ აღნიშნული ცვალებადი სიდიდეების მნიშვნელობები წლის ნებისმიერი დღისთვის და ნებისმიერი მომენტისთვის ინტერპოლაციის წესით.

დროის აღრიცხვის შესახებ

კალენდარში რიგი მოვლენებისა მოცემულია თბილისის საშუალო დროით, ზოგი – მსოფლიო დროით, ე.წ. დედამიწის დინამიკური ან ვარსკვლავიერი დროით. ხშირად პრაქტიკული ასტრონომიის ამოცანების გადაწყვეტისას მოითხოვება ერთი სისტემის დროის გადაყვანა მეორე სისტემის დროში, ამიტომ, მოკლედ გავეცნოთ დროის აღრიცხვისა და დროს სხვადასხვა სახეობათა ურთიერთდამოკიდებულების ზოგიერთ საკითხს.

დროის მუდმივი ერთეული, რომელსაც თვით ბუნება იძლევა, ვარსკვლავიერი დღე-ღამეა ანუ დროის ის ხანგრძლივობა, რომელშიაც ხდება დედამიწის ერთი სრული შემობრუნება თავისი ღერძის გარშემო. ეს შემობრუნება განისაზღვრება გაზაფხულის ბუნიობის წერტილის მიმართ, რომლის ზედა კულმინაცია ვარსკვლავიერი დღე-ღამის დასაწყისად მიიღება.

მაშასადამე, **ვარსკვლავიერი დღე-ღამე დროის ის ინტერვალია, რომელიც გაივლის გაზაფხულის ბუნიობის წერტილის ორ თანმიმდევნო ზედა კულმინაციას შორის.** ვარსკვლავიერი დღე-ღამის დასაწყისიდან მოცემულ მომენტამდე განვლილ დროს, გამოხატულს ვარსკვლავიერი საათებით, წუთებით და წამებით, ეწოდება ვარსკვლავიერი დრო.

მოცემულ მომენტში ზედა კულმინაციაში მყოფი ვარსკვლავის პირდაპირი აღვლენა ეტოლება ვარსკვლავიერ დროს. ამის გამო ცის მერიდიანზე ისეთი ვარსკვლავის გავლის მომენტის ასტრონომიული დაკვირვებით დადგენა, რომლის პირდაპირი აღვლენა ცნობილია, წარმოადგენს პირველწყაროს ზუსტი დროის მისაღებად.

ადამიანის ყოველდღიური საქმიანობა კავშირშია მზის ამოსვლა-ჩასვლასთან, მის დღეღამურ და წლიურ მოძრაობასთან. ცხადია, დრო უნდა იზომებოდეს მზის მიხედვით. მზე თავისი ხილული წლიური მოძრაობისას ვარსკვლავიერ ცაზე ერთ დღე-ღამეში გადაადგილდება აღმოსავლეთისკენ დაახლოებით 1°-ით. ამის გამო მზე, ვარსკვლავებთან შედარებით, კულმინაციას აგვიანებს ყოველდღიურად დაახლოებით 4 წუთით. მზის ცენტრის ორ თანმიმდევნო ზედა კულმინაციას შორის დროის ხანგრძლივობას ეწოდება ჭეშმარიტი მზისიერი დღე-ღამე და იგი 4 ვარსკვლავიერი წუთით უფრო გრძელია ვარსკვლავიერ დღე-ღამეზე. ვარსკვლავებისა და მზის კულმინაციის მომენტთა შორის სხვაობა ყოველდღიურად იკრიბება და ერთ წელიწადში ნაზრდი ერთ დღე-ღამეს გაუტოლდება.

მზის ხილული წლიური მოძრაობა ვარსკვლავიერ ცაზე უთანაბროა, ამიტომ ჭეშმარიტი დღე-ღამის სიდიდე არ არის მუდმივი. იგი მცირედ, მაგრამ მაინც იცვლება წლის განმავლობაში და თანაბრად მომუშავე საათს არ შეუძლია სწორად გვიჩვენოს ჭეშმარიტი დრო. მიზანშეწონილია დრო ავითვალოთ ისეთი წარმოსახვითი წერტილით (ე.წ. „საშუალო მზე"), რომელიც, ჭეშმარიტი მზისაგან განსხვავებით, მოძრაობს არა ეკლიპტიკაზე, არამედ ცის ეკვატორზე, ამასთან თანაბრად, და ვარსკვლავიერი ცის სრულ გარშემოვლას უნდება ზუსტად იმდენ ხანს, რამდენსაც ჭეშმარიტი მზე.

დროის ინტერვალს საშუალო მზის ორ ქვედა თანმიმდევნო კულმინაციას შორის ეწოდება საშუალო დღე-ღამე.

კალენდარში საშუალო დღე-ღამის დასაწყისად მიღებულია საშუალო შუაღამე – სამოქალაქო დღე-ღამის დასაწყისი, ე.ი. ის მომენტი, როცა საშუალო მზე იმყოფება ქვედა კულმინაციაში.

საშუალო დღე-ღამის ხანგრძლივობა მუდმივი ინტერვალია და ის მიღებულია დროის ძირითად საზომ ერთეულად. დიდი პერიოდის

გასაზომად მოხერხებულია ტროპიკული წელიწადი – **დროის ინტერვალი ჭეშმარიტი მზის ცენტრის ორ თანმიმდევნო გავლას შორის გაზაფხულის ბუნიობის წერტილზე.**

სამოქალაქო წელთაღრიცხვის საფუძველს ტროპიკული წელიწადი წარმოადგენს, რომელიც **366.2422** ვარსკვლავიერ ან **365.2422** საშუალო დღე-ღამეს შეიცავს. აქედან ერთი საშუალო დღე-ღამე უდრის **366.2422/365.2422=1.002738** ვარსკვლავიერ დღე-ღამეს, ანუ **$24^h03^m56^s.5555$**-ს **ვარსკვლავიერი დროით. ერთი ვარსკვლავიერი დღე-ღამე არის 365.2422/366.2422=0.997270 საშუალო დღე-ღამე, ანუ $23^h56^m04^s.091$** საშუალო დროით.

ასეთი დამოკიდებულება საშუალებას გვაძლევს ვარსკვლავიერი დროის ნებისმიერი ინტერვალი გადავიყვანოთ საშუალო დროის ერთეულებში და პირიქით. ამ დამოკიდებულებათა საფუძველზე შედგენილია გადასაყვანი ცხრილები (გვ. 102-103).

როცა ჩვენთან შუადღეა, მაშინ დედამიწის ზედაპირის მოპირდაპირე მხარეზე შუაღამეა. მაშასადამე, სხვადასხვა პუნქტის მერიდიანზე ერთ აბსოლუტურ მომენტში სხვადასხვა დროა და ამავე მომენტში ადგილობრივ დროთა სხვაობა ტოლია ამ პუნქტების გეოგრაფიულ გრძედთა სხვაობისა. ამგვარად, თუ დედამიწის ორი პუნქტი არ ძევს ერთ მერიდიანზე, მაშინ ყოველ მათგანზე იქნება თავისი განსაკუთრებული დრო.

დედამიწის ზედაპირზე მოცემული პუნქტის დროს ეწოდება ამ პუნქტის ადგილობრივი დრო. მაგალითად: თბილისის, სანკტ-პეტერბურგის, მოსკოვის, გრინვიჩის და სხვათა ადგილობრივი დრო.

გრინვიჩში გამავალი მერიდიანი, საერთაშორისო შეთანხმებით, მიღებულია საწყის ანუ ნულოვან მერიდიანად გეოგრაფიული გრძედის ათვლისას და **ამ მერიდიანის საშუალო დროს** ეწოდება მსოფლიო დრო.

1986 წლიდან ხილული გეოცენტრული ეფემერიდების ძირითად არგუმენტად, ადრე ხმარებული არგუმენტის – „ეფემერიდული დროის" ნაცვლად, შემოღებულია არგუმენტი „დედამიწის დინამიკური დრო". დროის ამ ახალი სკალის ნულ-პუნქტი არის 1977 1,0003725 იანვარი საერთაშორისო ატომური დროით 1977, $1^d00^h00^m00^s$ იანვრის მომენტში. ამ სკალაში დროის ერთეულია დღე-ღამე, რომელიც შეიცავს ვარსკვლავიერი დროის 86 400 წამს საშ. ზღვის დონეზე.

განსხვავება დედამიწის დინამიკურსა და მსოფლიო დროს შორის ცვალებადობს დროის მსვლელობაში, მაგრამ საერთოდ, ჩვენს ეპოქაში ეს განსხვავება ერთობ მცირეა, ამის გამო **დედამიწის**

დინამიკური დროის არგუმენტით გამოთვლილი ციურ სხეულთა კოორდინატების რიცხვითი მნიშვნელობები ან სხვა მონაცემები იმ მონაცემებთან შედარებით, რაც მსოფლიო დროის არგუმენტითაა მიღებული, იმდენად მცირედ განსხვავდება, რომ მარტივი პრაქტიკული ამოცანების გადაწყვეტისას უმრავლეს შემთხვევაში ეს განსხვავება უგულებელსაყოფია.

საშუალო ადგილობრივი დროით სარგებლობა ყოველდღიურ ცხოვრებაში მოუხერხებელია, რადგანაც სხვადასხვა გეოგრაფიული გრძედის მქონე ყოველ ორ პუნქტში სხვადასხვა ადგილობრივი დროა. ამ უხერხულობის თავიდან ასაცილებლად შემოიღეს ზოლური დრო. დედამიწის მთელი ზედაპირი დაიყო მერიდიანებით 24 ზოლად, ნულოვანიდან ოცდამესამემდე.

გრინვიჩის მერიდიანიდან დასავლეთით 7°.5-ით და აღმოსავლეთით 7°.5-ით დაშორებულ მერიდიანთა შორის მოთავსებული ზოლი მიღებულია ნულოვან ზოლად.

პირველი ზოლი ვრცელდება 7°.5 გრძედის მქონე მერიდიანიდან 22°.5 გრძედის მქონე მერიდიანამდე, მეორე – 22°.5-დან 37°.5-მდე და ა. შ**. თითოეულ ზოლში მოქცეულ ყოველ პუნქტში მიღებულია ამ ზოლის ცენტრალური, შუაზე გამავალი მერიდიანის საშუალო დრო.**

როგორც ჩანს, მოსაზღვრე ზოლთა ცენტრალური მერიდიანების მდებარეობა ერთიმეორისაგან 15°-ით განსხვავდება, ამიტომ ორ მეზობელ ზოლში საათის მაჩვენებელი ისარი განსხვავებას გვიჩვენებს ერთი საათით. მაგალითად, თუ გრინვიჩში (ნულოვან ზოლში) 9 საათია, ამ მომენტში პირველ ზოლში 10 საათია, მეორეში – 11 საათი და ა. შ.

ზოლების საზღვრები ყველგან როდი მიჰყვება მკაცრად მერიდიანებს. თუ სასაზღვრო მერიდიანი ქალაქს ან ერთგვარ ეკონომიკურ რაიონს კვეთს, მაშინ იმისთვის, რომ ერთსა და იმავე ქალაქში ან რაიონში სხვადასხვა დრო არ იხმარებოდეს, ზოლის საზღვარს მერიდიანიდან მოაშორებენ და ქალაქის ან რაიონის ეკონომიკურ – გეოგრაფიულ საზღვარს გააყოლებენ.

საბჭოთა კავშირში 1930 წელს გამოიცა დეკრეტი ზოლურ დროსთან შედარებით საათის ისრის ხელოვნურად ერთი საათით წინ გადაწევის შესახებ.

ამ გადაწყვეტილების მიზანი იყო ყოველდღიური საზოგადოებრივი ცხოვრების შედარებით ადრე დაწყება, რაც გამოიწვევდა დილის ნათელი პერიოდის გამოყენებას და ამით ერთგვარ ეკონომიკურ მოგებას ენერგიის წყაროების დაზოგვის თვალსაზრისით. ასე განსაზღვრულ დროს **დეკრეტული დრო ეწოდება.**

დეკრეტული დრო ხელოვნურადაა წინ წაწეული მზის მოძრაობაზე დამყარებულ დროსთან შედარებით და, როგორც გამოირკვა, მისით სარგებლობა უარყოფით ბიოლოგიურ ზემოქმედებებს იწვევს. ამას გარდა, საეჭვოა თვით რეფორმის ეკონომიკური ეფექტურობაც, რადგან ზომიერ სარტყელშიც კი და კერძოდ, საქართველოში, რომ აღარაფერი ითქვას ჩრდილოეთის რაიონებზე, სადაც ზამთრის დღეები უაღრესად მოკლეა, წელიწადის საკმაოდ საგრძნობ პერიოდში დღის განათებული ნაწილი მნიშვნელოვნად ხანმოკლეა, ვიდრე საზოგადოებრივი ცხოვრების აქტიური პერიოდის ხანგრძლივობა. მაშასადამე დღის საკმაოდ დიდ ნაწილში ცხოვრება მაინც გვიწევს ხელოვნური განათების პირობებში, რის გამო მოგება აქტიური ცხოვრების დილით ადრე დაწყების გამო ნეიტრალდება მისი გვიან ღამით დამთავრებით. ამას გარდა, კიდეც რომ ეფექტური იყოს საზოგადოებრივი ცხოვრების დაწყების პერიოდული ცვლილებები, იგი შეიძლება უმტკივნეულოდ განხორციელდეს სამუშაოს თუ სწავლის დაწყების საათის ოპერატიული ცვლილებებით, დროის ათვლის პრინციპის დაურღვევლად და საათის ისრის გაუმართლებელი გადაწევის გარეშე, რასაც უარყოფითი შედეგი მოაქვს სხვა მხრივაც – რთულდება დროის აღრიცხვა და წარსულის ამა თუ იმ ეპოქაში მომხდარ მოვლენათა მომენტების ფიზიკური დღე-ღამის დასაწყისის მიმართ ჭეშმარიტი განლაგების გამოთვლა, აგრეთვე სხვადასხვა წლების კალენდართა ურთიერთშესაბამისობის აღდგენა.

ყოველივე ამის გათვალისწინებით საქართველოს უზენაესი საბჭოს სესიამ 1990 წლის 20 ივნისს გააუქმა საქართველოს ტერიტორიაზე დეკრეტული დრო. 1994 წლის 24 ოქტომბერს საქართველოს პარლამენტმა, თითქოსდა ეკონომიკური მოსაზრებით, დეკრეტული დრო დროებით აღადგინა. 1998 წლის 29 მარტიდან საქართველოს პრეზიდენტის ბრძანებით დეკრეტული დრო საქართველოს ტერიტორიაზე კვლავ გაუქმდა, მაგრამ იმავე წლის 14 ნოემბრიდან, მოსახლეობის ნაწილის ინტერესთა გათვალისწინებით, ისევ აღდგა.

მაგრამ საფიქრებელი იყო – და ამას განუწყვეტლივ ითხოვდა ასტრონომიული საზოგადოებრიობაც – რომ ბუნებრივი დრო ოდესმე მაინც აღდგებოდა, რადგან იგი ყველაზე მეტად შეესაბამება ნებისმიერი ქვეყნის გეოგრაფიულ მდებარეობას და, ამდენად, ყველაზე უკეთ შეესატყვისება ქვეყნის საზოგადოებრივი ცხოვრების ოპტიმალურად წარმართვასაც როგორც სახელმწიფოს ფარგლებში, ისე საერთაშორისო მასშტაბებშიც ქვეყნებს შორის სულ უფრო მზარდ კავშირთა გათვალისწინებით. ერთი შეხედვით სწორედ ამგვარი გადაწყვეტილება მიიღო საქართველოს პრეზიდენტმა მ. სააკაშვილმა,

რომლის N 177 ბრძანებით 2004 წლის 27 ივნისის ღამის 3 საათიდან საქართველოს ტერიტორიაზე საათის ისრები 1 საათით უკან გადასწიეს. შეიძლებოდა გვეფიქრა, რომ დეკრეტული დრო გაუქმდა, საფიქრებელი იყო – საბოლოოდ. მაგრამ 2005 წლის 30 ოქტომბერს ახალი ბრძანებით აღარ განხორციელდა ამ მომენტისათვის წინასწარ გათვალისწინებული საათის ისრის ერთი საათით უკან გადაწევა (იხ. ქვემოთ), ამჯერადაც ენერგიის დაზოგვის მოსაზრებათა მოშველიებით. ეს კი დეკრეტული დროის აღდგენის ტოლფასი იყო. როგორც ვხედავთ, დროის აღრიცხვის სფეროში არცთუ გამართლებული ექსპერიმენტები გრძელდება.

ანალოგიური ვითარებაა ე.წ. სეზონური დროების საკითხშიც, რომლის არსი ისაა, რომ წელიწადის სხვადასხვა სეზონში საათის ისრები რიგრიგობით იწევა ხან წინ, ხან უკან. ამ მხრივ მიღწეული ეკონომიკური ეფექტიც ისევე საეჭვოა, როგორც დეკრეტული დროის ზემოგანხილულ შემთხვევაში, და იგი არასოდეს არც ერთ ქვეყანაში ზუსტად არ დაუთვლიათ. ვერც შეძლებდნენ დათვლას, რადგან საათის ისრების წამდაუწუმ გადაწევის თანმხლები ფსიქოლოგიური დისკომფორტის უარყოფითი შედეგები უზარმაზარი კია, მაგრამ ძნელია ისინი რიცხვებით გამოიხატოს. ამდენად, საათის ისრის სეზონური გადაწევ-გადმოწევაც უარყოფით მოვლენად მიგვაჩნია. მაგრამ იგი შეთანხმებულად ხდება მსოფლიოს ქვეყნების საკმაოდ დიდ ჯგუფში და იქ დღემდე ძალაშია ხან ე.წ. ზამთრის, ხან კი ზაფხულის დრო. საქართველოშიც მრავალი წლის განმავლობაში მოქმედებდა წესი: ყოველი წლის მარტის თვის ბოლო კვირადღის ღამის 2 საათიდან საათის ისარი გადაიწეოდა ერთი საათით წინ, ხოლო ოქტომბრის თვის ბოლო კვირადღის ღამის 3 საათიდან – ერთი საათით უკან. ეს თითქოსდა საშუალებას გვაძლევდა უფრო მეტად გამოგვეყენებინა დღე-ღამის ნათელი ნაწილი, რითაც დაიზოგებოდა ენერგეტიკული რესურსები. თუმცა ამ შემთხვევაშიც შეიძლებოდა სამუშაო დროის რეგულირება საათის ისრების გადაწევის გარეშე. ძნელი განსაჭვრეტი იყო, რომელ სტრატეგიას აირჩევდა საქართველოს მთავრობა ამ მიმართულებით შემდგომში. მოხდა კი ის, რომ ამ საკითხს დღემდე აღარავინ დაბრუნებია. არსებული ვითარება იმას ნიშნავს, რომ 2004 წლის 27 ივნისის ღამის 3 საათიდან საქართველოში საზაფხულო დრო გაუქმებულია და მთელი წლის განმავლობაში ვიყენებთ ზოლურთან შედარებით 1 საათით წინ წაწეულ დროს.

შემოვიღოთ აღნიშვნები:

S – ადგილობრივი ვარსკვლავიერი დრო.

S_0 – თბილისის ვარსკვლავიერი დრო 0^h-ზე (შუაღამეზე).

S – გრინვიჩის ვარსკვლავიერი დრო 0^h-ზე (შუაღამეზე).

M – მსოფლიო დრო.

n – ადგილობრივი საშუალო დრო.

D – დეკრეტული დრო.

N – ზოლის ნომერი (საქართველო III ზოლშია).

λ – ადგილის გრძედი.

n_0 – თბილისის საშუალო დრო.

საქართველოს ტერიტორიისათვის გვექნება შემდეგი დამოკიდებულებანი:

I $D=M+N+1=M+4^h$

II $D=n+4^h-\lambda^h$

III $n=M+\lambda^h$

IV $n=D-4^h+\lambda^h$

V $n_0=D-1^h$

რიგი მოსაზრებების გამო კალენდრის სხვადასხვა წლების გამოშვებათა ცხრილებში ნახმარია ერთგან ერთგვარი, სხვაგან – სხვაგვარი დრო: მსოფლიო, დედამიწის დინამიკური, ადგილობრივი, თბილისის საშუალო და სხვ., რაც სათანადო ადგილებში აღნიშნულია. მკითხველი განსაკუთრებული ყურადღებით უნდა მოეპყროს ამ საკითხს, რათა ყოველთვის სწორად დაუკავშიროს სათანადო მოვლენა თუ მონაცემი დროს და მოახერხოს კიდეც მისი მიყვანა იმ დრომდე, რომელსაც ყოველდღიურ ცხოვრებაში ვხმარობთ. გვახსოვდეს, რომ საინფორმაციო გამოშვებებში ნახსენები და, კერძოდ, რადიოთი გადმოცემული „მოსკოვის დრო" იგივეა, რაც II ზოლის შუა მერიდიანის საშუალო დეკრეტული დრო (ე. წ. „ზამთრის" სეზონში), ან ამავე მერიდიანის დეკრეტული პლუს ზაფხულის დრო (ე.წ. „ზაფხულის" სეზონში). იმავე გამოცემებში ნახსენები „თბილისის დრო" კი ქვეყანაში დეკრეტული დროის მოქმედების პერიოდებში წარმოადგენდა (მაშასადამე, ამჟამადაც წარმოადგენს) III ზოლის შუა მერიდიანის საშუალო დეკრეტულ დროს („ზამთრის" სეზონში), ან ამავე მერიდიანის დეკრეტულ პლუს ზაფხულის დროს („ზაფხულის" სეზონში, თუ საათის საგაზაფხულო წინწაწევა ხორციელდებოდა), დეკრეტული დროის გაუქმებულობის პერიოდებში კი „თბილისის დრო" უბრალოდ ემთხვეოდა III ზოლის შუა მერიდიანის საშუალო დროს („ზამთრის სეზონში") ან ერთი საათით წინ იყო მასზე („ზაფხულის

სეზონში”). ამჟამად კი “თბილისის დრო” მთელი წლის მანძილზე 1 საათით უსწრებს III ზოლის შუა მერიდიანის ადგილობრივ საშუალო დროს. უფრო გასაგებად თუ ვიტყვით, დეკრეტული და საზაფხულო დროების ერთდროული მოქმედების პირობებში თბილისში შუადღე “ზამთრის სეზონში” დგებოდა “თბილისის დროით” 13, “ზაფხულის სეზონში” კი 14 საათზე. ამჟამად კი ჩვენს ქვეყანაში შუადღე მთელი წლის განმავლობაში თბილისის დროით 13 საათზე დგება.

ვიმეორებთ, 2004 წლის 27 ივნისის შემდეგ საათის ისრის სეზონური წინ და უკან გადაწევა შეწყვეტილია. ეს სიტუაცია შეიძლება განვიხილოთ ან როგორც დეკრეტული დროის არსებობა, მთელი წლის მანძილზე „ზამთრის“ დროის ფორმით, ან, როგორც დეკრეტული დროის გაუქმებულობა, მაგრამ მთელი წლის მანძილზე “ზაფხულის” დროის მოქმედებით. ეს მხოლოდ ინტერპრეტაციის საკითხია. დეკრეტული და სეზონური დროების მიმართ საკუთარი პოზიცია მთავრობას აშკარა ფორმით ჯერაც არ გამოუხატავს, ამიტომ არაა ცხადი, საბოლოოა თუ არა არსებული მდგომარეობა. ის კი ევროპის ქვეყნებში არსებულისგან განსხვავებულია.

მზე

(გვ. 22-45). ლუწ გვერდებზე III, IV, V სვეტებში 41°, 42° და 43° გეოგრაფიული განედის მქონე პუნქტებისათვის მოცემულია მზის ამოსვლის, ხოლო VII, VIII, IX სვეტებში კი ჩასვლის მომენტები ამ პუნქტების საშუალო დროით. მზის ამოსვლის და ჩასვლის მომენტებად ითვლება მისი დისკოს ზედა კიდის ამოსვლისა და ჩასვლის მომენტები ჭეშმარიტ ჰორიზონტზე. ადგილის რეალური ჰორიზონტი ყოველთვის განსხვავდება ჭეშმარიტისაგან და, მაშასადამე, მოცემულ ადგილას ამოსვლა-ჩასვლის ფაქტობრივი მომენტებიც რამდენიმე წუთით (მაღალი მთების სიახლოვეს შეიძლება 1 საათზე მეტითაც) განსხვავებულია გამოთვლილი მომენტებისაგან (ეს ეხება სხვა ციურ სხეულთა ამოსვლა-ჩასვლასაც).

მზის ამოსვლა-ჩასვლის მოცემული მომენტები საქართველოს სხვადასხვა პუნქტისათვის, თბილისის დროით გამოსახვისას, ერთმანეთისგან შეიძლება განსხვავდებოდეს 40 წუთამდე.

მათ საპოვნელად უნდა მოვახდინოთ ინტერპოლაცია კალენდრის ცხრილების მონაცემებისა მოცემული პუნქტის φ განედისათვის, შემდეგ კი მიღებულ მომენტს დავამატოთ $(3^h - \lambda)$ სიდიდე, სადაც λ მოცემული პუნქტის გრძედია, გამოსახული საათებითა და წუთებით.

X სვეტი მოიცავს მზის ამოსვლისა და ჩასვლის ადგილის გეოდეზიური A აზიმუტის რიცხვით მნიშვნელობებს თბილისისათვის. A აითვლება ჰორიზონტის წრეწირზე ჩრდილოეთის წერტილიდან აღმოსავლეთით (+) ნიშნით და დასავლეთით (−) ნიშნით. საქართველოს სხვა პუნქტებისათვის A-ს სიდიდე უმნიშვნელოდ იქნება განსხვავებული ამ მნიშვნელობებისაგან. ეს მონაცემები გამოიყენება იმისათვის, რომ წინასწარ გავიგოთ ჰორიზონტის რა ადგილას უნდა მოველოდეთ მზის ამოსვლა-ჩასვლას. ადვილი მისახვედრია რომ, თუ A=90°, მზე ზუსტად აღმოსავლეთის წერტილში ამოდის (ეს ხდება გაზაფხულის და შემოდგომის დღეღამტოლობის დღეებში). ზაფხულის თვეებში A<90°; მზე ამოდის აღმოსავლეთისა და ჩრდილოეთის წერტილებს შორის.

კენტ გვერდებზე III სვეტში მოცემულია დღეები იულიუსის პერიოდისა, რომელიც შეიცავს 7980 წელიწადს და რომლის დასაწყისად ითვლება ჩვენს წელთაღრიცხვამდე 4713 წლის 1 იანვრის გრინვიჩისეული საშუალო შუადღე. მაგალითად, 2021 წლის 1 თებერვალს (გვ. 25) ჩვენს წელთაღრიცხვამდე 4713 წლის 1 იანვრიდან გასულია 2459246.5 დღე-ღამე.

იულიუსის აღრიცხვით დღეთა რაოდენობას ყოველ ორ თარიღს შორის მარტივად და შეუცდომლად გავიგებთ. ამიტომ ის ხშირად გამოიყენება ასტრონომიაში.

თვით იულიუსის პერიოდი უმცირესი საერთო ჯერადია 28, 19 და 15-წლიანი პერიოდებისა და ამ რიცხვთა ნამრავლით მიიღება: 28X19X15=7980. ყოველი 28 წლის შემდეგ მეორდება კალენდარულ თარიღთა შესაბამისი კვირის დღეები, ყოველი 19 წლის შემდეგ (ე.წ. მეტონის ციკლი) დაახლოებით მეორდება კალენდარულ თარიღთა შესაბამისი მთვარის ფაზები, 15-წლიანი პერიოდი კი ძველი რომის საბეგარო სისტემაში გამოიყენებოდა. ამრიგად, იულიუსის პერიოდის გასვლის შემდეგ 1 იანვარს კვლავ დადგება ამ სამივე შემადგენელი პერიოდის დასაწყისი.

მთვარე

(გვ 46-49). II, IV და VI სვეტებში მოცემულია მთვარის ამოსვლის, III, V და VII სვეტებში კი ჩასვლის მომენტები, თბილისისათვის ადგილობრივი საშუალო დროით წლის ყოველი დღისთვის. მთვარის ამოსვლა-ჩასვლის მომენტები საქართველოს სხვადასხვა პუნქტში ადგილობრივი საშუალო დროით შეიძლება ერთმანეთისგან

განსხვავდებოდეს დაახლოებით 10 წუთამდე, ამ ცხრილში მოყვანილი მომენტებისაგან კი დაახლოებით 20 წუთამდე (თბილისის დროით გამოსახვისას ეს სხვაობანი შეიძლება 1 საათს აღწევდეს). დეკრეტულ დროზე გადასაყვანად ამ მონაცემებს უნდა დაემატოს 1 საათი, საზაფხულო დროზე გადასაყვანად კი, სათანადო შუალედში, კიდევ ერთი საათი. რეალურმა ჰორიზონტმა, მაღალი მთების სიახლოვეს, ცხადია, შეიძლება საგრძნობი კორექტივი შეიტანოს მთვარის ამოსვლა-ჩასვლის რეალურ მომენტებში.

მთვარის ფაზები

(გვ. 50). ცხრილში მოცემულია მთვარის ძირითადი ფაზების მომენტები თბილისის საშუალო დროით. ნაჩვენებია დღე, საათი და წუთი.

მაგალითად, იანვარში, ახალმთვარეობა 13-შია; ეს ფაზა ზუს-ტად 8 საათსა და 03 წუთზე დგება. იმის გამო, რომ მთვარის თვე კა-ლენდარულ თვეზე მოკლეა, ისეც შეიძლება მოხდეს, რომ ერთი და იგივე ფაზა მოცემულ თვეში განმეორდეს, მაგალითად 2 და 31 ივლისს.

პლანეტები

(გვ. 51—57). მოცემულია 2021 წლის განმავლობაში პლანეტების მდებარეობისა და მათი ხილვადობის აღწერილობა. (გვ. 58—67). წარმოდგენილია ცხრილები, რომელთა მე-2, მე-3 და მე-4 სვეტები შეიცავს პლანეტების ამოსვლის, ზედა კულმინაციის და ჩასვლის მომენტებს თბილისში, ადგილობრივი საშუალო დროით, დაწყებული 1 იანვრიდან ყოველი შემდეგი მე-7 დღისთვის, მთელი წლის მანძილზე. ეს მომენტები საქართველოს სხვა პუნქტებისათვის თბილისის დროით შეიძლება განსხვავდებოდეს 40 წუთამდე. მომენტები და კოორდინატები მოცემულია ასე იშვიათად იმის გამო, რომ ისინი შედარებით მცირედ ცვალებადობენ. ინტერპოლაციით გამოვითვლით ამ სიდიდეებს ნებისმიერი დღისთვის პრაქტიკულად საკმარისი სიზუსტით. მე-5, მე-6, მე-7 და მე-8 სვეტების მონაცემები მიგვითითებს სად უნდა მოველოდეთ ცთომილის ამოსვლას (ჩასვლას), რა მანძილზე უნდა იმყოფებოდეს დედამიწის ცენტრიდან და რომელ თანავარსკვლავედში უნდა ვეძებდეთ მას.

თუ გვაინტერესებს თბილისის დროით რომელ საათზე ამოვა, გაივლის ზედა კულმინაციაში ან ჩავა ესა თუ ის პლანეტა,

კალენდარულ მონაცემებს უნდა დავამატოთ 1 წუთი. საქმე ისაა, რომ თბილისის გრძედი 1^m-ით ნაკლებია მესამე სასაათო ზოლის შუა მერიდიანის გრძედზე, რომლის ადგილობრივ დროს “თბილისის დრო” ეწოდება. ამიტომ “თბილისის დრო” 1 წუთით წინაა ქ.თბილისის ადგილობრივ დროზე და სწორედ ამას ეყრდნობა ზემოთ აღნიშნული წესი.

სამოქალაქო და ასტრონომიული ბინდი და დღის ხანგრძლივობა

(გვ. 68-69). საღამოს ბინდის დასაწყისი და დილის ბინდის დასასრული მზის დისკოს ზედა კიდის ჰორიზონტის ხაზთან შეხების მომენტებია.

სამოქალაქო ბინდის ხანგრძლივობა უდრის დროის იმ ინტერვალს, რაც მზეს დასჭირდება ჰორიზონტის ქვემოთ 6°-ით ჩაშვებისათვის (ან ამ მანძილის გავლისათვის ქვევიდან ზევით — ჰორიზონტამდე), ხოლო ასტრონომიული ბინდისა — ჰორიზონტს ქვემოთ 18°-ით ჩაშვებისათვის.

VI და VII სვეტებში მოცემულია ბინდის ხანგრძლივობა. მისი გამოთვლა ადვილია, როგორც სხვაობისა, მაგალითად, მზის ამოსვლის მომენტსა და დილის ბინდის დასაწყისის მომენტს შორის (სათანადო ცხრილიდან).

VIII სვეტში მოცემულია დღის ხანგრძლივობა, რაც დროის ინტერვალია დილის ბინდის დასასრულიდან საღამოს ბინდის დასაწყისამდე.

ეს ცხრილი შედგენილია 42° განედისათვის და გამოსადეგია საქართველოს მთელი ტერიტორიისთვის.

მზისა და მთვარის დაბნელებანი

(გვ. 70-71). მოცემულია ცნობები მზისა და მთვარის დაბნელებების შესახებ.

2021 წელს დედამიწაზე მოხდება მზის ორი დაბნელება: 10 ივნისს რგოლისებრი და 4 დეკემბერს – სრული. საქართველოდან არც ერთი ამათგანი არ გამოჩნდება. აგრეთვე მოხდება მთვარის ორი დაბნელება: 26 მაისს – სრული და 19 ნოემბერს – ნაწილობრივი. საქართველოს ტერიტორიიდან არც ეს დაბნელებები გამოჩნდება.

შესანიშნავი მეტეორული ნაკადები

(გვ. 72). მეტეორთა ნაკადების სიაში შეტანილია ძირითადად მხოლოდ ისეთები, რომელთა დაკვირვებისათვის საუკეთესო პირობებია მეტეორების სიხშირისა და ხილვადობის მხრივ.

მე-2 სვეტში მოცემულია ნაკადის სახელწოდება იმ თანავარსკვლავედის ლათინური დასახელებით, რომელშიც იმყოფება მისი რადიანტი ანუ წერტილი, საიდანაც თითქოს შემოიჭრებიან ცაზე მოცემული ნაკადის მეტეორები.

მე-4 სვეტი შეიცავს მაქსიმუმის დღეს, რომელიც შეესაბამება ჩვენს ცაზე შემოჭრილ მეტეორთა მაქსიმალურ რაოდენობას ერთ საათში. მე-8 სვეტში მოცემულია მეტეორთა რაოდენობა, რაც წარმოადგენს უმთვარო ღამით ერთი დამკვირვებლის მიერ ერთ საათში დათვლილ მეტეორთა რიცხვს.

ვარსკვლავთა საშუალო მდებარეობანი 2021 წლის მომენტისათვის

(გვ. 73-76). მოცემულია კაშკაშა ვარსკვლავების საშუალო მდებარეობების ზუსტი ეკვატორული კოორდინატები. ამ ცხრილში შევიდა 3.5 ვარსკვლავიერ სიდიდეზე უფრო კაშკაშა ყველა ვარსკვლავი, რომელთა დახრილობა +90°-სა და −30°-ს შორისაა.

ცვალებადი ვარსკვლავები

(გვ. 77-80). ვარსკვლავებს, რომელთა სიკაშკაშე არასტაბილურია, ცვალებად ვარსკვლავებს უწოდებენ. მათი სიკაშკაშის ცვალებადობის ხასიათის შესწავლა საინტერესო მეცნიერულ ამოცანას წარმოადგენს. სიკაშკაშის ცვალებადობა გამოწვეულია ან ფიზიკური მოვლენებით თვით ვარსკვლავებში (მაგ. ცეფეიდები), ან ოპტიკური ეფექტით, რაც გამოიხატება ორმაგი ვარსკვლავების კომპონენტების მიერ ერთმანეთის პერიოდული დაბნელებით (ბნელებადი ცვალებადი ვარსკვლავები). ცხრილში მოყვანილია მონაცემები ისეთი ცვალებადი ვარსკვლავებისათვის, რომელთა დაკვირვება მისაწვდომია მცირე ზომის ტელესკოპებით.

IV სვეტში მოცემულია ვარსკვლავის მაქსიმალური და მინიმალური სიკაშკაშის მნიშვნელობანი, გამოხატული ვარსკვლავიერი სიდიდეებით. მათი სხვაობა გვაძლევს სიკაშკაშის ცვალებადობის ფარგლებს, ანუ ამპლიტუდას.

V სვეტში მოცემულია სიკაშკაშის მაქსიმუმის (ბნელებადი ცვალებადი ვარსკვლავების შემთხვევაში მინიმუმის) მომენტის გამოსათვლელი ფორმულა, რომელშიც პირველი წევრი წარმოადგენს სიკაშკაშის მაქსიმუმის (მინიმუმის) საწყის მომენტს, გამოხატულს იულიუსის დღეებით; მეორე წევრი კი წარმოადგენს ცვალებადობის პერიოდისა და E ფაქტორის ნამრავლს, გამოხატულს დღე-ღამეებით. E ფაქტორი ნიშნავს საწყისი მომენტიდან დაკვირვების მომენტამდე გასული პერიოდების რიცხვს.

დაკვირვება ისეთ ცვალებად ვარსკვლავზე, რომელიც სწრაფად იცვლის სიკაშკაშეს და ჩანს შეუიარაღებელი თვალით, ერთობ საინტერესოა. იმისთვის, რომ სწორი წარმოდგენა ვიქონიოთ სხვადასხვა ტიპის ვარსკვლავთა ცვალებადობის ხასიათზე, საჭიროა მათზე სისტემატური დაკვირვება.

მოყვანილია მონაცემები რამდენიმე გრძელპერიოდიანი ცვალებადისა და ერთი ტიპიური ცვალებადი ვარსკვლავის პერსევსის β-ს სიკაშკაშის ცვალებადობის შესახებ, რომელზეც დაკვირვება ადვილი მოსახერხებელია.

რეფრაქციის ცხრილები

(გვ. 83-84). დედამიწის ატმოსფერო ამრუდებს ციურ მნათობთა სხივების სვლას, სახელდობრ, აახლოებს მას ვერტიკალურ მიმართულებასთან. ამის გამო მნათობები მათი ჭეშმარიტი მდებარეობებისაგან რამდენადმე ზენიტისკენ გადაადგილებულნი გვეჩვენება. ამ გადაადგილების სიდიდეს და თვით მოვლენასაც რეფრაქციას უწოდებენ (რეფრაქცია გარდატეხას ნიშნავს). რეფრაქციის სიდიდე სხვადასხვაა ზენიტიდან სხვადასხვანაირად დაშორებული მნათობებისთვის და, ამას გარდა, რამდენადმე დამოკიდებულია ატმოსფეროს ტემპერატურასა და ბარომეტრულ წნევაზე.

რეფრაქციის სიდიდის ცოდნა აუცილებელია, რათა მნათობების ნამდვილი, კატალოგებში აღნიშნული მდებარეობების მიხედვით გამოვითვალოთ ცაზე მათი ხილული მდებარეობანი ან პირიქით: დაკვირვებით განსაზღვრული მნათობების ხილული კოორდინატების საშუალებით განვსაზღვროთ მათივე ჭეშმარიტი კოორდინატები.

მოგვყავს საშუალო რეფრაქციის, აგრეთვე რეფრაქციაზე წნევისა და ტემპერატურის გავლენის ამსახველი ცხრილები.

ცნობები რამდენიმე უკაშკაშესი და უახლოესი ვარსკვლავის შესახებ

(გვ. 85-86). მოცემულია ძირითადი ცნობები ბრწყინვალების, მანძილის, ტემპერატურის და სხვათა შესახებ.

ორჯერადი ვარსკვლავები კომპონენტებს შორის მკვეთრად განსხვავებული ფერებით

(გვ. 86). დაკვირვებისთვის თავისებურ ინტერესს წარმოადგენს ორჯერადი ვარსკვლავები, რომელთა კომპონენტებს განსხვავებული ფერები ახასიათებთ, რაც მათი ტემპერატურების სხვადასხვაობით არის გამოწვეული. ცხრილში მოცემულია ასეთი კაშკაშა სისტემები.

ორჯერადი ვარსკვლავები

(გვ. 87). ორ ვარსკვლავს, რომელნიც მათი საერთო სიმძიმის ცენტრის გარშემო ბრუნავენ, ორჯერად ვარსკვლავს უწოდებენ. თუ ასეთ სისტემას ქმნის სამი ვარსკვლავი, მას სამჯერადს უწოდებენ და ა.შ. ორჯერად სისტემაში უფრო კაშკაშა ვარსკვლავს აღნიშნავენ როგორც A კომპონენტს, მეორეს კი როგორც B კომპონენტს.

ცხრილში მოცემულია შედარებით კაშკაშა ჯერადი სისტემები, რომელთა კომპონენტებს შორის დაშორება არცთუ ძალიან მცირეა. მათი ჯერადობის შემჩნევა და დაკვირვება შესაძლებელია მცირე ზომის ტელესკოპით ან ძლიერი დურბინდით.

ღია და სფერული გროვები

(გვ. 88). სივრცის შედარებით მცირე მოცულობაში ვარსკვლავთა სივრცულ შეჯგუფებას ეწოდება ვარსკვლავთა გროვა. თუ ვარსკვლავები თავმოყრილია სფეროს ან ბრუნვითი ელიფსოიდის ფორმის მქონე არეში, მაშინ ასეთ გროვას ეწოდება სფერული. სფერულ გროვაში შეიძლება შედიოდეს ათეულობით ათასი ვარსკვლავი. ასეთ გროვებში ვარსკვლავების ერთმანეთთან მჭიდრო განლაგების გამო არ ხერხდება მათი რაოდენობის ზუსტი დადგენა და ძნელდება ცალკეული ვარსკვლავის ბრწყინვალების გაზომვა. თუ ვარსკვლავები თავმოყრილია უწესო ფორმის სახით და ხშირად ისინი

ადვილად არ გამოირჩევიან მათ გარშემო მდებარე ვარსკვლავთაგან, მაშინ ასეთებს ვარსკვლავთ ღია გროვებს უწოდებენ. ასეთ გროვებში შეიძლება შედიოდეს რამდენიმე ასეული ვარსკვლავი. ცხრილში თავმოყრილ ვარსკვლავთა გროვების დაკვირვება მცირე ზომის ტელესკოპითაც შეიძლება.

ბნელი, დიფუზური და პლანეტსახის ნისლეულები

(გვ. 89). მოყვანილია ჩვენს გალაქტიკაში შემავალი ზოგიერთი სხვადასხვა ფორმის, სუსტად მნათი აირებისა და კოსმოსური მტვრის მასები, ან დიფუზური (დიფ) ნისლეულები. ასეთი მასები, თუ არ ანათებენ, ბნელ (ბნ) ნისლეულებად იწოდებიან. თუ ნისლეული მცირე ზომის არეს იჭერს, მრგვალი ან შებრტყელებული ფორმისაა და მის ცენტრში ვარსკვლავი გამოსჭვივის, მაშინ ასეთს პლანეტსახის (პლ) ნ ისლეული ეწოდება.

გალაქტიკები

(გვ. 90). მოყვანილია ვარსკვლავთა სისტემები, რომლებიც ჩვენი ვარსკვლავთ სისტემის ანუ ჩვენი გალაქტიკის მსგავსია და იმყოფება ზესივრცეში ჩვენი გალაქტიკის გარეთ. ასეთი სისტემები, ანუ გალაქტიკები სამყაროში აურაცხელი რაოდენობითაა. გალაქტიკები თავიანთი ფორმის და ევოლუციის მიხედვით იყოფიან სპეციფიკურ ჯგუფებად: E, Sb, Sc და სხვ.

სხვა მონაცემები

შემდგომ გვერდებზე (გვ. 91-104). მოცემულია ძირითადი ცნობები პლანეტებსა და მათ თანამგზავრებზე: დედამიწაზე, მთვარესა და მზეზე: მოცემულია ზოგიერთი მუდმივი სიდიდის მნიშვნელობანი, სხვა დამხმარე ცხრილები და აღნიშვნებიც. ყველა საჭირო განმარტება თვით ცხრილებში მოიპოვება. აღვნიშნავთ მხოლოდ, რომ საერთაშორისო ასტრონომიული კავშირის გადაწყვეტილების შესაბამისად, ჩვენი კალენდრის 2008 წლის გამოშვებიდან დაწყებული, პლუტონი ამოვიღეთ მზის სისტემის დიდი პლანეტების ცხრილიდან. ამას გარდა, განვაახლეთ პლანეტების თანამგზავრთა ცხრილები ბოლო წლებში აღმოჩენილ თანამგზავრთა გათვალისწინებით.

თვის რიცხვი	კვირის დღე	ამოსვლა ადგილობრივი საშუალო დროით			ცენტრის ზედა კულმინაცია თბილისში თბილისის საშუალო დროით	ჩასვლა ადგილობრივი საშუალო დროით			ამოსვლისა და ჩასვლის აზიმუტი
		41°	42°	43°		41°	42°	43°	
					ი ა ნ ვ ა რ ი				
		h m	h m	h m	h m s	h m	h m	h m	°
1	პრ	7 25	7 28	7 32	12 03 33	16 42	16 39	16 36	121
2	შბ	7 25	7 28	7 32	12 04 01	16 43	16 40	16 37	121
3	კვ	7 25	7 28	7 32	12 04 29	16 44	16 41	16 38	120
4	ორ	7 25	7 28	7 32	12 04 56	16 45	16 42	16 39	120
5	სმ	7 25	7 28	7 32	12 05 23	16 46	16 43	16 40	120
6	ოთ	7 25	7 28	7 32	12 05 50	16 47	16 44	16 41	120
7	ხთ	7 25	7 28	7 31	12 06 16	16 48	16 45	16 42	120
8	პრ	7 25	7 28	7 31	12 06 42	16 49	16 46	16 43	120
9	შბ	7 25	7 27	7 31	12 07 07	16 50	16 47	16 44	119
10	კვ	7 25	7 27	7 31	12 07 31	16 51	16 48	16 45	119
11	ორ	7 24	7 27	7 30	12 07 56	16 52	16 49	16 46	119
12	სმ	7 24	7 27	7 30	12 08 19	16 53	16 50	16 47	119
13	ოთ	7 24	7 26	7 30	12 08 42	16 54	16 51	16 48	119
14	ხთ	7 23	7 26	7 29	12 09 04	16 55	16 52	16 50	118
15	პრ	7 23	7 25	7 28	12 09 26	16 56	16 54	16 51	118
16	შბ	7 22	7 25	7 28	12 09 47	16 58	16 55	16 52	118
17	კვ	7 22	7 24	7 27	12 10 07	16 59	16 56	16 53	118
18	ორ	7 21	7 24	7 27	12 10 27	17 00	16 58	16 54	117
19	სმ	7 21	7 23	7 26	12 10 46	17 01	16 59	16 56	117
20	ოთ	7 20	7 23	7 26	12 11 04	17 02	17 00	16 57	117
21	ხთ	7 20	7 22	7 25	12 11 21	17 04	17 01	16 58	116
22	პრ	7 19	7 21	7 24	12 11 38	17 05	17 02	16 59	116
23	შბ	7 18	7 21	7 24	12 11 54	17 06	17 03	17 01	116
24	კვ	7 18	7 20	7 23	12 12 09	17 07	17 05	17 02	115
25	ორ	7 17	7 20	7 22	12 12 23	17 08	17 06	17 03	115
26	სმ	7 16	7 19	7 22	12 12 36	17 10	17 07	17 04	115
27	ოთ	7 16	7 18	7 20	12 12 49	17 11	17 08	17 06	114
28	ხთ	7 15	7 17	7 20	12 13 00	17 12	17 09	17 07	114
29	პრ	7 14	7 16	7 18	12 13 11	17 13	17 11	17 08	114
30	შბ	7 13	7 15	7 18	12 13 21	17 14	17 12	17 10	113
31	კვ	7 12	7 14	7 16	12 13 31	17 16	17 13	17 11	113

იანვარი

თვის რიცხვი	წლის დასაწყისიდან განვლილი მისი ნაწილი	იულიუსისეული პერიოდის დღე	ვარსკვლავიერი დრო 0^h-ზე მსოფლიო დროით	დედამიწის დინამიკური დროით 0^h-ზე ხილული α	დედამიწის დინამიკური დროით 0^h-ზე ხილული δ	ხილული რადიუსი	ვარსკვლავიერი დრო 0^h-ზე თბილისის საშუალო დროით
		2459	h m s	h m s	° ‘	′ ″	h m s
1	0.002	215.5	6 43 27	18 46 52	-23 01	16 18	6 42 58
2	.004	216.5	6 47 24	18 51 17	22 56	16 18	6 46 54
3	.007	217.5	6 51 20	18 55 41	22 50	16 18	6 50 51
4	.010	218.5	6 55 17	19 00 05	22 44	16 18	6 54 47
5	.013	219.5	6 59 13	19 04 29	22 38	16 18	6 58 44
6	.015	220.5	7 03 10	19 08 52	22 31	16 18	7 02 41
7	.018	221.5	7 07 06	19 13 15	22 24	16 18	7 06 37
8	.021	222.5	7 11 03	19 17 37	22 16	16 17	7 10 34
9	.024	223.5	7 15 00	19 21 59	22 08	16 17	7 14 30
10	.026	224.5	7 18 56	19 26 20	21 59	16 17	7 18 27
11	.029	225.5	7 22 53	19 30 40	21 50	16 17	7 22 23
12	.032	226.5	7 26 49	19 35 00	21 40	16 17	7 26 20
13	.034	227.5	7 30 46	19 39 20	21 31	16 17	7 30 16
14	.037	228.5	7 34 42	19 43 39	21 20	16 17	7 34 13
15	.040	229.5	7 38 39	19 47 57	21 10	16 17	7 38 10
16	.043	230.5	7 42 35	19 52 14	20 58	16 17	7 42 06
17	.045	231.5	7 46 33	19 56 31	20 47	16 17	7 46 03
18	.048	232.5	7 50 29	20 00 47	20 35	16 17	7 49 59
19	.051	233.5	7 54 25	20 05 03	20 23	16 17	7 53 56
20	.054	234.5	7 58 22	20 09 18	20 10	16 17	7 57 52
21	.056	235.5	8 02 18	20 13 32	19 57	16 17	8 01 49
22	.059	236.5	8 06 15	20 17 45	19 43	16 17	8 05 45
23	.062	237.5	8 10 19	20 21 58	19 29	16 16	8 09 49
24	.065	238.5	8 14 08	20 26 09	19 15	16 16	8 13 39
25	.067	239.5	8 18 04	20 30 20	19 01	16 16	8 17 35
26	.070	240.5	8 22 01	20 34 30	18 46	16 16	8 21 32
27	.073	241.5	8 25 58	20 38 40	18 30	16 16	8 25 28
28	.076	242.5	8 29 54	20 42 48	18 15	16 16	8 29 25
29	.078	243.5	8 33 51	20 46 56	17 59	16 16	8 33 21
30	.081	244.5	8 37 47	20 51 03	17 43	16 16	8 37 18
31	0.084	245.5	8 41 44	20 55 09	-17 26	16 16	8 41 14

თვის რიცხვი	კვირის დღე	ამოსვლა ადგილობ-რივი საშუალო დროით			ცენტრის ზედა კულმინაცია თბილისში თბილისის საშუალო დროით	ჩასვლა ადგილობ-რივი საშუალო დროით			ამოსვლისა და ჩასვლის აზიმუტი
		41°	42°	43°		41°	42°	43°	
თებერვალი									
		h m	h m	h m	h m s	h m	h m	h m	°
1	ორ	7 11	7 13	7 15	12 13 39	17 17	17 14	17 12	112
2	სმ	7 10	7 12	7 14	12 13 47	17 18	17 16	17 14	112
3	ოთ	7 09	7 11	7 13	12 13 53	17 20	17 18	17 15	112
4	ხთ	7 08	7 10	7 12	12 14 00	17 19	17 17	17 15	111
5	პრ	7 07	7 09	7 11	12 14 05	17 21	17 19	17 17	111
6	შბ	7 06	7 08	7 10	12 14 09	17 23	17 21	17 19	110
7	კვ	7 05	7 07	7 09	12 14 13	17 24	17 22	17 20	110
8	ორ	7 03	7 05	7 07	12 14 16	17 26	17 24	17 22	110
9	სმ	7 02	7 04	7 06	12 14 18	17 27	17 25	17 23	109
10	ოთ	7 01	7 03	7 05	12 14 19	17 28	17 26	17 24	109
11	ხთ	7 00	7 02	7 04	12 14 20	17 29	17 27	17 25	108
12	პრ	6 58	7 00	7 02	12 14 19	17 31	17 29	17 27	108
13	შბ	6 57	6 59	7 01	12 14 18	17 32	17 30	17 28	107
14	კვ	6 56	6 57	6 59	12 14 17	17 33	17 32	17 30	107
15	ორ	6 54	6 56	6 58	12 14 14	17 34	17 33	17 31	106
16	სმ	6 53	6 55	6 56	12 14 11	17 36	17 34	17 32	106
17	ოთ	6 52	6 53	6 55	12 14 07	17 37	17 35	17 34	105
18	ხთ	6 51	6 52	6 54	12 14 02	17 38	17 37	17 35	105
19	პრ	6 49	6 50	6 52	12 13 57	17 39	17 38	17 36	105
20	შბ	6 48	6 49	6 50	12 13 51	17 40	17 39	17 38	104
21	კვ	6 47	6 48	6 49	12 13 45	17 41	17 40	17 39	104
22	ორ	6 45	6 46	6 48	12 13 37	17 42	17 41	17 40	103
23	სმ	6 44	6 45	6 46	12 13 29	17 44	17 43	17 41	103
24	ოთ	6 42	6 43	6 44	12 13 21	17 45	17 44	17 43	102
25	ხთ	6 41	6 42	6 43	12 13 11	17 46	17 45	17 44	102
26	პრ	6 39	6 40	6 41	11 13 02	17 47	17 46	17 45	101
27	შბ	6 38	6 39	6 40	12 12 51	17 48	17 47	17 46	101
28	კვ	6 36	6 37	6 38	12 12 40	17 50	17 49	17 48	100

თვის რიცხვი	წლის დასაწყისიდან გასული მისი ნაწილი	იულიუსისეული პერიოდის დღე	ვარსკვლავური დრო 0^h-ზე მსოფლიო დროით	დედამიწის დინამიკური დროით 0^h-ზე ხილული α	დედამიწის დინამიკური დროით 0^h-ზე ხილული δ	ხილული რადიუსი	ვარსკვლავური დრო 0^h-ზე თბილისის სა-შუალო დროით
თებერვალი							
		2459	h m s	h m s	° ′	′ ″	h m s
1	0.086	246.5	8 45 40	20 59 14	-17 09	16 15	8 45 11
2	.089	247.5	8 49 37	21 03 18	16 52	16 15	8 49 08
3	.092	248.5	8 53 33	21 07 22	16 35	16 15	8 53 04
4	.095	249.5	8 57 30	21 11 24	16 17	16 15	8 57 01
5	.098	250.5	9 01 27	21 15 26	15 59	16 15	9 00 57
6	.100	251.5	9 05 23	21 19 27	15 41	16 15	9 04 54
7	.103	252.5	9 09 20	21 23 28	15 22	16 15	9 08 50
8	.106	253.5	9 13 16	21 27 27	15 03	16 14	9 12 47
9	.108	254.5	9 17 13	21 31 26	14 44	16 14	9 16 43
10	.111	255.5	9 21 09	21 35 24	14 25	16 14	9 20 40
11	.114	256.5	9 25 06	21 39 21	14 05	16 14	9 24 37
12	.117	257.5	9 29 02	21 43 17	13 45	16 14	9 28 33
13	.119	258.5	9 32 59	21 47 13	13 25	16 13	9 32 30
14	.122	259.5	9 36 56	21 51 08	13 05	16 13	9 36 26
15	.125	260.5	9 40 52	21 55 02	12 45	16 13	9 40 23
16	.128	261.5	9 44 49	21 58 55	12 24	16 13	9 44 19
17	.130	262.5	9 48 45	22 02 48	12 03	16 13	9 48 16
18	.133	263.5	9 52 42	22 06 40	11 42	16 12	9 52 12
19	.136	264.5	9 56 38	22 10 31	11 21	16 12	9 56 09
20	.138	265.5	10 00 35	22 14 22	10 59	16 12	10 00 06
21	.141	266.5	10 04 31	22 18 12	10 38	16 12	10 04 02
22	.144	267.5	10 08 28	22 22 02	10 16	16 12	10 07 59
23	.147	268.5	10 12 25	22 25 50	9 54	16 11	10 11 55
24	.150	269.5	10 16 21	22 29 39	9 32	16 11	10 15 52
25	.152	270.5	10 20 18	22 33 26	9 10	16 11	10 19 48
26	.155	271.5	10 24 14	22 37 13	8 48	16 11	10 23 45
27	.158	272.5	10 28 11	22 41 00	8 25	16 10	10 27 41
28	0.160	273.5	10 32 07	22 44 45	-8 02	16 10	10 31 38

თვის რიცხვი	კვირის დღე	ამოსვლა ადგილობრივი საშუალო დროით			ცენტრის ზედა კულმინაცია თბილისში თბილისის საშუალო დროით	ჩასვლა ადგილობრივი საშუალო დროით			ამოსვლისა და ჩასვლის აზიმუტი
		41°	42°	43°		41°	42°	43°	
მარტი									
		h m	h m	h m	h m s	h m	h m	h m	°
1	ორ	6 35	6 36	6 37	12 12 29	17 51	17 50	17 49	100
2	სმ	6 33	6 34	6 35	12 12 17	17 52	17 51	17 50	99
3	ოთ	6 31	6 32	6 33	12 12 04	17 53	17 52	17 51	99
4	ხთ	6 30	6 31	6 32	12 11 51	17 54	17 53	17 53	98
5	პრ	6 28	6 29	6 30	12 11 38	17 55	17 55	17 54	98
6	შბ	6 27	6 28	6 28	12 11 24	17 56	17 56	17 55	97
7	კვ	6 26	6 26	6 26	12 11 10	17 58	17 57	17 56	97
8	ორ	6 24	6 24	6 25	12 10 55	17 59	17 58	17 58	96
9	სმ	6 22	6 23	6 23	12 10 40	18 00	17 59	17 59	96
10	ოთ	6 21	6 21	6 21	12 10 25	18 01	18 01	18 00	95
11	ხთ	6 19	6 20	6 20	12 10 10	18 02	18 02	18 01	94
12	პრ	6 18	6 18	6 18	12 09 54	18 04	18 03	18 02	94
13	შბ	6 16	6 16	6 16	12 09 37	18 05	18 04	18 04	93
14	კვ	6 14	6 14	6 14	12 09 21	18 06	18 05	18 05	93
15	ორ	6 12	6 13	6 13	12 09 04	18 07	18 07	18 06	92
16	სმ	6 11	6 11	6 11	12 08 47	18 08	18 08	18 07	92
17	ოთ	6 09	6 09	6 09	12 08 30	18 09	18 09	18 08	91
18	ხთ	6 07	6 07	6 07	12 08 13	18 10	18 10	18 10	91
19	პრ	6 06	6 06	6 06	12 07 55	18 11	18 11	18 11	90
20	შბ	6 04	6 04	6 04	12 07 38	18 12	18 12	18 12	90
21	კვ	6 03	6 03	6 02	12 07 20	18 13	18 13	18 13	89
22	ორ	6 01	6 01	6 00	12 07 02	18 14	18 14	18 14	89
23	სმ	5 59	5 59	5 59	12 06 44	18 15	18 15	18 16	88
24	ოთ	5 58	5 57	5 57	12 06 26	18 16	18 16	18 17	88
25	ხთ	5 56	5 56	5 55	12 06 07	18 17	18 18	18 18	87
26	პრ	5 54	5 54	5 53	12 05 49	18 18	18 19	18 19	87
27	შბ	5 52	5 52	5 52	12 05 31	18 20	18 20	18 20	86
28	კვ	5 51	5 50	5 50	12 05 12	18 20	18 21	18 22	85
29	ორ	5 49	5 48	5 48	12 04 54	18 22	18 22	18 23	85
30	სმ	5 47	5 47	5 46	12 04 36	18 22	18 23	18 24	84
31	ოთ	5 46	5 45	5 44	12 04 18	18 24	18 24	18 25	84

თვის რიცხვი	წლის დასაწყისი-დან განვლილი მისი ნაწილი	იულიუსისეული პე-რიოდის დღე	ვარსკვლავიერი დრო 0^h-ზე მსოფლიო დროით	დედამიწის დინამიკური დროით 0^h-ზე ხილული α	ხილული δ	ხილული რადიუსი	ვარსკვლავიერი დრო 0^h-ზე თბილისის სა-შუალო დროით
			მ ა რ ტ ი				
		2459	h m s	h m s	° ʹ	ʹ ʺ	h m s
1	0.163	274.5	10 36 04	22 48 31	-7 40	16 10	10 35 34
2	.166	275.5	10 40 00	22 52 15	7 17	16 10	10 39 31
3	.169	276.5	10 43 57	22 56 00	6 54	16 10	10 43 28
4	.171	277.5	10 47 54	22 59 43	6 31	16 09	10 47 24
5	.174	278.5	10 51 50	23 03 27	6 08	16 09	10 51 21
6	.177	279.5	10 55 47	23 07 10	5 45	16 09	10 55 17
7	.180	280.5	10 59 43	23 10 52	5 21	16 09	10 59 14
8	.182	281.5	11 03 40	23 14 34	4 58	16 08	11 03 10
9	.185	282.5	11 07 36	23 18 16	4 35	16 08	11 07 07
10	.188	283.5	11 11 33	23 21 57	4 11	16 08	11 11 04
11	.191	284.5	11 15 29	23 25 38	3 48	16 08	11 15 00
12	.193	285.5	11 19 26	23 29 18	3 24	16 07	11 18 57
13	.196	286.5	11 23 23	23 32 59	3 00	16 07	11 22 53
14	.199	287.5	11 27 19	23 36 39	2 37	16 07	11 26 50
15	.202	288.5	11 31 16	23 40 19	2 13	16 06	11 30 46
16	.204	289.5	11 35 12	23 43 58	1 49	16 06	11 34 43
17	.207	290.5	11 39 09	23 47 38	1 26	16 06	11 38 39
18	.210	291.5	11 43 05	23 51 17	1 02	16 06	11 42 36
19	.212	2925	11 47 02	23 54 56	0 38	16 05	11 46 32
20	.215	293.5	11 50 58	23 58 35	-0 15	16 05	11 50 29
21	.218	2945	11 54 55	0 02 14	+0 09	16 05	11 54 26
22	.221	2955	11 58 52	0 05 52	0 33	16 05	11 58 22
23	.223	296.5	12 02 48	0 09 31	0 57	16 04	12 02 19
24	.226	297.5	12 06 45	0 13 10	1 20	16 04	12 06 15
25	.229	2985	12 10 41	0 16 48	1 44	16 04	12 10 12
26	.232	2995	12 14 38	0 20 27	2 07	16 03	12 14 08
27	.234	300.5	12 18 34	0 24 05	2 31	16 03	12 18 05
28	.237	3015	12 22 31	0 27 43	2 54	16 03	12 22 01
29	.240	302.5	12 26 27	0 31 22	3 18	16 03	12 25 58
30	.243	303.5	12 30 24	0 35 00	3 41	16 02	12 29 55
31	0.245	304.5	12 34 21	0 38 39	+4 04	16 02	12 33 51

თვის რიცხვი	კვირის დღე	ამოსვლა ადგილობრივი საშუალო დროით			ცენტრის ზედა კულ-მინაცია თბილისში თბილისის საშუალო დროით	ჩასვლა ადგილობ-რივი საშუალო დროით			ამოსვლისა და ჩასვლის აზიმუტი
		41°	42°	43°		41°	42°	43°	
ა პ რ ი ლ ი									
		h m	h m	h m	h m s	h m	h m	h m	°
1	ხთ	5 44	5 43	5 42	12 04 00	18 24	18 25	18 26	83
2	პრ	5 42	5 41	5 41	12 03 42	18 26	18 26	18 27	83
3	შბ	5 41	5 40	5 39	12 03 24	18 27	18 27	18 28	82
4	კვ	5 39	5 38	5 37	12 03 06	18 28	18 29	18 30	82
5	ორ	5 38	5 37	5 36	12 02 48	18 29	18 30	18 31	81
6	სმ	5 36	5 35	5 34	12 02 31	18 30	18 31	18 32	81
7	ოთ	5 34	5 33	5 32	12 02 14	18 31	18 32	18 33	80
8	ხთ	5 33	5 32	5 31	12 01 57	18 32	18 33	18 34	80
9	პრ	5 31	5 30	5 29	12 01 40	18 33	18 34	18 35	79
10	შბ	5 30	5 29	5 27	12 01 24	18 34	18 35	18 36	79
11	კვ	5 28	5 27	5 26	12 01 08	18 35	18 36	18 38	78
12	ორ	5 26	5 25	5 24	12 00 52	18 36	18 37	18 39	78
13	სმ	5 25	5 24	5 22	12 00 37	18 37	18 38	18 40	77
14	ოთ	5 23	5 22	5 21	12 00 22	18 38	18 40	18 41	77
15	ხთ	5 22	5 21	5 19	12 00 07	18 39	18 41	18 42	76
16	პრ	5 20	5 19	5 18	11 59 52	18 40	18 42	18 44	76
17	შბ	5 18	5 17	5 16	11 59 38	18 42	18 43	18 45	75
18	კვ	5 17	5 16	5 14	11 59 24	18 43	18 44	18 46	75
19	ორ	5 16	5 14	5 12	11 59 11	18 44	18 46	18 47	74
20	სმ	5 14	5 13	5 11	11 58 58	18 45	18 47	18 48	74
21	ოთ	5 12	5 11	5 09	11 58 46	18 46	18 48	18 50	73
22	ხთ	5 11	5 09	5 08	11 58 34	18 47	18 49	18 51	73
23	პრ	5 10	5 08	5 06	11 58 22	18 48	18 50	18 52	72
24	შბ	5 08	5 06	5 04	11 58 11	18 49	18 51	18 53	72
25	კვ	5 06	5 05	5 03	11 58 00	18 50	18 52	18 54	72
26	ორ	5 05	5 03	5 02	11 57 50	18 51	18 53	18 55	71
27	სმ	5 04	5 02	5 00	11 57 40	18 52	18 54	18 56	71
28	ოთ	5 02	5 00	4 58	11 57 30	18 53	18 55	18 57	70
29	ხთ	5 01	4 59	4 57	11 57 21	18 54	18 56	18 58	70
30	პრ	4 59	4 57	4 56	11 57 13	18 55	18 57	18 59	69

თვის რიცხვი	წლის დასაწყისიდან განვლილი მისი ნაწილი	იულიუსისეული პერიოდის დღე	ვარსკვლავიერი დრო 0h-ზე მსოფლიო დროით	დედამიწის დინამიკური დროით 0h-ზე ხილული α	დედამიწის დინამიკური დროით 0h-ზე ხილული δ	ხილული რადიუსი	ვარსკვლავიერი დრო 0h-ზე თბილისის საშუალო დროით
აპრილი							
		2459	h m s	h m s	° ʻ	ʻ “	h m s
1	0.248	305.5	12 38 17	0 42 17	+4 28	16 02	12 37 48
2	.251	306.5	12 42 14	0 45 56	4 51	16 02	12 41 44
3	.254	307.5	12 46 10	0 49 35	5 14	16 01	12 45 41
4	.256	308.5	12 50 07	0 53 14	5 37	16 01	12 49 37
5	.259	309.5	12 54 03	0 56 53	6 00	16 01	12 53 34
6	.262	310.5	12 58 00	1 00 32	6 22	16 01	12 57 30
7	.264	311.5	13 01 56	1 04 11	6 45	16 00	13 01 27
8	.267	312.5	13 05 53	1 07 51	7 08	16 00	13 05 24
9	.270	313.5	13 09 50	1 11 31	7 30	16 00	13 09 20
10	.273	314.5	13 13 46	1 15 11	7 52	15 59	13 13 17
11	.275	315.5	13 17 43	1 18 51	8 14	15 59	13 17 13
12	.278	316.5	13 21 39	1 22 32	8 36	15 59	13 21 10
13	.281	317.5	13 25 36	1 26 13	8 58	15 59	13 25 06
14	.284	318.5	13 29 32	1 29 54	9 20	15 58	13 29 03
15	.286	319.5	13 33 29	1 33 36	9 41	15 58	13 32 59
16	.289	3205	13 37 25	1 37 18	10 03	15 58	13 36 56
17	.292	321.5	13 41 22	1 41 01	10 24	15 57	13 40 53
18	.295	322.5	13 45 19	1 44 44	10 45	15 57	13 44 49
19	.297	323.5	13 49 15	1 48 27	11 06	15 57	13 48 46
20	.300	324.5	13 53 12	1 52 10	11 27	15 57	13 52 42
21	.303	3255	13 57 08	1 55 54	11 47	15 56	13 56 39
22	.306	326.5	14 01 05	1 59 39	12 08	15 56	14 00 35
23	.308	327.5	14 05 01	2 03 24	12 28	15 56	14 04 32
24	.311	328.5	14 08 58	2 07 10	12 48	15 56	14 08 28
25	.314	329.5	14 12 54	2 10 55	13 07	15 55	14 12 25
26	.316	330.5	14 16 51	2 14 42	13 27	15 55	14 16 22
27	.319	331.5	14 20 48	2 18 29	13 46	15 55	14 20 18
28	.322	332.5	14 24 44	2 22 16	14 05	15 55	14 24 15
29	.325	333.5	14 28 41	2 26 04	14 24	15 54	14 28 11
30	0.328	334.5	14 32 37	2 29 52	+14 42	15 54	14 32 08

თვის რიცხვი	კვირის დღე	ამოსვლა ადგილობრივი საშუალო დროით			ცენტრის ზედა კულმინაცია თბილისში თბილისის საშუალო დროით	ჩასვლა ადგილობრივი საშუალო დროით			ამოსვლისა და ჩასვლის აზიმუტი
		41°	42°	43°		41°	42°	43°	
მ ა ი ს ი									
		h m	h m	h m	h m s	h m	h m	h m	°
1	შბ	4 58	4 56	4 54	11 57 05	18 56	18 58	19 00	69
2	კვ	4 57	4 55	4 53	11 56 58	18 57	18 59	19 02	69
3	ორ	4 56	4 54	4 51	11 56 51	18 58	19 00	19 03	68
4	სმ	4 54	4 52	4 50	11 56 45	18 59	19 02	19 04	68
5	ოთ	4 53	4 51	4 49	11 56 40	19 00	19 03	19 05	67
6	ხთ	4 52	4 50	4 48	11 56 35	19 02	19 04	19 06	67
7	პრ	4 51	4 49	4 46	11 56 30	19 02	19 05	19 08	67
8	შბ	4 50	4 48	4 45	11 56 26	19 04	19 06	19 09	66
9	კვ	4 49	4 46	4 44	11 56 23	19 04	19 07	19 10	66
10	ორ	4 48	4 45	4 43	11 56 20	19 06	19 08	19 11	65
11	სმ	4 46	4 44	4 42	11 56 18	19 06	19 09	19 12	65
12	ოთ	4 46	4 43	4 40	11 56 17	19 08	19 10	19 13	65
13	ხთ	4 44	4 42	4 39	11 56 16	19 08	19 11	19 14	64
14	პრ	4 44	4 41	4 38	11 56 16	19 10	19 12	19 15	64
15	შბ	4 42	4 40	4 37	11 56 16	19 10	19 13	19 16	64
16	კვ	4 42	4 39	4 36	11 56 17	19 12	19 14	19 17	63
17	ორ	4 41	4 38	4 35	11 56 18	19 12	19 15	19 18	63
18	სმ	4 40	4 37	4 34	11 56 20	19 14	19 16	19 19	63
19	ოთ	4 39	4 36	4 33	11 56 23	19 14	19 17	19 20	62
20	ხთ	4 38	4 35	4 32	11 56 26	19 16	19 18	19 21	62
21	პრ	4 37	4 34	4 31	11 56 29	19 16	19 19	19 22	62
22	შბ	4 36	4 33	4 30	11 56 33	19 17	19 20	19 23	61
23	კვ	4 36	4 33	4 30	11 56 38	19 18	19 21	19 24	61
24	ორ	4 35	4 32	4 29	11 56 43	19 19	19 22	19 25	61
25	სმ	4 34	4 32	4 28	11 56 48	19 20	19 23	19 26	61
26	ოთ	4 34	4 31	4 28	11 56 54	19 21	19 24	19 27	60
27	ხთ	4 33	4 30	4 27	11 57 01	19 22	19 25	19 28	60
28	პრ	4 32	4 30	4 26	11 57 08	19 23	19 26	19 29	60
29	შბ	4 32	4 29	4 26	11 57 15	19 23	19 26	19 30	60
30	კვ	4 32	4 29	4 25	11 57 23	19 24	19 27	19 31	59
31	ორ	4 31	4 28	4 24	11 57 31	19 25	19 28	19 32	59

თვის რიცხვი	წლის დასაწყისიდან განვლილი მისი ნაწილი	იულიუსისეული პერიოდის დღე	ვარსკვლავიერი დრო 0^h-ზე მსოფლიო დროით	დედამიწის დინამიკური დროით 0^h-ზე		ხილული რადიუსი	ვარსკვლავიერი დრო 0^h-ზე თბილისის საშუალო დროით
				ხილული α	ხილული δ		
				მ ა ი ს ი			
		2459	h m s	h m s	° ʽ	ʽ ʺ	h m s
1	0.330	335.5	14 36 34	2 33 41	+15 01	15 54	14 36 04
2	.333	336.5	14 40 30	2 37 30	15 19	15 54	14 40 01
3	.336	337.5	14 44 27	2 41 20	15 37	15 53	14 43 57
4	.338	338.5	14 48 23	2 45 10	15 54	15 53	14 47 54
5	.341	339.5	14 52 20	2 49 01	16 12	15 53	14 51 51
6	.344	340.5	14 56 17	2 52 53	16 29	15 53	14 55 47
7	.347	341.5	15 00 13	2 56 45	16 45	15 53	14 59 44
8	.349	342.5	15 04 10	3 00 38	17 02	15 52	15 03 40
9	.352	343.5	15 08 06	3 04 31	17 18	15 52	15 07 37
10	.355	344.5	15 12 03	3 08 25	17 34	15 52	15 11 33
11	.358	345.5	15 15 59	3 12 19	17 50	15 52	15 15 30
12	.360	346.5	15 19 56	3 16 14	18 05	15 51	15 19 26
13	.363	347.5	15 23 52	3 20 10	18 20	15 51	15 23 23
14	.366	348.5	15 27 49	3 24 06	18 35	15 51	15 27 20
15	.368	349.5	15 31 46	3 28 02	18 49	15 51	15 31 16
16	.371	350.5	15 35 42	3 32 00	19 03	15 51	15 35 13
17	.374	351.5	15 39 39	3 35 58	19 17	15 50	15 39 09
18	.377	352.5	15 43 35	3 39 56	19 30	15 50	15 43 06
19	.380	353.5	15 47 32	3 43 55	19 43	15 50	15 47 02
20	.382	354.5	15 51 28	3 47 55	19 56	15 50	15 50 59
21	.385	355.5	15 55 25	3 51 55	20 08	15 50	15 54 55
22	.388	356.5	15 59 21	3 55 56	20 21	15 49	15 58 52
23	.390	357.5	16 03 18	3 59 57	20 32	15 49	16 02 49
24	.393	358.5	16 07 15	4 03 59	20 44	15 49	16 06 45
25	.396	359.5	16 11 11	4 08 01	20 55	15 49	16 10 42
26	.399	360.5	16 15 08	4 12 04	21 05	15 49	16 14 38
27	.401	361.5	16 19 04	4 16 07	21 16	15 49	16 18 35
28	.404	362.5	16 23 01	4 20 10	21 26	15 48	16 22 31
29	.407	363.5	16 26 57	4 24 15	21 35	15 48	16 26 28
30	.410	364.5	16 30 54	4 28 19	21 44	15 48	16 30 24
31	0.412	365.5	16 34 50	4 32 24	+21 53	15 48	16 34 21

თვის რიცხვი	კვირის დღე	ამოსვლა ადგილობრივი საშუალო დროით			ცენტრის ზედა კულმინაცია თბილისში თბილისის საშუალო დროით	ჩასვლა ადგილობრივი საშუალო დროით			ამოსვლისა და ჩასვლის აზიმუტი
		41°	42°	43°		41°	42°	43°	
ივნისი									
		h m	h m	h m	h m s	h m	h m	h m	°
1	სმ	4 30	4 27	4 24	11 57 40	19 26	19 29	19 32	59
2	ოთ	4 30	4 27	4 23	11 57 49	19 26	19 30	19 33	59
3	ხთ	4 30	4 26	4 23	11 57 59	19 27	19 30	19 34	59
4	პრ	4 29	4 26	4 22	11 58 09	19 28	19 31	19 35	58
5	შბ	4 28	4 25	4 22	11 58 19	19 28	19 32	19 36	58
6	კვ	4 28	4 25	4 21	11 58 30	19 29	19 33	19 36	58
7	ორ	4 28	4 25	4 21	11 58 41	19 30	19 33	19 37	58
8	სმ	4 28	4 24	4 21	11 58 52	19 30	19 34	19 37	58
9	ოთ	4 28	4 24	4 21	11 59 03	19 31	19 34	19 38	58
10	ხთ	4 28	4 24	4 20	11 59 15	19 32	19 35	19 38	58
11	პრ	4 27	4 24	4 20	11 59 27	19 32	19 35	19 39	57
12	შბ	4 27	4 24	4 20	11 59 40	19 32	19 36	19 39	57
13	კვ	4 27	4 24	4 20	11 59 52	19 33	19 36	19 40	57
14	ორ	4 27	4 24	4 20	12 00 05	19 33	19 37	19 40	57
15	სმ	4 27	4 24	4 20	12 00 18	19 34	19 37	19 40	57
16	ოთ	4 27	4 24	4 20	12 00 30	19 34	19 37	19 41	57
17	ხთ	4 27	4 24	4 20	12 00 43	19 34	19 38	19 41	57
18	პრ	4 27	4 24	4 20	12 00 56	19 35	19 38	19 42	57
19	შბ	4 27	4 24	4 20	12 01 09	19 35	19 39	19 42	57
20	კვ	4 28	4 24	4 20	12 01 23	19 36	19 39	19 42	57
21	ორ	4 28	4 24	4 21	12 01 36	19 36	19 39	19 43	57
22	სმ	4 28	4 24	4 21	12 01 49	19 36	19 39	19 43	57
23	ოთ	4 28	4 25	4 21	12 02 02	19 36	19 40	19 43	57
24	ხთ	4 28	4 25	4 21	12 02 14	19 36	19 40	19 43	57
25	პრ	4 28	4 25	4 22	12 02 27	19 36	19 40	19 44	57
26	შბ	4 29	4 25	4 22	12 02 40	19 36	19 40	19 44	57
27	კვ	4 29	4 26	4 22	12 02 52	19 36	19 40	19 44	57
28	ორ	4 30	4 26	4 23	12 03 04	19 36	19 40	19 44	57
29	სმ	4 30	4 27	4 23	12 03 17	19 36	19 40	19 44	57
30	ოთ	4 30	4 27	4 24	12 03 28	19 36	19 40	19 44	57

თვის რიცხვი	წლის დასაწყისი-დან განვლილი მისი ნაწილი	იულიუსისეული პერი-ოდის დღე	ვარსკვლავიერი დრო 0^h-ზე მსოფლიო დროით	დედამიწის დინამიკური დროით 0^h-ზე ხილული α	დედამიწის დინამიკური დროით 0^h-ზე ხილული δ	ხილული რადიუსი	ვარსკვლავიერი დრო 0^h-ზე თბილისის სა-შუალო დროით
			ი ვ ნ ი ს ი				
		2459	h m s	h m s	° `	‘ “	h m s
1	0.415	366.5	16 38 47	4 36 29	+22 01	15 48	16 38 17
2	.418	367.5	16 42 44	4 40 35	22 10	15 48	16 42 14
3	.420	368.5	16 46 40	4 44 41	22 17	15 48	16 46 11
4	.423	369.5	16 50 37	4 48 47	22 24	15 47	16 50 07
5	.426	370.5	16 54 33	4 52 54	22 31	15 47	16 54 04
6	.429	371.5	16 58 30	4 57 01	22 38	15 47	16 58 00
7	.432	372.5	17 02 26	5 01 09	22 44	15 47	17 01 57
8	.434	373.5	17 06 23	5 05 16	22 50	15 47	17 05 53
9	.437	374.5	17 10 19	5 09 24	22 55	15 47	17 09 50
10	.440	375.5	17 14 16	5 13 33	23 00	15 47	17 13 47
11	.442	376.5	17 18 13	5 17 41	23 04	15 47	17 17 43
12	.445	377.5	17 22 09	5 21 50	23 08	15 47	17 21 40
13	.448	378.5	17 26 06	5 25 59	23 12	15 46	17 25 36
14	.451	379.5	17 30 02	5 30 08	23 15	15 46	17 29 33
15	.453	380.5	17 33 59	5 34 17	23 18	15 46	17 33 29
16	.456	381.5	17 37 55	5 38 27	23 20	15 46	17 37 26
17	.459	382.5	17 41 52	5 42 36	23 22	15 46	17 41 22
18	.462	383.5	17 45 48	5 46 46	23 24	15 46	17 45 19
19	.464	384.5	17 49 45	5 50 56	23 25	15 46	17 49 16
20	.467	385.5	17 53 42	5 55 05	23 26	15 46	17 53 12
21	.470	386.5	17 57 38	5 59 15	23 26	15 46	17 57 09
22	.473	387.5	18 01 35	6 03 25	23 26	15 46	18 01 05
23	.475	388.5	18 05 31	6 07 35	23 26	15 46	18 05 02
24	.478	389.5	18 09 28	6 11 44	23 25	15 46	18 08 58
25	.481	390.5	18 13 24	6 15 54	23 24	15 46	18 12 55
26	.484	391.5	18 17 21	6 20 03	23 22	15 46	18 16 51
27	.486	392.5	18 21 17	6 24 12	23 20	15 46	18 20 48
28	.489	393.5	18 25 14	6 28 21	23 17	15 46	18 24 45
29	.492	394.5	18 29 11	6 32 30	23 14	15 45	18 28 41
30	0.494	395.5	18 33 07	6 36 38	+23 11	15 45	18 32 38

თვის რიცხვი	კვირის დღე	ამოსვლა ადგილობრივი საშუალო დროით			ცენტრის ზედა კულმინაცია თბილისში თბილისის საშუალო დროით	ჩასვლა ადგილობრივი საშუალო დროით			ამოსვლისა და ჩასვლის აზიმუტი
		41°	42°	43°		41°	42°	43°	
		ი ვ ლ ი ს ი							
		h m	h m	h m	h m s	h m	h m	h m	°
1	ხთ	4 31	4 28	4 24	12 03 40	19 36	19 40	19 43	57
2	პრ	4 32	4 28	4 25	12 03 52	19 36	19 40	19 43	57
3	შბ	4 32	4 29	4 25	12 04 03	19 36	19 39	19 43	58
4	კვ	4 33	4 29	4 26	12 04 14	19 36	19 39	19 43	58
5	ორ	4 34	4 30	4 26	12 04 24	19 36	19 39	19 42	58
6	სმ	4 34	4 31	4 27	12 04 35	19 35	19 39	19 42	58
7	ოთ	4 35	4 31	4 28	12 04 44	19 35	19 38	19 42	58
8	ხთ	4 35	4 32	4 29	12 04 54	19 34	19 38	19 41	58
9	პრ	4 36	4 32	4 29	12 05 03	19 34	19 37	19 41	58
10	შბ	4 36	4 33	4 30	12 05 12	19 34	19 37	19 40	59
11	კვ	4 37	4 34	4 31	12 05 21	19 33	19 36	19 40	59
12	ორ	4 38	4 35	4 32	12 05 29	19 32	19 36	19 39	59
13	სმ	4 38	4 35	4 32	12 05 36	19 32	19 35	19 39	59
14	ოთ	4 39	4 36	4 33	12 05 43	19 32	19 34	19 38	59
15	ხთ	4 40	4 37	4 34	12 05 50	19 31	19 34	19 38	60
16	პრ	4 41	4 38	4 35	12 05 56	19 30	19 33	19 37	60
17	შბ	4 42	4 39	4 36	12 06 01	19 30	19 33	19 36	60
18	კვ	4 42	4 39	4 36	12 06 06	19 29	19 32	19 35	60
19	ორ	4 43	4 40	4 37	12 06 11	19 29	19 32	19 35	61
20	სმ	4 44	4 41	4 38	12 06 14	19 28	19 31	19 34	61
21	ოთ	4 45	4 42	4 39	12 06 18	19 27	19 30	19 33	61
22	ხთ	4 46	4 43	4 40	12 06 21	19 26	19 29	19 32	61
23	პრ	4 47	4 44	4 41	12 06 23	19 25	19 28	19 31	62
24	შბ	4 48	4 45	4 42	12 06 24	19 24	19 27	19 30	62
25	კვ	4 49	4 46	4 43	12 06 25	19 24	19 26	19 29	62
26	ორ	4 50	4 47	4 44	12 06 25	19 22	19 25	19 28	63
27	სმ	4 51	4 48	4 45	12 06 25	19 22	19 24	19 27	63
28	ოთ	4 52	4 49	4 46	12 06 24	19 20	19 23	19 26	63
29	ხთ	4 53	4 50	4 47	12 06 23	19 20	19 22	19 25	63
30	პრ	4 54	4 51	4 48	12 06 21	19 18	18 21	19 24	64
31	შბ	4 54	4 52	4 50	12 06 18	19 17	19 20	19 23	64

თვის რიცხვი	წლის დასაწყისი-დან განვლილი მისი ნაწილი	იულიუსისეული პერიოდის დღე	ვარსკვლავური დრო 0h-ზე მსოფლიო დროით	დედამიწის დინამიკური დროით 0h-ზე ხილული α	დედამიწის დინამიკური დროით 0h-ზე ხილული δ	ხილული რადიუსი	ვარსკვლავური დრო 0h-ზე თბილისის სა-შუალო დროით
		ივლისი					
		2459	h m s	h m s	° ′	′ ″	h m s
1	0.497	396.5	18 37 04	6 40 46	+23 07	15 45	18 36 34
2	.500	397.5	18 41 00	6 44 55	23 03	15 45	18 40 31
3	.503	398.5	18 44 57	6 49 02	22 59	15 45	18 44 27
4	.505	399.5	18 48 53	6 53 10	22 54	15 45	18 48 24
5	.508	400.5	18 52 50	6 57 17	22 48	15 45	18 52 20
6	.511	401.5	18 56 46	7 01 24	22 43	15 45	18 56 17
7	.514	402.5	19 00 43	7 05 30	22 36	15 45	19 00 14
8	.516	403.5	19 04 40	7 09 36	22 30	15 45	19 04 10
9	.519	404.5	19 08 36	7 13 42	22 23	15 45	19 08 07
10	.522	405.5	19 12 33	7 17 47	22 16	15 45	19 12 03
11	.525	406.5	19 16 29	7 21 52	22 08	15 45	19 16 00
12	.527	407.5	19 20 26	7 25 57	22 00	15 46	19 19 56
13	.530	408.5	19 24 22	7 30 01	21 51	15 46	19 23 53
14	.533	409.5	19 28 19	7 34 04	21 43	15 46	19 27 49
15	.536	410.5	19 32 15	7 38 07	21 33	15 46	19 31 46
16	.538	411.5	19 36 12	7 42 10	21 24	15 46	19 35 43
17	.541	412.5	19 40 09	7 46 12	21 14	15 46	19 39 39
18	.544	413.5	19 44 05	7 50 14	21 04	15 46	19 43 36
19	.546	414.5	19 48 02	7 54 15	20 53	15 46	19 47 32
20	.549	415.5	19 51 58	7 58 15	20 42	15 46	19 51 29
21	.552	416.5	19 55 55	8 02 15	20 31	15 46	19 55 25
22	.555	417.5	19 59 51	8 06 15	20 19	15 46	19 59 22
23	.557	418.5	20 03 48	8 10 14	20 07	15 46	20 03 18
24	.560	419.5	20 07 44	8 14 12	19 55	15 46	20 07 15
25	.563	420.5	20 11 41	8 18 09	19 42	15 46	20 11 12
26	.566	421.5	20 15 38	8 22 06	19 29	15 46	20 15 08
27	.568	422.5	20 19 \34	8 26 03	19 15	15 46	20 19 04
28	.571	423.5	20 23 31	8 29 59	19 02	15 47	20 23 01
29	.574	424.5	20 27 27	8 33 54	18 48	15 47	20 26 58
30	.577	425.5	20 31 24	8 37 48	18 34	15 47	20 30 54
31	0.579	426.5	20 35 20	8 41 42	+18 19	15 47	20 34 50

თვის რიცხვი	კვირის დღე	ამოსვლა ადგილობრივი საშუალო დროით			ცენტრის ზედა კულ-მინაცია თბილისში თბილისის საშუალო დროით	ჩასვლა ადგილობრივი საშუალო დროით			ამოსვლისა და ჩასვლის აზიმუტი
		41°	42°	43°		41°	42°	43°	
ა გ ვ ი ს ტ ო									
		h m	h m	h m	h m s	h m	h m	h m	°
1	კვ	4 56	4 53	4 50	12 06 15	19 16	19 19	19 21	64
2	ორ	4 56	4 54	4 52	12 06 11	19 15	19 17	19 20	65
3	სმ	4 58	4 55	4 52	12 06 06	19 14	19 16	19 19	65
4	ოთ	4 58	4 56	4 54	12 06 01	19 13	19 15	19 18	66
5	ხთ	4 59	4 57	4 55	12 05 56	19 12	19 14	19 16	66
6	პრ	5 00	4 58	4 56	12 05 50	19 11	19 13	19 15	66
7	შბ	5 01	4 59	4 57	12 05 43	19 09	19 11	19 14	67
8	კვ	5 02	5 00	4 58	12 05 35	19 08	19 10	19 13	67
9	ორ	5 03	5 01	4 59	12 05 28	19 07	19 09	19 12	68
10	სმ	5 04	5 02	5 00	12 05 19	19 06	19 08	19 10	68
11	ოთ	5 05	5 03	5 01	12 05 10	19 04	19 06	19 08	68
	ხთ	5 06	5 04	5 02	12 05 00	19 03	19 05	19 07	69
13	პრ	5 07	5 05	5 03	12 04 50	19 01	19 03	19 06	69
14	შბ	5 08	5 06	5 04	12 04 39	19 00	19 02	19 04	70
15	კვ	5 09	5 07	5 05	12 04 28	18 59	19 01	19 03	70
16	ორ	5 10	5 08	5 06	12 04 16	18 57	18 59	19 01	70
17	სმ	5 11	5 10	5 08	12 04 04	18 56	18 58	19 00	71
18	ოთ	5 12	5 11	5 09	12 03 51	18 55	18 56	18 58	71
19	ხთ	5 14	5 12	5 10	12 03 38	18 54	18 55	18 57	72
20	პრ	5 14	5 13	5 11	12 03 24	18 52	18 53	18 55	72
21	შბ	5 16	5 14	5 12	12 03 09	18 50	18 52	18 54	73
22	კვ	5 16	5 15	5 13	12 02 54	18 49	18 50	18 52	73
23	ორ	5 18	5 16	5 14	12 02 39	18 47	18 49	18 50	74
24	სმ	5 18	5 17	5 16	12 02 23	18 46	18 47	18 48	74
25	ოთ	5 19	5 18	5 16	12 02 07	18 44	18 45	18 47	74
26	ხთ	5 20	5 19	5 18	12 01 50	18 42	18 44	18 45	75
27	პრ	5 21	5 20	5 18	12 01 33	18 41	18 42	18 44	75
28	შბ	5 22	5 21	5 20	12 01 16	18 40	18 41	18 42	76
29	კვ	5 23	5 22	5 20	12 00 58	18 38	18 39	19 40	76
30	ორ	5 24	5 23	5 22	12 00 40	18 36	18 37	18 39	77
31	სმ	5 25	5 24	5 23	12 00 21	18 35	18 36	18 37	77

თვის რიცხვი	წლის დასაწყისიდან გან-ვლილი მისი ნაწილი	იულიუსური პერიოდის დღე	ვარსკვლავიერი დრო 0^h-ზე მსოფლიო დროით	დედამიწის დინამიკური დროით 0^h-ზე ხილული α	დედამიწის დინამიკური დროით 0^h-ზე ხილული δ	ხილული რადიუსი	ვარსკვლავიერი დრო 0^h-ზე თბილისის საშუალო დროით
აგვისტო							
		2459	h m s	h m s	° ʹ	ʹ ʺ	h m s
1	0.582	427.5	20 39 17	8 45 37	+18 04	15 47	20 38 47
2	.585	428.5	20 43 13	8 49 28	17 49	15 47	20 42 44
3	.588	429.5	20 47 10	8 53 20	17 33	15 47	20 46 41
4	.590	430.5	20 51 07	8 57 12	17 18	15 47	20 50 37
5	.593	431.5	20 55 03	9 01 03	17 02	15 48	20 54 34
6	.596	432.5	20 59 00	9 04 53	16 45	15 48	20 58 30
7	.598	433.5	21 02 56	9 08 43	16 29	15 48	21 02 27
8	.601	434.5	21 06 53	9 12 32	16 12	15 48	21 06 23
9	.604	435.5	21 10 49	9 16 20	15 55	15 48	21 10 20
10	.607	436.5	21 14 46	9 20 08	15 37	15 48	21 14 16
11	.609	437.5	21 18 42	9 23 56	15 20	15 48	21 18 13
12	.612	438.5	21 22 39	9 27 43	15 02	15 49	21 22 10
13	.615	439.5	21 26 36	9 31 29	14 44	15 49	21 26 01
14	.618	440.5	21 30 32	9 35 15	14 26	15 49	21 30 03
15	.620	441.5	21 34 29	9 39 00	14 07	15 49	21 33 59
16	.623	442.5	21 38 25	9 42 45	13 48	15 49	21 37 56
17	.626	443.5	21 42 22	9 46 29	13 29	15 49	21 41 52
18	.629	444.5	21 46 18	9 50 13	13 10	15 50	21 45 49
19	.631	445.5	21 50 15	9 53 56	12 50	15 50	21 49 45
20	.634	446.5	21 54 11	9 57 39	12 31	15 50	21 53 42
21	.637	447.5	21 58 08	10 01 21	12 11	15 50	21 57 39
22	.640	448.5	22 02 05	10 05 03	11 51	15 50	22 01 35
23	.642	449.5	22 06 01	10 08 44	11 31	15 51	22 05 32
24	.645	450.5	22 09 58	10 12 25	11 10	15 51	22 09 28
25	.648	451.5	22 13 54	10 16 05	10 50	15 51	22 13 25
26	.650	452.5	22 17 51	10 19 45	10 29	15 51	22 17 21
27	.653	453.5	22 21 47	10 23 25	10 08	15 51	22 21 18
28	.656	454.5	22 25 44	10 27 04	9 47	15 52	22 25 14
29	.659	455.5	22 29 40	10 30 43	9 26	15 52	22 29 11
30	.662	456.5	22 33 37	10 34 21	9 04	15 52	22 33 08
31	0.664	457.5	22 37 34	10 37 59	+ 8 43	15 52	22 37 04

თვის რიცხვი	კვირის დღე	ამოსვლა ადგილობრივი საშუალო დროით			ცენტრის ზედა კულმინაცია თბილისში თბილისის საშუალო დროით	ჩასვლა ადგილობრივი საშუალო დროით			ამოსვლისა და ჩასვლის აზიმუტი
		41°	42°	43°		41°	42°	43°	
		ს ე ქ ტ ე მ ბ ე რ ი							
		h m	h m	h m	h m s	h m	h m	h m	°
1	ოთ	5 26	5 25	5 24	12 00 02	18 33	18 34	18 35	78
2	ხთ	5 27	5 26	5 25	11 59 43	18 32	18 33	18 34	78
3	პრ	5 28	5 27	5 26	11 59 24	18 30	18 31	18 32	79
4	შბ	5 29	5 28	5 27	11 59 05	18 28	18 29	18 30	79
5	კვ	5 30	5 29	5 28	11 58 45	18 27	18 27	18 28	80
6	ორ	5 31	5 30	5 29	11 58 25	18 25	18 26	18 27	80
7	სმ	5 32	5 31	5 30	11 58 05	18 23	18 24	18 25	81
8	ოთ	5 33	5 32	5 32	11 57 44	18 22	18 22	18 23	81
9	ხთ	5 34	5 33	5 33	11 57 24	18 20	18 20	18 21	82
10	პრ	5 35	5 34	5 34	11 57 03	18 18	18 19	18 20	82
11	შბ	5 36	5 36	5 35	11 56 42	18 17	18 17	18 18	83
12	კვ	5 37	5 37	5 36	11 56 21	18 15	18 16	18 16	83
13	ორ	5 38	5 38	5 37	11 56 00	18 14	18 14	18 14	84
14	სმ	5 39	5 39	5 38	11 55 39	18 12	18 12	18 13	84
15	ოთ	5 40	5 40	5 39	11 55 18	18 10	18 10	18 11	85
16	ხთ	5 41	5 41	5 40	11 54 56	18 08	18 09	18 09	85
17	პრ	5 42	5 42	5 41	11 54 35	18 06	18 07	18 07	86
18	შბ	5 43	5 43	5 42	12 54 14	18 04	18 05	18 06	86
19	კვ	5 44	5 44	5 44	11 53 53	18 03	18 03	18 04	87
20	ორ	5 45	5 45	5 45	11 53 31	18 01	18 01	18 02	88
21	სმ	5 46	5 46	5 46	11 53 10	17 59	18 00	18 00	88
22	ოთ	5 47	5 47	5 47	11 52 49	17 58	17 58	17 58	89
23	ხთ	5 48	5 48	5 48	11 52 28	17 56	17 56	17 56	89
24	პრ	5 49	5 49	5 49	11 52 07	17 54	17 54	17 54	90
25	შბ	5 50	5 50	5 50	11 51 46	17 53	17 52	17 52	90
26	კვ	5 51	5 51	5 51	11 51 25	17 51	17 51	17 51	91
27	ორ	5 52	5 52	5 52	11 51 05	17 49	17 49	17 49	91
28	სმ	5 53	5 53	5 54	11 50 44	17 48	17 47	17 47	92
29	ოთ	5 54	5 54	5 55	11 50 21	17 46	17 45	17 45	92
30	ხთ	5 55	5 55	5 56	11 50 05	17 44	17 44	17 44	93

თვის რიცხვი	წლის დასაწყისი-დან განვლილი მისი ნაწილი	იულიუსისეული პერიოდის დღე	ვარსკვლავური დრო 0^h-ზე მსოფლიო დროით	დედამიწის დინამიკური დროით 0^h-ზე		ხილული რადიუსი	ვარსკვლავური დრო 0^h-ზე თბილისის სა-შუალო დროით
				ხილული α	ხილული δ		
				სექტემბერი			
		2459	h m s	h m s	° ʻ	ʻ “	h m s
1	0.667	458.5	22 41 30	10 41 37	+8 21	15 52	22 41 00
2	.670	459.5	22 45 27	10 45 14	8 00	15 53	22 44 57
3	.672	460..5	22 49 23	10 48 52	7 38	15 53	22 48 53
4	.675	461.5	22 53 20	10 52 28	7 16	15 53	22 52 50
5	.678	462.5	22 57 16	10 56 05	6 53	15 53	22 56 46
6	.681	463.5	23 01 13	10 59 42	6 31	15 54	23 00 43
7	.683	464.5	23 05 09	11 03 18	6 09	15 54	23 04 39
8	.686	465.5	23 09 06	11 06 54	5 46	15 54	23 08 36
9	.689	466.5	23 13 03	11 10 30	5 24	15 54	23 12 33
10	.692	467.5	23 16 59	11 14 06	5 01	15 55	23 16 29
11	.694	468.5	23 20 56	11 17 41	4 38	15 55	23 20 26
12	.697	469.5	23 24 52	11 21 17	4 15	15 55	23 24 22
13	.700	470.5	23 28 49	11 24 52	3 52	15 55	23 28 19
14	.702	471.5	23 32 45	11 28 28	3 29	15 56	23 32 16
15	.705	472.5	23 36 42	11 32 03	3 06	15 56	23 36 12
16	.708	473.5	23 40 38	11 35 38	2 43	15 56	23 40 09
17	.711	474.5	23 44 35	11 39 13	2 20	15 56	23 44 06
18	.714	475.5	23 48 32	11 42 49	1 57	15 57	23 48 02
19	.716	476.5	23 52 28	11 46 24	1 34	15 57	23 51 59
20	.719	477.5	23 56 25	11 49 59	1 10	15 57	23 55 55
21	.722	478.5	0 00 21	11 53 35	0 47	15 57	23 59 51
22	.724	479.5	0 04 18	11 51 10	+0 24	15 58	0 03 48
23	.727	480.5	0 08 14	12 00 46	0 00	15 58	0 07 44
24	.730	481.5	0 12 11	12 04 21	– 0 23	15 58	0 11 41
25	.733	482.5	0 16 07	12 07 57	0 46	15 58	0 15 37
26	.735	483.5	0 20 04	12 11 33	1 10	15 59	0 19 34
27	.738	484.5	0 24 01	12 15 09	1 33	15 59	0 23 31
28	.741	485.5	0 27 57	12 18 46	1 56	15 59	0 27 27
29	.744	486.5	0 31 54	12 22 21	2 20	16 00	0 31 24
30	0.746	487.5	0 35 50	12 25 58	–2 43	16 00	0 35 20

თვის რიცხვი	კვირის დღე	ამოსვლა ადგილობრივი საშუალო დროით			ცენტრის ზედა კულმინაცია თბილისში თბილისის საშუალო დროით	ჩასვლა ადგილობრივი საშუალო დროით			ამოსვლისა და ჩასვლის აზიმუტი
		41°	42°	43°		41°	42°	43°	
		ოქტომბერი							
		h m	h m	h m	h m s	h m	h m	h m	°
1	პრ	5 56	5 57	5 57	11 49 45	17 43	17 42	17 42	93
2	შბ	5 57	5 58	5 58	11 49 26	17 41	17 41	17 40	94
3	კვ	5 58	5 59	6 00	11 49 07	17 40	17 39	17 38	94
4	ორ	6 00	6 00	6 01	11 48 49	17 38	17 37	17 37	95
5	სმ	6 00	6 01	6 02	11 48 30	17 36	17 35	17 35	95
6	ოთ	6 02	6 02	6 03	11 48 13	17 34	17 34	17 33	96
7	ხთ	6 02	6 03	6 04	11 47 55	17 33	17 32	17 31	96
8	პრ	6 04	6 04	6 05	11 47 38	17 31	17 30	17 30	97
9	შბ	6 05	6 05	6 06	11 47 22	17 29	17 28	17 28	97
10	კვ	6 06	6 06	6 07	11 47 06	17 28	17 27	17 26	98
11	ორ	6 07	6 08	6 09	11 46 50	17 26	17 25	17 24	98
12	სმ	6 08	6 09	6 10	11 46 35	17 25	17 24	17 23	99
13	ოთ	6 09	6 10	6 11	11 46 20	17 23	17 22	17 21	99
14	ხთ	6 10	6 11	6 12	11 46 06	17 22	17 20	17 19	100
15	პრ	6 11	6 12	6 13	11 45 52	17 20	17 19	17 18	100
16	შბ	6 12	6 14	6 15	11 45 39	17 18	17 17	17 16	101
17	კვ	6 13	6 15	6 16	11 45 27	17 17	17 16	17 15	101
18	ორ	6 14	6 16	6 17	11 45 15	17 16	17 14	17 13	102
19	სმ	6 16	6 17	6 18	11 45 04	17 14	17 13	17 12	102
20	ოთ	6 17	6 18	6 19	11 44 53	17 13	17 11	17 10	103
21	ხთ	6 18	6 19	6 20	11 44 43	17 11	17 10	17 08	103
22	პრ	6 19	6 20	6 21	11 44 33	17 10	17 08	17 07	104
23	შბ	6 20	6 21	6 22	11 44 24	17 08	17 07	17 06	104
24	კვ	6 21	6 22	6 24	11 44 16	17 07	17 06	17 04	105
25	ორ	6 22	6 23	6 25	11 44 09	17 06	17 04	17 02	105
26	სმ	6 23	6 25	6 26	11 44 02	17 04	17 03	17 01	106
27	ოთ	6 24	6 26	6 28	11 43 56	17 03	17 01	17 00	106
28	ხთ	6 26	6 27	6 29	11 43 51	17 02	17 00	16 58	107
29	პრ	6 27	6 28	6 30	11 43 47	17 00	16 59	16 57	107
30	შბ	6 28	6 30	6 32	11 43 43	16 59	16 57	16 55	108
31	კვ	6 29	6 31	6 33	11 43 40	16 58	16 56	16 54	108

თვის რიცხვი	წლის დასაწყისიდან გან-ვლილი მისი ნაწილი	იულიუსისეული პერიოდის დღე	ვარსკვლავიერი დრო 0h-ზე მსოფლიო დროით	დედამიწის დინამი-კური დროით 0h-ზე ხილული α	დედამიწის დინამი-კური დროით 0h-ზე ხილული δ	ხილული რადიუსი	ვარსკვლავიერი დრო 0h-ზე თბილისის სა-შუალო დროით
			ო ქ ტ ო მ ბ ე რ ი				
		2459	h m s	h m s	° '	' "	h m s
1	0.749	488.5	0 39 46	12 29 35	–3 06	16 00	0 39 17
2	.752	489.5	0 43 43	12 33 10	3 30	16 00	0 43 14
3	.755	490.5	0 47 40	12 36 50	3 53	16 01	0 47 10
4	.757	491.5	0 51 36	12 40 27	4 16	16 01	0 51 07
5	.760	492.5	0 55 33	12 43 56	4 39	16 01	0 55 04
6	.763	493.5	0 59 30	12 47 44	5 02	16 01	0 59 00
7	.766	494.5	1 03 26	12 51 23	5 25	16 02	1 02 57
8	.768	495.5	1 07 23	12 55 03	5 48	16 02	1 06 53
9	.771	496.5	1 11 19	12 58 42	6 11	16 02	1 10 50
10	.774	497.5	1 15 16	13 02 23	6 34	16 03	1 14 46
11	.776	498.5	1 19 12	13 06 04	6 57	16 03	1 18 43
12	.779	499.5	1 23 09	13 09 45	7 19	16 03	1 22 39
13	.782	500.5	1 27 05	13 13 27	7 42	16 03	1 26 36
14	.785	501.5	1 31 02	13 17 09	8 04	16 04	1 30 33
15	.787	502.5	1 34 59	13 20 52	8 26	16 04	1 34 29
16	.790	503.5	1 38 55	13 24 35	8 49	16 04	1 38 26
17	.793	504.5	1 42 51	13 28 19	9 11	16 05	1 42 22
18	.796	505.5	1 46 48	13 32 04	9 32	16 05	1 46 19
19	.798	506.5	1 50 44	13 35 49	9 54	16 05	1 50 15
20	.801	507.5	1 54 41	13 39 35	10 16	16 06	1 54 12
21	.804	508.5	1 58 38	13 43 21	10 37	16 06	1 58 08
22	.807	509.5	2 02 34	13 47 08	10 59	16 06	2 02 05
23	.809	510.5	2 06 31	13 50 56	11 20	16 06	2 06 02
24	.812	511.5	2 10 28	13 54 44	11 41	16 06	2 09 58
25	.815	512.5	2 14 24	13 58 33	12 02	16 07	2 13 55
26	.818	513.5	2 18 21	14 02 23	12 22	16 07	2 17 51
27	.820	514.5	2 22 17	14 06 14	12 43	16 07	2 21 48
28	.823	515.5	2 26 14	14 10 05	13 03	16 07	2 25 44
29	.826	516.5	2 30 10	14 13 57	13 23	16 08	2 29 41
30	.828	517.5	2 34 07	14 17 49	13 43	16 08	2 33 37
31	0.831	518.5	2 38 03	14 21 43	–14 02	16 08	2 37 34

თვის რიცხვი	კვირის დღე	ამოსვლა ადგილობრივი საშუალო დროით			ცენტრის ზედა კულმინაცია თბილისში თბილისის საშუალო დროით	ჩასვლა ადგილობრივი საშუალო დროით			ამოსვლისა და ჩასვლის აზიმუტი
		41°	42°	43°		41°	42°	43°	
ნ ო ე მ ბ ე რ ი									
		h m	h m	h m	h m s	h m	h m	h m	°
1	ორ	6 31	6 33	6 34	11 43 38	16 56	16 54	16 52	108
2	სმ	6 32	6 34	6 36	11 43 37	16 55	16 53	16 51	109
3	ოთ	6 33	6 35	6 37	11 43 36	16 54	16 52	16 50	109
4	ხთ	6 34	6 36	6 38	11 43 37	16 53	16 51	16 49	110
5	პრ	6 36	6 38	6 39	11 43 38	16 51	16 49	16 47	110
6	შბ	6 37	6 39	6 41	11 43 40	16 50	16 48	16 46	111
7	კვ	6 38	6 40	6 42	11 43 43	16 49	16 47	16 45	111
8	ორ	6 39	6 41	6 43	11 43 47	16 48	16 46	16 44	111
9	სმ	6 40	6 42	6 45	11 43 51	16 47	16 45	16 43	112
10	ოთ	6 41	6 44	6 46	11 43 57	16 46	16 44	16 42	112
11	ხთ	6 42	6 45	6 47	11 44 03	16 45	16 43	16 41	113
12	პრ	6 44	6 46	6 48	11 44 10	16 44	16 42	16 40	113
13	შბ	6 45	6 47	6 50	11 44 18	16 44	16 41	16 39	113
14	კვ	6 46	6 48	6 51	11 44 27	16 43	16 40	16 38	114
15	ორ	6 47	6 50	6 52	11 44 37	15 42	16 40	16 37	114
16	სმ	6 48	6 51	6 53	11 44 47	16 41	16 39	16 36	114
17	ოთ	6 50	6 52	6 54	11 44 58	16 40	16 38	16 35	115
18	ხთ	6 51	6 53	6 56	11 45 10	16 39	16 37	16 34	115
19	პრ	6 52	6 54	6 57	11 45 23	16 39	16 36	16 33	116
20	შბ	6 53	6 56	6 58	11 45 37	16 38	16 36	16 33	116
21	კვ	6 54	6 57	7 00	11 45 52	16 37	16 35	16 32	116
22	ორ	6 56	6 58	7 01	11 46 07	16 36	16 34	16 31	116
23	სმ	6 57	6 59	7 02	11 46 23	16 36	16 33	16 30	117
24	ოთ	6 58	7 00	7 03	11 46 40	16 36	16 33	16 30	117
25	ხთ	6 59	7 02	7 05	11 46 57	16 35	16 32	16 29	117
26	პრ	7 00	7 03	7 06	11 47 16	16 34	16 32	16 29	118
27	შბ	7 01	7 04	7 07	11 47 35	16 34	16 31	16 28	118
28	კვ	7 02	7 05	7 08	11 47 55	16 34	16 31	16 28	118
29	ორ	7 03	7 06	7 09	11 48 16	16 33	16 30	16 27	118
30	სმ	7 04	7 07	7 10	11 48 37	16 33	16 30	16 27	119

თვის რიცხვი	წლის დასაწყისიდან განვლილი მისი ნაწილი	იულიუსისეული პერიოდის დღე	ვარსკვლავიერი დრო 0h-ზე მსოფლიო დროით	დედამიწის დინამიკური დროით 0h-ზე		ხილული რადიუსი	ვარსკვლავიერი დრო 0h-ზე თბილისის საშუალო დროით
				ხილული α	ხილული δ		
ნ ო ე მ ბ ე რ ი							
		2459	h m s	h m s	° ´	´ ″	h m s
1	0.834	519.5	2 42 00	14 25 37	–14 22	16 08	2 41 31
2	.837	520.5	2 45 57	14 29 32	14 41	16 09	2 45 27
3	.839	521.5	2 49 53	14 33 28	15 00	16 09	2 49 24
4	.842	522.5	2 53 50	14 37 25	15 18	16 09	2 53 20
5	.845	523.5	2 57 46	14 41 22	15 37	16 09	2 57 17
6	.848	524.5	3 01 43	14 45 21	15 55	16 10	3 01 13
7	.850	525.5	3 05 39	14 49 20	16 13	16 10	3 05 10
8	.853	526.5	3 09 36	14 53 20	16 31	16 10	3 09 06
9	.856	527.5	3 13 32	14 57 21	16 48	16 10	3 13 03
10	.859	528.5	3 17 29	15 01 23	17 05	16 11	3 17 00
11	861	529.5	3 21 26	15 05 25	17 22	16 11	3 20 56
12	.864	530.5	3 25 22	15 09 31	17 38	16 11	3 24 53
13	.867	531.5	3 29 19	15 13 33	17 54	16 11	3 28 49
14	.870	532.5	3 33 15	15 17 39	18 10	16 12	3 32 46
15	.872	533.5	3 37 12	15 21 45	18 26	16 12	3 36 42
16	.875	534.5	3 41 08	15 25 52	18 41	16 12	3 40 39
17	.878	535.5	3 45 05	15 29 59	18 56	16 12	3 44 35
18	.880	536.5	3 49 01	15 34 08	19 10	16 12	3 48 32
19	.883	537.5	3 52 58	15 38 17	19 25	16 13	3 52 29
20	.886	538.5	3 56 55	15 42 28	19 39	16 13	3 56 25
21	.889	539.5	4 00 51	15 46 39	19 52	16 13	4 00 22
22	.892	540.5	4 04 48	15 50 51	20 05	16 13	4 04 18
23	.894	541.5	4 08 44	15 55 03	20 18	16 13	4 08 15
24	.897	542.5	4 12 41	15 59 16	20 30	16 13	4 12 11
25	.900	543.5	4 16 37	16 03 31	20 42	16 14	4 16 08
26	.902	544.5	4 20 34	16 07 45	20 54	16 14	4 20 04
27	.905	545.5	4 24 30	16 12 01	21 05	16 14	4 24 01
28	.908	546.5	4 28 27	16 16 17	21 16	16 14	4 27 58
29	.911	5475	4 32 24	16 20 34	21 26	16 14	4 31 54
30	0.913	5485	4 36 20	16 24 52	–21 37	16 15	4 35 51

თვის რიცხვი	კვირის დღე	ამოსვლა ადგილობრივი საშუალო დროით			ცენტრის ზედა კულმინაცია თბილისში თბილისის საშუალო დროით	ჩასვლა ადგილობრივი საშუალო დროით			ამოსვლისა და ჩასვლის აზიმუტი
		41°	42°	43°		41°	42°	43°	
დ ე კ ე მ ბ ე რ ი									
		h m	h m	h m	h m s	h m	h m	h m	°
1	ოთ	7 05	7 08	7 11	11 48 59	16 32	16 29	16 26	119
2	ხთ	7 06	7 09	7 12	11 49 22	16 32	16 29	16 26	119
3	პრ	7 07	7 10	7 14	11 49 45	16 32	16 29	16 26	119
4	შბ	7 08	7 11	7 14	11 50 09	16 32	16 29	16 26	120
5	კვ	7 09	7 12	7 16	11 50 34	16 32	16 29	16 26	120
6	ორ	7 10	7 13	7 16	11 50 59	16 32	16 29	16 26	120
7	სმ	7 11	7 14	7 18	11 51 24	16 32	16 29	16 26	120
8	ოთ	7 12	7 15	7 18	11 51 51	16 32	16 29	16 26	120
9	ხთ	7 13	7 16	7 19	11 52 17	16 32	16 29	16 26	120
10	პრ	7 14	7 17	7 20	11 52 44	16 32	16 29	16 26	120
11	შბ	7 15	7 18	7 21	11 53 12	16 32	16 29	16 26	121
12	კვ	7 16	7 19	7 22	11 53 40	16 32	16 29	16 26	121
13	ორ	7 16	7 20	7 23	11 54 08	16 32	16 29	16 26	121
14	სმ	7 17	7 20	7 23	11 54 36	16 32	16 29	16 26	121
15	ოთ	7 18	7 21	7 24	11 55 05	16 33	16 30	16 26	121
16	ხთ	7 18	7 21	7 25	11 55 34	16 33	16 30	16 26	121
17	პრ	7 19	7 22	7 26	11 56 03	16 33	16 30	16 26	121
18	შბ	7 19	7 22	7 26	11 56 33	16 33	16 30	16 27	121
19	კვ	7 20	7 23	7 26	11 57 02	16 34	16 30	16 27	121
20	ორ	7 20	7 23	7 27	11 57 32	16 34	16 31	16 27	121
21	სმ	7 21	7 24	7 27	11 58 01	16 34	16 31	16 27	121
22	ოთ	7 21	7 24	7 28	11 58 31	16 34	16 31	16 28	121
23	ხთ	7 22	7 25	7 28	11 59 01	16 35	16 32	16 28	121
24	პრ	7 22	7 25	7 29	11 59 31	16 36	16 33	16 29	121
25	შბ	7 23	7 26	7 29	12 00 01	16 37	16 33	16 30	121
26	კვ	7 23	7 26	7 30	12 00 30	16 37	16 34	16 31	121
27	ორ	7 24	7 27	7 30	12 01 00	16 38	16 35	16 32	121
28	სმ	7 24	7 27	7 31	12 01 29	16 39	16 36	16 32	121
29	ოთ	7 24	7 27	7 31	12 01 59	16 40	16 37	16 33	121
30	ხთ	7 25	7 28	7 31	12 02 28	16 40	16 37	16 34	121
31	პრ	7 25	7 28	7 31	12 02 57	16 41	16 38	16 35	121

თვის რიცხვი	წლის დასაწყისიდან განვლილი მისი ნაწილი	იულიუსისეული პერიოდის დღე	ვარსკვლავიერი დრო 0^h-ზე მსოფლიო დროით	დედამიწის დინამიკური დროით 0^h-ზე		ხილული რადიუსი	ვარსკვლავიერი დრო 0^h-ზე თბილისის საშუალო დროით
				ხილული α	ხილული δ		
დ ე კ ე მ ბ ე რ ი							
		2459	h m s	h m s	° ʹ	ʹ ʺ	h m s
1	0.916	549.5	4 40 16	16 29 10	–21 46	16 15	4 39 47
2	.919	550.5	4 44 13	16 33 29	21 55	16 15	4 43 44
3	.922	551.5	4 48 10	16 37 49	22 04	16 15	4 47 40
4	.924	552.5	4 52 06	16 42 09	22 12	16 15	4 51 37
5	.927	553.5	4 56 03	16 46 30	22 20	16 15	4 55 33
6	.930	554.5	4 59 59	16 50 52	22 28	16 16	4 59 30
7	.932	555.5	5 03 56	16 55 14	22 35	16 16	5 03 27
8	.935	556.5	5 07 53	16 59 36	22 42	16 16	5 07 23
9	.938	557.5	5 11 49	17 03 59	22 48	16 16	5 11 20
10	.941	558.5	5 15 46	17 08 23	22 53	16 16	5 15 16
11	.944	559.5	5 19 42	17 12 46	22 59	16 16	5 19 13
12	.946	560.5	5 23 39	17 17 11	23 04	16 16	5 23 09
13	.949	561.5	5 27 35	17 21 36	23 08	16 16	5 27 06
14	.952	562.5	5 31 32	17 26 01	23 12	16 16	5 31 02
15	.954	563.5	5 35 28	17 30 26	23 15	16 17	5 34 59
16	.957	564.5	5 39 25	17 34 52	23 18	16 17	5 38 56
17	.960	565.5	5 43 22	17 39 17	23 21	16 17	5 42 52
18	.963	5665	5 47 18	17 43 43	23 23	16 17	5 46 49
19	.965	567.5	5 51 15	17 48 09	23 24	16 17	5 50 45
20	.968	568.5	5 55 11	17 52 36	23 26	16 17	5 54 42
21	.971	569.5	5 59 08	17 57 02	23 26	16 17	5 58 38
22	.974	570.5	6 03 04	18 01 28	23 26	16 17	6 02 35
23	.976	571.5	6 07 01	18 05 55	23 26	16 17	6 06 31
24	.979	572.5	6 10 57	18 10 21	23 25	16 17	6 10 28
25	.982	573.5	6 14 54	18 14 48	23 24	16 17	6 14 25
26	.985	574.5	6 18 51	18 19 14	23 22	16 17	6 18 21
27	.987	575.5	6 22 47	18 23 40	23 20	16 17	6 22 18
28	.990	576.5	6 26 44	18 28 06	23 17	16 17	6 26 14
29	.993	577.5	6 30 40	18 32 32	23 14	16 17	6 30 11
30	.996	578.5	6 34 37	18 36 57	23 11	16 17	6 34 07
31	0.998	579.5	6 38 33	18 41 22	– 23 07	16 17	6 38 04

მთვარე 2021

თვის რიცხვი	იანვარი		თებერვალი		მარტი	
	ამოსვლა	ჩასვლა	ამოსვლა	ჩასვლა	ამოსვლა	ჩასვლა
	h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	18 55	9 20	21 26	9 32	20 24	8 00
2	20 04	9 59	22 38	9 59	21 39	8 27
3	21 14	10 32	23 51	10 25	22 54	8 56
4	22 24	11 01	–	10 54	–	9 27
5	23 35	11 28	1 04	11 26	0 09	10 03
6	–	11 55	2 18	12 04	1 23	10 46
7	0 47	12 22	3 30	12 49	2 32	11 37
8	2 00	12 52	4 37	13 43	3 33	12 35
9	3 14	13 26	5 37	14 44	4 25	13 40
10	4 30	14 07	6 27	15 51	5 08	14 47
11	5 43	14 57	7 09	16 59	5 43	15 54
12	6 50	15 55	7 43	18 07	6 13	17 00
13	7 47	17 00	8 11	19 13	6 39	18 04
14	8 35	18 09	8 36	20 16	7 02	19 06
15	9 13	19 18	8 59	21 18	7 24	20 07
16	9 45	20 25	9 21	22 18	7 46	21 07
17	10 12	21 29	9 44	23 18	8 09	22 08
18	10 35	22 31	10 08	–	8 35	23 09
19	10 58	23 31	10 35	0 19	9 04	–
20	11 20	–	11 06	1 20	9 38	0 09
21	11 43	0 31	11 43	2 20	10 18	1 09
22	12 08	1 31	12 27	3 20	11 07	2 05
23	12 36	2 31	13 20	4 15	12 03	2 57
24	13 10	3 33	14 22	5 06	13 07	3 43
25	13 51	4 34	15 30	5 50	14 17	4 23
26	14 39	5 32	16 41	6 29	15 29	4 58
27	15 37	6 27	17 55	7 02	16 44	5 29
28	16 41	7 15	19 10	7 32	18 00	5 58
29	17 50	7 57			19 16	6 25
30	19 02	8 33			20 34	6 54
31	20 14	9 04			21 53	7 25

მთვარე 2021

თვის რიცხვი	აპრილი		მაისი		ივნისი	
	ამოსვლა	ჩასვლა	ამოსვლა	ჩასვლა	ამოსვლა	ჩასვლა
1	23 10	8 00	–	8 16	0 23	10 31
2	–	8 42	0 19	9 20	0 53	11 38
3	0 23	9 31	1 09	10 28	1 18	12 42
4	1 29	10 28	1 49	11 37	1 41	13 44
5	2 24	11 32	2 22	12 44	2 02	14 44
6	3 10	12 39	2 49	13 48	2 23	15 44
7	3 47	13 46	3 13	14 50	2 46	16 45
8	4 17	14 51	3 35	15 51	3 11	17 46
9	4 44	15 55	3 56	16 51	3 39	18 47
10	5 07	16 57	4 18	17 51	4 13	19 47
11	5 29	17 58	4 41	18 52	4 53	20 43
12	5 50	18 58	5 07	19 53	5 41	21 34
13	6 13	19 59	5 37	20 54	6 36	22 19
14	6 37	21 00	6 13	21 53	7 37	22 58
15	7 04	22 01	6 55	22 47	8 42	23 30
16	7 36	23 01	7 45	23 36	9 49	23 59
17	8 14	23 58	8 42	–	10 58	–
18	8 59	–	9 44	0 19	12 07	0 25
19	9 51	0 51	10 51	0 56	13 18	0 51
20	10 51	1 39	12 00	1 28	14 31	1 16
21	11 57	2 20	13 10	1 56	15 48	1 44
22	13 06	2 56	14 22	2 23	17 07	2 16
23	14 18	3 27	15 37	2 49	18 26	2 55
24	15 32	3 56	16 54	3 16	19 40	3 42
25	16 47	4 23	18 15	3 47	20 44	4 40
26	18 05	4 50	19 36	4 23	21 37	5 47
27	19 25	5 20	20 53	5 06	22 19	6 59
28	20 46	5 53	22 03	5 59	22 53	8 12
29	22 05	6 33	23 01	7 01	23 20	9 23
30	23 17	7 20	23 47	8 10	23 44	10 29
31			–	9 22		

მთვარე 2021

თვის რიცხვი	ივლისი		აგვისტო		სექტემბერი	
	ამოსვლა	ჩასვლა	ამოსვლა	ჩასვლა	ამოსვლა	ჩასვლა
	h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	–	11 33	23 42	13 26	–	15 14
2	0 06	12 35	–	14 28	0 10	16 06
3	0 28	13 36	0 12	15 29	1 05	16 51
4	0 50	14 36	0 47	16 28	2 07	17 31
5	1 14	15 37	1 30	17 23	3 14	18 05
6	1 41	16 38	2 21	18 13	4 23	18 34
7	2 13	17 39	3 19	18 56	5 34	19 01
8	2 51	18 37	4 23	19 33	6 46	19 27
9	3 37	19 30	5 31	20 05	7 58	19 52
10	4 30	20 18	6 40	20 33	9 12	20 19
11	5 30	20 58	7 50	20 59	10 27	20 50
12	6 34	21 33	9 00	21 24	11 43	21 26
13	7 42	22 03	10 10	21 49	12 57	22 10
14	8 50	22 30	11 23	22 17	14 07	23 04
15	9 59	22 55	12 37	22 49	15 10	–
16	11 08	23 20	13 51	23 27	16 02	0 06
17	12 19	23 46	15 05	–	16 44	1 14
18	13 32	–	16 14	0 14	17 18	2 26
19	14 47	0 15	17 14	1 11	17 47	3 36
20	16 04	0 49	18 04	2 17	18 12	4 45
21	17 18	1 31	18 45	3 28	18 34	5 51
22	18 27	2 23	19 18	4 41	18 56	6 56
23	19 24	3 25	19 45	5 52	19 19	7 59
24	20 11	4 35	20 09	7 01	19 43	9 01
25	20 49	5 49	20 32	8 06	20 09	10 04
26	21 19	7 02	20 54	9 10	20 40	11 06
27	21 45	8 12	21 17	10 12	21 17	12 06
28	22 08	9 18	21 42	11 14	22 00	13 04
29	22 30	10 22	22 10	12 16	22 51	13 58
30	22 53	11 24	22 43	13 17	23 50	14 45
31	23 16	12 25	23 23	14 17		

მთვარე 2021

თვის რიცხვი	ოქტომბერი		ნოემბერი		დეკემბერი	
	ამოსვლა	ჩასვლა	ამოსვლა	ჩასვლა	ამოსვლა	ჩასვლა
	h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	–	15 27	2 00	15 26	3 13	14 42
2	0 54	16 02	3 11	15 51	4 29	15 11
3		16 33	4 25	16 17	5 49	15 47
4	3 12	17 01	5 41	16 45	7 11	16 31
5	4 24	17 27	7 01	17 18	8 29	17 26
6	5 38	17 52	8 22	17 58	9 39	18 33
7	6 52	18 19	9 41	18 47	10 37	19 46
8	8 09	18 49	10 54	19 46	11 22	21 01
9	9 28	19 24	11 56	20 53	11 57	22 14
10	10 45	20 06	12 45	22 05	12 26	23 23
11	12 00	20 58	13 25	23 17	12 50	–
12	13 06	21 58	13 56	–	13 12	0 29
13	14 01	23 05	14 22	0 26	13 33	1 32
14	14 46	–	14 45	1 33	13 55	2 34
15	15 22	0 16	15 06	2 37	14 18	3 36
16	15 51	1 26	15 28	3 39	14 44	4 38
17	16 16	2 34	15 50	4 41	15 14	5 40
18	16 39	3 40	16 14	5 43	15 51	6 41
19	17 01	4 45	16 41	6 46	16 33	7 39
20	17 22	5 47	17 13	7 48	17 24	8 33
21	17 45	6 50	17 51	8 48	18 20	9 20
22	18 10	7 53	18 37	9 45	19 22	10 01
23	18 39	8 55	19 29	10 37	20 26	10 35
24	19 13	9 56	20 27	11 22	21 31	11 04
25	19 54	10 56	21 30	12 00	22 37	11 30
26	20 42	11 51	22 35	12 33	23 44	11 54
27	21 37	12 40	23 42	13 01	–	12 17
28	22 37	13 24	–	13 27	0 53	12 41
29	23 43	14 00	0 50	13 51	2 05	13 08
30	–	14 32	2 00	14 16	3 20	13 39
31	0 50	15 00			4 39	14 17

ფ ა ზ ე ბ ი

თვე	უკანასკნელი მეოთხედი	ახალი მთვარე	პირველი მეოთხედი	სავსე მთვარე	უკანასკნელი მეოთხედი
	d h m	d h m	d h m	d h m	d h m
იანვარი	6 12 39	13 08 03	21 00 04	28 22 19	
თებერვალი	4 20 39	11 22 08	19 21 49	27 11 20	
მარტი	6 04 32	13 13 24	21 17 42	28 21 50	
აპრილი	4 13 04	12 05 33	20 10 00	27 06 33	
მაისი	3 22 52	11 22 02	19 22 13	26 14 15	
ივნისი	2 10 26	10 13 54	18 06 55	24 21 40	
ივლისი	2 00 13	10 04 18	17 13 12	24 05 37	31 16 18
აგვისტო		8 16 51	15 18 21	22 15 02	30 10 15
სექტემბერი		7 03 52	13 23 41	21 02 55	29 04 58
ოქტომბერი		6 14 06	13 06 28	20 17 58	28 23 07
ნოემბერი		5 00 15	11 15 48	19 12 00	27 15 30
დეკემბერი		4 10 45	11 04 38	19 07 38	27 05 26

კაშკაშა პლანეტების ხილვადობა

2021

მ ე რ კ უ რ ი

2021 წელს პლანეტა მერკურის დანახვა შესაძლებელი იქნება დილით, მზის ამოსვლის წინა პერიოდში, აღმოსავლეთის ცაზე: თებერვლის II ნახევარსა და მარტში (ბოლო კვირის გარდა; ხანმოკლე ხილვადობა), ივნისის ბოლო კვირასა და ივლისში (ბოლო კვირის გარდა; საშუალო ხილვადობა), აგრეთვე ოქტომბრის მეორე და ნოემბრის პირველ ნახევრებში (ხანგრძლივი ხილვადობა), საღამოს კი - მზის ჩასვლის მერე, დასავლეთის ცაზე - იანვარსა (პირველი დღეების გარდა) და თებერვლის დასაწყისში (ხანგრძლივი ხილვადობა), აპრილის ბოლო კვირაში, მაისსა და ივნისის დასაწყისში (ყველაზე ხანგრძლივი ხილვადობა), აგვისტოს მეორე ნახევარსა და სექტემბრის პირველ-მეორე დეკადებში (უაღრესად ხანმოკლე ხილვადობა), აგრეთვე დეკემბრის მესამე დეკადაში (1 სთ-ზე ნაკლები ხანგრძლივობით).

მერკური უხილავი იქნება 19 აპრილის, 1-ლი აგვისტოსა და 29 ნოემბრის (ზ ე დ ა შ ე ე რ თ ე ბ ა), აგრეთვე 8 თებერვლის, 10 ივნისისა და 9 ოქტომბრის (ქ ვ ე დ ა შ ე ე რ თ ე ბ ა) თარიღების წინა და მომდევნო პერიოდებში, ხოლო მზიდან ხილულ ცაზე მაქსიმალურ კუთხურ დაშორებაში იქნება 24 იანვრის, 17 მაისისა და 14 სექტემბრის (ა ღ მ ო ს ა ვ ლ ე თ ი ე ლ ო ნ გ ა ც ი ა), აგრეთვე 6 მარტის, 4 ივლისისა და 25 ოქტომბრის (დ ა ს ა ვ ლ ე თ ი ე ლ ო ნ გ ა ც ი ა) თარიღების სიახლოვეს, როდესაც ცაზე მისი ხილვადობის პერიოდების ხანგრძლივობანი ყველაზე დიდი იქნება.

2021 წელს მერკური შეერთებაში იქნება: ვენერასთან - 13 თებერვალს (4,5°N), 25 აპრილს (1,2°N), 29 მაისსა (0,5°S) და 29 დეკემბერს (4°S), მარსთან - 19 აგვისტოს (0,1°S), 10 ოქტომბერსა (2,4°S) და 10 ნოემბერს (1°N), იუპიტერთან - 11 იანვარს (1,5°S), 15 თებერვალსა (4°N) და 5 მარტს (0,3°N) და სატურნთან - 10 იანვარს (1,5°S).

ვ ე ნ ე რ ა

2021 წლის იანვრის დასაწყისში პლანეტა ვენერა ხილულ ცაზე მზის დასავლეთ მხარეს იქნება, დაახლ. 20° კუთხურ მანძილზე, ამიტომ ამოვა მზის ამოსვლამდე ცის აღმოსავლეთ მხარეს და თითქმის 1 სთ-ის განმავლობაში, დილის ბინდის დადგომამდე, მისაწვდომი იქნება დაკვირვებებისათვის. ამის შემდეგ იგი კუთხური თვალსაზრისით სულ უფრო და უფრო მიუახლოვდება მზეს, რის გამო ყოველ მომდევნო დღეს ამოვა სულ უფრო ცოტა ხნით ადრე მზის ამოსვლის მომენტის მიმართ, ანუ მისი ხილვადობის პერიოდის ხანგრძლივობა განუწყვეტლივ მოიკლებს. 26 მარტს ვენერა მზესთან ზ ე დ ა შ ე ე რ თ ე ბ ა შ ი გაივლის, ამიტომ იანვრის მიწურულიდან აპრილის მიწურულამდე პრაქტიკულად მზის სხივებში იქნება გაუჩინარებული, ანუ ხილვადი არ იქნება დასაკვირვებლად. 26 მარტის მერე იგი მზის აღმოსავლეთ მხარეს მოექცევა, ამიტომ ამოვა მზეზე უფრო გვიან და ასევე ჩავა მზეზე უფრო გვიან, რაც ნიშნავს, რომ იგი ხილვადი იქნება ცაზე მზის ჩასვლის მერე, ანუ საღამოს მნათობად იქცევა. პრაქტიკულად ცაზე მას აპრილის ბოლოს ვიხილავთ. ხილვადი იქნება ათიოდე წუთს, ოღონდ მისი ხილვადობის პერიოდი შემდგომში სულ უფრო გახანგრძლივდება, რადგან ხილულ ცაზე თავისი ორბიტული მოძრაობის გამო იგი სულ უფრო და უფრო დაშორდება მზეს. 30 ოქტომბერს ეს კუთხური დაშორება მაქსიმუმს მიაღწევს (დაახლ. 45°), რადგან ვენერა ამ დღეს მზიდან ა ღ მ ო ს ა ვ ლ ე თ ე ლ ო ნ გ ა ც ი ა შ ი გაივლის. და მაინც, ვენერას მცირე დახრილობების გამო, მისი დღეღამური ხილული ორბიტის უმეტესი ნაწილი ჰორიზონტის ქვეშ აღმოჩნდება, რის გამო ვენერას ხილვადობის პერიოდი მთელი წლის განმავლობაში მცირე იქნება: მაისის დასაწყისიდან სექტემბრის ბოლომდე იგი 1 სთ-ს არ გადააჭარბებს. მხოლოდ ნოემბერში გაიზრდება 2 სთ-მდე, დეკემბრის განმავლობაში კი თანდათან ისევ 1 სთ-მდე შემცირდება (30 ოქტომბრიდან ვენერა უკვე ხილულ ცაზე მზისკენ კუთხურ მიახლოებას დაიწყებს). ამ მხრივ ვენერა 2021 წელს ცაზე გაცილებით ნაკლებშესამჩნევი იქნება, ვიდრე 2020 წელს.

ხილვადობის პერიოდთა უმეტესობაში პლანეტა ვენერა დაახლ. -4 ვარსკვლავიერი სიდიდის მნათობი იქნება, ასე რომ რამდენიმე ათეულჯერ მეტი სიკაშკაშე ექნება, ვიდრე ცის უკაშკაშეს ვარსკვლავებს აქვთ. წლის უმეტეს ნაწილს იგი იმოძრავებს კირჩხიბის, ქალწულის, სასწორის, გველისმჭერისა და მშვილდოსნის თანავარსკვლავედებში.

2021 წელს პლანეტა ვენერა შეერთებაში იქნება: მერკურთან - 13 თებერვალს (4,5°S), 25 აპრილს (1,2°S), 29 მაისსა (0,5°N) და 29 დეკემბერს (4°N), მარსთან - 13 ივლისს (0,5°N), იუპიტერთან - 11 თებერვალს (0,5°S) და სატურნთან - 6 თებერვალს (0,5°S).

მარსი

2021 წლის დასაწყისში მარსი მზიდან აღმოსავლეთ მხარესაა, დაახლ. 105° კუთხურ მანძილზე, მზის ჩასვლისთანავე ხილულ ცაზეა, ანუ საღამოსა და ღამის მნათობს წარმოადგენს, მისი ხილვადობის პერიოდი კი 8 სთ-ს აღემატება. ამის მერე იგი ყოველდღიურად სულ უფრო უახლოვდება კუთხური თვალსაზრისით მზეს (22 იანვარს გაივლის აღმოსავლეთ კვადრატურაში), რის გამოც ყოველ მომდევნო დღეს იგი ჩადის მზის ჩასვლის მომენტიდან სულ უფრო და უფრო მცირე ხნის შემდეგ, ამიტომ, თუმცა კვლავ ხილულ ცაზეა შეღამებისთანავე, მისი ხილვადობის პერიოდი თანდათან და განუწყვეტლივ მცირდება: თებერვლის ბოლოს 6 სთ-მდე, აპრილის ბოლოს 4 სთ-მდე, ივნისის ბოლოს 1 სთ-ზე ოდნავ მეტიღაა, აგვისტოში კი ნახევარ საათზე ნაკლები. 1 თებერვლიდან მარსი საღამოს მნათობია. შემოდგომისთვის იგი საგრძნობლად უახლოვდება ცაზე მზის ხილულ მდებარეობას, 8 ოქტომბერს კი მზესთან ზედა შეერთებაში გაივლის, ასე, რომ აგვისტოს შუა რიცხვებიდან ოქტომბრის ბოლომდე პლანეტა პრაქტიკულად გაუჩინარებულია მზის სხივებში და

უხილავია დამკვირვებლებისთვის. ამასობაში მარსი ხილულ ცაზე მზიდან დასავლეთ მხარეს გადავა, ამოვა მზეზე უფრო ადრე, ნოემბრის დასაწყისიდან კი საკმაო კუთხურ მანძილზე დასცილდება მზეს და მისი დაკვირვება შესაძლებელი გახდება დილით, მზის ამოსვლამდე ცის აღმოსავლეთ მხარეს. ამის მერე წლის დასასრულამდე მარსი კვლავ დილის მნათობად დარჩება, ოღონდ ყოველ მომდევნო დღეს ამოვა მზესთან შედარებით სულ უფრო მეტი ხნით ადრე, და რადგან მისი დანახვა შესაძლებელი იქნება გათენებამდე, მარსის ხილვადობის პერიოდის ხანგრძლივობა თანდათან გაიზრდება: ნოემბრის ბოლოს თითქმის 1, დეკემბრის ბოლოს კი თითქმის 2 საათამდე.

2021 წელს პლანეტა მარსი შეერთებაში იქნება: მერკურთან - 19 აგვიტოს (0,1°N), 10 ოქტომბერსა (2,4°N), და 10 ნოემბერს (1°S), აგრეთვე ვენერასთან - 13 ივლისს (0,5°S).

2021 წელს იანვარ-თებერვალში მარსი ვერძის თანავარსკვლავედშია, მისი ბრწყინვალება კი თითქმის ნულოვანი სიდიდის ვარსკვლავებისას უტოლდება. მარტ-აპრილში მისი სიკაშკაშე პირველ სიდიდემდე ეცემა, ამასთან პლანეტა კუროს თანავარსკვლავედში გადადის; მაისიდან იგი მარჩბივშია, ივლისში კი კირჩხიბში, ამასთან ჩანს, როგორც მე-2 ვარსკვლავიერი სიდიდის მნათობი. წლის ბოლო თვეებში მისი სიკაშკაშე რამდენადმე მოიმატებს, პლანეტა კი მიმდევრობით გაივლის სასწორისა და ღრიანკლის თანავარსკვლავედებს.

იუპიტერი

პლანეტა იუპიტერი 2021 წლის იანვრის დასაწყისში -2 ვარსკვლავიერი სიდიდის მნათობია (ამ დროსაც და წლის ყველა დანარჩენ პერიოდშიც ხილული ბრწყინვალებით ყველა ვარსკვლავს აღემატება) და ჩანს მზის ჩასვლის მერე ცის დასავლეთ მხარეს 1 საათის განმავლობაში. ამის მერე იგი თანდათან უახლოვდება ცაზე მზის ხილულ მდებარეობას, ამიტომ სულ უფრო ადრე ჩადის ყოველ მომდევნო დღეს

და მისი ხილვადობის პერიოდი განუწყვეტლივ იკლებს. 29 იანვარს პლანეტა მზესთან ზ ე დ ა შ ე ე რ თ ე ბ ა-შ ი გაივლის, ამიტომ იანვრის შუა რიცხვებიდან თებერვლის შუა რიცხვებამდე იგი მზის სხივებშია გაუჩინარებული და დამკვირვებლისთვის პრაქტიკულად უხილავია. ამის მერე კი საკმაო კუთხური მანძილით შორდება მზეს დასავლეთისკენ, ამიტომ დილის მნათობის სახით გამოჩნდება სულ რამდენიმე წუთით მზის ამოსვლამდე აღმოსავლეთის ცაზე. მომდევნო პერიოდში, დედამიწის ორბიტული მოძრაობის გამო, იუპიტერი ხილულ ცაზე სულ უფრო შორდება მზეს დასავლეთისკენ, რის გამო იგი სულ უფრო და უფრო ადრე ამოდის (მზესთან მიმართებაში) და ჩანს გათენებამდე, ანუ მისი ხილვადობის პერიოდი ხანგრძლივდება: მარტში 1 სთ-მდე, მაისში 3 სთ-მდე, ივნისში 5 სთ-მდე, ივლისის ბოლოს 8 სთ-მდე, აგვისტოში კი 9 სთ-მდე. 26 მაისს პლანეტა დ ა ს ა ვ ლ ე თ კ ვ ა დ რ ა-ტ უ რ ა შ ი გაივლის, 20 აგვისტოს კი პ ი რ ი ს პ ი რ დ გ ო-მ ა შ ი – ამ დროს იგი ხილულ ცაზე მზის საპირისპირო მხარესაა, ამოდის მზის ჩასვლის მახლობლობაში და მისი ხილვადობის პერიოდი მაქსიმალურად ხანგრძლივია. ივნისის ბოლოს იწყება იუპიტერის დილისა და ღამის განმავლობაში ხილვადობის ხანა, აგვისტოს დასაწყისში – ხილვადობა მხოლოდ ღამით, დეკემბრის დასაწყისში კი იგი საღამოს მნათობი ხდება. მისი ხილვადობის ხანგრძლივობა აგვისტოდან თანდათან მცირდება: სექტემბრის ბოლოს 8, ოქტომბრის ბოლოს 6, დეკემბრის ბოლოს კი 3 სთ-მდე.

წლის დასაწყისში იუპიტერი თხის რქის თანავარსკვლავედში მოძრაობს, მარტში მერწყულში გადადის, წლის დანარჩენ დროს კი, უკუსვლითი მოძრაობის გამო ისევ თხის რქაში უწევს გადაადგილება.

2021 წელს პლანეტა იუპიტერი შეერთებაშია: მერკურთან - 11 იანვარს (1,5°N), 15 თებერვალსა (4°S) და 5 მარტს (0,3°S), აგრეთვე ვენერასთან - 11 თებერვალს (0,5°N).

ს ა ტ უ რ ნ ი

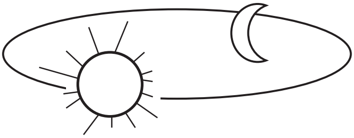
2021 წლის იანვრის დასაწყისში პლანეტა სატურნი მიუახლოვდება მზესთან ზ ე დ ა შ ე ე რ თ ე ბ ა ს (გაივლის 24 იანვარს), ამიტომ ცაზე ჩანს 1 სთ-ზე ნაკლები დროის განმავლობაში მზის ჩასვლის შემდეგ ცის დასავლეთ მხარეს. მისი ხილვადობის პერიოდის ხანგძლივობა ყოველ მომდევნო დღეს მცირდება, იანვრის შუა რიცხვებიდან თებერვლის II დეკადამდე კი სატურნი პრაქტიკულად გაუჩინარებულია მზის სხივებში და მიუწვდომელია დამკვირვებლისათვის. 10 თებერვლიდან იგი უკვე იმდენად სცილდება მზეს დასავლეთით, რომ ამოდის მასზე საგრძნობლად ადრე და ხილვადია ცის აღმოსავლეთ ნაწილში გარიჟრაჟზე ხუთიოდე წუთით. ამის მერე მზიდან სატურნის კუთხური დაშორება ხილულ ცაზე განუწყვეტლივ იზრდება, პლანეტა ამოდის მზის ამოსვლამდე სულ უფრო და უფრო მეტი ხნით ადრე და ჩანს გათენებამდე, ასე რომ მისი ხილვადობის პერიოდიც განუწყვეტლივ იზრდება: მარტის დასაწყისში 1 სთ-ს უახლოვდება, მაისის დასაწყისში 3 სთ-ს, ივლისის დასაწყისში 6 სთ-ს აჭარბებს – პლანეტა ცაზე ჩანს ღამით და დილით. 9 მაისს სატურნი დ ა ს ა ვ ლ ე თ კ ვ ა დ რ ა ტ უ რ ა შ ი გაივლის, 2 აგვისტოს კი მზესთან პ ი რ ი ს პ ი რ დ გ ო მ ა შ ი ანუ ცაზე მზის საპირისპირო უბანში მოექცევა და ცაზე თითქმის მთელ ღამეს იქნება – 8 სთ-ზე მეტ ხანს. ამის შემდეგ პლანეტა დაიწყებს უკვე მზესთან კუთხურ მიახლოებას აღმოსავლეთის მხრიდან, ამიტომ თუმცა ცაზე იქნება შეღამებისთანავე, მზის ამოსვლის მომენტთან მიმართებაში სულ უფრო და უფრო ადრე ჩავა, ამიტომ მისი ხილვადობის ხანგრძლივობა თანდათანობით შემცირდება: სექტემბრის ბოლოს 6,5 სთ-მდე, ნოემბრის ბოლოს 4 სთ-მდე, დეკემბრის ბოლოს კი 2 სთ-მდე. 5 ნოემბერს სატურნი ა ღ- მ ო ს ა ვ ლ ე თ კ ვ ა დ რ ა ტ უ რ ა შ ი გაივლის, შემდეგ კი საღამოს მნათობად გადაიქცევა, ანუ ხილული იქნება ცის დასავლეთ მხარეს მზის ჩასვლის მერე.

წლის საწყის და ბოლო თვეებში სატურნის სიკაშკაშე პირველი სიდიდის ვარსკვლავებისას შეესაბამება, ზაფ- ხულში კი იზრდება და 0,5 ვარსკვლავიერი სიდიდის მნა-

თობებისას უტოლდება. პლანეტა მთელ წელს თხის რქის თანავარსკვლავედში იმოძრავებს.

2021 წელს პლანეტა სატურნი შეერთებაში იქნება: მერკურთან - 10 იანვარს (1,5°N) და ვენერასთან – 6 თებერვალს (0,5°N). ამას გარდა, იანვრის დასაწყისში, 2020 წლის 21 დეკემბრის იუპიტერთან სატურნის დიდი დაახლოების შემდეგ, ეს ორი პლანეტა საკმაოდ ახლოს იქნება ერთმანეთთან, სულ 1° (მთვარის ორი კუთხური დიამეტრის ტოლ) მანძილზე.

თარიღი		თბილისის საშუალო დროით			ამოსვლისა და ჩასვლის აზიმუტი +_A	მანძილი მილიონ კმ-ით	დედამიწის დინამიკური დროით 0^h-ზე	
		ამოსვლა	ზედა კულმინაცია	ჩასვლა			ხილული α	ხილული δ
		h m	h m	h m	°		h m	° ʻ
იანვარი	1	8 06	12 36	17 05	123	207.9	19 18	-24 21
	8	8 19	12 57	17 36	120	196.1	20 07	-22 22
	15	8 24	13 16	18 09	115	178.0	20 54	-19 10
	22	8 18	13 26	18 35	110	153.2	21 32	-15 10
	29	7 56	13 17	18 38	105	124.7	21 52	-11 36
თებერვალი	5	7 13	12 36	17 59	104	102.6	21 41	-10 36
	12	6 22	11 38	16 52	107	97.1	21 10	-12 32
	19	5 46	10 54	16 00	110	106.2	20 52	-14 53
	26	5 29	10 33	15 36	111	121.5	20 58	-16 02
მარტი	5	5 23	10 28	15 32	111	137.8	21 20	-15 50
	12	5 21	10 32	15 42	109	153.2	21 51	-14 23
	19	5 20	10 41	16 02	105	167.1	22 27	-11 48
	26	5 19	10 53	16 28	100	179.4	23 07	-8 11
აპრილი	2	5 17	11 08	17 00	94	189.7	23 50	-3 37
	9	5 16	11 27	17 39	87	197.2	0 36	1 49
	16	5 17	11 50	18 24	78	200.0	1 26	7 54
	23	5 21	12 17	19 16	70	195.2	2 21	14 09
	30	5 28	12 47	20 07	62	180.6	3 18	19 36
მაისი	7	5 36	13 12	20 47	57	158.7	4 10	23 18
	14	5 44	13 26	21 09	55	135.0	4 53	25 02
	21	5 45	13 27	21 09	55	113.6	5 23	25 07
	28	5 36	13 12	20 47	57	96.7	5 36	24 00
ივნისი	4	5 14	12 41	20 06	59	85.8	5 33	22 05
	11	4 41	11 59	19 14	62	82.4	5 19	19 58
	18	4 06	11 18	18 28	64	87.1	5 05	18 31
	25	3 37	10 48	17 59	64	99.2	5 02	18 22



მერკური 2021

თარიღი		თბილისის საშუალო დროით			ამოსვლისა და ჩასვლის აზიმუტი $\pm A$	მანძილი მილიონ კმ-ით	დედამიწის დინამიკური დროით 0^h-ზე	
		ამოსვლა	ზედა კულმინაცია	ჩასვლა			ხილული α	ხილული δ
		h m	h m	h m	°		h m	° ′
ივლისი	2	3 17	10 34	17 50	63	117.3	5 15	19 27
	9	3 11	10 36	18 00	60	139.7	5 44	21 09
	16	3 21	10 53	18 24	58	164.0	6 28	22 35
	23	3 50	11 23	18 55	58	185.3	7 25	22 41
	30	4 34	11 58	19 20	61	198.4	8 27	20 43
აგვისტო	6	5 22	12 29	19 34	67	202.0	9 26	16 56
	13	6 05	12 53	19 39	74	198.5	10 18	12 08
	20	6 42	13 10	19 36	81	190.8	11 03	6 57
	27	7 12	13 22	19 29	87	180.3	11 43	1 49
სექტემბერი	3	7 36	13 28	19 19	94	167.7	12 18	-3 02
	10	7 54	13 31	19 06	100	153.3	12 48	-7 21
	17	8 04	13 27	18 49	104	137.3	13 12	-10 51
	24	7 59	13 14	18 28	107	120.5	13 27	-13 02
ოქტომბერი	1	7 29	12 44	17 59	107	105.4	13 26	-12 56
	8	6 27	11 55	17 23	102	98.5	13 05	-9 30
	15	5 19	11 04	16 50	95	108.2	12 42	-4 35
	22	4 48	10 40	16 32	93	133.2	12 43	-2 55
	29	4 56	10 40	16 24	97	161.6	13 10	-5 10
ნოემბერი	5	5 21	10 51	16 20	102	184.8	13 49	-9 14
	12	5 53	11 06	16 18	108	201.0	14 31	-13 36
	19	6 25	11 23	16 19	114	211.1	15 15	-17 37
	26	6 56	11 40	16 23	118	216.2	16 00	-20 58
დეკემბერი	3	7 26	11 59	16 31	122	216.9	16 46	-23 28
	10	7 54	12 19	16 45	124	213.4	17 34	-25 00
	17	8 17	12 41	17 04	124	205.5	18 23	-25 26
	24	8 33	13 01	17 29	123	192.6	19 11	-24 40
	31	8 42	13 19	17 56	120	174.0	19 57	-22 41

თარიღი		თბილისის საშუალო დროით			ამოსვლისა და ჩასვლის აზიმუტი +_A	მანძილი მილიონ კმ-ით	დედამიწის დინამიკური დროით 0^h-ზე	
		ამოსვლა	ზედა კულმინაცია	ჩასვლა			ხილული α	ხილული δ
		h m	h m	h m	°		h m	° ′
იანვარი	1	5 58	10 36	15 12	120	233.4	17 19	-22 26
	8	6 11	10 46	15 20	121	237.0	17 56	-23 04
	15	6 22	10 57	15 30	121	240.3	18 35	-23 08
	22	6 30	11 07	15 43	120	243.3	19 13	-22 37
	29	6 35	11 17	15 58	119	246.1	19 50	-21 32
თებერვალი	5	6 38	11 26	16 15	116	248.6	20 27	-19 56
	12	6 37	11 35	16 32	114	250.8	21 03	-17 50
	19	6 35	11 42	16 49	110	252.7	21 38	-15 20
	26	6 30	11 49	17 07	106	254.3	22 12	-12 29
მარტი	5	6 24	11 54	17 24	102	255.6	22 46	-9 22
	12	6 17	11 59	17 41	97	256.7	23 18	-6 03
	19	6 09	12 04	17 58	93	257.4	23 50	-2 35
	26	6 01	12 08	18 15	88	257.8	0 22	0 56
აპრილი	2	5 53		18 32	83	257.8	0 54	4 27
	9	5 45	12 17	18 49	79	257.5	1 26	7 53
	16	5 37	12 22	19 06	74	256.8	1 59	11 11
	23	5 31	12 27	19 24	70	255.7	2 32	14 16
	30	5 26	12 34	19 41	66	254.2	3 06	17 03
მაისი	7	5 24	12 41	19 59	63	252.3	3 41	19 29
	14	5 23	12 49	20 16	60	250.1	4 17	21 30
	21	5 25	12 58	20 31	58	247.3	4 53	23 01
	28	5 30	13 08	20 45	56	244.2	5 30	24 00
ივნისი	4	5 38	13 18	20 57	56	240.7	6 08	24 25
	11	5 49	13 28	21 06	56	236.7	6 45	24 15
	18	6 02	13 37	21 12	57	232.4	7 23	23 30

თარიღი		თბილისის საშუალო დროით			ამოსვლისა და ჩასვლის აზიმუტი ±A	მანძილი მილიონ კმ-ით	დედამიწის დინამიკური დროით 0^h-ზე	
		ამოსვლა	ზედა კულმი-ნაცია	ჩასვლა			ხილული α	ხილული δ
		h m	h m	h m	°		h m	° ′
ივლისი	2	6 33	13 54	21 14	62	222.5	8 35	20 24
	9	6 50	14 01	21 11	65	217.1	9 09	18 08
	16	7 06	14 07	21 06	69	211.3	9 43	15 28
	23	7 23	14 12	20 59	73	205.2	10 15	12 29
	30	7 39	14 15	20 50	77	198.8	10 47	9 15
აგვისტო	6	7 55	14 19	20 41	82	192.2	11 17	5 50
	13	8 10	14 21	20 31	87	185.3	11 48	2 17
	20	8 25	14 23	20 20	92	178.3	12 17	-1 19
	27	8 40	14 25	20 09	96	171.1	12 47	-4 55
სექტემბერი	3	8 55	14 28	19 59	101	163.7	13 17	-8 26
	10	9 10	14 30	19 48	106	156.1	13 47	-11 50
	17	9 25	14 33	19 39	110	148.4	14 17	-15 02
	24	9 40	14 36	19 31	114	140.7	14 48	-17 59
ოქტომბერი	1	9 55	14 40	19 24	118	132.8	15 19	-20 36
	8	10 09	14 44	19 18	121	124.9	15 51	-22 51
	15	10 22	14 49	19 15	124	116.9	16 24	-24 40
	22	10 33	14 53	19 13	125	108.9	16 56	-26 01
	29	10 41	14 57	19 13	127	100.9	17 27	-26 52
ნოემბერი	5	10 46	15 00	19 15	127	92.9	17 58	-27 14
	12	10 46	15 02	19 17	127	85.0	18 27	-27 06
	19	10 42	15 00	19 18	126	77.2	18 54	-26 33
	26	10 33	14 56	19 18	125	69.6	19 17	-25 37
დეკემბერი	3	10 18	14 46	19 14	123	62.3	19 35	-24 25
	10	9 57	14 31	19 06	121	55.6	19 48	-23 01
	17	9 28	14 09	18 50	119	49.6	19 54	-21 33
	24	8 52	13 38	18 25	117	44.7	19 52	-20 06
	31	8 08	13 00	17 51	115	41.3	19 41	-18 45

თარიღი		თბილისის საშუალო დროით: ამოსვლა	თბილისის საშუალო დროით: ზედა კულმინაცია	თბილისის საშუალო დროით: ჩასვლა	ამოსვლისა და ჩასვლის აზიმუტი +_A	მანძილი მილიონ კმ-ით	დედამიწის დინამიკური დროით 0h-ზე: ხილული α	დედამიწის დინამიკური დროით 0h-ზე: ხილული δ
		h m	h m	h m	°		h m	° ʹ
იანვარი	1	12 11	18 55	1 41	74	134.4	1 40	11 21
	8	11 51	18 40	1 30	72	144.0	1 52	12 35
	15	11 31	18 25	1 20	71	153.8	2 05	13 50
	22	11 12	18 11	1 11	69	163.9	2 18	15 05
	29	10 54	17 57	1 02	67	174.0	2 32	16 18
თებერვალი	5	10 36	17 45	0 54	66	184.2	2 47	17 30
	12	10 19	17 33	0 47	64	194.5	03 03	18 39
	19	10 03	17 21	0 40	62	204.8	3 19	19 44
	26	9 48	17 10	0 33	61	215.0	3 35	20 45
მარტი	5	9 33	16 59	0 26	60	225.2	3 52	21 40
	12	9 19	16 49	0 20	58	235.3	4 09	22 30
	19	9 06	16 39	0 13	57	245.3	4 27	23 13
	26	8 53	16 29	0 06	57	255.1	4 45	23 48
აპრილი	2	8 42	16 20	23 58	56	264.8	5 03	24 17
	9	8 31	16 11	23 50	55	274.2	5 22	24 37
	16	8 21	16 02	23 42	55	283.4	5 40	24 50
	23	8 12	15 53	23 34	55	292.4	5 59	24 54
	30	8 03	15 44	23 24	55	301.1	6 17	24 50
მაისი	7	7 55	15 35	23 14	55	309.5	6 36	24 37
	14	7 48	15 26	23 04	56	317.6	6 55	24 16
	21	7 42	15 17	22 52	57	325.4	7 13	23 46
	28	7 35	15 08	22 40	58	332.8	7 32	23 09
ივნისი	4	7 30	14 59	22 27	59	339.8	7 50	22 24
	11	7 24	14 50	22 14	60	346.5	8 08	21 31
	18	7 19	14 40	22 00	62	352.8	8 26	20 31
	25	7 14	14 30	21 45	63	358.6	8 44	19 25

თარიღი		თბილისის საშუალო დროით			ამოსვლისა და ჩასვლის აზიმუტი ±A	მანძილი მილიონ კმ-ით	დედამიწის დინამიკური დროით 0h-ზე	
		ამოსვლა	ზედა კულმინაცია	ჩასვლა			ხილული α	ხილული δ
		h m	h m	h m	°		h m	° ′
ივლისი	2	7 09	14 20	21 30	65	364.1	9 02	18 12
	9	7 04	14 10	21 15	67	369.1	9 19	16 53
	16	7 00	14 00	20 59	69	373.7	9 36	15 30
	23	6 55	13 49	20 42	71	377.9	9 53	14 01
	30	6 50	13 38	20 25	73	381.6	10 10	12 28
აგვისტო	6	6 45	13 27	20 08	75	384.8	10 27	10 51
	13	6 41	13 16	19 51	77	387.6	10 44	9 11
	20	6 36	13 05	19 34	80	390.0	11 00	7 27
	27	6 31	12 54		82	391.8	11 17	5 41
სექტემბერი	3	6 26	12 43	18 58	84	393.2	11 33	3 53
	10	6 22	12 32	18 41	87	394.1	11 50	2 04
	17	6 17	12 21	18 23	89	394.6	12 06	0 13
	24	6 13	12 10	18 06	92	394.6	12 23	-1 38
ოქტომბერი	1	6 09	11 59	17 48	94	394.1	12 39	-3 28
	8	6 05	11 48	17 31	97	393.2	12 56	-5 18
	15	6 01	11 38	17 14	99	391.9	13 13	-7 07
	22	5 57	11 28	16 57	102	390.1	13 31	-8 54
	29	5 53	11 18	16 41	104	387.8	13 48	-10 38
ნოემბერი	5	5 50	11 08	16 25	106	385.2	14 06	-12 20
	12	5 47	10 59	16 10	108	382.1	14 24	-13 57
	19	5 44	10 50	15 55	111	378.7	14 43	-15 29
	26	5 41	10 41	15 40	113	374.9	15 02	-16 57
დეკემბერი	3	5 38	10 33	15 27	114	370.7	15 22	-18 18
	10	5 36	10 25	15 14	116	366.2	15 41	-19 32
	17	5 33	10 18	15 02	118	361.4	16 02	-20 38
	24	5 31	10 11	14 51	119	356.3	16 23	-21 36
	31	5 28	10 05	14 41	120	351.0	16 44	-22 24

თარიღი		თბილისის საშუალო დროით			ამოსვლისა და ჩასვლის აზიმუტი +_A	მანძილი მილიონ კმ-ით	დედამიწის დინამიკური დროით 0^h-ზე	
		ამოსვლა	ზედა კულმინაცია	ჩასვლა			ხილული α	ხილული δ
		h m	h m	h m	°		h m	° ʻ
იანვარი	1	8 48	13 35	18 22	117	897.4	20 20	-20 02
	8	8 26	13 15	18 03	116	902.5	20 27	-19 40
	15	8 04	12 54	17 44	116	906.1	20 34	-19 17
	22	7 41	12 33	17 25	115	908.2	20 40	-18 52
	29	7 19	12 12	17 06	114	908.8	20 47	-18 27
თებერვალი	5	6 56	11 51	16 47	114	907.7	20 54	-18 01
	12	6 33	11 31	16 27	113	905.2	21 01	-17 34
	19	6 10	11 10	16 08	113	901.1	21 07	-17 06
	26	5 48	10 49	15 49	112	895.5	21 14	-16 38
მარტი	5	5 24	10 27	15 30	111	888.5	21 20	-16 11
	12	5 01	10 06	15 10	111	880.1	21 26	-15 43
	19	4 38	9 44	14 50	110	870.5	21 32	-15 15
	26	4 14	9 22	14 30	109	859.6	21 38	-14 48
აპრილი	2	3 50	9 00	14 10	109	847.5	21 43	-14 22
	9	3 26	8 38	13 49	108	834.5	21 49	-13 57
	16	3 02	8 15	13 28	108	820.5	21 53	-13 33
	23	2 38	7 52	13 06	107	805.7	21 58	-13 11
	30	2 13	7 29	12 44	107	790.3	22 02	-12 51
მაისი	7	1 48	7 05	12 21	106	774.4	22 06	-12 32
	14	1 23	6 41	11 58	106	758.1	22 09	-12 16
	21	0 57	6 16	11 34	106	741.7	22 12	-12 03
	28	0 31	5 50	11 09	105	725.2	22 14	-11 52
ივნისი	4	0 05	5 25	10 44	105	708.9	22 16	-11 45
	11	23 34	4 58	10 18	105	693.1	22 17	-11 40
	18	23 07	4 31	9 51	105	677.8	22 17	-11 39
	25	22 40	4 04	9 23	105	663.3	22 17	-11 41

თარიღი		თბილისის საშუალო დროით			ამოსვლისა და ჩასვლის აზიმუტი +_A	მანძილი მილიონ კმ-ით	დედამიწის დინამიკური დროით 0^h-ზე	
		ამოსვლა	ზედა კულმინაცია	ჩასვლა			ხილული α	ხილული δ
		h m	h m	h m	°		h m	° ʹ
ივლისი	2	22 12	3 35	8 54	105	649.8	22 17	-11 47
	9	21 44	3 07	8 25	106	637.6	22 15	-11 56
	16	21 15	2 37	7 55	106	626.8	22 14	-12 08
	23	20 46	2 08	7 24	106	617.7	22 11	-12 23
	30	20 17	1 37	6 53	107	610.4	22 09	-12 39
აგვისტო	6	19 48	1 07	6 21	107	605.0	22 05	-12 58
	13	19 18	0 36	5 49	107	601.8	22 02	-13 17
	20	18 48	0 05	5 17	108	600.7	21 59	-13 37
	27	18 18	23 29	4 45	108	601.7	21 55	-13 56
სექტემბერი	3	17 49	22 59	4 12	109	605.0	21 52	-14 14
	10	17 19	22 28	3 41	109	610.3	21 48	-14 31
	17	16 50	21 58	3 10	109	617.6	21 46	-14 45
	24	16 20	21 28	2 39	110	626.8	21 43	-14 57
ოქტომბერი	1	15 52	20 59	2 09	110	637.6	21 41	-15 05
	8	15 23	20 30	1 40	110	629.9	21 40	-15 11
	15	14 55	20 02	1 12	110	663.4	21 40	-15 13
	22	14 28	19 34	0 44	110	678.0	21 40	-15 12
	29	14 01	19 08	0 18	110	693.3	21 40	-15 07
ნოემბერი	5	13 34	18 41	23 48	110	709.2	21 42	-15 00
	12	13 08	18 16	23 23	109	725.4	21 43	-14 49
	19	12 42	17 51	22 59	109	741.7	21 46	-14 36
	26	12 16	17 26	22 36	109	758.0	21 49	-14 19
დეკემბერი	3	11 51	17 02	22 13	108	773.9	21 52	-14 00
	10	11 26	16 39	21 51	108	789.4	21 56	-13 39
	17	11 01	16 16	21 29	107	804.3	22 01	-13 15
	24	10 37	15 53	21 08	107	818.4	22 05	-12 48
	31	10 13	15 30	20 48	106	831.5	22 11	-12 20

თარიღი		თბილისის საშუალო დროით			ამოსვლისა და ჩასვლის აზიმუტი +_A	მანძილი მილიონ კმ-ით	დედამიწის დინამიკური დროით 0^h-ზე	
		ამოსვლა	ზედა კულმინაცია	ჩასვლა			ხილული α	ხილული δ
		h m	h m	h m	°		h m	° ʻ
იანვარი	1	8 45	13 31	18 17	117	1628.8	20 16	-20 09
	8	8 20	13 07	17 54	117	1634.0	20 20	-19 58
	15	7 55	12 43	17 31	116	1637.4	20 23	-19 48
	22	7 30	12 19	17 07	116	1638.9	20 27	-19 36
	29	7 05	11 55	16 44	116	1638.6	20 30	-19 25
თებერვალი	5	6 40	11 31	16 21	116	1636.3	20 33	-19 13
	12	6 15	11 07	15 57	115	1632.1	20 37	-19 01
	19	5 50	10 42	15 34	115	1626.1	20 40	-18 50
	26	5 25	10 18	15 10	115	1618.3	20 43	-18 38
მარტი	5	5 00	9 53	14 47	115	1608.9	20 46	-18 27
	12	4 35	9 29	14 23	114	1597.9	20 49	-18 17
	19	4 09	9 04	13 58	114	1585.6	20 52	-18 06
	26	3 43	8 39	13 34	114	1571.9	20 55	-17 57
აპრილი	2	3 18	8 14	13 09	114	1557.1	20 57	-17 48
	9	2 52	7 48	12 44	113	1541.4	20 59	-17 41
	16	2 25	7 23	12 19	113	1524.9	21 01	-17 34
	23	1 59	6 57	11 53	113	1507.9	21 02	-17 29
	30	1 33	6 30	11 27	113	1490.5	21 03	-17 24
მაისი	7	1 06	6 04	11 01	113	1473.1	21 04	-17 21
	14	0 39	5 37	10 34	113	1455.7	21 05	-17 20
	21	0 11	5 09	10 07	113	1438.7	21 05	-17 20
	28	23 40	4 42	9 39	113	1422.3	21 05	-17 21
ივნისი	4	23 12	4 14	9 11	113	1406.7	21 05	-17 23
	11	22 44	3 46	8 43	113	1392.1	21 04	-17 27
	18	22 16	3 17	8 14	113	1378.8	21 03	-17 32
	25	21 48	2 49	7 45	113	1366.9	21 02	-17 38

თარიღი		თბილისის საშუალო დროით			ამოსვლისა და ჩასვლის აზიმუტი +_A	მანძილი მილიონ კმ-ით	დედამიწის დინამიკური დროით 0^h-ზე	
		ამოსვლა	ზედა კულმინაცია	ჩასვლა			ხილული α	ხილული δ
		h m	h m	h m	°		h m	° ʹ
ივლისი	2	21 19	2 20	7 15	114	1356.7	21 01	-17 45
	9	20 51	1 51	6 46	114	1348.3	20 59	-17 53
	16	20 22	1 21	6 16	114	1341.9	20 57	-18 02
	23	19 53	0 52	5 46	114	1337.6	20 55	-18 11
	30	19 24	0 22	5 15	114	1335.4	20 53	-18 20
აგვისტო	6	18 55	23 48	4 45	115	1335.3	20 51	-18 29
	13	18 26	23 19	4 15	115	1337.5	20 49	-18 38
	20	17 57	22 49	3 45	115	1341.8	20 47	-18 46
	27	17 28	22 20	3 15	115	1348.2	20 45	-18 54
სექტემბერი	3	17 00	21 51	2 45	115	1356.6	20 43	-19 01
	10	16 31	21 22	2 16	115	1366.8	20 42	-19 06
	17	16 03	20 53	1 47	116	1378.7	20 41	-19 11
	24	15 34	20 24	1 18	116	1392.0	20 40	-19 15
ოქტომბერი	1	15 06	19 56	0 50	116	1406.7	20 39	-19 17
	8	14 39	19 28	0 22	116	1422.3	20 39	-19 19
	15	14 11	19 01	23 50	116	1438.8	20 39	-19 18
	22	13 44	18 34	23 23	116	1455.7	20 39	-19 17
	29	13 17	18 07	22 57	116	1473.0	20 40	-19 15
ნოემბერი	5	12 50	17 41	22 31	116	1490.4	20 41	-19 11
	12	12 24	17 14	22 05	115	1507.6	20 42	-19 06
	19	11 57	16 49	21 39	115	1524.3	20 44	-18 59
	26	11 31	16 23	21 14	115	1540.4	20 46	-18 52
დეკემბერი	3	11 05	15 58	20 50	115	1555.7	20 48	-18 43
	10	10 39	15 32	20 25	115	1569.9	20 50	-18 34
	17	10 14	15 08	20 01	114	1582.9	20 53	-18 24
	24	9 48	14 43	19 37	114	1594.5	20 56	-18 12
	31	9 23	14 18	19 13	114	1604.6	20 59	-18 00

სამოქალაქო და ასტრონომიული ბინდი და დღის ხანგრძლივობა 2021

თარიღი		დილის ბინდი ადგილ. საშუალო დროით		საღამოს ბინდი ადგილ. საშუალო დროით		ასტრონომ. ბინდის ხანგრძლივობა (დილის ან საღამოს)	სამოქალაქო ბინდის ხანგრძლივობა (დილის ან საღამოს)	დღის ხანგრძლივობა
		ასტრონომ. ბინდის დასაწყისი	სამოქ. ბინდის დასაწყისი	სამოქ. ბინდის დასასრული	ასტრონომ. ბინდის დასასრული			
		h m	h m	h m	h m	m	m	h m
იანვარი	1	5 46	6 55	17 11	18 20	100	31	9 13
	5	46	55	15	24	100	31	17
	10	46	55	20	28	100	31	26
	15	45	53	26	34	99	30	29
	20	44	51	31	38	98	30	40
	25	41	48	37	44	97	30	48
თებერვალი	1	5 36	6 42	17 46	18 52	96	30	10 03
	5	33	39	50	56	95	29	12
	10	27	32	56	19 01	94	29	27
	15	22	27	18 02	07	94	29	37
	20	16	21	07	12	93	29	50
	25	09	14	13	18	93	29	11 03
მარტი	1	5 04	6 08	18 18	19 22	93	28	11 14
	5	4 57	01	23	27	93	28	26
	10	48	5 53	29	34	93	28	43
	15	39	44	34	39	93	28	53
	20	33	36	40	46	94	28	12 08
	25	20	27	46	52	95	28	22
აპრილი	1	4 08	5 16	18 53	20 01	96	28	12 41
	5	3 58	06	19 00	08	97	28	53
	10	49	4 59	04	14	99	28	13 06
	15	40	51	09	20	100	28	21
	20	30	43	16	29	103	29	33
	25	21	36	21	36	105	29	46
მაისი	1	3 09	4 27	19 27	20 45	108	30	14 01
	5	02	21	33	52	111	31	11
	10	2 53	15	39	21 01	114	31	21
	15	46	10	44	08	116	32	31
	20	36	03	51	18	120	32	41
	25	30	3 59	55	24	122	33	50
ივნისი	1	2 22	3 54	20 02	21 34	124	34	15 00
	5	18	52	05	39	128	34	05
	10	13	49	08	44	130	34	08
	15	14	51	10	47	130	34	11
	20	14	51	13	50	132	34	13
	25	14	51	15	52	132	34	12

სამოქალაქო და ასტრონომიული ბინდი და დღის ხანგრძლივობა 2021

თარიღი		დილის ბინდი ადგილ. საშუალო დროით		საღამოს ბინდი ადგილ. საშუალო დროით		ასტრონომ. ბინდის ხანგრძლივობა (დილის ან საღამოს)	სამოქალაქო ბინდის ხანგრძლივობა (დილის ან საღამოს)	დღის ხანგრძლივობა
		ასტრონომ. ბინდის დასაწყისი	სამოქ. ბინდის დასაწყისი	სამოქ. ბინდის დასასრული	ასტრონომ. ბინდის დასასრული			
		h m	h m	h m	h m	m	m	h m
ივლისი	1	2 19	3 55	20 12	21 48	132	34	15 09
	5	21	56	12	47	128	34	07
	10	29	4 01	10	42	127	34	01
	15	34	05	06	37	124	33	14 55
	20	42	09	03	30	121	33	47
	25	49	15	19 57	23	118	32	38
აგვისტო	1	3 01	4 22	19 50	21 11	113	32	14 24
	5	07	27	44	04	111	32	16
	10	15	32	38	20 55	108	32	05
	15	22	38	30	46	105	30	13 53
	20	30	44	23	36	104	30	40
	25	36	49	14	27	102	29	27
სექტემბერი	1	3 46	4 56	19 03	20 13	99	29	13 09
	5	51	5 01	18 56	06	99	29	12 58
	10	58	06	47	19 55	96	29	45
	15	4 05	12	38	45	95	28	30
	20	11	17	29	35	94	28	16
	25	17	22	21	26	94	28	03
ოქტომბერი	1	4 24	5 29	18 10	19 15	94	28	11 45
	5	28	33	03	08	92	28	34
	10	34	39	17 56	00	92	28	20
	15	39	44	47	18 52	92	28	07
	20	45	50	40	45	92	28	10 53
	25	50	55	32	37	93	28	41
ნოემბერი	1	4 58	6 03	17 24	18 29	94	28	10 23
	5	5 01	07	20	26	95	29	14
	10	06	12	15	21	96	30	02
	15	12	19	10	17	96	30	9 51
	20	17	24	07	14	97	30	42
	25	23	30	04	11	97	31	32
დეკემბერი	1	5 28	6 36	17 02	18 10	98	31	9 24
	5	31	41	01	10	99	31	19
	10	35	44	02	11	100	32	14
	15	40	49	02	11	100	32	10
	20	42	51	04	13	100	32	10
	25	44	53	07	16	101	32	09
დეკემბერი	30	5 46	6 55	17 11	18 20	101	32	9 12

2021 წელს დედამიწაზე მოხდება მზის ორი დაბნელება: 10 ივნისს – რგოლური და 4 დეკემბერს – სრული. საქართველოს ტერიტორიიდან არც ერთი ამ დაბნელებათაგანი არ გამოჩნდება.

10 ივნისის მზის რგოლური დაბნელება მთლიანობაში (ნაწილობრივი ფაზების ჩათვლით) მოიცავს ჩრდილოეთ ამერიკას მისი დასავლ. ვიწრო ზოლის გარდა, გრენლანდიას, ისლანდიას, ევროპის კონტინენტის ჩრდ. ნაწილს, აზიის კონტინენტს მისი აღმ. და სამხრ. ნაწილების გამოკლებით, ასევე ჩრდილოეთის ყინულოვანი ოკეანის აკვატორიუმს. ცენტრალური დაბნელების ზოლი გაივლის დედამიწის ჩრდ. პოლუსის სიახლოვეს, მაქსიმალური დაბნელების ადგილზე კი მთვარე დაფარავს მზის დისკოს 94,4 %-ს.

10 ივნისის მზის რგოლური დაბნელების ნაწილობრივი ფაზების დასაწყისისა და დასასრულის მომენტები დედამიწაზე თბილისის დეკრეტული დროით 12 სთ 14 წთ და 17 სთ 11 წთ-ია, ცენტრალური დაბნელების დასაწყისისა და დასასრულის მომენტები დედამიწაზე – 13 სთ 57 წთ და 15 სთ 28 წთ, ხოლო დაბნელების შუა მომენტი დედამიწაზე – 14 სთ 43 წთ.

4 დეკემბრის მზის სრული დაბნელება მთლიანობაში (ნაწილობრივი ფაზების ჩათვლით) მოიცავს ანტარქტიდის კონტინენტს, ინდოეთისა და ატლანტის ოკეანეების სამხრეთ ნაწილებს, აგრეთვე აფრიკისა და ავსტრალიის კონტინენტების უკიდურეს სამხრეთ ტერიტორიებსა და კ. ტასმანიას. ცენტ-რალური დაბნელების ზოლი გაივლის დედამიწის სამხრ. პოლუსის სიახლოვეს და მაქსიმალური დაბნელების ადგილზე მთვარის კუთხური დიამეტრი მზის ბადროს დიამეტრის 1,04 ნაწილი იქნება.

4 დეკემბრის მზის სრული დაბნელების ნაწილობრივი ფაზების დასაწყისისა და დასასრულის მომენტები დედამიწაზე იქნება თბილისის დეკრეტული დროით 9 სთ 31 წთ და 13 სთ 37 წთ, ცენტრალური დაბნელების დასაწყისისა და დასასრულის მომენტები დედამიწაზე – 11 სთ 05 წთ და 12 სთ 04 წთ, ხოლო მზის დაბნელების შუა მომენტი დედამიწაზე - 11 სთ 34 წთ.

მთვარის დაბნელებანი 2021 წელს.

2021 წლის განმავლობაში დედამიწაზე მოხდება მთვარის ორი დაბნელება: 26 მაისს – სრული და 19 ნოემბერს – ნაწილობრივი. არც ერთი ამ დაბნელებათაგანი საქართველოს ტერიტორიიდან არ გამოჩნდება.

26 მაისის მთვარის დაბნელების ნაწილობრივი ფაზების დასაწყისისა და დასასრულის მომენტები თბილისის დეკრეტული დროით 13 სთ 45 წთ და 16 სთ 51 წთ-ია, სრული ფაზის დასაწყისისა და დასასრულისა კი – 15 სთ 10 წთ და 15 სთ 26 წთ. დაბნელების შუა ფაზის მომენტი 15 სთ 18 წთ-ია.

ამ დღეს თბილისში მთვარე ამოდის 20 სთ 34 წთ-ზე, დაბნელების ყველა ფაზის დასრულებიდან 3 სთ-ის მერე. ამიტომ საქართველოს ტერიტორიიდან მთვარის ეს დაბნელება უხილავია. იგი გამოჩნდება მე-7 და უფრო მაღალნომრიან სასაათო ზოლებში, ანუ ჩვენგან გაცილებით უფრო აღმოსავლეთით მდებარე ქვეყნებიდან.

19 ნოემბრის მთვარის დაბნელების ნაწილობრივი ფაზების დასაწყისისა და დასასრულის მომენტებია, შესაბამისად, თბილისის დეკრეტული დროის 11 სთ 19 წთ და 14 სთ 46 წთ, დაბნელების შუა მომენტი კი – 13 სთ 02 წთ.

ამ დღეს თბილისში მთვარე ამოდის 17 სთ 40 წთ-ზე, როცა მთვარის დაბნელება დიდი ხნის დასრულებულია. მაშასადამე საქართველოს ტერიტორიიდან 19 ნოემბრის მთვარის დაბნელება უხილავი იქნება. მას დაინახავენ ჩვენს მიმართ გაცილებით აღმოსავლეთით მდებარე ქვეყნებში, მე-7 ზე უფრო მაღალნომრიანი სასაათო ზოლების ტერიტორიებიდან.

შესანიშნავი მეტეორული ნაკადები
2021

№	ნაკადის სახელწოდება	ხილვადობის დრო	მაქსიმუმის დღე	რადიანტის ეკვატორული კოორდინატები		უახლოესი ვარსკვლავი	მეტეორთა რაოდენობა საათში
				α	δ		
				°	°		
1	კვადრანტიდები	1.!-5.!	4.I	230	+50	ι გველეშაპისა	120
2	აურიგიდები	8--12.II	9.II	75	+42	η მეეტლისა	12
3	ლირიდები	16--25.IV	23.IV	270	+33	α ქნარისა	15
4	γ - აკვარიდები	19.IV--28.V	6.V	338	-1	γ მერწყულისა	60
5	სკორპიონიდები	მაისი-ივნისი	23.VI	250	-27	α ღრიანკალისა	16
6	δ - აკვარიდები	22.VII--9.VIII	29.VII	338	-12	σ მერწყულისა	12
7	β - კაპრიკორნიდები	ივლისი	16.VII	310	-15	τ თხის რქისა	10
8	კასიოპეიდები	7.VII--15.VIII	28.VII	14	-63	γ კასიოპეასი	18
9	სამხრ. პისციდები	ივლ.-აგვის.	1.VIII	345	-30	α სამხრ. თევზისა	10
10	φ - პერსეიდები	1--14..VIII	_	31	+46	φ პერსევსისა	15
11	პერსეიდები	17.VII--24.VIII	13.VIII	45	+57	h პერსევსისა	140
12	κ - ციგნიდები	3--25.VIII	17.VIII	291	+53	ι გედისა	3
13	α - არიეტიდები	11--27.X	14.X	32	+20	η ვერძისა	11
14	ცეტიდები	13--24.X	_	45	+10	λ ვეშაპისა	10
15	ორიონიდები	2.X--7.XI	23.X	95	+16	ν ორიონისა	10
16	სამხრ. ტაურიდები	1.X--25.XI	4.XI	52	+13	f კუროსი	5
17	არიეტიდები	ნოემბერი	12.XI	50	+22	τ ვერძისა	11
18	ანდრომედიდები	15--27.XI	24.XI	24	+44	x ანდრომედესი	_
19	ლეონიდები	14--21.XI	18.XI	152	+22	ζ ლომისა	ცვალ.
20	გემინიდები	7--17.XII	15.XII	112	+33	α მარჩბივისა	120
21	ურსიდები	7--26.XII	22.XII	217	+76	β პატ. დათვისა	10

ვარსკვლავთა საშუალო მდებარეობანი
2021

№	ვარსკვლავი	აღნიშვნა		საკუთარი სახელი	ხილული ვარ-სკვლ. სიდიდე	α 2021.5	δ 20215
					m	h m s	° ‘ “
1	α ანდრომედესი	α	And	ალფერაცი	2.1	0 09 29.9	+29 12 36
2	β კასიოპეასი	β	Cas	შაფი	2.3	0 10 19.5	+59 16 09
3	γ პეგასისა	γ	Peg	ალგენიბი	2.8	0 14 20.8	+15 18 11
4	α კასიოპეასი	α	Cas	შედარი	2.2	0 41 43.5	+56 39 25
5	β ვეშაპისა	β	Cet	დენებ კაიტოსი	2.0	0 44 39.9	−17 52 02
6	γ კასიოპეასი	γ	Cas		2.31	0 58 02.1	+60 49 49
7	β ანდრომედესი	β	And	მირახი	2.1	1 10 57.0	+35 44 02
8	δ კასიოპეასი	δ	Cas	რუხბაჰი	2.7	1 27 15.0	+60 20 56
9	β ვერძისა	β	Ari		2.6	1 55 49.3	+20 54 34
10	γ ანდრომედესი	γ	And	ალმაკი	2.3	2 05 13.5	+42 25 52
11	α ვერძისა	α	Ari	ჰამალი	2.0	2 08 23.5	+23 33.50
12	α პატარა დათვისა	α	Umi	პოლარული	2.1	2 54 23.0	+89 30 09
13	α ვეშაპისა	α	Cet	მენქარი	2.5	3 03 23.4	+4 10 24
14	γ პერსევსისა	γ	Per		2.9	3 06 22.4	+53 35 24
15	β პერსევსისა	β	Per	ალგოლი	2.82	3 09 34.0	+41 02 22
16	α პერსევსისა	α	Per	მირფაკი	1.8	3 25 51.8	+49 56 20
17	δ პერსევსისა	δ	Per		3.0	3 44 28.0	+47 50 12
18	η კუროსი	η	Tau	ალციონე	2.9	3 48 46.5	+24 11 18
19	ζ პერსევსისა	ζ	Per		2.8	3 55 29.6	+31 56 31
20	ε პერსევსისა	ε	Per		2.9	3 59 17.2	+40 04 12
21	γ ერიდანუსისა	γ	Eri		3.0	3 59 02.0	−13 26 56
22	α კუროსი	α	Tau	ალდება-რანი	0.8	4 37 08.3	+16 33 04
23	π^3 ორიონისა	π^3	Ori		3.2	4 51 01.4	+6 59 50
24	ι მეეტლისა	ι	Aur		2.7	4 58 23 .5	+33 11 45
25	η მეეტლისა	η	Aur		3.2	5 08 01.2	+41 15 52
26	β ერიდანუსისა	β	Eri		2.8	5 08 55.5	−5 03 45
27	β ორიონისა	β	Ori	რიგელი	0.1	5 15 34.6	−8 10 40
28	α მეეტლისა	α	Aur	კაპელა	0.1	5 18 15.9	+46 00 57
29	η ორიონისა	η	Ori		3.4	5 25 33.1	−2 22 45
30	γ ორიონისა	γ	Ori	ბელატრიქსი	1.6	5 26 16.4	+6 22 03

[1)] ცვალებ. ვარსკვლ. 1.6-3.0 [2)] 2.1-3.4

№	ვარსკვლავი	აღნიშვნა		საკუთარი სახელი	ხილული ვარსკვლ. სიდიდე	α 2021.5	δ 2021.5
					m	h m s	° ‘ “
31	β კუროსი	β	Tau	ნათი	1.6	5 27 39.2	+23 37 31
32	β კურდღლისა	β	Lep		2.8	5 29 10.6	–20 44 29
33	δ ორიონისა	δ	Ori	მინტაკა	2.2	5 33 07.1	– 0 17 14
34	α კურდღლისა	α	Lep	არნები	2.6	5 33 39.7	–17 43 37
35	ι ორიონისა	ι	Ori		2.8	5 36 28.3	– 5 53 53
36	ε ორიონისა	ε	Ori	ალნილ-ამი	1.7	5 37 17.3	+ 1 11 44
37	ζ კუროსი	ζ	Tau		3.0	5 38 56.1	+21 09 16
38	ζ^1 ორიონისა	ζ^1	Ori	ალნიტაკი	2.0	5 41 50.0	– 1 55 50
39	χ ორიონისა	χ	Ori	საიფი	2.1	5 48 45.6	– 9 39 49
40	α ორიონისა	χ	Ori	ბეთელ-ჰეიზე	0.61	5 56 19.1	+ 7 24 25
41	β მეეტლისა	β	Aur		1.9	6 01 06.3	+44 56 51
42	θ მეეტლისა	θ	Aur		2.6	6 01 11.4	+37 12 45
43	ζ დიდი ძოფაკისა	ζ	CMa		3.0	6 21 08.2	–30 04 31
44	β დიდი ძოფაკისა	β	CMa	მირზამი	2.0	6 23 37.8	+17 57 20
45	μ მარჩბივისა	μ	Gem		2.9	6 24 15.0	+22 30 06
46	γ მარჩბივისა	γ	Cem	ალჰენა	1.9	6 38 58.0	+16 22 53
47	ε მარჩბივისა	ε	Cem		3.0	6 45 15.5	+25 06 26
48	α დიდი ძოფაკისა	α	CMa	სირიუსი	-1.5	6 46 04.8	–16 44 45
49	ξ მარჩბივისა	ξ	Cem		3.4	6 46 30.5	+12 52 18
50	ε დიდი ძოფაკისა	ε	CMa	ადჰარა	1.5	6 59 29.2	–29 00 07
51	o^2 დიდი ძოფაკისა	o^2	CMa		3.0	7 03 55.2	–23 51 47
52	δ დიდი ძოფაკისა	δ	CMa		1.9	7 09 15.1	–26 25 45
53	η დიდი ძოფაკისა	η	CMa		2.4	7 24 57.3	–29 20 42
54	β პატარა ძო-ფაკისა	β	CMi		2.9	7 28 20.0	+ 8 14 51
55	α მარჩბივისა	α	Gem	კასტორი	2.42	7 35 57.7	+31 50 27
56	α პატარა ძო-ფაკისა	α	CMi	პროციონი	0.4	7 40 24.7	+5 10 18
57	β მარჩბივისა	β	Gem	პოლუქსი	1.1	7 46 38.5	+27 58 21
58	ρ კიჩოსი	ρ	Pup		2.8	8 08 28.6	–24 22 12
59	ζ ჰიდრასი	ζ	Hya		3.1	8 56 31.9	+ 5 56 43
60	ι დიდი დათვისა	ι	UMa		3.1	9 00 40.6	+47 57 29
61	α ფოცხვერისა	α	Lin		3.1	9 22 20.7	+34 18 11
62	α ჰიდრასი	α	Hya	ალფარდი	2.0	9 28 37.6	–8 45 14
63	θ დიდი დათვისა	θ	UMa		3.2	9 34 17.4	+ 51 34 42
64	ε ლომისა	ε	Leo	ალგენუბი	3.0	9 47 04 2	+23 40 22
65	α ლომისა	α	Leo	რეგული	1.4	10 09 31.1	+11 51 35
66	γ^1 ლომისა	γ^1	Leo	ალგიება	2.6	10 21 15.6	+19 44 03
67	μ დიდი დათვისა	μ	UMa		3.0	10 23 37.2	+41 23 31
68	ν ჰიდრასი	ν	Hya		3.1	10 50 42.0	–16 18 26
69	β დიდი დათვისა	β	UMa	მერაკი	2.4	11 03 07.9	+56 16 08
70	α დიდი დათვისა	α	UMa	დუბჰე	1.8	11 05 03.2	+61 37 53

[1] ცვალებ. ვარსკვლ. 0.4-1.3. [2] 1.95-2.85.

№	ვარსკვლავი	აღნიშვნა	საკუთარი სახელი	ხილული ვარ-სკვლ. სიდიდე	α 2021.5	δ 2021.5
				m	h m s	° ‘ “
71	φ დიდი დათვისა	φ UMa		3.0	11 10 52.9	+44 22 44
72	δ ლომისა	δ Leo	ზოსმა	2.6	11 15 15.3	+20 24 15
73	θ ლომისა	θ Leo	ხორტი	3.3	11 15 21.0	+15 18 36
74	β ლომისა	β Leo	დენებოლა	2.1	11 50 10.2	+14 27 20
75	γ დიდი დათვისა	γ UMa	ფეკდა	2.4	11 54 56.5	+53 35 31
76	ε ყორნისა	ε Crv		3.0	12 11 14.1	–22 44 21
77	δ დიდი დათვისა	δ UMa	მეგრეცი	3.3	12 16 30.1	+56 54 47
78	γ ყორნისა	γ Crv		2.6	12 16 55.0	–17 39 41
79	β ყორნისა	β Crv		2.6	12 35 32.1	–23 30 58
80	ε დიდი დათვისა	ε UMa	ალიოთი	1.8	12 54 57.6	+55 50 25
81	α მწევრებისა	α CVn		2.9	12 57 01.9	+38 12 18
82	ε ქალწულისა	ε Vir	ვინდემი-ატრიქსი	2.8	13 03 15.1	+10 50 45
83	γ ჰიდრასი	γ Hya		3.0	13 20 06.2	–23 17 06
84	ζ დიდი დათვისა	ζ UMa	მიცარი	2.3	13 24 47.1	+54 48 43
85	α ქალწულისა	α Vir	სპიკა	1.0	13 26 20.4	–11 16 29
86	ζ ქალწულისა	ζ Vir		3.4	13 35 48.2	–0 42 12
87	η დიდი დათვისა	η UMa	ბენეტ-ნაში	1.9	13 48 24.0	+49 12 21
88	η მენახირისა	η Boo		2.7	13 55 43.4	+18 17 25
89	α მენახირისა	α Boo	არქტური	0.0	14 16 37.7	+19 04 08
90	γ მენახირისა	γ Boo		3.0	14 32 56.3	+38 12 46
91	ε მენახირისა	ε Boo		2.7	14 45 55.1	26 59 05
92	α^2 სასწორისა	α^2 Lib		2.8	14 51 55.0	–16 07 53
93	β პატარა დათვისა	β Umi	ქოხაბი	2.1	14 50 48.8	+74 03 57
94	β სასწორისა	β Lib		2.6	15 18 09.2	–9 27 38
95	γ პატარა დათვისა	γ UMi		3.0	15 20 41.9	+71 45 23
96	α ჩრდ.გვირგვინისა	α CrB	გემა	2.2	15 35 35.0	+26 38 35
97	α გველისა	α Ser	უნუკი	2.6	14 45 20.6	+6 21 36
98	π ღრიანკლისა	π Sco		2.9	15 00 08.5	–26 10 26
99	δ ღრიანკლისა	δ Sco		2.3	16 01 37.4	–22 40 53
100	β ღრიანკლისა	β Sco		2.6	16 06 41.5	–19 51 55
101	δ გველისმჭერისა	δ Oph		2.7	16 15 27.4	–3 44 53
102	ε გველისმჭერისა	ε Oph		3.2	16 19 28.1	–4 44 47
103	σ ღრიანკლისა	σ Sco		2.9	16 22 287	–25 38 26
104	η გველეშაპისა	η Dra		2.7	16 24 16.7	+61 27 59
105	α ღრიანკლისა	α Sco	ანტარესი	1.2[1]	16 30 44.0	–26 28 47
106	β ჰერკულესისა	β Her	რუტილი-კუსი	2.8	16 31 09.1	+21 26 30
107	τ ღრიანკლისა	τ Sco		2.8	16 37 12.5	–28 15 28
108	ζ გველისმჭერისა	ζ Oph		2.6	16 39 20.5	–10 36 32
109	ζ ჰერკულესისა	ζ Her		2.8	16 42 06.7	+31 34 02
110	χ გველისმჭერისა	χ Oph		3.2	16 58 40.3	+9 20 43

1) ცვალებ. ვარსკვლ. 0.9-1.8

№	ვარსკვლავი		აღნიშვნა		საკუთარი სახელი	ხილული ვარსკვლ. სიდიდე	α 2021.5	δ 2021.5
						m	h m s	° ‘ “
111	ζ	გველეშაპისა	ζ	Dra		3.2	17 08 51.5	+65 41 27
112	η	გველისმჭერისა	η	Oph		2.6	17 11 35.8	–15 44 55
113	δ	ჰერკულესისა	δ	Her		3.2	17 15 55.7	+24 48 55
114	π	ჰერკულესისა	π	Her		3.4	17 15 48.0	+36 47 07
115	θ	გველისმჭერისა	θ	Oph		3.4	17 23 20.1	–25 01 03
116	β	გველეშაპისა	β	Dra		3.0	17 30 56.1	+52 17 00
117	α	გველისმჭერისა	α	Oph	რას-ალჰაგე	2.1	17 35 56.3	+12 32 53
118	β	გველისმჭერისა	β	Oph		2.9	17 44 32.9	+4 33 41
119	γ	გველეშაპისა	γ	Dra	ეტამინი	2.4	17 57 06,5	+51 29 20
120	δ	მშვილდოსნისა	δ	Sgr		2.8	18 22 21.3	–29 48 58
121	η	გველისა	η	Ser		3.4	18 22 32.2	–2 53 34
122	λ	მშვილდოსნისა	λ	Sgr		2.9	18 29 17.8	–25 24 35
123	α	ქნარისა	α	Lyr	ვეგა	0.1	18 37 39.3	+38 48 07
124	σ	მშვილდოსნისა	σ	Sgr		2.1	18 56 35.4	–26 16 01
125	γ	ქნარისა	γ	Lyr		3.3	18 59 43.9	+32 43 10
126	ζ	მშვილდოსნისა	ζ	Sgr		2.7	19 03 58 4	–29 51 02
127	ζ	არწივისა	ζ	Aql		3.0	19 06 24.8	+13 53 58
128	π	მშვილდოსნისა	π	Sgr		3.0	19 11 03.2	–20 57 18
129	δ	გველეშაპისა	δ	Dra		3.2	19 12 33.3	+67 41 50
130	δ	არწივისა	δ	Aql		3.4	19 26 34.4	+3 09 23
131	β	გედისა	β	Cyg	ალბირეო	3.2	19 31 34.9	+28 00 27
132	δ	გედისა	δ	Cyg		3.0	19 45 39.4	+45 11 04
133	γ	არწივისა	γ	Aql		2.8	19 47 18.0	+10 40 01
134	α	არწივისა	α	Aql	ალტაირი	0.9	19 51 49.3	+8 55 41
135	θ	არწივისა	θ	Aql		3.4	19 12 24.9	–0 45 21
136	γ	გედისა	γ	Cyg		2.3	20 23 01.0	+40 19 42
137	α	გედისა	α	Cyg	დენები	1.3	20 42 08.9	+45 21 29
138	ε	გედისა	ε	Cyg		2.6	20 47 04.3	+34 03 14
139	ζ	გედისა	ζ	Cyg		3.4	21 13 52.1	+30 19 00
140	α	ცეფევსისა	α	Cep	ალდერამინი	2.6	21 19 04.9	+62 40 30
141	β	ცეფევსისა	β	Cep		3.3	21 28 56.8	+70 39 23
142	β	მერწყულისა	β	Aqr		3.7	21 32 42.4	–5 28 32
143	ε	პეგასისა	ε	Peg	ენიფი	2.5	21 45 13.5	+9 58 36
144	δ	თხის რქისა	δ	Cap		3.0	21 48 13.4	–16 01 57
145	α	მერწყულისა	α	Aqr	სადალმელ-იქი	3.2	22 06 53.7	–0 12 52
146	η	პეგასისა	η	Peg		3.1	22 44 00.3	+30 20 05
147	α	სამხრ. თევზისა	α	PsA	ფომალ-ჰაუტი	1.3	22 58 50.0	–29 30 56
148	β	პეგასისა	β	Peg	შეატი	2.61	23 04 48.8	+28 12 02
149	α	პეგასისა	α	Peg	მარქაბი	2.6	23 05 50.2	+15 19 07
150	γ	ცეფევსისა	γ	Cep		3.4	23 40 14.6	+77 45 07

[1] ცვალებ. ვარსკვლ. 2.1-3.0

ᲪᲕᲐᲚᲔᲑᲐᲓᲘ ᲕᲐᲠᲡᲙᲕᲚᲐᲕᲔᲑᲘ

ვარსკვ-ლავი	α 2021.5	δ 2021.5	სიკაშკაშის ცვალებადობის ამპლიტუდა	ცვალებადობის ეფემერიდები

ᲪᲔᲤᲔᲘᲓᲔᲑᲘ

	h m s	° ′ ″	m m	d d
RT Aur	06 29 57.0	+30 28 40	5.00 – 5.82	2442361.115 + 3.728115 * E
ζ Gem	07 05 22.9	+20 27 35	3.62 – 4.18	2443805.927 + 10.15073 * E
η Aql	19 53 34.1	+01 03 44	3.48 – 4.39	2436084.656 + 7.17664 * E
S Sge	19 56 59.9	+16 41 35	5.24 – 6.04	2442678.792 + 8.382086 * E
T Vul	20 52 23.1	+28 19 56	5.41 – 6.09	2441705.121 + 4.435462 * E
δ Cep	22 29 58.4	+58 31 33	3.48 – 4.37	2436075.445 + 5.366341 * E

ᲒᲠᲫᲔᲚᲞᲔᲠᲘᲝᲓᲘᲐᲜᲘ ᲪᲕᲐᲚᲔᲑᲐᲓᲘ ᲕᲐᲠᲡᲙᲕᲚᲐᲕᲔᲑᲘ

	h m s	° ′ ″	m m	d d
o Cet*	02 20 26.1	-02 52 47	2.0 – 10.1	2444839 + 331.96 * E
R Leo*	09 48 42.8	+11 19 42	4.4 – 11.3	2444164 + 309.95 * E
R Hya*	13 30 53.7	-23 23 31	3.5 – 10.9	2443596 + 388.87 * E
χ Cyg	19 51 23.5	+32 58 11	3.3 – 14.2	2442140 + 408.05 * E
T Cep*	21 09 48.5	+68 34 44	5.2 – 11.3	2444177 + 388.14 * E
R Cas*	23 59 30.8	+51 30 31	4.7 – 13.5	2444463 + 430.46 * E

ᲑᲜᲔᲚᲔᲑᲐᲓᲘ – ᲪᲕᲐᲚᲔᲑᲐᲓᲘ ᲕᲐᲠᲡᲙᲕᲚᲐᲕᲔᲑᲘ

	h m s	° ′ ″	m m	d d
β Per	03 09 34.5	+41 02 13	2.12 – 3.39	2445641.5135 + 2.8673043 * E
AR Aur	05 19 43.9	+33 47 19	6.15 – 6.82	2438402.1832 + 4.134695 * E
WW Aur	06 33 51.4	+32 26 16	5.70 – 6.54	2432945.53930 + 2.52501922*E
U Oph	17 17 37.2	+01 11 18	5.84 – 6.56	2444416.3864 + 1.67734617 *E
β Lyr	18 50 52.4	+33 23 20	3.25 – 4.36	2408247.950 + 12.913834 * E

ᲛᲝᲜᲐᲪᲔᲛᲔᲑᲘ ᲒᲠᲫᲔᲚᲞᲔᲠᲘᲝᲓᲘᲐᲜ ᲪᲕᲐᲚᲔᲑᲐᲓ ᲕᲐᲠᲡᲙᲕᲚᲐᲕᲔᲑᲖᲔ ᲓᲐᲙᲕᲘᲠᲕᲔᲑᲘᲡᲐᲗᲕᲘᲡ

ვარსკვლავი	ცვალებადობის პერიოდი	სიკაშკაშის მაქსიმუმი (m)	მაქსიმუმის მომენტი 2021 წელს
ვეშაპის o	332 დღე-ღამე	2.0	16 აგვისტო
ლომის R	310 „	4.4	15 მაისი
ჰიდრას R	389 „	3.5	19 ნოემბერი
გედის	408 „	3.3	2 მარტი
ცეფევსის T	388 „	5.2	7 აპრილი
კასიოპეას R	430 „	4.7	8 ნოემბერი

გრძელპერიოდიან ცვალებად ვარსკვლავებზე დაკვირვება იწყება რამდენიმე დღით ადრე და გრძელდება რამდენიმე დღე მინიმუმის მომენტის შემდეგ. დაკვირვების დაწყებისა და დამთავრების მომენტები დასაშვებია 10-15 წუთის ცდომილებით.

* უკანასკნელ ცვალებად ვარსკვლავთა კატალოგის მიხედვით გრძელპერიოდიანი ცვალებადი ვარსკვლავები: o Cet, R Leo, R Hya, T Cep, R Cas მიეკუთვნებიან ცვალებადთა Mira Cet tips, ხოლო χ Cyg ცვალებადი - S ტიპს.

მონაცემები ბნელებადი-ცვალებადი ვარსკვლავის პერსევსის β-ს დაკვირვებისათვის

β Per ბნელებადი-ცვალებადი ვარსკვლავის კოორდინატები 2021.5 (წლის შუა) მომენტისათვის არის $\alpha=03^h09^m34^s.5$, $\delta=+41^\circ02'13''$. სიკაშკაშე ცვალებადობს $2.^m12$ ვარსკვლავიერი სიდიდიდან (მაქსიმუმი) $3.^m39$ ვარსკვლავიერ სიდიდემდე (მინიმუმი) ფარგლებში. ცვალებადობის პერიოდია (სიკაშკაშის ორ მთავარ, მომდევნო მინიმუმს შორის დროის ხანგრძლივობა) 2 დღე-ღამე, 20 საათი, 48 წუთი და 55.1 წამი.

სიკაშკაშის მაქსიმუმიდან ვარსკვლავი 4 საათსა და 48 წუთში აღწევს სიკაშკაშის მინიმუმს. სასურველია ამ ცვალებად ვარსკვლავზე დაკვირვება დაიწყოს მინიმუმის მომენტამდე 4^h48^m–ით ადრე და გაგრძელდეს ამდენივე დროით, მინიმუმის შემდეგ. სიკაშკაშის სხვა მომენტებისათვის საჭიროა პერიოდულად დავაკვირდეთ ამ ვარსკვლავს, სრული ცვალებადობის შესასწავლად.

β Per-ის სიკაშკაშის ცვალებადობის შენიშვნისა და შესწავლისათვის საჭიროა ცვალებად ვარსკვლავთან ერთად დავაკვირდეთ შესადარებლად, მუდმივი სიკაშკაშის შემდეგ ვარსკვლავებს: პერსევსის α (ვარსკვლავიერი სიდიდით 1.72), ანდრომედეს α(2.06), პერსევსის ε(2.89), სამკუთხედის α(3.42).

დაკვირვებებისათვის ხელსაყრელი თვეებისათვის, სიკაშკაშის მინიმუმის მომენტები მოცემულია ცხრილში. ამასთან, ცხრილის პირველ სვეტში მოცემულია თვის რიცხვი, მეორეში – თვის დღე, მესამეში - მინიმუმის მომენტები თბილისის საშუალო დროით, მეოთხეში – სასურველი დაკვირვების დროის შუალედი, ასტრონომიული ბინდის გათვალისწინებით, მეხუთეში – ფაზა. მეხუთე სვეტში 0.0 აღნიშნავს მთავარ მინიმუმს, ხოლო 0.5 მეორად მინიმუმს.

ქვევით მოყვანილი გვაქვს დაკვირვების მომენტები გამოთვლილი საღამოს 17 საათიდან დილის 6 საათამდე თბილისის საშუალო დროით.

ბნელებადი ცვალებადი ვარსკვლავის β Per-ის მინიმუმის მომენტები თბილისის საშუალო დროით

დღე	კვირის დღე	მომენტი h m s	დაკვირვების შუალედი h m - h m	ფაზა

იანვარი

3	კვ	19 47 04	18 22 – 00 35	0.0
8	პრ	03 00 26	22 12 – 05 46	0.5
10	კვ	23 49 21	19 01 – 04 37	0.5
13	ოთ	20 38 16	18 28 – 01 26	0.5
16	შბ	17 27 12	18 36 – 22 15	0.5
18	ორ	03 51 39	22 15 – 05 44	0.0
21	ხთ	00 40 34	18 37 – 05 29	0.0
23	შბ	21 29 29	18 41 – 02 77	0.0
26	სმ	18 18 24	18 45 – 23 06	0.0
28	ხთ	04 42 52	23 55 – 05 39	0.5
31	კვ	01 31 47	20 44 – 05 35	0.5

თებერვალი

2	სმ	22 20 42	18 53 – 03 09	0.5
5	პრ	19 09 37	18 56 – 23 58	0.5
10	ოთ	02 23 00	21 35 – 05 27	0.0
12	პრ	23 11 55	19 03 – 04 00	0.0
15	ორ	20 00 50	19 07 – 00 49	0.0
20	შბ	03 14 12	22 26 – 05 16	0.5
23	სმ	00 03 08	19 15 – 04 51	0.5
25	ხთ	20 52 03	19 17 – 01 40	0.5
28	კვ	17 40 58	19 20 – 22 29	0.5

მარტი

2	სმ	04 05 25	23 17 – 05 01	0.0
5	პრ	00 54 20	20 06 – 05 03	0.0
7	კვ	21 43 16	19 28 – 02 31	0.0
10	ოთ	18 32 11	19 34 – 23 20	0.0
12	პრ	04 56 38	00 09 – 04 46	0.5
15	ორ	01 45 33	20 58 – 04 39	0.5
17	ოთ	22 34 28	19 42 – 03 58	0.5
20	შბ	19 23 23	19 46 – 00 11	0.5
25	ხთ	02 36 46	21 49 – 04 20	0.0
27	შბ	23 25 41	19 56 – 04 03	0.0
30	სმ	20 14 36	20 00 – 01 03	0.0

დღე	კვირის დღე	მომენტი h m s	დაკვირვების შუალედი h m - h m	ფაზა

ოქტომბერი

1	პრ	18 49 50	19 15 – 23 38	0.5
6	ოთ	02 03 12	21 15 – 04 27	0.0
8	პრ	22 52 07	19 06 – 03 40	0.0
11	ორ	19 41 03	18 58 – 00 19	0.0
16	შბ	02 54 25	21 06 – 04 41	0.5
18	ორ	23 43 20	18 49 – 04 31	0.5
21	ხთ	20 32 15	18 43 – 01 20	0.5
24	კვ	17 21 10	18 34 – 22 09	0.5
26	სმ	03 45 38	22 56 – 04 53	0.0
29	პრ	00 34 33	18 33 – 05 23	0.0
31	კვ	21 23 28	18 30 – 02 11	0.0

ნოემბერი

3	ოთ	18 12 23	18 27 – 23 00	0.0
5	პრ	04 36 51	23 49 – 05 01	0.5
8	ორ	01 25 46	20 38 – 05 05	0.5
10	ოთ	22 14 41	18 21 – 03 03	0.5
13	შბ	19 03 36	18 19 – 23 52	0.5
18	ხთ	02 16 59	21 29 – 05 15	0.0
20	შბ	23 05 49	18 14 – 04 54	0.0
23	სმ	19 54 49	18 13 – 00 43	0.0
28	კვ	03 08 12	22 20 – 05 25	0.5
30	სმ	23 57 06	18 11 – 04 45	0.5

დეკემბერი

3	პრ	20 46 02	18 10 – 01 34	0.5
6	ორ	17 34 57	18 10 – 22 32	0.5
8	ოთ	03 59 24	23 11 – 05 33	0.0
11	შბ	00 48 20	20 00 – 05 36	0.0
13	ორ	21 37 14	18 11 – 02 25	0.0
16	ხთ	18 26 10	18 11 – 23 14	0.0
18	შბ	04 50 37	00 03 – 05 41	0.5
21	სმ	01 39 32	20 52 – 05 42	0.5
23	ხთ	22 28 27	18 17 – 03 16	0.5
26	კვ	19 17 22	18 16 – 00 05	0.5
31	პრ	02 30 45	21 43 – 05 46	0.0

ზოგიერთი თანავარსკვლავედის მდებარეობა ცაზე სხვადასხვა თვეში

ი ა ნ ვ ა რ ი. შუაღამეს დიდი დათვის თანავარსკვლავედი ცის ჩრდილო-აღმოსავლეთ მხარესაა, ჰორიზონტიდან დიდ სიმაღლეზე. სამხრეთით მერიდიანის ახლოს ორიონია, ზენიტში – მეეტლე.

თ ე ბ ე რ ვ ა ლ ი. შუაღამეს დიდი დათვის თანავარსკვლავედი დიდ სიმაღლეზეა. ცის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში ლომის თანავარს კვლავედია, სამხრეთ-დასავლეთში – ორიონი და კურო.

მ ა რ ტ ი. ჩრდილო-აღმოსავლეთ ცაზე შუაღამისას მოჩანს კაშკაშა ვეგა (ქნარის α) და დენები (გედის α). დიდი დათვი ზენიტს უახლოვდება, მერიდიანის ახლოს არის, სამხრეთით, ლომის კაშკაშა ვარსკვლავი რეგული.

აპრილი. შუაღამეს დიდი დათვი ზენიტშია. სამხრეთ-აღმოსავლეთით მაღლა ასულია არქტური (მენახირის α).

მ ა ი ს ი. შუაღამეს სამხრეთით ქალწულის თანავარსკვლავედია; მის ზემოთ - არქტური, რომლის აღმოსავლეთით ჩრდილოეთის გვირგვინია.აღმოსავლეთით კიაფობენ სამკუთხედად დალაგებული დენები, ვეგა და ალტაირი (არწივის α).

ი ვ ნ ი ს ი. შუაღამეს მერიდიანზე, სამხრეთით ჩრდილოეთის გვირგვინია. მის ქვემოთ – გველისმჭერია. დასავლეთით ჰორიზონტს უახლოვდება ლომი.

ი ვ ლ ი ს ი. მაღლა, სამხრეთით კიაფობენ „ზაფხულის სამკუთხედის" ვარსკვლავები: დენები, ვეგა, ალტაირი. არქტური დასავლეთით ეშვება. დიდი დათვი ჩრდილო-დასავლეთითაა.

ა გ ვ ი ს ტ ო. ღამის ცას ამშვენებს ირმის ნახტომი, რომელიც გადაჭიმულია სამხრეთიდან ჩრდილოეთით, თითქმის ზენიტის გადაკვეთით. დიდი დათვი დასავლეთით ჰორიზონტის ახლოსაა.

ცის ჩრდილო-აღმოსავლეთ მხარეზე მაღლა ადის კაპელა (მეეტლის α).

ს ე ქ ტ ე მ ბ ე რ ი. ზენიტს უახლოვდება კასიოპეა. აღმოსავლეთით ამოდის პლეადები (ხომლი). დიდი დათვი ჰორიზონტთან არის ჩრდილოეთის წერტილის ახლოს.

ო ქ ტ ო მ ბ ე რ ი. ქნარი, გედი და არწივი დასავლეთით ეშვებიან. აღმოსავლეთით – კურო და მასში პლეადები საკმაოდ მაღლა არის ჰორიზონტიდან. კაპელა მაღლაა აღმოსავლეთის ცაზე. ღამის მეორე ნახევარში გამოჩნდება ორიონი.

ნ ო ე მ ბ ე რ ი. კასიოპეა ნაშუაღამევს დასავლეთისკენ ეშვება. კურო და ორიონი სამხრეთ-აღმოსავლეთ ცაზეა. კაპელა ზენიტს უახ-

ლოვდება. სამხრეთ-აღმოსავლეთით სირიუსიც მოჩანს. დიდი დათვი ჩრდილო-აღმოსავლეთ ცაზეა.

დ ე კ ე მ ბ ე რ ი. შუაღამეზე ქნარი ჰორიზონტის ახლოს არის, მის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილთან. აღმოსავლეთით ამოდის ლომი. ორიონის, მეეტლის, მარჩბივის და სხვა თანავარსკვლავედების კაშკაშა ვარსკვლავების მთელი არე მაღლაა ჰორიზონტიდან; კურო პლეადებითურთ და მეტადრე პერსევსი და კაპელა – ზენიტთან ახლოს. დიდი დათვი საკმაოდ მაღლაა, ჩრდილო-აღმოსავლეთით.

მ უ დ მ ი ვ ი ნ ა წ ი ლ ი

რეფრაქცია (1”-ის სიზუსტით)

საშუალო რეფრაქცია (T=10°C; B=760 მმ)

ზენიტური მანძილი Z	რეფრაქცია	ზენიტური მანძილი Z	რეფრაქცია	ზენიტური მანძილი Z	რეფრაქცია
o	“	o	‘ “	o	‘ “
0	0	32	0 36	56	1 26
5	5	34	0 39	58	1 33
10	10	36	0 42	60	1 41
14	14	38	0 45	61	1 45
16	17	40	0 49	62	1 49
18	19	42	0 52	63	1 54
20	21	44	0 56	64	1 59
22	24	46	1 0	65	2 4
24	26	48	1 5	66	2 10
26	28	50	1 9	67	2 16
28	31	52	1 14	68	2 23
30	34	54	1 20	69	2 30
32	36	56	1 26	70	2 38

რეფრაქციის შესწორება T ტემპერატურასა და B ბარომეტრულ წნევაზე

T / Z	- 20°	- 15°	- 10°	- 5°	0°	+ 5o	+ 10°	+ 15°	+ 20°	+ 25°	+ 30°	+ 35°	B / Z	760	750	740	730	720
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"		"	"	"	"	"
0°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0°	0	0	0	0	0
10	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	10	0	0	0	0	1
20	3	2	2	1	1	0	0	0	1	1	2	2	20	0	0	0	1	1
30	4	3	3	2	1	1	0	1	1	2	3	3	30	0	0	1	1	2
40	6	4	4	3	2	1	0	1	2	3	4	4	40	0	1	2	2	3
45	7	5	5	3	2	1	0	1	2	3	4	4	45	0	1	2	3	4
50	8	6	5	4	3	1	0	1	3	4	5	5	50	0	1	2	3	4
55	10	8	6	4	3	2	0	2	3	4	6	6	55	0	1	2	4	5
60	12	10	7	5	4	2	0	2	4	5	7	8	60	0	1	3	4	5
65	15	12	10	7	5	2	0	2	4	6	8	10	5	0	2	3	5	6
70	19	15	12	9	6	3	0	3	5	8	10	12	70	0	2	4	6	8
													Z / B		+	+	+	+
														760	770	780	790	800

მაგალითი: h= 41°45' 7 z=48°14' 3 T=+25°C
B=750 მმ

საშ.რეფ.		1′ 5″
შესწორება	T-ზე	- 4
"	B-ზე	- 1
რეფრაქცია		ρ = 1' 0"

ცნობები რამდენიმე უკაშკაშესი ვარსკვლავის შესახებ

ვარსკვლავის სახელწოდება და აღნიშვნა	პირდაპირი აღვლენა 1950	დახრილობა 1950	ვარსკვლავიერი სიდიდე	მანძილი სინათლის წლებით	ბრწყინვალება მზესთან შედარებით	მასა (მზესთან შედარებით)	საკუთარი მოძრაობა (წელიწადში)	სხივური სიჩქარე კმ/წმ-ით	ტემპერატურა	ფერი	რომელ თვეებშია ზედა კულმინაცია შუაღამეზე
	h m	° '					"		°		
სირიუსი α CMa	6 42.9	– 16 39	– 1.6	8.8	22.9	3	1.324	– 8	10300	თ	იანვარი
არქტური α Boo	14 13.4	+19 27	+0.2 ცვ.	35.9	100	4	2.285	– 5	3800	წ	აპრილი
ვეგა α Lyr	18 35.2	+38 44	+0.1 ცვ.	26.4	52.5	4	0.345	– 14	11000	თ	ივლისი
კაპელა α Aur	5 13.0	+45 57	+0.2 ცვ.	45.6	145	4	0.436	+30	5500	ყ	დეკემბერი
რიგელი β Ori	5 12.1	– 8 15	+0.3 ცვ.	815	52500	30	0.001	+21	12800	თ	დეკემბერი
პროციონი α CMi	7 36.7	+ 5 21	+0.5 ცვ.	11.4	7.25	2	1.248	– 3	6600	ყ	იანვარი
ბეთელჰეიზე α Ori	5 52.5	+ 7 24	+0.6 ცვ.	652	20900	35	0.029	+21	3000	წ	დეკემბერი
ალტაირი α Aql	19 48.3	+ 8 44	+0.9	16.3	10	2	0.658	– 26	8100	თ	ივლისი
ალდებარანი α Tau	4 33.0	+16 25	+1.1 ცვ.	68.5	158.5	5	0.203	+54	3500	წ	ნოემბერი
სპიკა α Vir	13 22.6	– 10 54	+1.2 ცვ.	260.8	1905	12	0.052	+ 1	22500	თ	აპრილი
ანტარესი α Sco	16 26.3	– 26 19	+1.2 ცვ.	423.8	6310	30	0.030	– 3	3000	წ	მაისი
პოლუქსი β Gem	7 42.3	+28 09	+1.2 ცვ.	35.9	33.1	14	0.625	+ 3	5300	ყ	იანვარი
ფომალჰაუტი α PsA	22 54.9	– 29 53	+1.3	22.8	14.5	3	0.367	+ 7	9100	თ	სექტემბერი
დენები α Cyg	20 39.7	+45 06	+1.3 ცვ.	1630	92000	25	0.003	– 5	9700	თ	აგვისტო
რეგული α Leo	10 05.7	+12 13	+1.3 ცვ.	84.8	145	5	0.248	+ 4	14000	თ	თებერვალი

შ ე ნ ი შ ვ ნ ა: 1. იმ თვეში, როცა ვარსკვლავი ზედა კულმინაციაში შუაღამეზეა, მისი ხილვადობის საუკეთესო პირობებია.
2. მე-11 სვეტში შემოკლებები თ. წ. ყ. აღნიშნავს თეთრს, წითელს, ყვითელს.

ცნობები რამდენიმე უახლოესი ვარსკვლავის შესახებ

ვარსკვლავის სახელწოდება	პირდაპირი აღვლენა 1950	დახრილობა 1950	ვარსკვლავიერი სიდიდე	მანძილი სინათლის წლებით	საკუთარი მოძრაობა (წლიწადში)	სხივური სიჩქარე
	h m	o '			"	
კენტავრის უახლოესი	14 26	- 62 28	+11.0	4.3	3.8	- 16
კენტავრის α A	14 36	- 60 38	0.0	4.4	3.7	- 17
კენტავრის α B	"	"	+ 1.3	"	"	
ბარნარდისა	17 55	+ 4.33	+ 9.5	5.9	10.3	-108
ვოლფის 359	10 54	+ 7.19	+13.5	7.6	4.7	+ 13
+36o 2147	11 01	+36 18	+ 7.5	8.1	4.8	- 84
სირიუსი A	6 43	-16 39	- 1.5	8.6	1.3	- 8
სირიუსი B	"	"	+ 8.7	"	"	
L726-8 A	1 36	-18 13	+12.4	8.9	3.4	+ 29
როსის 154	18 47	-23 53	+10.6	9.4	0.7	- 4
როსის 248	23 39	+43 55	+12.3	10.3	1.6	- 81
ε Eri	3 31	- 9 38	+ 3.7	10.8	1.0	+ 16
L789-6	22 36	-15 36	+12.2	10.8	3.3	- 60
როსის 128	11 45	+ 1 06	+11.1	10.8	1.4	- 13

ორჯერადი ვარსკვლავები კომპონენტებს შორის მკვეთრად განსხვავებული ფერებით

დასახელება	α1950.0	δ1950.0	პირველი კომპო-ნენტი-A	მეორე კომპო-ნენტი-B	d"	ფ ე რ ე ბ ი
	h m	o '			"	
γ And	2 0.8	+42 5	2.3	5.0	10	ნარინჯისფერი და ცისფერი
η Per	2 47.0	+55 41	3.9	8.6	28	ყვითელი და ცისფერი
χ Gem	7 41.4	+24 31	3.7	9.5	6.8	ნარინჯისფერი და ცისფერი
l Cne	8 43.7	+28 57	4.2	6.6	30.7	ყვითელი და ცისფერი
α CVn	12 53.7	+38 35	2.9	5.4	20	ყვითელი და ლილისფერი
β Sco	16 2.5	-19 40	2.9	5.0	13.7	თეთრი და მომწვანო-ყვითელი
χ Her	16 19.7	+19 16	4.5	5.5	11	წითელი და ზურმუხტისფერი
α Her	17 12.4	+14 27	3.5	5.4	5	ყვითელი და ცისფერი
β Cyg	19 28.7	+27 52	3.2	5.4	35	ყვითელი და ცისფერი

ორჯერადი ვარსკვლავები

	ვარსკვლავი	α1950.0	δ1950.0	A კომპონენტის ხილული ვარს კვლავი-ერი სიდიდე	სპექტრი	B კომპონენტის ხილული ვარს-კვლავიერი სიდიდე	სპექტრი	მანძილი კომპონენ-ტებს შორის რკალის სეკუნდებით	შ ე ნ ი შ ვ ნ ა
		h m	o '					"	
1	α U Mi	1 48.8	+89. 2	2.1	F8	8.8		18.3	პოლარული ვარსკვლავი ცვალებადი
2	γ Ari	1 50.8	+19 3	4.8	A0	4.8	A0	8.2	
3	γ And	2 00.8	+42 5	2.3	K0	5.0	A0	10.0	სამჯერადი ვარსკვლავი, მესამე კომპონენტის სიკაშ-კაშე: 6^m; მანძილი BC=0".6.
4	θ Ori	5 32.8	-5 25	6.8	B5	7.9	B2	8.8	} ჯერადი სისტემა: ცნობილი "ტრაპეცია" ორიონის ნისლეულში
						5.4	B3	13.6	
						6.8		21.6	
						11.3		4.3	
						10.8		4.1	
5	β Mon	6 26.4	-7 0	4.7	B2	4.6		7.4	სამჯერადი ვარსკვლავი BC=2".8. მანძილი AC= +73".
6	α Gem	7 31.4	+32 0	2.0	A0	2.9	A0	2.2	
7	γ Leo	10 17.2	+20 6	2.6	K0	3.8	G5	4.3	
8	γ Vir	12 39.1	-1 11	3.6	F0	3.6	F0	5.2	
9	α CVn	12 53.7	+38 35	2.9	A0	5.4	A0	20.0	
10	ζ Uma	13 21.9	+55 11	2.4	A2	4.0	A2	14.5	ვარსკვლავის სახელწო-დება მიცარი
11	α Boo	14 38.4	+16 38	4.9	A0	5.8	A0	5.6	
12	α Her	17 12.4	+14 27	3.5	M5	5.4	F9	4.6	
13	β Cyg	19 28.7	+27 52	3.2	K0	5.4	B9	34.6	
14	α Cap	20 14.9	-12 40	4.5	G5	9.0	G0	45.6	
15	γ Del	20 44.3	+15 57	5.5	G5	4.5	F8	10.4	

ღია და სფერული გროვები

ნომერი კატა-ლოგით NGC	ნომერი კატა-ლოგით M	თანავა-რსკვლავედი	α1950.0	δ1950.0	გროვის სახეობა	ხილული დიამეტრი	საშ. ვარსკვლ. სიდიდე ღია გროვის ხუთი უკაშკაშესი ვარსკვლავისა	გროვაში შემავალი ვარსკვლავების რიცხვი	გროვის ინტეგრა-ლური ვარსკვლა-ვიერი სიდიდე	საშუალო მანძილი გროვამდე სინათლის წლებით	შენიშვნა
			h m	o '		'					
869	(h per)	Per	2 15.5	+56 55	ღია	36	7	350	4.5	7300	1
884	(X per)	Per	2 18.9	+56 53	ღია	36	7	300	4.7	7300	1
	45	Tau	3 43.9	+23 58	ღია	100	4.2	250	1.4	410	პლეადები (ხომლი)
		Tau	4 17.0	+ 15 31	ღია	330	4.0	100	0.8	140	2 ჰიადები
2632	44	Cnc	8 37.5	+19 52	ღია	95	6.5	350	3.7	515	3
5272	3	CVn	13 39.9	+28 38	სფერული	10			4.5	45000	
5904	5	Ser	15 15.9	+ 2 16	სფერული	13			3.6	27000	4
6205	13	Her	16 39.9	+ 36 33	სფერული	10			4.0	22000	4
6656	22	Sgr	18 33.3	-23 58	სფერული	17			6.3	10000	5
7092	39	Cyg	21 30.5	+48 13	ღია	30	6.5	25	5.2	815	

1) შეუიარაღებელი თვალითაც შეიმჩნევა. ხილვადობის პირობები საუკეთესოა შემოდგომა-ზამთარში
2) საუცხოო სანახავია დურბინდში (შემოდგომა_ზამთარი).
3) უბრალო თვალითაც მოჩანს: დურბინდში_კარგად (ზამთარი).
4) ძლიერ დურბინდში ან სასკოლო ჭოგრში დაინახება ნისლოვანი ლაქის სახით (ზაფხული_შემოდგომა)

5) « « « « « « « (ზაფხული)

ბნელი, დიფუზური და პლანეტსახის ნისლეულები

NGC	M	თანავარსკვ-ლავედი	α1950.0	δ1950.0	ნისლეულის სახეობა	ხილული დიამეტრი	ინტეგრალური ვარსკვ-ლავიერი სიდიდე	ცენტრალური ვარსკვლავის ხილული ვარსკვლავი-ერი სიდიდე	მანძილი სინათლის წლებში	სახელწოდება და შენიშვნა საუკეთესო ხილვადობის პერიოდი
			h m	o '		‘				
1952	1	Tau	5 31.5	+21 59	პლ	6	8	16	1000	კიბორჩხალსახის
1976	42	Ori	5 32.9	+56 53	დიფ	60			1000	ორიონისა. ზამთარი
B 33		Ori	5 38.0	+23 58	ბნ	4			300	ცხენის თავი
2261		Mon	6 36.4		დიფ	2			6500	ცვალებადი სიკაშკაშისა
2392		Gem	7 26.2	+ 21 2	პლ	0.8	8	10	1400	ბუ
B 72		Oph	17 20.5	+19 52	ბნ	20			400	
6514	20	Sgr	17 59.0	+28 38	დიფ	27			2200	
6523	8	Sgr	18 1.6	+ 2 16	დიფ	50			2500	ზაფხული
6543		Dra	17 58.8	+ 36 33	პლ	0.4	9	11	1700	
B 92		Sgr	18 12.7	-23 58	ბნ	15				
6618	17	Sgr	18 18.0	+48 13	დიფ	40			3200	ნალი. ზაფხული
6720	57	Lyr	18 52.0	+32 58	პლ	1.4	9	14	2100	რგოლისებრი. ზაფხული-შემოდგომა
6826		Cyg	19 43.5	+50 24	პლ	0.4	9	11	1700	
6853	27	Vul	19 57.4	+22 35	პლ	8	8	13	1000	ორბირთულა. ზაფხული-შემოდგომა
6960		Cyg	20 43.6	+30 32	დიფ	60			1300	ბადე
7000		Cyg	20 57.0	+44 7	დიფ	100			90	ჩრდ. ამერიკა
7009		Aqr	21 1.4	-11 34	პლ	0.7	8	12	1500	სატურნმსგავსი

გალაქტიკები

ნომერი კატა-ლოგით NGC	ნომერი კატა-ლოგით M	თანავარსკვლა-ვედი	α1950.0	δ1950.0	გალაქტიკის ტიპი	ხილული კუთხური ზომა	ინტეგრალური სიკაშკაშე
			h m	o '		' '	
221	32	And	0 39.9	+40 36	E	2.6X2.1	8.8
224	31*	And	0 40.0	+41 00	Sb	450X110	4.8
598	33*	Tri	1 31.0	+30 24	Sc	60X40	7.0
3031	81	Uma	9 51.5	+69 18	Sb	16X10	8.0
3627	66	Leo	11 17.6	+13 16	Sb	8X2	8.4
4258	106	Cvn	12 16.5	+47 34	Sb	20X6	8.7
4736	94	Cvn	12 48.6	+41 24	Sb	5X4	8.0
5194	51	Cvn	13 27.6	+47 27	Sc	12X6	8.1
5236	83	Hya	13 34.2	-29 36	Sc	10X8	8

* საუკეთესო ხილვადობა შემოდგომა-ზამთარში

ცნობები პლანეტებზე

პლანეტა	პლანეტის ორბიტის მახასიათებლები			პლანეტის გეომეტრიული და მექანიკური ელემენტები					პლანეტის ფიზიკური ელემენტები		
	საშუალო მანძილი მზემდე მილიონ კმ-ით	მზის გარემოქცევის სიდერული პერიოდი წლებით	ორბიტაზე მოძრაობის საშ. სიჩქარე, კმ/წმ	საშუალო დიამეტრი კმ-ით	მოცულობა დედამიწასთან შედარებით	მასა დედამიწასთან შედარებით	საშუალო სიმკვრივე წყალთან შედარებით	კრიზისული სიჩქარე, კმ/წმ	საკუთარი ღერძის ირგვლივ ბრუნვის პერიოდი	პლანეტის სიკაშკაშე ხილვადობის ხელსაყრელ პირობებში ვარსკვლავიერი სიდიდეებით	თანამგზავრთა რაოდენობა
მერკური	58	0.24	47.8	4770	0.06	0.05	5.7	4.3	59 დღე-ღამე	- 1.2	0
ვენერა	108	0.62	35.0	12350	0.91	0.8	4.9	10.4	243 დღე-ღამე?**	- 4.3	0
დედამიწა	150	1.00	29.8	12757	1.00	1.0	5.5	11.3	$23^h56^m04^s.09$	- 3.5*	1
მარსი	228	1.88	24.1	6740	0.15	0.1	4.0	5.1	24 37 22.58	- 2.8	2
იუპიტერი	778	11.86	13.1	139550	1314	317	1.3	61	9 50–56	- 2.5	63
სატურნი	1426	29.46	9.6	115500	744	95	0.7	37	10 14–38	- 0.4	62
ურანი	2869	84.0	6.8	48230	54	15	1.5	22	17 42 **	+ 5.7	27
ნეპტუნი	4496	164.8	5.4	49400	46	17	2.1	25	16 03	+ 7.6	13

* იგულისხმება ხილვადობა მზიდან

** ბრუნავს შებრუნებული მიმართულებით

ცნობები პლანეტათა თანამგზავრებზე

თანამგზავრის სახელი	საშუალო მანძილი პლანეტიდან, ათასი კმ.	პლანეტის გარშემო მოქცევის სიდერული პერიოდი, დღ-ღ.	დიამეტრი, კმ;	ვარსკვლავიერი სიდიდე საშუალო პირისპირდ-გომისას
1	2	3	4	5
დედამიწა				
1. მთვარე	384. 4	27.322	3474	-12.7
მარსი				
1. ფობოსი	9.4	0.319	27	+11.4
2. დეიმოსი	23.5	1.262	15	+12.5
იუპიტერი				
1. იო	422	1.769	3630	+5.0
2. ევროპა	671	3.551	3138	+5.3
3. განიმედე	1070	7.155	5262	+4.6
4. კალისტო	1883	16.689	4806	+5.7
5. ამალთეა	181	0.498	250	+14.1
6. ჰიმალია	11460	250.6	170	+14.6
7. ელარა	11740	259.6	80	+16.3
8. პაციფე	23620	743.6	36	+17.0
9. სინოპე	23940	758.9	28	+18.3
10. ლისითეა	11720	259.2	24	+18.4
11. კარმე	23400	734.2	30	+18.0
12. ანანკე	21280	629.8	20	+18.9
13. ლედა	11160	240.9	10	+20.0
14. თებე	222	0.675	116	+15.7
15 .ადრასთეა	129	0.298	20	+19.1
16. მეტიდა	128	0.295	60	+17.5
17. კალიროე	23498	735.9	10	+20.7
18. თემისტო	7398	130.0	8	+21.4
19. მეგაკლიტე	23463	734.3	5	+21.7
20. ტაიგეტე	22350	682.6	5	+21.9
21. ქალდენე	22452	687.3	4	+22.5
22. ჰარპალიკე	20836	614.5	4	+22.2
23. კალიკე	22623	695.2	5	+21.8
24. იოკასტე	20424	596.3	5	+21.8
25. ერინომე	24062	762.6	3	+22.8
26. ისონოე	23795	749.9	4	+22.5
27. პრაქსიდიკე	21342	637.0	7	+21.2
28. ავთონოე	23776	752.9	4	+22.0
29. თიონე	20841	614.7	4	+22.3
30. ჰერმიპე	21324	629.8	4	+22.1
31. ეთნე	23401	735.5	3	+22.7
32. ევრიდომე	23317	713.1	3	+22.7
33. ევანტე	20997	621.5	3	+22.8
34. ევფორიე	18978	534.1	2	+23.1
35. ორთოზიე	20816	616.7	2	+23.1

თანამგზავრის სახელი	საშუალო მანძილი პლანეტიდან, ათასი კმ.	პლანეტის გარშემო მოქცევის სიდერული პერიოდი, დღ-ღ.	დიამეტრი, კმ;	ვარსკვლავიერი სიდიდე საშუალო პირისპირდ-გომისას
1	2	3	4	5
36. სპონდე	23,515	732.3	2	+23.0
37. კალე	20,712	609.0	2	+23.0
38. პაზიფეე	22,877	715.3	2	+23.2
39. გეგემონე	24,514	781.6	3	+22.8
40. მნემე	20,800	613.9	2	+23.3
41. აიოდე	23,808	748.8	4	+22.5
42. ტელქსინოე	21,300	635.8	2	+23.5
43. არქე	22,931	732.9	3	+22.8
44. კალიქორე	22,395	683.0	2	+23.7
45. ჰელიკე	20,979	617.3	4	+22.6
46. კარპო	17,100	456.5	3	+23.0
47. ევკელადე	24,557	781.6	4	+22.6
48. კილენე	24,000	737.8	2	+23.2
49. S/2000 J 11	12,623	289.7	4	+22.4
50. S/2003 J 2	28,570	982.5	2	+23.2
51. S/2003 J 3	18,340	504.0	2	+23.4
52. S/2003 J 4	23,258	723.2	2	+23.0
53. S/2003 J 5	24,084	759.7	4	+22.4
54. S/2003 J 9	22,442	683.0	1	+23.7
55. S/2003 J 10	24,250	767.0	2	+23.6
56. S/2003 J 12	19,002	533.3	1	+23.9
57. S/2003 J 14	25,000	807.8	2	+23.6
58. S/2003 J 15	22,000	668.4	2	+23.5
59. S/2003 J 16	21,000	595.4	2	+23.3
60. S/2003 J 17	22,000	690.3	2	+23.4
61. S/2003 J 18	20,700	606.3	2	+23.4
62. S/2003 J 19	22,800	701.3	2	+23.7
63. S/2003 J 23	24,000	759.2	2	+23.6
სატურნი				
1. მიმასი	185.6	0.942	397	+12.8
2. ენცელადე	238.1	1.370	500	+11.8
3. ტეფია	294.7	1.888	1060	+10.2
4. დიონე	377.4	2.737	1120	+10.4
5. რეა	527.1	4.518	1530	+9.6
6. ტიტანი	1221.9	15.945	5150	+8.4
7. ჰიპერიონი	1464.1	21.277	410	+14.4
8. იაფეტი	3560.8	79.331	1460	+9.5-11.7
9. ფება	12944.3	548.21	220	+16.4
10. იანუსი	151.5	0.695	178	+14.4
11. ეპიმეთე	151.4	0.694	120	+15.6
12. ელენე	377.4	2.737	32	+18.4
13. თელესტო	294.7	1.888	24	+18.5
14. კალიფსო	294.7	1.888	19	+18.7
15. ატლასი	137.7	0.602	32	+19.0

თანამგზავრის სახელი	საშუალო მანძილი პლანეტიდან, ათასი კმ.	პლანეტის გარშემო მოქცევის სიდერული პერიოდი, დღ-ღ.	დიამეტრი, კმ;	ვარსკვლავიერი სიდიდე საშუალო პირისპირდ-გომისას
1	2	3	4	5
16. პრომეთე	139.4	0.613	100	+15.8
17. პანდორა	141.7	0.629	84	+16.4
18. პანი	133.6	0.575	20	+19.4
19. იმირი	23130.0	1315.33	16	+21.8
20. პალიაკი	15198.0	686.94	19	+21.4
21. თარვოსი	18239.0	926.13	13	+22.3
22. იჯირაკი	11442.0	451.47	10	+22.7
23. სუტუნგი	19465.0	1016.51	6	+23.8
24. კივიოკი	11365.0	449.22	14	+22.2
25. მუნდილფარი	18722.0	951.56	6	+24.0
26. ალბიორიქსი	16394.0	783.47	26	+20.9
27. სკადი	15641.0	728.18	6	+23.7
28. ერიპო	17604.0	871.25	8	+23.2
29. სიარნაკი	18195.0	895.55	32	+20.1
30. ტრიუმი	20219.0	1091.76	6	+23.9
31. ნარვი	18719.0	956.19	7	+23.8
32. მეტონა	194.0	1.01	3	?
33. პალენა	211.0	1.14	4	?
34. პოლიდევკი	377.4	2.74	4	?
35. დაფნისი	136.5	0.594	7	?
36. S/2004 S 7	20576.7	1101.99	6	+24.5
37. S/2004 S 8	23608.9	1354.34	6	+24.6
38. S/2004 S 9	20290.8	1079.10	5	+24.7
39. S/2004 S 10	19618.4	1025.91	6	+24.4
40. S/2004 S 11	16898.4	820.13	6	+24.1
41. S/2004 S 12	19905.9	1048.54	5	+24.8
42. S/2004 S 13	18056.3	905.85	6	+24.5
43. S/2004 S 14	20303.3	1080.10	6	+24.4
44. S/2004 S 15	19372.2	1006.66	6	+24.2
45. S/2004 S 16	22610.7	1269.36	4	+25.0
46. S/2004 S 17	19099.2	985.45	4	+25.2
47. S/2004 S 18	19958.7	1052.72	7	+23.8
ურანი				
1. არიელი	190.9	2.520	1158	+14.1
2. უმბრიელი	266.0	4.144	1172	+14.8
3. ტიტანია	436.3	8.706	1580	+13.8
4. ობერონი	583.5	13.463	1524	+14.0
5. მირანდა	129.9	1.414	480	+16.4
6. კორდელია	49.8	0.336	26	+24.1
7. ოფელია	53.8	0.377	30	+23.8
8. ბიანკა	59.1	0.435	42	+23.0
9. კრესიდა	61.8	0.464	62	+22.2
10. დეზდემონა	62.7	0.474	54	+22.5
11. ჯულიეტა	64.3	0.494	84	+21.5

თანამგზავრის სახელი	საშუალო მანძილი პლანეტიდან, ათასი კმ.	პლანეტის გარშემო მოქცევის სიდერული პერიოდი, დღ-ღ.	დიამეტრი, კმ;	ვარსკვლავიერი სიდიდე საშუალო ოპოზი-ციისას
1	2	3	4	5
12. პორცია	66.1	0.514	108	+21.0
13. როზალინდა	69.9	0.559	54	+22.5
14. ბელინდა	75.2	0.624	66	+22.1
15. პაკი	86.0	0.762	154	+20.3
16. კალიბანი	7168.9	579	60	+21.1
17. სიკორაქსი	12213.6	1289	120	+20.6
18. პროსპერო	16113.5	1953	30	+22.4
19. სეტებოსი	18205.2	2345	30	+22.5
20. სტეფანო	7942.5	676	20	+23.5
21. ტრინკულო	8578.0	759.0	10	+25.4
22. ფრანცისკო	4281.0	266.6	12	+25.0
23. მარგარიტა	14688.7	1694.8	11	+25.2
24. ფერდინანდი	21000.0	2823.4	12	+25.1
25. პერდიტა	76.4	0.638	40	+23.6
26. მაბი	97.7	0.922	10	+26.0
27. კუპიდონი	74.8	0.617	10	+26.0
ნეპტუნი				
1. ტრიტონი	354.6	5.877	2700	+13.5
2. ნერეიდა	5511.2	360.13	340	+18.7
3. ნაიადა	48.2	0.295	54	+24.7
4. თალასა	50.1	0.312	80	+23.8
5. დესპინა	52.5	0.335	150	+22.6
6. გალათეა	61.9	0.429	160	+22.3
7. ლარისა	73.5	0.555	208	+22.0
8. პროთეოსი	117.6	1.123	436	+20.3
9. S/2002 N 1	21990	2868.23	60	+24.4
10. S/2002 N 2	20151	2515.96	40	+25.7
11. S/2002 N 3	21365	2746.72	40	+25.3
12. S/2002 N 4	47279.7	9007.1	60	+24.6
13. S/2003 N 1	46738.0	9136.1	40	+25.5

შენიშვნა:

2006 -2009 წლებში აღმოჩენილია სატურნის კიდევ მცირე ზომის 15 თანამგზავრი, რომელთა უმეტესობას ჯერ მხოლოდ წინასწარი სახელები აქვთ მიკუთვნებული.

ცნობები დედამიწაზე, მზეზე, მთვარეზე

დ ე დ ა მ ი წ ა

დედამიწის ელიფსოიდი	(საბჭოთა განსაზღვრებით,1940)
ეკვატორული რადიუსი	a= 6 378.245 კმ
პოლარული რადიუსი	b= 6 356.863 კმ
დედამიწის ელიფსოიდის შეკუმშულობა	a= 1/298.3±04
ხმელეთის ფართობი	149 860 000 კმ^2. (29%)
წყლით დაფარული ზედაპირის ფართობი	361 460 000 კმ^2. (71%)
მოცულობა	1.08X10^{12}კმ^3
მასა	5.98X10^{27}გ
საშუალო სიმკვრივე	5.5 (წყალთან შედარებით)
უმაღლესი წერტილი ზღვის დონიდან (მწვ. ჯომოლუნგმა)	8 848 მ.
უდიდესი სიღრმე ოკეანეში (მარიანის ღრმული)	11 035 მ.
განთავისუფლების კრიზისული სიჩქარე	11.2 კმ/წმ
საშუალო ორბიტული სიჩქარე	29.8 კმ/წმ
ბრუნვის ხაზოვანი სიჩქარე ეკვატორზე	465 მ/წმ

მ ზ ე

საშუალო მანძილი დედამიწიდან	149 604 000 კმ (± 17 000 კმ)
ხილული დიამეტრი 1 ასტრონომიული ერთეულის მანძილზე	31’59”.3
დიამეტრი	1 390 600კმ
ბრუნვის სიდერული პერიოდი (ეკვატორზე)	25. 38 საშუალო დღე-ღამე
ბრუნვის სინოდური პერიოდი (ეკვატორზე)	27.35 საშუალო დღე-ღამე
ეკვატორის დახრა ეკლიპტიკის მიმართ	7° 15’
მასა	333 434 (დედამიწასთან შედარებით)
საშუალო სიმკვრივე	1.41 (წყალთან შედარებით)
სიმკვრივე გარე ფენებში	10^{-10} (წყალთან შედარებით)
სიმკვრივე ცენტრში	11.0 (წყალთან შედარებით)
სიმძიმის ძალის აჩქარება ფოტოსფეროში	27.9 (დედამიწასთან შედარებით)
განთავისუფლების კრიზისული სიჩქარე	619.4 კმ/წმ
მოცულობა	1 301 200 (დედამიწასთან შედარებით)
მზის მუდმივა	1.94 კალ/ სმ^2.წთ.
ვიზუალური ვარსკვლავიერი სიდიდე	–26.72
ტემპერატურა ფოტოსფეროში	5 730°C
ტემპერატურა ლაქისა	4 000°C
ტემპერატურა გულში	~ 14 000 000°C
ნათობა	3.7X10^{33}ერგ/წმ

მ თ ვ ა რ ე

საშუალო მანძილი დედამიწიდან	384 400 კმ (60.267 დედამიწის რადიუსთან შედარებით)
ორბიტის ექსცენტრისიტეტი	0.056
ორბიტის საშუალო დახრა ეკლიპტიკის მიმართ	$5^{\circ}8'$
გარემოქცევის სიდერული პერიოდი	27.322 (საშუალო დღე-ღამე)
გარემოქცევის სინოდური პერიოდი	29.531 (საშუალო დღე-ღამე)
ხილული დიამეტრი დედამიწიდან საშ. მანძილზე	31’ 05”.2
ეკვატორის დახრა ორბიტის მიმართ	$6^{\circ}40'.7$
ეკვატორის დახრა ეკლიპტიკის მიმართ	$1^{\circ}32'.1$
დიამეტრი	3473 კმ
დიამეტრი	0.272 (დედამიწასთან შედარებით)
მასა	0.012 (დედამიწასთან შედარებით)
სიმკვრივე	3.33 (წყალთან შედარებით)
სიმკვრივე	0.61 (დედამიწასთან შედარებით)
მოცულობა	0. 020 (დედამიწასთან შედარებით)
სიმძიმის ძალის აჩქარება ზედაპირზე	0.165 (დედამიწასთან შედარებით)
განთავისუფლების კრიზისული სიჩქარე	2.4 კმ/წმ
ფოტოვიზუალური ვარსკვლავიერი სიდიდე	−12.67
საშუალო პარალაქსი	57’03”
ტემპერატურა მთვარის განათებულ ზედაპირზე	$+120^{\circ}$C, ჩრდილში-130°C
ცენტრის ზედა კულმინაციის ყოველდღიური დაგვიანება	მაქსიმალური 66 წთ მინიმალური 38 წუთი საშუალო 50 წთ
საშუალო ორბიტული სიჩქარე	1.02 კმ/წმ

სხვადასხვა მონაცემი

გალაქტიკის ჩრდილოეთ პოლუსის მდებარეობა:
α=191°, δ=+27°.7.
მზის დაშორება გალაქტიკის ცენტრიდან: 8 200 პარსეკი
გალაქტიკის მასა: $1.6X10^{11}$ მზის მასა
გალაქტიკის დიამეტრი: 30 კილოპარსეკი

ზოგიერთი მნიშვნელოვანი სიდიდე (მნიშვნელობები, მიღებული საერთაშორისო შეთანხმებით)

მზის პარალაქსი	8”.79
წლიური აბერაციის მუდმივა	20”.49
დღეღამური აბერაციის მუდმივა	0”.32
წლიური პრეცესია	50”.2564 - 0”.00022.t. 1)
ეკვატორის დახრა ეკლიპტიკასთან	$23^o27'8''.26$ - 0”468.t. 2)
დედამიწის ეკვატორის სიგრძე	40 076 კმ
დედამიწის ეკვატორული რადიუსი	a=6 378.388 კმ
დედამიწის პოლარული რადიუსი	b=6 356.912 კმ
დედამიწის შეკუმშულობა	$(a=\frac{a-b}{a})\ \frac{1}{297}$
სიმძიმის ძალის სტანდარტული აჩქარება	$g=9.78049+0.05282\sin^2\phi$ მ/წმ^2
დედამიწის მთელი ზედაპირის ფართობი	$5.101X10^8$ კმ^2
ასტრონომიული ერთეული	149 604 000 კმ

საშუალო დღე-ღამის ხანგრძლივობა

1.002738 ვარსკვ. დღე-ღამე=$24^h03^m56^s.555$ (ვარსკვ. დროით)

ვარსკვლავიერი დღე-ღამე

0.997269 საშ. დღე-ღამე=$23^h56^m04^s.0905$ (საშ. დროით)

სიდერული თვე	27.321661 საშ. დღე-ღამე	=$27^d07^h43^m11^s.51$ (საშ. დროით)
სინოდური თვე	29.530588 საშ. დღე-ღამე	=$29^d12^h44^m02^s.82$ (საშ. დროით)
სიდერული წელიწადი	365.256360 საშ. დღე-ღამე	=$365^d06^h09^m09^s.54$ (საშ. დროით)
ტროპიკული წელიწადი	365.242196 საშ. დღე-ღამე	=$365^d05^h48^m45^s.98$ (საშ. დროით)

ფიზიკური მუდმივები

მიზიდულობის უნივერსალური მუდმივა G, რომელიც შედის ნიუტონის მსოფლიოო მიზიდულობის კანონის გამოსახულებაში $F=G.m_1m_2/R^2$

$G=(6,670 \pm 0,005)\times10^{-8}$ გრ$^{-1}$ სმ^3 წმ$^{-2}$ 3)

გაუსის მუდმივა k=0.01720210

სიმძიმის ძალის აჩქარება 45^o განედზე (აბსოლუტური)

$g_{45^o}=980.616$ სმ წმ$^{-2}$

სიმძიმის ძალის სტანდარტული აჩქარება (მიღებულია ბარომეტრული გამოთვლებისათვის) $g_0=980.665$ სმ წმ$^{-2}$

სინათლის სიჩქარე ვაკუუმში $c=299\ 792.\ 458\pm1,2$ კმ/წმ$^{-1}$

1 მცირე კალორია =4.182 ჯოული

აბსოლუტური ნული 0' K=-273^o.16C

---

1) t აქ აითვლება 1900 წლიდან იულიუსის წლებით.

2) აქ t გამოსახულია ტროპიკული წლებით. ათვლილია 1900 წლიდან.

3) პროცენტის მეოცედი ნაწილის სიზუსტით შეგვიძლია მივიღოთ: $G=2000/3X10^{-10}$ გრ$^{-1}$ სმ^3 წმ$^{-2}$ (პ.პ. პარენაგოს მიხედვით).

სიგრძისა და მანძილის ერთეულები

ანგსტრემი (A) $=10^{-8}$ სმ

მილიმიკრონი (mμ) $=10^{-7}$ სმ

მიკრონი (μ) $=10^{-4}$ სმ

მეტრი (მ) $=10^{2}$ სმ

კილომეტრი (კმ) $=10^{5}$ სმ

ასტრონომიული ერთეული (ა.ე) $1.49604\text{X}10^{13}$ სმ

სინათლის წელი $9.460\text{X}10^{17}$ სმ=0.3069 პარსეკი

პარსეკი $30.84\text{X}10^{17}$სმ=3.263 სინათლის წელი

კილოპარსეკი =1 000 პარსეკი

მეგაპარსეკი $=30.84\text{X}10^{23}$ სმ$=3.263\text{X}10^{6}$ სინათლის წელი

ინგლისური დუიმი=2.540 სმ

ინგლისური ფუტი=12 დუიმი=30.48 სმ

ინგლისური მილი=1.609344 კმ

საზღვაო მილი=1.853 კმ (შეესაბამება მერიდიანის რკალის 1'-ს)

მათემატიკური სიდიდეები

$\pi=3.1415926536$ $\lg\pi= 0.497149873$

$e=2.7182818285$ $\lg M= -1.6377843$

$M=\lg e=0.4342944819$ $\frac{1}{M} = \ln 10=2.3025850930$

$\lg \frac{1}{M} =0.3622157$

1 რადიანი$=\frac{180^{o}}{\pi}=57^{o}.295779513=57^{o}17'44''.806=3437'.7467708=206264''.80625$

სფეროს ფართობი=41 253 კვადრატულ გრადუსს

$360^{o} =21\ 600'=1296000''$

$2\pi=6.28319$ $\frac{1}{\pi}=0.31831$ $\sin 1^{o} =0.017452$

$\frac{\pi}{4}=0.78540$ $\sqrt{\pi}=1.77245$ $\sin 1'=0.0002909$

$\frac{4\pi}{3}=4.18879$ $\sqrt{2}=1.41421$ $\sin 1''=0.00000485$

$\pi^{2}=9.86960$ $\sqrt{3}=1.73205$

ᲗᲐᲜᲐᲕᲐᲠᲡᲙᲕᲚᲐᲕᲔᲓᲔᲑᲘᲡ ᲡᲐᲮᲔᲚᲬᲝᲓᲔᲑᲐᲜᲘ ᲓᲐ ᲐᲦᲜᲘᲨᲕᲜᲔᲑᲘ

ლათინური სახელწოდება	აღნიშვნა	ქართული სახელწოდება	რუსული სახელწოდება
Andromeda	And	ანდრომედე	Андромеда
Antlia	Ant	ტუმბო	Насос
Apus	Aps	სამოთხის ჩიტი	Райская птица
Aquarius	Aqr	მერწყული	Водолей
Aquila	Aql	არწივი	Орел
Ara	Ara	სამსხვერპლო	Жертвенник
Aries	Ari	ვერძი	Овен
Auriga	Aur	მეეტლე	Возничий
Bootes	Boo	მენახირე	Волопас
Caelum	Cae	საჭრისი	Резец
Camelopardalis	Cam	ჟირაფი	Жираф
Cancer	Cnc	კირჩხიბი	Рак
Canes Venatici	CVn	მეძებარი ძაღლები	Гончие псы
Canis Major	CMa	დიდი ქოფაკი	Большой пес
Canis Minor	CMi	პატარა ქოფაკი	Малый пес
Capricornus	Cap	თხის რქა	Козерог
Carina	Car	გემის ხერხემალი	Киль
Cassiopeia	Cas	კასიოპეა	Кассиопея
Centaurus	Cen	კენტავრი	Кентавр
Cepheus	Cep	ცეფევსი	Цефей
Cetus	Cet	ვეშაპი	Кит
Chamaeleon	Cha	ქამელეონი	Хамелеон
Circinus	Cir	ფარგალი	Циркуль
Columba	Col	მტრედი	Голубь
Coma berenices	Com	ბერენიკეს თმები	Волосы Вероники
Corona Austrina	CrA	სამხრ. Gგვირგვინი	Южная Корона
Corona Borealis	CrB	ჩრდ. Gგვირგვინი	Северная Корона
Corvus	Crv	ყორანი	Ворон
Crater	Crt	ფიალა	Чаша
Crux	Cru	სამხრეთის ჯვარი	Южный Крест
Cygnus	Cyg	გედი	Лебедь
Delphinus	Del	დელფინი	Дельфин
Dorado	Dor	ოქროს თევზი	Золотая рыба
Draco	Dra	გველეშაპი	Дракон
Equuleus	Equ	კვიცი	Малый Конь
Eridanus	Eri	ერიდანუსი	Эридан
Fornax	For	ღუმელი	Печь
Gemini	Gem	მარჩბივი	Близнецы
Grus	Gru	წერო	Журавль
Herkules	Her	ჰერკულესი	Геркулес

ლათინური სახელწოდება	აღნიშვნა	ქართული სახელწოდება	რუსული სახელწოდება
Horologium	Hor	საათი	Часы
Hydra	Hya	ჰიდრა	Гидра
Hydrus	Hyi	სამხ. ჰიდრა	Южная гидра
Indus	Ind	ინდოელი	Индеец
Lacerta	Lac	ხვლიკი	Ящерица
Leo	Leo	ლომი	Лев
Leo Minor	L Mi	პატარა ლომი	Малый лев
Lepus	Lep	კურდღელი	Заяц
Libra	Lib	სასწორი	Весы
Lupus	Lup	მგელი	Волк
Lunx	Lyn	ფოცხვერი	Рысь
Lura	Lur	ქნარი	Лира
Mensa	Men	მაგიდა მთა	Столовая гора
Microscopium	Mic	მიკროსკოპი	Микроскоп
Monoceros	Mon	მარტორქა	Единорог
Musca	Mus	ბუზი	Муха
Norma	Nor	გონიო	Наугольник
Octans	Oct	ოქტანტი	Октант
Ophiuchus	Oph	გველისმჭერი	Змееносец
Orion	Ori	ორიონი	Орион
Pavo	Pav	ფარშევანგი	Павлин
Pegasus	Peg	პეგასი	Пегас
Perseus	Per	პერსევსი	Персей
Phoenix	Phx	ფენიქსი	Феникс
Pictor	Pic	მხატვარი	Живописец
Pisces	Psc	თევზი	Рыба
Piscis Austrinus	PsA	სამხ. თევზი	Южная рыба
Puppis	Pup	კიჩო	Корма
Pyxis	Pux	კომპასი	Компас
Reticulum	Ret	ბადურა	Сетка
Sagitta	Sge	ისარი	Стрела
Sagittarius	Sgr	მშვილდოსანი	Стрелец
Scorpius	Sco	ღრიანკალი	Скорпион
Sculptor	Scl	მოქანდაკე	Скульптор
Scutum	Sct	ფარი	Щит
Serpens	Ser	გველი	Змея
Sexstans	Sex	სექსტანტი	Секстант
Taurus	Tau	კურო	Телец
Telescopium	Tel	ტელესკოპი	Телескоп
Triangulum	Tri	სამკუთხედი	Треугольник
Triangulum Australe	TrA	სამხ. სამკუთხედი	Южный Треугольник
Tucana	Tuc	ტუკანი	Тукан
Ursa Major	Uma	დიდი დათვი	Большая Медведица
Ursa minor	Umi	პატარა დათვი	Малая Медведица
Vela	Vel	იალქნები	Паруса
Vigro	Vir	ქალწული	Дева
Volans	Vol	მფრინავი თევზი	Летучая рыба
Vulpecula	Vul	მელა	Лисичка

საშუალო დროის შუალედის ვარსკვლავიერ დროში გადასაყვანი ცხრილი

(შესწორება მიემატება)

საშუალო საათი h	შესწორება m	შესწორება s	საშუალო წუთი	შესწორება s	საშუალო წუთი	შესწორება s	საშუალო წამი	შესწორება s	საშუალო წამი	შესწორება s
1	0	9.856	1	0.164	31	5.093	1	0.003	31	0.085
2	0	19.713	2	0.329	32	5.257	2	0.005	32	0.088
3	0	29.569	3	0.493	33	5.421	3	0.008	33	0.090
4	0	39.426	4	0.657	34	5.585	4	0.011	34	0.093
5	0	49.282	5	0.821	35	5.750	5	0.014	35	0.096
6	0	59.139	6	0.986	36	5.914	6	0.016	36	0.099
7	1	8.995	7	1.150	37	6.078	7	0.019	37	0.101
8	1	18.852	8	1.314	38	6.242	8	0.022	38	0.104
9	1	28.708	9	1.478	39	6.407	9	0.025	39	0.107
10	1	38.565	10	1.643	40	6.571	10	0.027	40	0.110
11	1	48.421	11	1.807	41	6.735	11	0.030	41	0.112
12	1	58.278	12	1.971	42	6.900	12	0.033	42	0.115
13	2	8.134	13	2.136	43	7.064	13	0.036	43	0.118
14	2	17.991	14	2.300	44	7.228	14	0.038	44	0.120
15	2	27.847	15	2.464	45	7.392	15	0.041	45	0.123
16	2	37.704	16	2.628	46	7.557	16	0.044	46	0.126
17	2	47.560	17	2.793	47	7.721	17	0.047	47	0.129
18	2	57.417	18	2.957	48	7.885	18	0.049	48	0.131
19	3	7.273	19	3.121	49	8.049	19	0.052	49	0.134
20	3	17.129	20	3.285	50	8.214	20	0.055	50	0.137
21	3	26.986	21	3.450	51	8.378	21	0.057	51	0.140
22	3	36.842	22	3.614	52	8.542	22	0.060	52	0.142
23	3	46.699	23	3.778	53	8.707	23	0.063	53	0.145
24	3	56.555	24	3.943	54	8.871	24	0.066	54	0.148
			25	4.107	55	9.035	25	0.068	55	0.151
			26	4.271	56	9.199	26	0.071	56	0.153
			27	4.435	57	9.364	27	0.074	57	0.156
			28	4.600	58	9.528	28	0.077	58	0.159
			29	4.764	59	9.692	28	0.079	59	0.162
			30	4.928	60	9.856	30	0.082	60	0.164

საშუალო დღე-ღამე =
$=24^h03^m56^s.555=$
= 1.002738
ვარსკვლავიერ
დღე-ღამეს

ვარსკვლავიერი დროის შუალედის საშუალო დროში გადასაყვანი ცხრილი

(შესწორება გამოაკლდება)

ვარსკვლავიერი საათი h	შესწორება m	შესწორება s	ვარსკვლავიერი წუთი	შესწორება s	ვარსკვლავიერი წუთი	შესწორება s	ვარსკვლავიერი წამი	შესწორება s	ვარსკვლავიერი წამი	შესწორება s
1	0	9.830	1	0.164	31	5.079	1	0.003	31	0.085
2	0	19.659	2	0.328	32	5.242	2	0.005	32	0.087
3	0	29.489	3	0.491	33	5.406	3	0.008	33	0.090
4	0	39.318	4	0.655	34	5.570	4	0.011	34	0.093
5	0	49.148	5	0.819	35	5.731	5	0.014	35	0.096
6	0	58.977	6	0.983	36	5.898	6	0.016	36	0.098
7	1	8.807	7	1.147	37	6.062	7	0.019	37	0.101
8	1	18.636	8	1.311	38	6.225	8	0.022	38	0.104
9	1	28.466	9	1.474	39	6.389	9	0.025	39	0.106
10	1	38.296	10	1.638	40	6.553	10	0.027	40	0.109
11	1	48.125	11	1.802	41	6.717	11	0.030	41	0.112
12	1	57.955	12	1.966	42	6.881	12	0.033	42	0.115
13	2	7.784	13	2.130	43	7.045	13	0.035	43	0.117
14	2	17.614	14	2.294	44	7.208	14	0.038	44	0.120
15	2	27.443	15	2.457	45	7.372	15	0.041	45	0.123
16	2	37.273	16	2.621	46	7.536	16	0.044	46	0.126
17	2	47.102	17	2.785	47	7.700	17	0.046	47	0.128
18	2	56.932	18	2.949	48	7.864	18	0.049	48	0.131
19	3	6.762	19	3.113	49	8.027	19	0.052	49	0.134
20	3	16.591	20	3.277	50	8.191	20	0.055	50	0.137
21	3	26.421	21	3.440	51	8.355	21	0.057	51	0.139
22	3	36.250	22	3.604	52	8.519	22	0.060	52	0.142
23	3	46.080	23	3.768	53	8.683	23	0.063	53	0.145
24	3	55.909	24	3.932	54	8.847	24	0.066	54	0.147
			25	4.096	55	9.010	25	0.068	55	0.150
			26	4.259	56	9.174	26	0.071	56	0.153
			27	4.423	57	9.338	27	0.074	57	0.156
			28	4.587	58	9.502	28	0.076	58	0.158
			29	4.751	59	9.666	29	0.079	59	0.161
			30	4.915	60	9.830	30	0.082	60	0.164

ვარსკვლავიერი დღე-ღამე = $=23^h56^m04^s.091=$ = 0.997270 საშუალო დღე-ღამეს

რკალის გრადუსებისა და მინუტების დროის საათებსა და წუთებში გადასაყვანი ცხრილი

	0		1		2		3		4		5		6		7		8		9	
o	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m
0	0	0	0	4	0	8	0	12	0	16	0	20	0	24	0	28	0	32	0	36
10	0	40	0	44	0	48	0	52	0	56	1	0	1	4	1	8	1	12	1	16
20	1	20	1	24	1	28	1	32	1	36	1	40	1	44	1	48	1	52	1	56
30	2	0	2	4	2	8	2	12	2	16	2	20	2	24	2	28	2	32	2	36
40	2	40	2	44	2	48	2	52	2	56	3	0	3	4	3	8	3	12	3	16
50	3	20	3	24	3	28	3	32	3	36	3	40	3	44	3	48	3	52	3	56
60	4	0	4	4	4	8	4	12	4	16	4	20	4	24	4	28	4	32	4	36
70	4	40	4	44	4	48	4	52	4	56	5	0	5	4	5	8	5	12	5	16
80	5	20	5	24	5	28	5	32	5	36	5	40	5	44	5	48	5	52	5	56
90	6	0	6	4	6	8	6	12	6	16	6	20	6	24	6	28	6	32	6	36
100	6	40	6	44	6	48	6	52	6	56	7	0	7	4	7	8	7	12	7	16
110	7	20	7	24	7	28	7	32	7	36	7	40	7	44	7	48	7	52	7	56
120	8	0	8	4	8	8	8	12	8	16	8	20	8	24	8	28	8	32	8	36
130	8	40	8	44	8	48	8	52	8	56	9	0	9	4	9	8	9	12	9	16
140	9	20	9	24	9	28	9	32	9	36	9	40	9	44	9	48	9	52	9	56
150	10	0	10	4	10	8	10	12	10	16	10	20	10	24	10	28	10	32	10	36
160	10	40	10	44	10	48	10	52	10	56	11	0	11	4	11	8	11	12	11	16
170	11	20	11	24	11	28	11	32	11	36	11	40	11	44	11	48	11	52	11	56
180	12	0	12	4	12	8	12	12	12	16	12	20	12	24	12	28	12	32	12	36
190	12	40	12	44	12	48	12	52	12	56	13	0	13	4	13	8	13	12	13	16
200	13	20	13	24	13	28	13	32	13	36	13	40	13	44	13	48	13	52	13	56
210	14	0	14	4	14	8	14	12	14	16	14	20	14	24	14	28	14	32	14	36
220	14	40	14	44	14	48	14	52	14	56	15	0	15	4	15	8	15	12	15	16
230	15	20	15	24	15	28	15	32	15	36	15	40	15	44	15	48	15	52	15	56
240	16	0	16	4	16	8	16	12	16	16	16	20	16	24	16	28	16	32	16	36
250	16	40	16	44	16	48	16	52	16	56	17	0	17	4	17	8	17	12	17	16
260	17	20	17	24	17	28	17	32	17	36	17	40	17	44	17	48	17	52	17	56
270	18	0	18	4	18	8	18	12	18	16	18	20	18	24	18	28	18	32	18	36
280	18	40	18	44	18	48	18	52	18	56	19	0	19	4	19	8	19	12	19	16
290	19	20	19	24	19	28	19	32	19	36	19	40	19	44	19	48	19	52	19	56
300	20	0	20	4	20	8	20	12	20	16	20	20	20	24	20	28	20	32	20	36
310	20	40	20	44	20	48	20	52	20	56	21	0	21	4	21	8	21	12	21	16
320	21	20	21	24	21	28	21	32	21	36	21	40	21	44	21	48	21	52	21	56
330	22	0	22	4	22	8	22	12	22	16	22	20	22	24	22	28	22	32	22	36
340	22	40	22	44	22	48	22	52	22	56	23	0	23	4	23	8	23	12	23	16
350	23	20	23	24	23	28	23	32	23	36	23	40	23	44	23	48	23	52	23	56
360	24	0																		

დამატებანი

სამყაროს შეცნობა ღრმავდება

(ახალ აღმოჩენათა კვალდაკვალ)

შ. საბაშვილი

1. მნიშვნელოვანი ნაბიჯი მზის სისტემის წარმოშობისა და ევოლუციის შესწავლის გზაზე.

,,ასტრონომიული კალენდრის" რედაქცია ცდილობს მის მკითხველებს ყოველწლიურად მიაწოდოს უახლოესი წლების ყველაზე მნიშვნელოვან ასტრონომიულ აღმოჩენათა მიმოხილვა. ვფიქრობ, ჩვენი ალმანახის წინა გამოცემებში დაბეჭდილი ამგვარი მასალები საინტერესო აღმოჩნდებოდა ასტრონომიით დაინტერესებული მკითხველებისთვის. მეტიც, რადგან ასტრონომია სამყაროს აგებულებისა და განვითარების ყველა ასპექტს ეხება თავის კვლევებში, იგი თავისდაუნებურად ბევრი სხვა მეცნიერების საკვლევ ობიექტებსა თუ ასპექტებსაც აწყდება (ასეთებია ფიზიკა, ქიმია, ბიოლოგია, გეოგრაფია, პალეონტოლოგია და სხვ). ხოლო ვინაიდან ჩვენც, მასალის შერჩევისას ისეთ სამეცნიერო ნაშრომებს ვაძლევთ უპირატესობას, რომლებიც მრავალპლანიანობით და ფუნდამენტურობით ხასიათდებიან, საბოლოოო ანგარიშით ისინი ბევრად უფრო მეტი მკითხველისთვის უნდა ყოფილიყვნენ საინტერესონი, ვიდრე მხოლოდ ასტრონომიის მოყვარულნი არიან.

ნაწილობრივ ეს იმ კვლევასაც ეხება, რომლის შესახებ ,,ასტრონომიული კალენდრის" წლევანდელ გამოშვებაში გვინდა მოგითხროთ. საკითხი მზის სისტემის გენეზისსა და ევოლუციას ეხება, მისი საბოლოო გარკვევა კი კერძოდ იმ კითხვაზე პასუხის მიღებასაც ნიშნავს, თუ როგორ წარმოიშვნენ პლანეტები და, მათ რიცხვში, ჩვენი პლანეტა დედამიწაც. არა მგონია ეს საკითხი უინტერესო იყოს რომელიმე მკითხველისთვის.

დავიწყოთ იმით, რომ მზის სისტემის წარმოქმნის საკითხი საერთოდ ვარსკვლავთა წარმოშობის პრობლემის ნაწილია (მზე ხომ ერთი რიგითი ვარსკვლავია ჩვენს გალაქტიკაში!). ამჟამად მკვლევართა აბსოლუტურად უმეტესი ნაწილი აღიარებს, რომ ვარსკვლავები წარმოიშობიან გალაქტიკაში არსებული უზარმაზარი

აირ-მტვრის კომპლექსების გრავიტაციული კუმშვის შედეგად, რომლის პროცესში გრავიტაციული ველის ენერგია თანდათანობით გარდაიქმნება ღრუბლის სითბურ ენერგიად და, საბოლოოდ, მის ელექტრო-მაგნიტურ გამოსხივებად, მათ შორის ხილული დიაპაზონის გამოსხივებადაც ანუ სინათლედ. ამ უკანასკნელის გამოსვლა ღრუბლიდან გარე სივრცეში ბრკოლდება თანდათანობით კუმშვადი ღრუბლის გამკვრივებისა და მზარდი გაუმჭვირვალობის გამო. ეს იწვევს ღრუბლის ტემპერატურის განუწყვეტელ მატებას, საბოლოოდ კი, ისეთ შემთხვევებში, როდესაც კონდენსირებადი აირ-მტვრის კომპლექსის საწყისი მასა აღემატება დაახლოებით მზის მასის 7%-ს, კომპლექსის ბირთვში ტემპერატურა ისეთ ზღვარს აღწევს, რომ ჩაერთვებიან მსუბუქი ქიმიური ელემენტებიდან მძიმე ქიმიური ელემენტების წარმოქმნის ე.წ ბირთვული რეაქციები, რასაც სხივური ენერგიის ანუ სინათლის ფოტონების (აგრეთვე გარემოსთან ძალზე მცირე ურთიერთქმედების უნარის მქონე ელემენტარული ნაწილაკების – ნეიტრინოების) წარმოქმნა მოსდევს, ანუ კონდენსირებადი კომპლექსი ენერგიის თვითგამომსხივარ წყაროდ – ვარსკვლავად გარდაიქმნება. ვიმეორებ, ეს თეორია ახლა ძალიან პოპულარულია, ანუ თითქმის დამტკიცებულად ითვლება. მეტიც, მკვლევრებს შორის თანდათან სულ უფრო ფეხს იკიდებს შეხედულება, რომ ვარსკვლავთწარმოქმნის პროცესის ბოლოს ვარსკვლავის შემადგენლობაში ექცევა კონდენსირებადი აირ-მტვრის კომპლექსის ძირითადი მასა, მაგრამ არა მისი მთელი რაოდენობა – მასის რაღაც მცირე ნაწილი რჩება ახლადწარმოქმნილი ვარსკვლავის გარემომცველი ნისლეულის შემადგენლობაში, რომლიდანაც თანდათანობით შემდგომში ფორმირდებიან პლანეტები. ეს დასკვნაც ფართოდაა გავრცელებული ამჟამად ასტრონომიულ სამყაროში, მაგრამ თვით აირ-მტვროვანი გაბნეული მატერიიდან მყარი პლანეტების წარმოქმნის მექანიზმი ჯერ კარგად გარკვეული არაა და მიმდინარეობს ამ პროცესის სხვადასხვა, ცალკეული სტადიების თეორიული დამუშავება.

კერძოდ, ზემონათქვამიდან გამომდინარე, ითვლება, რომ ერთ-ერთი აირ-მტვრის კომპლექსიდან, მისი გრავიტაციული კუმშვის გზით მზის წარმოქმნის შემდეგ დარჩა მზის გარემომცველი ნისლეული, რომლიდანაც შემდგომში თანამედროვე მზისიერი პლანეტების ფორმირების პროცესი ასტრონომთა გაცხოველებული კვლევის საგანია.

თვით ნისლეულიდან, სპეციალისტთა აზრით, შემდგომში ყალიბდებოდა ე.წ. პროტოპლანეტური დისკოები, რომლებშიც თანდათანობით წარმოიქმნებოდა მცირე ზომის მყარი ბირთვები – ე.წ. პლანეტეზიმალები, ეს უკანასკნელნი კი, ერთმანეთთან ურთიერთობის გზით თანდათანობით უფრო და უფრო მსხვილდებოდნენ და, საბოლოოდ, ერთმანეთთან მთლიანი შერწყმით იქცეოდნენ მყარ

პლანეტად. ეს აზრობრივი მონახაზი, ცხადია, რაოდენობრივ დამუშავებას და ცალკეულ ეტაპთა მათემატიკურ გათვლას საჭიროებდა. პირველ რიგში კი თვით პროტოპლანეტურ დისკოთა აღმოჩენა იყო საჭირო ჩვენი გალაქტიკის ვარსკვლავთა გარშემო. ასეთი დისკოები მრავალი ვარსკვლავის ირგვლივ აღმოჩნდა, მაგრამ მათში ნივთიერების სიმკვრივის თანდათანობითი ზრდა და ასევე დისკოს შემადგენელი მყარი წარმონაქმნების ხაზოვანი ზომების მატება ჯერაც დასამტკიცებელი იყო. ,,ასტრონომიული კალენდრის“ 2017 წლის გამოცემაში ჩვენ მკითხველს ვუამბეთ ლ. პერეზის (მაქს პლანკის რადიოასტრონომიის ინსტიტუტი, ბონი, გერმანია) და სხვა ავტორთა სტატიის შესახებ, რომელშიც პირველადაა დადასტურებული გალაქტიკაში ვარსკვლავთწარმოქმნის პროცესის თანამდევი და პლანეტათა სისტემის წარმოშობის საწყისი ეტაპის მაცნე სპირალური სტრუქტურების არსებობა. საუბარია დადასტურებაზე უშუალო ასტრონომიული დაკვირვებების გზით. ჩვენ ვწერდით, რომ ეს გარდამტეხი ეტაპია პლანეტათა კოსმოგონიის ამოცანათა გადაჭრის გზაზე. სახელდობრ, ამ მკვლევრებმა შეისწავლეს ახალგაზრდა ვარსკვლავ Elias 2-27-ის გარშემო არსებული პროტოპლანეტური დისკო, დააკვირდნენ მას ატაკამას დიდი მილიმეტრულ-სუბმილიმეტრული მასივით (ხილული სპექტრის დიაპაზონებში ამგვარი დისკო გაუმჭვირვალეა და არ იძლევა მისი შიდა სტრუქტურის კვლევის საშუალებას), და 1,3 მმ ტალღის სიგრძეზე დაკვირვებით აღმოაჩინეს სპირალური შტოები პროტოვარსკვლავიდან 70 ასტრონომიული ერთეულის ტოლ მანძილზე (ეს მზიდან ვენერამდე მანძილს უახლოვდება). ავტორები კვლევის საფუძველზე ასკვნიდნენ, რომ ეს არის არა ნივთიერების რეალური შტოები ანუ სტაბილური სპირალები, არამედ სიმკვრივის ტალღები. ადრე აღმოჩენილ სპირალურ ტალღათაგან განსხვავებით, რომლებიც უმეტესწილად გარეშე სხეულებთან კონტაქტის შედეგი იყო, ეს უკვე თვითგრავიტირებადი პროცესის მოწმე ტალღებია. მკვლევართა აზრით, ისინი დაგვეხმარებიან გავიგოთ, როგორ გარდაიქმნება მიკრომეტრული ზომის ნაწილაკები ასეულობით მ. ზომის პლანეტიზიმალებად, რომლებიც შემდგომში უკვე კლდოვან პლანეტებად ან აიროვანი პლანეტების კლდოვან ბირთვებად იქცევიან შეჯახებებისა და პირდაპირი შეერთება-შეკრების გზით. აქ ჯერაც ბევრი სიძნელეა გადასალახავი, მაგრამ მიაჩნიათ, რომ პროტოპლანეტური დისკოებიდან რეალურ პლანეტათა წარმოქმნის პროცესის გაგებისკენ დიდი ნაბიჯია გადადგმული, თანაც დამზერითი ასტრონომიის ფარგლებში. ოღონდ ეს ეხება ჩვენი გალაქტიკის სხვა ვარსკვლავებს და მათ დისკოებს.

ჟურნალ „Science“-ის 2020 წლის 28 თებერვლის ნომერში (ტ.367, გამოშვება 6481) გამოქვეყნებულ სტატიებსა (J. R. Spencer et al, გვ. 998, W. M. Grundy et al, გვ. 999, W. B. Mckinnon et al, გვ. 1000) და დავიდ კ. ჯიუიტის (David C. Jewitt) შემაჯამებელ მიმოხილვაში – “ღრმა

ჩაყვინთვა პირველყოფილ ქაოსში" (გვ.980-981) კი შესწავლილი და განხილულია უკვე ჩვენი მზის სისტემის შემადგენელი რეალური ციური სხეული – ე.წ კოიპერის სარტყელის ობიექტი (486958) აროკოთი (Arrokoth), ადრინდელი აღნიშვნით 2014 MU_{69} და დასკვნილია: მისი ფორმა და აგებულება წარმოადგენს რეალურ მოწმობას იმისა, რომ ჩვენი მზის წარმოქმნის შემდეგ მის ირგვლივ დარჩენილ მზისიერ ნისლეულში მართლაც განვითარდა გარემოში არსებულ მაკროსკოპულ სხეულთა თანდათანობითი ურთიერთ-შეერთებით მყარ პლანეტიზიმალთა წარმოქმნისა და შემდგომი გამსხვილების პროცესი, რომელიც საბოლოოდ პლანეტათა ჩამოყალიბებით დამთავრდა. ეს ძლიერ მნიშვნელოვანი ნაშრომია, ამასთან იგი შესრულებულია კოსმოსური ტექნიკის გამოყენებით და წარმოადგენს ე.წ. ასტრონომიული ექსპერიმენტის ნიმუშს. იგი ეხმიანება ზემოაღწერილ შრომას გალაქტიკის სხვა ვარსკვლავის ირგვლივ არსებულ პროტოპლანეტურ დისკოში ე.წ. სიმკვრივის ტალღების აღმოჩენის თაობაზე და იმ ნაშრომის მსგავსად დიდმნიშვნელოვანი ნაბიჯია პლანეტური კოსმოგონიის განვითარებაში.

მთავარი დებულება, რომელიც ყალიბდება ამ შრომებით, ისაა, რომ მზის სისტემის მრავალრიცხოვან სხეულთა ევოლუცია (მარტო ასტეროიდთა რიცხვი მილიონს უახლოვდება – იხ. ჟ. „Science", 2017, 8.IX, გვ. 972, სტატია ,,ასტეროიდთა საწყისი ოჯახი") სხვადასხვანაირად მიმდინარეობდა მზის სისტემის ორ – პირობითად ,,შიდა" და ,,გარე" არეებში. პირველ არეში, რომელიც დაახლოებით ნეპტუნის ორბიტამდე ვრცელდება, დიდ როლს ასრულებდა მზის ძლიერი გამოსხივება, გარემოს მაღალი ტემპერატურა და ნივთიერების მაღალი კონცენტრაცია, ამიტომ მასში ყოველი წარმონაქმნი ძლიერ ცვლილებებს განიცდიდა არსებობის მილიონობით წლების განმავლობაში. მაშასადამე, ამგვარ წარმონაქმნთა ამჟამინდელი სივრცული განლაგება, გარეგნული ფორმები თუ მოძრაობა ამ სისტემის შედარებით გვიანდელ, ახლო წარსულის ფორმას შეესაბამება. მეორე არე კი, რომელიც ნეპტუნის ორბიტის გარეთაა და ცნობილია კოიპერის სარტყლის სახელწოდებით, გაცილებით ცივი და გაცილებით გაიშვიათებულია, მასში მზის გამოსხივებაც და სხეულთა ურთიერთქმედებაც ბევრად ნაკლებ როლს თამაშობენ, ამდენად ცალკეულ სხეულთა თუ მთლიანი სისტემის ევოლუცია ძალიან ნელია და ამ არეში პრაქტიკულად ყველაფერმა შეინარჩუნა ის სახე, რაც მას ჰქონდა მზის სისტემის ევოლუციის უძველეს სტადიაზე. ამიტომ აკუთვნებენ ავტორები კოიპერის სარტყელს უდიდეს მნიშვნელობას მზის სისტემის ჩამოყალიბების მექანიზმთა კვლევაში.

დ. ჯიუიტი აღნიშნავს, რომ 1992 წლიდან აქტიურ შესწავლაში მოქცეული ნეპტუნის ორბიტის მიღმა არსებულ მყარ სხეულთა ვრცელი პოპულაცია არის ერთგვარი დინამიკური გაქვავებულობა, რომელიც ინახავს პლანეტწარმოქმნის ეპოქის მატიანეს, ხოლო

კოიპერის სარტყლის სივრცე – მზის სისტემის თავდაპირველი ნივთიერების საცავი და მოკლეპერიოდიან კომეტათა უმეტესობის დაბადების ადგილიც. აქამდე ამ სარტყელს ძირითადად მიწიერი ტელესკოპებით აკვირდებოდნენ, ამდენად მხოლოდ 100 კმ-ზე უფრო დიდი ზომის სხეულთა შესწავლა ხერხდებოდა. XXI ს-ის II დეკადიდან კი დაიწყო ამ სისტემის ობიექტთა კვლევა ,,ადგილზე“, კოსმონავტიკურ ექსპედიციათა ფარგლებში, რამაც შესაძლებელი გახადა ბევრად უფრო მცირე ზომის სხეულთა პოვნაც და მათი უფრო დეტალური გამოკვლევაც. სახელდობრ, ნასას (კოსმოსური სივრცის კვლევის ეროვნული სააგენტო, აშშ) მიერ 2006 წ. 19 იანვარს გაშვებულმა კოსმოსურმა ხომალდმა New Horizons მიაღწია კოიპერის სარტყელს და დაიწყო მისი კვლევა – 2014 წელს შეისწავლა ყოფილი მე-9 პლანეტა, ახლანდელი კლასიფიკაციით კი – კოიპერის სარტყლის ერთ-ერთი მთავარი ობიექტი, 2000 კმ ზომის პლუტონი და მისი შემოგარენი, 2019 წლის 1 იანვარს კი ჩაუფრინა ცივ, კლასიკურ, კოიპერის სარტყლის ობიექტ (486958) აროკოთს 3538 კმ მანძილზე და გადაიღო იგი მსხვილი პლანით. ამ დაკვირვებათა ანალიზით მეცნიერთა ზემოთ მითითებულმა მრავალრიცხოვანმა ჯგუფებმა შეისწავლეს აროკოთის ფერი, შედგენილობა, სითბური გარემო და მისი გეოლოგია და გეოფიზიკა, რაც საფუძვლად დაედო ,,Science“-ის ზემონახსენებ პუბლიკაციებს.

აროკოთის უმთავრესი თავისებურება მისი ფორმაა – იგი შედგება ერთმანეთზე ვიწრო ყელით მიდგმული ორი არათანაბარი ზომის ბირთვის – სფეროიდისაგან, რომელთა საერთო მოცულობა 18 კმ დიამეტრიანი სფეროს მოცულობის შესაბამისია. სპენსერის შენიშვნით, ამგვარი ორმაგი სტრუქტურები ადრეც შეუნიშნავთ კომეტებში და კოიპერის სარტყლის უფრო დიდი ზომის ობიექტებშიც. ოღონდ აქროლადი კომეტების ორმაგობა შეიძლება მზის გამოსხივებით გამოწვეული ეროზიით აიხსნას. ცივ კოიპერის სარტყელში კი ეს მექანიზმი ვერ იმოქმედებს, ანუ სხვა ახსნაა საძიებელი. ავტორები ასკვნიან, რომ აროკოთის ორმაგი ფორმა თავდაპირველად არსებული ერთი სფეროიდის დაშლის შედეგი კი არაა, არამედ ადრე არსებული ორი დამოუკიდებელი ციური სხეულის (სფეროიდების) შეერთებისა. შეერთება მათ შეჯახებას უნდა გამოეწვია, რომელსაც მცირე სიჩქარე ექნებოდა, რადგან სხეულთა შეერთების (ყელის) ახლომახლო ამ შეჯახებით გამოწვეული რაიმე საგრძნობი დეფორმაციები არ შეინიშნება. ავტორთა შეფასებით, სხეულთა შეჯახების სიჩქარე რამდენიმე მ/წმ-ის რიგისა უნდა ყოფილიყო. იგულისხმება, რომ ორი საწყისი სხეული ერთმანეთის ირგვლივ გარემოიქცეოდა, ამ გარემოქცევის სიჩქარე კი შეამცირეს ახალგაზრდა პროტოპლანეტურ დისკოში მჭიდროდ განლაგებულმა მცირე ზომის სხეულებმა თუ ნარჩენმა პროტოპლანეტურმა აირმა (ხახუნის პროცესის გამო). ამჟამინდელ კოიპერის სარტყელში, ცხადია, დიდი გაიშვიათებულობის

გამო კოლექტიური დისიპაციური გარავიტაციული ეფექტები (ხახუნი) უკვე აღარ არსებობს. აროკოთის ზედაპირის შედარებით გლუვი, დაუნაწევრებელი სტრუქტურა გამორიცხავს ამ სხეულის წარმოქმნას სხვა, უფრო დიდი ობიექტის დაჯახებითი დამსხვრევის გზით.

თუმცა აროკოთის ზედაპირზე არის დარტყმითი ღრმულებიც, ოღონდ მცირე რაოდენობით, რაც მიუთითებს, რომ მას სხვა სხეულებთან დაჯახებებიც განუცდია. უდიდესი კრატერის ზომა 7 კმ-ია, სხვებისა 1 კმ, უმეტესობა კი გარჩევის ზღვარზეა. დიდი კრატერები სფერული ფორმისაა, სიღრმის ფარდობა დიამეტრთან კი 0.1-დან 0.2-მდეა, რაც მცირე ზომის ასტეროიდების კრატერებისთვისაა დამახასიათებელი. ისე კი, დაჯახებები ერთნაირად შეცვლიდა კოიპერის სარტყელის ყველა ობიექტის ფორმას. ამიტომ რამდენადმე გასაკვირია, რომ აროკოთის კრატერთა ზომების განაწილება უფრო დამრეცია, თვით კრატერთა კონცენტრაცია კი უფრო მაღალი, ვიდრე პლუტონის თანამგზავრ ქარონზე. დედამიწის მთვარისგან განსხვავებით, კოიპერის სარტყლის ობიექტების ზედაპირთა ასაკის დადგენა შეუძლებელია, ამიტომ ვერც კრატერწარმომქმნელ სხეულთა ნაკადს დავადგენთ, რაც მზის სისტემის ევოლუციის შესწავლას ძლიერ წაადგებოდა.

კოიპერის სარტყელში, განსაკუთრებით მის ცივ კლასიკურ ობიექტებში ფართოდაა გავრცელებული ულტრაწითელი ნივთიერება. სატურნის ორბიტის შიგნით ეს ნივთიერება უკიდურესად ცოტაა ან სულაც არ გვხვდება მაღალი ტემპერატურით გამოწვეული თერ-მოდინამიკური არამდგრადობის გამო. აროკოთის ზედაპირი კი ულტრაწითელია, რაც, ავტორთა აზრით ადასტურებს გავრცელებულ მოსაზრებას, რომ ფერს ორგანული ნივთიერებანი ქმნის. ახლოინფ-რაწითელი სპექტრი მეთანოლის ალკოჰოლისა და სხვა, გაუიგივებელ ნივთიერებათა შთანთქმის ზოლებიდან უნდა წარმოდგებოდეს. გრანდის ჯგუფი მიუთითებს მეთანოლის წარმოქმნის შესაძლებლობას რამდენიმე გზით, მაგალითად წყლისა და მეთანის ნარევის დასხივებით კოსმოსური ნაწილაკების მიერ. ამ პროცესს წყლის ხარჯვა მოჰყვება და შეიძლება ამიტომაც ვერ აღმოაჩინა New Horizons-მა აროკოთზე წყალი.

კოიპერის სარტყლის მნიშვნელობა მზის სისტემის ევოლუციაში სულ უფრო იზრდება. ჯერ ერთი, ამ სარტყლის მოსახლეობა თითქმის ათასჯერ უფრო მრავალრიცხოვანია, ვიდრე მარსისა და იუპიტერის ორბიტებს შორის განლაგებულ ასტეროიდთა ზოლისა, ხოლო ამ მოსახლეობის ორბიტათა განაწილების შესწავლა მიუთითებს (ავტორ-თა აზრით), რომ მზის სისტემის პლანეტები წარმოიშვნენ გაცილებით ახლოს მზესთან, ვიდრე ამჟამად არიან, და შემდეგ გადაადგილდნენ მზიდან უფრო შორს. კოიპერის სარტყლის ობიექტები რამდენიმე ჯგუფად იყოფა, და მათგან ერთერთი, კერძოდ ცივი კლასიკური ობიექტები მზის სისტემის კლასიკური მოსახლეობა უნდა იყოს.

ვ. მაკკინონის ჯგუფი აღნიშნავს, რომ აროკოთთან ხომალდის ჩაფრენის მონაცემები საშუალებას გვაძლევს დავაკვირდეთ თავდაპირველ პლანეტეზიმალთა აკრეციის (შერწყმის) შედეგებს, რომელიც აღარ შეუცვლია შემდგომ გეოლოგიურ თუ დინამიკურ პროცესებს. თვით პლანეტეზიმალთა წარმოქმნა პლანეტური კოსმოგონიის ამოუხსნელი ამოცანაა. რამდენიმე მექანიზმია შემოთავაზებული მტვრისა და სხვა მყარ ნაწილაკთა აგლომერირებისა პლანეტეზიმალებად და ბოლოს პლანეტად. აროკოთთან ხომალდის ჩაფრენის მონაცემები გვიმხელენ იმ აკრეციულ პროცესებს, რომლებიც მოქმედებდნენ პროტომზისიერი ნისლეულის ცივ კლასიკურ არეში და მის ყველა სხვა უბანშიც.

აროკოთი კონტაქტირებადი ორმაგი ობიექტია, 35 კმ სიგრძისა და, როგორც ზემოთ ითქვა, ერთმანეთზე მიწებებული ორი შებრტყელებული სფეროსგან შედგება. შებრტყელების სიბრტყეები ერთმანეთთან 5°-მდე კუთხეს ადგენს. მცირე სფერო ცოტათი წაგრძელებულიცაა. ორივე სფეროს აგებულება ერთმანეთის მსგავსია. მკვლევართა დასკვნით, დაძაბულობანი ,,ყელის“ არეში აროკოთის სტრუქტურულ მთლიანობაზე მეტყველებენ და შეესაბამებიან კომეტების სიმკვრივეებს (რამდენიმე ასეული კგ/მ^3) და წნევებს (რამდენიმე კილოპასკალი), თუმცა აროკოთის მასათა სკალა 1000-ჯერ სჭარბობს კომეტებისას. გამოთვლები მოწმობს, რომ ე.წ. გასხლტომის სიჩქარე (ან მეტი) გამორიცხავდა სფეროიდთა გეომეტრიულ შეთანხმებულობას. ანუ რეალური დანამზერი სურათი გაუგებარი იქნებოდა სფეროიდთა შემთხვევითი დაჯახების შემთხვევაში – იგი უფრო შეესაბამება გარემომქცევი წყვილის მოქცევით ევოლუციას. ოღონდ მოითხოვება კუთხური მომენტის წყვილის ორბიტიდან გამოტანის მექანიზმი, რაც შეკუმშავდა ორბიტას და ბოლოს ორი კომპონენტი მშვიდად შეერწყმებოდა ერთმანეთს.

მაღალი კონცენტრაციები შესაძლოა არამდგრადნი გახდნენ და პლანეტეზიმალად კოლაფსირდნენ. მკვლევრებმა გამოსცადეს სათანადო მექანიზმები – წყვილის კომპონენტთა ურთიერთმოქცევები, მზისიერი მოქცევები, შეჯახებანი კოიპერის სარტყლის უფრო მცირე ობიექტებთან, მესამე სხეულის გამოტყორცნა, ასიმეტრიული რადიაციული ძალები და სხვ., და დაასკვნეს, რომ ურთიერთგარემომქცევი წყვილიდან კუთხური მომენტის გამოტანის საუკეთესო გზა შეიძლება აირის გამოტანა იყოს.

ვ. გრანდის ჯგუფის მოსაზრებით, კოიპერის სარტყლის ცივი კლასიკური ობიექტების უმეტესობა წარმოიქმნა პლანეტიზიმალთა დისკოში, რომელიც მზიდან 30 ა.ე-ზე (ნეპტუნის ამჟამინდელ ორბიტამდე) ვრცელდებოდა. ნეპტუნმა საბოლოოდ დაანგრია ეს დისკო მზიდან მზარდი დაშორების პროცესში (მიგრაცია დასრულდა გაიშვიათებულ არესთან მიღწევისას). ამ პროცესში განადგურდა პლანეტეზიმალთა დისკოს წევრების უმეტესობა, უმცირესმა ნა-

წილმა კი ამჟამინდელ კოიპერის სარტყელში, არამდგრად ორბიტებზე გადაინაცვლა. მათგან ცივი კლასიკური ობიექტები იმით განსხვავდებიან, რომ თავიდანვე 30 ა.ე. რადიუსის მქონე წრის გარეთ წარმოიშვნენ, და იქვე დარჩნენ თითქმის წრიულ ორბიტებზე, მზიდან 42-47 ა.ე. ფარგლებში, როგორც ადრინდელი მზის სისტემის რელიქტები (ნაშთები). მათი ფერების, ალბედოების (არეკვლის უნარის), ზომებისა და ორმაგობების განაწილება განსხვავდება კოიპერის სარტყლის აგზნებულ ობიექტთა უმრავლესობისგან.

ჯგუფმა გააანალიზა მაღალი სივრცული გარჩევის მქონე ფერადი გამოსახულებები, ახლოინფრაწითელი სპექტრი, მიკროტალღოვანი რადიომეტრია. გამოიყენეს გამოსხივების გადატანის მოდელები მრავალჯერადი გაბნევისთვის. დადგინდა, რომ აროკოთის არეკვლისუნარიანობა იზრდება გრძელი ტალღებისკენ (წითელი ფერის სიჭარბე). აროკოთის ზედაპირზე ფერთა მცირე სხვაობები (რამდენიმეპროცენტიანი) გეოლოგიურ მახასიათებლებს შეესაბამება (მაგ., კაშკაშა ,,ყელს"), ზოგი – ალბედოთა სხვაობას, კაშკაშა კრატერებს და სხვ. მეთანოლის ყინული CH_3OH და სხვა რთული ორგანული სტრუქტურები, როგორც ზემოთაც აღინიშნა, განაპირობებენ ახლო ინფრაწითელი სპექტრის ფორმას.

ჯგუფი ასკვნის: აროკოთის თითქმის ერთგვაროვანი შეფერილობა მეტყველებს, რომ ამ სხეულის ფორმირება ისე სწრაფად მომხდარა, რომ გარემოს ქიმიურ შედგენილობას ცვლილება ვერ მოუსწრია. ამ არეში ტემპერატურა საკმაოდ მცირე იქნებოდა, რათა აქროლადი CO და CH_4 ჩაყინულიყო მტვრის მარცვლებში, რაც შესაძლებელს გახდიდა CH_3OH-ის წარმოქნას და, ალბათ, H_2O-ს დაშლას. ნისლეულის გაფანტვის მერე იქ ტემპერატურა აიწევდა, რაც განდევნიდა CO-ს და CH_4-ს. განიხილება აროკოთის ქიმიის სხვა ნიუანსებიც და ამ სხეულის ნათების სეზონური ვარიაციებიც.

სპენსერის ჯგუფი აროკოთის გეოლოგიას და გეოფიზიკას განიხილავს, სტერეოგამოსხივების საშუალებით ადგენს ობიექტის ფორმას და ტოპოგრაფიას. ორივე სფეროიდზე რელიეფი (,,ყელიდან" შორს) 0,5 კმ-ზე მაღალი არ არის. ბრუნვის პერიოდი 15,92 საათია. ბრუნვის პოლუსის პირდაპირი აღვლენა 317°, დახრილობა კი – 25°-ია. შემადგენელ ელიფსოიდთა ზომებია 20,6 კმX19,9 კმX9,4 კმ და 15,4 კმX13,8 კმX9,8 კმ (ცდომილებანი, შესაბამისად, 0,5 კმ, 0,5 კმ, 2,0 კმ). ორი სფეროიდის მოცულობათა ფარდობა 1,9-ის ტოლია. საერთო სიმკვრივე > 290 კგ/მ^3. საშუალო ზედაპირული გრავიტაცია ~ 1 მმ/წმ^2. ,,ყელის" კუმშვის ძალა მეტია 2,3 კპა-ზე.

ორი ,,ბურთულას" ეკვატორული სიბრტყეები თითქმის ემთხვევიან ერთმანეთს (მათ ბრუნვის ღერძთა შორის კუთხე, როგორც ზემოთ მივუთითეთ, 5°-ზე ნაკლებია). აროკოთის შემადგენელ პატარა ,,ბურთზე" რთული ალბედოს სისტემებია, მცირე რაოდენობის ტოპოგრაფიული დეტალებით, დიდ ,,ბურთზე" კი დაბალი

ბნელი ბორცვების ჯგუფები და უფრო კაშკაშა და გლუვი არეები დომინირებენ. დიდი ,,ბურთი“ მცირე ზომის ერთეულებად იყოფა, რომლებიც შეიძლება დიდ ბირთვად აკრეცირებული მცირე საწყისი კომპონენტები იყოს. მაგრამ ბევრი საზღვრის ახალგაზრდული გამომეტყველება და ბირთვთა ჯგუფები წარმოქმნისშემდგომ რთულ ისტორიას ავლენს. შემადგენელ ერთეულთა საზღვრებთან ნივთიერების დამატებითი აკრეციის ნიშნები ჩანს.

ჯგუფმა გამოყო 40-მდე შესაძლო დარტყმითი კრატერი აროკოთზე. აქედან ათამდე – მაღალი დამაჯერებლობისა. ზემონახსენებ უდიდეს, 7 კმ-იან კრატერს მერილენდი უწოდეს. მცირეზომიან კრატერთა სიხშირული განაწილება წრფივია. კრატერთა კონცენტრაცია ჩამოუვარდება სხვა მცირე ზომის სხეულთა კრატერებისას, მაგრამ მაინც მეტყველებს 4 მილიარდზე მეტი წლის ასაკზე. არაა ნაპოვნი აროკოთის თანამგზავრები ან რგოლები; შესაძლო თანამგზავრთა (მთვარეების) დიამეტრთა ზედა ზღვარი 180 მ-ია აროკოთიდან 8000 კმ-რადიუსიანი სფეროს გარეთ.

ჯგუფი ასკვნის, რომ აროკოთის ზედაპირის სუსტი კრატერიანობა მიუთითებს მის წარმოშობაზე პლანეტათა აკრეციის უძველეს პერიოდშივე, მისი მახასიათებლები კი ტიპურია კოიპერის სარტყლის სხვა ცივი კლასიკური ობიექტებისთვის. ამიტომ აროკოთი გამოდგება ამ ჯგუფის ზოგადი ბუნების გასაშიფრად.

აი ასეთი შთამბეჭდავია მეცნიერების წინსვლა. 2000-კმ-იანი პლუტონი აღმოუჩენელი რჩებოდა ტელესკოპების შექმნიდან სამ საუკუნეზე მეტი ხნის განმავლობაში, ახლა კი, კოსმონავტიკური ექსპერიმენტის გამოყენებით დაწვრილებითი ფიზიკურ-გეოლოგიური მონაცემებია მოპოვებული პლუტონზე 100-ჯერ უფრო მცირე ზომის და ამასთან მზის სისტემის გარე, შორეულ უბანში მყოფი წარმონაქმნის შესახებ. ოღონდ დ. ჯიუიტი აღნიშნავს, რომ ამ ექსპერიმენტის დაგეგმვიდან კოსმოსური ხომალდის გაშვებამდე 10 წელმა გაიარა, და კიდევ ამდენივე დასჭირდა კოიპერის სარტყელში მის მოძრაობას, პლუტონისა და აროკოთის შესახებ ძვირფასი მონაცემები კი მან ამ სხეულებთან ჩაფრენის სულ რამდენიმედღიან დროის შუალედებში მოიპოვა. ანუ კვლევის ეს გზა ნაკლებეფექტურიაო. მომავალში უფრო მიზანშეწონილი იქნება გავგზავნოთ კოსმოსური ხომალდი კოიპერის სარტყელში და დავტოვოთ მასში ამ სარტყლის დიდი ზომის ობიექტთა გრავიტაციის გამოყენებით. მაგალითად, თუ ხომალდი გავა ჯუჯა პლანეტების პლუტონის ან ერისის იგვლივ მოძრაობის ორბიტაზე, შევძლებთ ხანგრძლივი დაკვირვებით ამ ობიექტთა დაწვრილებითი გეოლოგიური მონაცემების მოპოვებას. კიდევ ერთი გზა – ,,მოხტუნავე“ ხომალდია, რომელიც კოიპერის სარტყელში მისვლის შემდეგ თანმიმდევრულად გადაინაცვლებდა ამ სარტყლის ერთი ობიექტიდან მეორე ობიექტამდე საკუთარი იონური ძრავას გამოყენებით, და რიგრიგობით გამოიკვლევდა მზის

სისტემის ამ არეში მოძრავ მრავალ სხეულს (ანალოგიური მისია უკვე შეასრულა ნასას ერთ-ერთმა ხომალდმა, რომელმაც საკუთარი ძრავას მეშვეობით გაიარა გზა კლასიკური ასტეროიდული სარტყლის უდიდესი ობიექტიდან – ცერერადან ამავე სარტყლის ზომით მეორე ასტეროიდ ვესტამდე). კვლევის ამგვარი სტრატეგია, მეცნიერის აზრით, გაცილებით პროდუქტიული იქნება.

2. ბნელი მატერია სამყაროში და გალაქტიკათა სპექტრში უცნობი რენტგენული გამოსხივების ხაზის ინტერპრეტაციის პრობლემა.

1. ცნობილია, რომ ნებისმიერი ვარსკვლავის, მათ შორის ჩვენი მზის გამოსხივება სხვადასხვა ტალღის სიგრძის (λ) ანუ სხვადასხვა ფერის მონოქრომატული გამოსხივებების ჯამს წარმოადგენს. დამკვირვებლამდე მოღწეული სინათლის I სრული ინტენსიურობა I_λ სიდიდეთა (ნაწილობრივი ინტენსიურობები თითოეული λ ტალღის სიგრძის მომცველ ერთეულოვან ინტერვალებში) ინტეგრალური ჯამია. I_λ ფუნქციის გრაფიკს ვარსკვლავის გამოსხივების სპექტრი ეწოდება. იგი მიიღება მაშინ, როდესაც ვარსკვლავის გამოსხივება გაივლის სამკუთხა პრიზმაში, გარდატყდება და შეიცვლის მიმართულებას (მით უფრო მეტად, რაც უფრო მოკლეა სინათლის ტალღის სიგრძე), ასე რომ პრიზმიდან გამოსვლისას დაიშლება სხვადასხვა ფერის (ანუ სხვადასხვა ტალღის სიგრძის მქონე) მდგენელებად. თუ ვარსკვლავის გამოსხივება ტელესკოპის ფოკალურ სიბრტყეში მოთავსებულ ფოტოფირფიტაზე წრიული ფორმის თითქმის წერტილოვან გამოსახულებას ქმნის, პრიზმით დაშლილი გამოსხივება ტელესკოპში შესვლისას უკვე ზოლურ გამოსახულებას გვაძლევს, რომლის ერთი ბოლო ყველაზე გრძელ ტალღებს შეესაბამება, მეორე ბოლო – ყველაზე მოკლე ტალღებს, ზოლის თითოეული კონკრეტული „მონაკვეთი“ კი სრულიად განსაზღვრული ტალღის სიგრძის გამოსხივებას.

სპეციალური ხელსაწყოები (სპექტროგრაფები) ზომავენ ფოტოგრაფიულ ფირფიტაზე ვარსკვლავის სპექტრული ზოლის თითოეულ წერტილში ფირფიტის სიშავეს. ეს უკანასკნელი ორგანზომილებიან საკოორდინატო სისტემაში გამოისახება მრუდით, რომელსაც ვარსკვლავის სპექტრს უწოდებენ. სპექტრი არსებითად I_λ ფუნქციის სახეა. ვარსკვლავის გარე ფენაში – ფოტოსფეროში ლოკალური თერმოდინამიკური წონასწორობა რომ არსებობდეს, ანუ ყოველ 1 სმ^3 მოცულობაში 1 წმ-ში მომხდარი თითოეული სახის მიკროსკოპული პროცესების რაოდენობა ზუსტად ემთხვეოდეს ამავე მოცულობაში და ამავე დროის განმავლობაში მომხდარ საპირისპირო

სახის პროცესთა რიცხვს, მაშინ ფოტოსფეროს გამოსხივების სპექტრი ე.წ. პლანკის ფუნქციით აღიწერებოდა: $I_\nu=\frac{2h\nu^3}{c^2}\frac{1}{e^{\frac{h\nu}{KT}}-1}$. აქ ν გამოსხივების სიხშირეა, დაკავშირებული გამოსხივების λ ტალღის სიგრძესთან $\nu=c/\lambda$ ფორმულით, c სინათლის სიჩქარე, T- ტემპერატურა ვარსკვლავის ფოტოსფეროში, h – პლანკის, k კი ბოლცმანის მუდმივა. ამ ფუნქციის გრაფიკული ნახაზი (სიხშირისა და ინტენსიურობის ღერძებში) ამოზნექილი მრუდით გამოისახება, რომელიც $\nu=0$ და $\nu=\infty$ არეებში აბსცისათა ღერძისკენ მიისწრაფის, მისი მაქსიმუმის შესაბამისი აბსცისა კი (ანუ ν_0 სიხშირე) პირდაპირპროპორციულია ვარსკვლავის T ტემპერატურისა. ეს ნიშნავს, რომ გამოსხივების ინტენსიურობა მაქსიმალურია გარკვეულ ν_0 სიხშირეზე და მიისწრაფის 0-ისკენ, როცა ν_0 უსასრულოდ მცირდება ან უსასრულოდ იზრდება. თვით ν_0 იზრდება T-ს ზრდისას. აქედან გამომდინარეობს, რომ 6 000°C ტემპერატურაზე (მზის ტიპის ვარსკვლავთა ფოტოსფერო) გამოსხივების მაქსიმუმი ყვითელ სხივთა არეშია (ამიტომ გვეჩვენება მზე ყვითელ ვარსკვლავად, თუმცა იგი უკლებლივ ყველა ფერის სინათლეს ასხივებს), გაცილებით ცხელ ვარსკვლავთა გამოსხივების მაქსიმუმი – იისფერ უბანში, მზეზე გაცილებით ცივი ვარსკვლავებისა კი – წითელ უბანში.

2. ჩვენ აღვწერეთ სიტუაცია ფოტოსფეროს შიგნით. რაც შეეხება მზიდან გარეთ გამოსული (და დამკვირვებლამდე მოღწეული) გამოსხივების ინტენსიურობას, მის შექმნაში ფოტოსფეროს ყველა ფენა მონაწილეობს, თუმცა სხვადასხვანაირი ეფექტურობით. ამასთან, ვარსკვლავის გარე ფენაში ტემპერატურა იზრდება ვარსკვლავის ზედაპირიდან მისივე ცენტრის მიმართულებით, ანუ სიღრმისკენ. საბოლოო ჯამში, მზიდან გამომავალი გამოსხივების სპექტრი განსხვავდება პლანკის გამოსხივების ზემოთ დახასიათებული სპექტრისგან, თუმცა გარეგნულ მსგავსებასაც ინარჩუნებს – გამოისახება ისევ ამოზნექილი მრუდით, ოღონდ ეს მრუდი დასერილია უამრავი ,,ჩავარდნებით“, რომელთაც შთანთქმის ხაზები ჰქვიათ. თითოეული შთანთქმის ხაზი რომელიმე კონკრეტულ ქიმიურ ნივთიერებას ეკუთვნის, ამასთან წარმოიშობა ამ ნივთიერების ატომის გადასვლისას მისი რომელიმე ენერგეტიკული დონიდან მისსავე რომელიმე სხვა, უფრო მაღალი ენერგიის მქონე ენერგეტიკულ დონეზე. ასეთ გადასვლებს იწვევს ამ ატომის მიერ გარკვეული hν ენერგიის მქონე ფოტონის შთანთქმა (აქ h პლანკის მუდმივაა). ამიტომ საბოლოო ჯამში გამომავალ გამოსხივებაში წარმოიქმნება ν სიხშირის ფოტონთა დეფიციტი ანუ ჩავარდნა გამოსხივების მრუდზე (მზის უფრო გარეთა ფენებს – ქრომოსფეროსა და კორონას, ასევე ზოგ სპეციფიკურ ვარსკვლავს გამოსხივების სპექტრული ხაზები ახასიათებს, რომლებშიც გამოსხივების ენერგია აღემატება მიმდებარე უბნის ანუ უწყვეტი სპექტრის გამოსხივებას). კონკრეტული დონიდან მის ზემოთ განლაგებულ დონეებზე გადასვლები იწვევენ შთანთქმის

ხაზთა მთელი სერიის წარმოშობას. მაგალითად, მზის (და უმეტეს სხვა ვარსკვლავთა) შემადგენელი ყველაზე უხვი ელემენტის – წყალბადის დონეთაშორისი გადასვლები ქმნიან ლაიმანის (პირველი დონიდან მეორე, მესამე და ა.შ დონეებზე გადასვლები; ულტრაიისფერი უბანი), ბალმერის (გადასვლები მეორე დონიდან მესამე, მეოთხე და ა.შ დონეებზე, ხილული უბანი), პაშენის (გადასვლები მესამე დონიდან სხვა, უფრო მაღალ დონეებზე, ინფრაწითელი უბანი) და ა.შ. სერიებს. თითოეული სერიის ხაზები ტალღის სიგრძის ღერძზე თანდათანობით ერთმანეთს უახლოვდებიან და მიისწრაფიან ე.წ. სერიის ზღვრისკენ. მზის სპექტრში მრავალი ელემენტის სპექტრული ხაზებია – წყალბადს გარდა ჰელიუმის, კალციუმის, ჟანგბადის, რკინის და ა.შ.

3. სპექტრული ხაზების ფორმა და ინტენსიურობა საშუალებას იძლევა განისაზღვროს ვარსკვლავის ქიმიური შედგენილობა, ტემპერატურა და მისი ცვლილება სიღრმეზე, სიმკვრივე, წნევა, ვარსკვლავის მოძრაობის სხივური სიჩქარე, ვარსკვლავის ბრუნვა, ორმაგობა და სხვა პარამეტრები, რაც ხდება პრაქტიკული და თეორიული ასტროფიზიკის მეთოდების გამოყენებით.

ვარსკვლავთა რაიმე სისტემის (ვარსკვლავთა გროვები, გალაქტიკები) საერთო გამოსხივების სპექტრი კი ფორმირდება ამ სისტემის ვარსკვლავთა ინდივიდუალური სპექტრების შეჯამებით.

თუ რომელიმე ციური სხეულის გამოსხივება დამკვირვებელთან მოსვლამდე გამოივლის რომელიმე შუალედურ გაზობრივ ობიექტში, მის სპექტრში გამოჩნდება სათანადო შთანთქმის ხაზები, რომლებითაც შეიძლება განისაზღვროს ამ შუალედური ობიექტის ფიზიკური მახასიათებლები. დამატებითი სპექტრული ხაზები წარმოიქმნება აგრეთვე მნათობთა გამოსხივების გამოვლით დედამიწის ატმოსფეროშიც, რაც ამ უკანასკნელის პარამეტრთა განსაზღვრის შესაძლებლობასაც იძლევა.

ანალოგიური (და გაცილებით რთული) სპექტრები ახასიათებს მნათობებისა და ვარსკვლავთშორისი ნივთიერების მოლეკულებს.

4. XX ს-ის შუახანებიდან კოსმოსური ტექნიკის საშუალებით შესაძლებელი გახდა დაგვეფიქსირებინა ციურ სხეულთა სპექტრები ტალღის სიგრძეთა სხვა – ულტრაიისფერ და ინფრაწითელ დიაპაზონებშიც. ამას გარდა, რამდენიმე ათწლეულით ადრე და კოსმონავტიკისგან სრულიად დამოუკიდებლად, წარმოიშვა რადიოასტრონომიაც (კოსმოსში არსებული აუარებელი ობიექტის რადიოგამოსხივების ფიქსირება შესაძლებელია დედამიწაზე განლაგებული რადიოტელესკოპებითაც, რადგან ტალღის სიგრძეთა ამ უბანში დედამიწის ატმოსფერო გამჭვირვალეა). ბოლოს კოსმოსურმა (ატმოსფეროს გარეთ მოძრავმა) რენტგენულ და გამა სხივთა შემსწავლელმა თანამგზავრებმა აღმოაჩინეს უამრავი ციური სხეული

(ცალკეული ვარსკვლავები, გალაქტიკები, სპეციფიკური ობიექტები), რომლებიც ყველაზე მოკლე ელექტრომაგნიტურ ტალღებს ასხივებენ. ასე, რომ ჩვენ ვიმყოფებით ე.წ. ყველატალღოვანი ასტრონომიის ეპოქაში, როცა ერთი და იმავე ციური ობიექტის შესწავლა ხშირად ჩამოთვლილ, ურთიერთგანსხვავებულ დიაპაზონებში მოქმედი ასტრონომიული ხესაწყოების შესაძლებლობათა კომბინირებით ხდება.

5. თეორიული ფიზიკა იძლევა სხვადასხვა ნივთიერებათა სპექტრული ხაზების, ასევე ხაზთა სერიებისა თუ ზოლების (ამ უკანასკნელებში სპექტრულ ხაზთა სერიების ზედდება ხდება) ტალღის სიგრძეების ზუსტ ჩამონათვალს. მაგრამ ციურ სხეულთა თუ მათი სისტემების მოძრაობა ან მათი ურთიერთქმედება ხშირად საგრძნობლად ამახინჯებს ჩამოთვლილ სპექტრულ სისტემებს. სხვადასხვა სიჩქარით მოძრავ ვარსკვლავთა სპექტრები სხვადასხვაგვარად დეფორმირდება. ამას გარდა, ერთსა და იმავე სპექტრულ ინტერვალში შეიძლება ხვდებოდეს სულ სხვადასხვანაირ მოლეკულათა სპექტრული ხაზები თუ სერიები. ციურ სხეულთა დანაკვირვებ სპექტრებში გვხვდება ისეთი მოლეკულური ზოლებიც, რომელთა წარმომქმნელ ქიმიურ ნაერთთა ამოცნობა ათწლეულობით ვერ ხერხდება. ნიმუშად კვაზართა სპექტრებიც კმარა, რომლებიც დედამიწაზე ცნობილ არცერთ ნივთიერებას არ შეესაბამებოდნენ, მერე კი გამოირკვა, რომ ისინი კარგად ცნობილ ელემენტებს ეკუთვნიან, ოღონდ კვაზართა დიდი სივრცული სიჩქარეებით არიან დამახინჯებულნი. ასევე პლანეტური ნისლეულების ზოგი გაუშიფრავი ხაზი თურმე ცნობილ ნივთიერებათა (მაგალითად, ორჯერ იონიზებული ჟანგბადის ატომთა) ე.წ. აკრძალული გადასვლების შედეგია.

6. ახლა კი მოგითხრობთ ერთი ამგვარი გაუშიფრავი სპექტრული ხაზის შესახებ, რომლის წარმოქმნა შესაძლოა ე.წ. ბნელი მატერიის არსებობით აიხსნებოდეს. საერთოდ უხილავი ნივთიერების შესაძლო არსებობის პრობლემა თანმიმდევრულად გამოიკვეთა ბოლო ათწლეულების ასტრონომიულ კვლევებში. მაგალითად, დიდი ხანია ცნობილია, რომ ელიფსური გალაქტიკების შემადგენელი ნივთიერების ნაწილი ($\frac{3}{4}$-მდე) ელექტრომაგნიტურ ტალღებს არ ასხივებს, ისევე როგორც გალაქტიკათა გარემომცველი ვრცელი გარსები (ჰალოები). არაგამომსხივარი მატერია დაუკავშირდა მეტაგალაქტიკის საერთო გაფართოებასაც, რომელიც სლაიფერისა და ჰაბლის შრომებიდან გამოიკვეთა გასული საუკუნის 30-იანი წლებიდან. თავიდან ფიქრობდნენ, რომ 14 მლრდ წლის წინათ დაწყებული ეს გაფართოება თანდათან უნდა ნელდებოდეს მეტაგალაქტიკის შემადგენელი მატერიის ერთობლივი გრავიტაციული მიზიდულობით, ბოლო ათწლეულებში კი გამოირკვა, რომ იგი, პირიქით, აჩქარებულია. ასტრონომებმა ეს ფაქტი ახსნეს ე.წ. ბნელი

ნივთიერების სავარაუდო არსებობით, რომელიც შესაძლოა სამყაროს მთელი მატერიის 80%-მდე შეადგენდეს. ამ მატერიის თვისებათა დადგენა თანამედროვე კოსმოლოგიის მნიშვნელოვანი ამოცანაა.

7. უხილავი მატერიის სხვადასხვა გამოვლინებანი სხვადასხვა ხარისხის მტკიცებულებას ფლობენ. მაგალითად, ზოგ გალაქტიკაში არაგამომსხივარი მატერიის არსებობა საკმაოდ ლოგიკურად მტკიცდება. საქმე იმაშია, რომ ამა თუ იმ გალაქტიკის მასა ორი გზით შეიძლება გაიზომოს: პირველი – გალაქტიკის ნათების ძალით, და მეორე – მისი შემადგენელი ობიექტების წრიული გარემოქცევის სიჩქარით ამ გალაქტიკის ბრუნვის პროცესში. პირველ შემთხვევაში ვიყენებთ ე.წ. მასა-ნათობის ემპირიულ კანონს, რომლის თანახმად ვარსკვლავის გამოსხივების ძალა მისი მასის გარკვეული ხარისხის ზრდადი ფუნქციაა და ამიტომ იარსებებს კავშირი ვარსკვლავთა სისტემის ნათობასა და მასას შორისაც. მეორე შემთხვევაში, თუ მიახლოებით ჩავთვლით, რომ რომელიმე გალაქტიკის მასის უმეტესი ნაწილი მის ბირთვშია თავმოყრილი, ამ გალაქტიკის ბრუნვისას მასში შემავალი თითოეული ვარსკვლავის სიჩქარე მიახლოებით კეპლერის კანონებით უნდა გამოისახებოდეს. კეპლერის მესამე კანონის თანახმად კი ორი ნებისმიერი სხეულის იზოლირებულ სისტემაში ერთ-ერთის გარემოქცევის a დიდი ნახევარღერძის კუბის შეფარდება გარემოქცევის T პერიოდის კვადრატისა და გარემომქცევ სხეულთა მასების (M+m) ჯამის ნამრავლთან, ანუ $a^3/(T^2(M+m))$ ერთი და იგივეა სამყაროში არსებული ყველა ურთიერთგარემომქცევი სხეულის წყვილისთვის, კერძოდ ისეთივე, როგორიც მზის ირგვლივ დედამიწის გარემოქცევის შემთხვევაშია. დროის, მასისა და მანძილის ერთეულებად შესაბამისად წელიწადის, მზის მასისა და მზე-დედამიწის საშუალო ურთიერთდაშორების შერჩევის შემთხვევაში ვიღებთ ფორმულას: $a^3/(T^2(M+m))=1$. რადგან ვარსკვლავის m მასა განუზომლად მცირეა გალაქტიკის M მასასთან შედარებით, მას უგულებელვყოფთ ჯამში, და დაგვრჩება: $M= a^3/T^2$. ამ ფორმულაში a არის ვარსკვლავიდან გალაქტიკის ცენტრამდე მანძილი და მას მარტივად ვიპოვით იმ სამკუთხედის ამოხსნით, რომლის წვეროებში არიან დამკვირვებელი, ვარსკვლავი და გალაქტიკის ცენტრი (დედამიწიდან გალაქტიკის ცენტრამდე მანძილი დამოუკიდებელი ასტრონომიული მეთოდებით ისაზღვრება, ვარსკვლავიდან გალაქტიკის ცენტრამდე კუთხური მანძილი კი – უშუალო დაკვირვებით). T-ზე წარმოდგენას გვაძლევს ვარსკვლავის სხივური სიჩქარე, რის შემდეგ ფორმულიდან განვსაზღვრავთ გალაქტიკის M მასას. ამ გზით მიღებულ მნიშვნელობას შეგვიძლია გალაქტიკის დინამიკური მასა ვუწოდოთ, პირველი მეთოდით განსაზღვრულს კი – გალაქტიკის ,,მანათობელი მასა“ (პრაქტიკაში აღწერილ მეთოდს უფრო ხშირად ასტრონომები ორმაგი, ურთიერთგარემომქცევი გალაქტიკებისთვის იყენებენ).

რასაკვირველია, გალაქტიკის მთელი მატერია თვითმნათი რომ ყოფილიყო, ორივე გზით გამოთვლილი გალაქტიკის მასები ერთმანეთის ტოლები აღმოჩნდებოდა. ხოლო რადგან ხშირ შემთხვევაში გალაქტიკების ,,მანათობელი“ მასა რამდენჯერმე ნაკლებია მათ ,,დინამიკურ“ მასაზე, ვასკვნით, რომ გალაქტიკის მასის უმეტესი ნაწილი არამნათია. შემდეგ უკვე საძიებელი ხდება ამ არამნათი მატერიის ბუნება. გალაქტიკებისთვის მას შავი ხვრელების არსებობას უკავშირებენ.

8. სხვა სიტუაციაა მეტაგალაქტიკის გაფართოების კანონთან დაკავშირებით. ,,სამყაროში“ მხოლოდ ,,ჩვეულებრივი“ მატერია რომ არსებობდეს, რომელსაც გრავიტაციული მიზიდულობა ახასიათებს, მაშინ მეტაგალაქტიკის სრულ მასასა და მისით განპირობებულ ნივთიერების საშუალო სიმკვრივეზე იქნებოდა დამოკიდებული, შეაჩერებდა თუ არა გალაქტიკების ურთიერთმიზიდულობა მეტაგალაქტიკის გაფართოებას. გამოთვლილიცაა ის ,,კრიზისული სიმკვრივეც“ ნივთიერებისა, რომელზე ნაკლები სიმკვრივე ,,სამყაროს“ ღია (მუდმივად გაფართოებად) მოდელს განაპირობებს, მასზე მეტი კი – ჩაკეტილ მოდელს (ამ უკანასკნელში გაფართოება ნელდება, ბოლოს ჩერდება, შემდეგ კი მეტაგალაქტიკის კუმშვის, მისი მოცულობის უწყვეტი შემცირების, ხოლო სიმკვრივისა და ტემპერატურის უწყვეტივე ზრდის შედეგად ოდესმე განმეორდება ზემკვრივი და ზეცხელი სინგულარული მდგომარეობა). აი, ასეთი მსჯელობების ფარგლებში განვითარდა მოსაზრებანი, რომ თუ სამყაროში არსებობს არამნათი, უხილავი, აქამდე უცნობი მატერია, რომლის სრული მასა რამდენიმე ათეულჯერ აღემატება ,,სამყაროს“ აქამდე ცნობილი, ხილვადი მატერიის მასას, მეტაგალაქტიკის საერთო სიმკვრივე უკვე გადააჭარბებს კრიზისულ სიმკვრივეს (ეს უკანასკნელი დაახლოებით 2.10^{-29} გ/სმ^3-ის ტოლია) და სამყაროს ჩაკეტილ მოდელს მივიღებთ. არამნათი მატერიის ერთ-ერთ წყაროდ კი რელიქტური, ანუ დიდი აფეთქების დროინდელი ნეიტრინოები მიაჩნდათ, რომელთაც შესაძლოა უძრაობის მასა ჰქონდეთ.

9. მეტაგალაქტიკის გაფართოების აჩქარებულობის აღმოჩენამ კი სხვა მხრიდან შეახედა ასტრონომები უხილავი, ,,ბნელი“ მატერიის არსებობის საკითხისათვის. ასეთი მატერია უნდა არსებობდეს, ოღონდ მას უნდა ჰქონდეს არა გრავიტაციული მიზიდულობის, არამედ განზიდულობის თვისება. მაშინ იგი კი არ შეანელებს გალაქტიკების ურთიერთდაშორების მოვლენას, არამედ, პირიქით, ააჩქარებს მას. დაკვირვებითი პარამეტრები ამ ,,ბნელი“ მატერიის რაოდენობასაც აკონკრეტებს – მასით იგი 4-ჯერ მაინც სჭარბობს ,,ჩვეულებრივი“, გრავიტაციული მიზიდულობის უნარის მქონე მატერიას. ამასთან

დაკავშირებით შეუძლებელია არ გახსენებოდათ, რომ სამყაროს ევოლუციის აღმწერი გრავიტაციული ველის განტოლებებში ა. აინშტაინს თავდაპირველად დამატებითი Λ წევრი ჰქონდა შემოტანილი, რომელსაც გრავიტაციის კომპენსირება უნდა მოეხდინა, რათა სამყარო ,,სტაციონარული“ ყოფილიყო და არა კუმშვადი (როგორც თუნდაც რუსი მეცნიერის, ა.ფრიდმანის თეორიული მსჯელობა მიუთითებდა). შემდგომში აინშტაინმა ეს წევრი უკუაგდო, მაგრამ, როგორც ჩანს, ეს ნაჩქარევი გადაწყვეტილება ყოფილა.

10.ზემოჩამოთვლილ გარემოებათა საბოლოო ურთიერთმიმართებები არასაკმაოდაა გამოკვლეული როგორც თეორიულად, ისე დაკვირვებითი ასპექტით, ამიტომ აქ შევჩერდები. წერილის დასკვნით ნაწილში კი დავუბრუნდები ზევით ნახსენებ გაუშიფრავ სპექტრულ ხაზს, რომელსაც მიეძღვნა ნაშრომი ,,3,5 კევ ხაზის ბნელი მატერიით ინტერპრეტირება შეუთავსებელია ცარიელი ცის დაკვირვებებთან“. ავტორებმა (ამერიკელი მეცნიერები ქ. დეზერტი, ნ. ლ. როდი და ბ. რ. საფდი) იგი გამოაქვეყნეს ჟურნალ ,,Science“-ის 2020 წლის 27 მარტის ნომერში (v. 367, issue 6485, p. 1465).

ამ ხაზის ფოტონთა ენერგია რამდენიმე ათასჯერ აღემატება ხილული ფოტონებისას, მათი ტალღის სიგრძე კი რამდენიმე ანგსტრემია. ეს რენტგენული უბანია. ხაზი ემისიურია, ე.ი. მის ფარგლებში გამოსხივების ინტენსიურობა მომატებულია ხაზის მიმდებარე უწყვეტი სპექტრის ინტენსიურობასთან შედარებით.

ეს ხაზი ჩვენს გალაქტიკასთან ახლომდებარე გალაქტიკების გროვათა სპექტრებში აღმოაჩინეს ე. ბულბულმა (E. Bulbul) და სხვ. (Ap. J., v. 789, 13 (2014 წ.)), მათგან დამოუკიდებლად კი ა. ბოიარსკიმ და სხვ. (Phis. Rev. Lett., v. 133 (2014)). მისი წარმოშობის ახსნის ცდისას კი ყურადღება მიაპყრეს სწორედ ბნელ მატერიას. ამ უკანასკნელის მიკროსკოპული ბუნება ჯერ უცნობია. თუ იგი ისეთი ნაწილაკებისგან შედგება, რომლებიც ჩვეულებრივ მატერიად შეიძლება დაიშალონ, მაშინ ამ დაშლის პროცესში წარმოიქმნებიან მაღალენერგიიანი ფოტონები, რომელთა ფიქსირება რენტგენულ ტელესკოპებს შეუძლიათ. ავტორები მიუთითებენ პ. პალისა და ლ. ვოლფენშტაინის ნაშრომზე (Phis. Rev., D 25, 766-773, 1982), რომელშიც ნაჩვენებია, რომ ბნელი მატერიის ზოგ, მაგ., სტერილურ ნეიტრინოებიან მოდელს შეუძლია რენტგენული ემისიური ხაზების წარმოქმნა. მეორე მხრივ, თუ არსებობენ რამდენიმე კევ ენერგიის მქონე სტერილური ნეიტრინოები, მათ შეუძლიათ ბნელი მატერიის „დანაკვირვები“ (ანუ მეტაგალაქტიკის გაფართოების აჩქარების უნარის მქონე) რაოდენობა ახსნან. ზემონახსენები 3,5 კევ რენტგენული ხაზის აღმოჩენა ინტერპრეტირებულ იქნა, როგორც შედეგი ბნელი მატერიის დაშლისა (K. N. Abasajian, Phys. Rev., v. 711-712, 1-28 (2017). წამოაყენეს უფრო

,,პროზაული“ ახსნებიც: გალაქტიკების გროვებში არსებული ცხელი აირის მიერ პოტასიუმისა და არგონის ხაზთა გამოსხივება და გროვის შიდა პლაზმასა და აირის ცივ ღრუბლებს შორის მუხტგაცვლის ხაზების წარმოქმნა.

ავტორები იუწყებიან, რომ 3,5 კევ ხაზის არსებობა დაადასტურეს სხვა მკვლევრებმაც. მათშია ბულბულის ზემონახსენები შრომა და ო. ურბანისა და სხვ. (Mon.Not. R. Astron. Soc., ტ. 451, 2447-2461 (2415)) დაკვირვებანი გალაქტიკათა პერსევსის გროვაზე, ჩვენი გალაქტიკის ცენტრის დაკვირვებები ბოიარსკის და სხვ. მიერ (იხ. ზემოთ) XMM-Newton-ით (რენტგენულ სხივთა მრავალსარკიანი მისია), და ჩვენი გალაქტიკის დიფუზური გამოსხივების ჰალოს დაკვირვებანი მისია Chandra-თი: ნ. კაპელუტი და სხვ. (Ap. J; v. 854, 179 (2018 წ.)). ასევე 2014-2017 წლებში რამდენიმე კვლევამ აღნიშული ხაზის ძიების უარყოფითი შედეგიც დააფიქსირა (ავტორთა აზრით, ბნელი მატერიის ჰიპოთეზა თავსებადია ორივე შედეგთან).

ავტორებმა გამოიყენეს XMM-Newton-ის დაკვირვებების მონაცემები, რომლებიც ,,ცარიელი“ ცის ნათებას შეესაბამება რენტგენულ უბანში. ამაში იგულისხმება დაკვირვებანი მძლავრი რენტგენული წყაროებიდან დაშორებულ ცის უბნებში. დამზერითი მასალა მოიცავს 30 მეგაწამის ხანგრძლივობის სრულ საექსპოზიციო დროს. შესწავლის ობიექტია 3,5 კევ ხაზი, რომლის წარმოქმნაში შეიძლება მონაწილეობდეს ბნელი მატერიის დაშლა გალაქტიკის ყოველ წერტილში. დაკვირვების მონაცემები დამუშავებულია თეორიული ფიზიკისა და მათემატიკის მეთოდების გამოყენებით. მიჩნეულია, რომ ცის მოცემული არედან მოსულ რენტგენულ ფოტონთა რაოდენობა პირდაპირპროპორციულია ბნელი მატერიის დაშლის წილისა და მხედველობის სხივის გასწვრივ აღებულ ერთეულგანივკვეთიან მთლიან სვეტში მყოფი ბნელი მატერიის M რაოდენობის ნამრავლისა, M კი წარმოიდგინება $\int ds\rho_{ბმ}(s)ds$ ინტეგრალით, სადაც s ხაზოვანი მანძილია, ρ კი ბნელი მატერიის სიმკვრივე s წერტილში. მაგ., M-ის საშუალო მნიშვნელობა პერსევსის გროვისთვის არის 3.10^{28} კევ. სმ$^{-2}$, ანუ დაახლ. იგივე, რაც ცარიელი ცის (გალაქტიკის ჰალოს) შემთხვევაში, გალაქტიკის ცენტრიდან 45° მანძილზე.

ავერიდები დაწვრილებით განხილვას. მთავარი დასკვნა კი ასეთია: დიდი მოცულობის დამზერითი მასალის გამოკვლევის შედეგად ავტორებმა ვერ იპოვეს რაიმე მინიშნება ირმის ნახტომის ჰალოს მიერ 3,5 კევ სპექტრული ხაზის გამოსხივებისა. ანუ გალაქტიკათა ზოგიერთი გროვის სპექტრში ამ ხაზის წარმოქმნის მიზეზი ბნელი მატერიის დაშლა არაა (კერძოდ, 7 კევ მასიანი სტერილური ნეიტრინოებისა) – წინააღმდეგ შემთხვევაში მას ჩვენი გალაქტიკის ჰალოს ბნელი მატერიაც გამოასხივებდა.

ავტორებმა, დაკვირვების მონაცემთა დამუშავებით, დაადგინეს ჩვენს გალაქტიკაში არსებული ბნელი მატერიის დაშლის წილის („სიჩქარის“) ზედა ზღვარი. მიღებული სიდიდე, მათი აზრით, შეუთავსებელია 3,5 კევ რენტგენული ემისიური ხაზის ახსნასთან გალაქტიკებში არსებული ბნელი მატერიის დაშლით. ეს შედეგი მნიშვნელოვანია ბნელი მატერიის ჰიპოთეზის შემოწმების გზაზე.

ასტროპოლარიმეტრია და პოლარიმეტრიული კვლევები აბასთუმნის ასტროფიზიკურ ობსერვატორიაში

თ. კვერნაძე, გ. ქურხული

ფიზიკის, ქიმიის, ბიოლოგიის და სხვა საბუნებისმეტყველო დარგებისგან განსხვავებით, რომელთა კვლევის ობიექტები დედამიწაზე მყოფი „ხელშესახები" საგნები და მოვლენებია, ასტრონომიული სხეულები უკიდეგანო სამყაროს ზეციურ მნათობებს წარმოადგენენ. სინათლის სხივი, რომლის სიჩქარეც ვაკუუმში წამში 300 000 კილომეტრია, დედამიწასთან ყველაზე მახლობელი ვარსკვლავიდან – მზიდან მოსვლას, დაახლოებით 8 წუთსა და 20 წამს ანდომებს; აღარაფერს ვამბობთ შორეულ მნათობებზე, ნისლეულებსა და გალაქტიკებზე, სადაც მანძილი ასობით, ათასობით, მილიონობით და მილიარდობით სინათლის წელს აღწევს.

ასეთ შემთხვევაში ასტრონომების ერთადერთ „ხელშესახებ" გამოსაკვლევ საგანს ციური სხეულებიდან ჩვენამდე მოღწეული სინათლე წარმოადგენს.

სინათლე, თავისი ბუნებით, შეიცავს ინფორმაციას იმ ობიექტის შესახებ, საიდანაც გამოსხივდება; უფრო მეტიც, სხივი იმისდა მიხედვით იცვლის სახეს, თუ რა გარემოს გაივლის იგი, რაში განიბნევა, გარდატყდება და აირეკლება. ამგვარ ვითარებაში სინათლე, რიგ შემთხვევაში, იცვლის თავის სიკაშკაშეს, ფერს – სპექტრს, პოლარიზაციას და ა. შ. ციურ მნათობთა სინათლის აღნიშნულ ცვლილებებს ასტრონომიული კვლევის სხვადასხვა მეთოდი შეისწავლის, მაგალითად როგორიცაა – ფოტომეტრია, კოლორიმეტრია, სპექტრომეტრია და პოლარიმეტრია.

ე. ხარაძის აბასთუმნის ასტროფიზიკურ ობსერვატორიაში, მისი დაარსების (1932) წლიდან დღემდე, აქტიურად მიმდინარეობს ციურ სხეულთა ყველა ზემოაღნიშნული მეთოდით დაკვირვება. წინამდებარე სტატიაში ცალკე შევეხებით და მეტ-ნაკლებად ვრცლად განვიხილავთ ასტრონომიულ პოლარიმეტრიულ დაკვირვებებს.

ასტროპოლარიმეტრია

პოლარიმეტრია არის ასტრონომიული დაკვირვებების და გაზომვების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი და ამავე დროს ურთულესი მეთოდი, რომელიც საშუალებას გვაძლევს მივიღოთ გამომსხივებელი წყაროს შესახებ ისეთი ინფორმაცია, რომელსაც სხვა მეთოდებით – ფოტომეტრიით და სპექტროსკოპიით, ვერ მივიღებდით, კერძოდ – გავზომოთ მაგნიტური ველის სიმძლავრე ვარსკვლავებში,

მტვრის ნაწილაკების ზომა და ორიენტაცია ნისლეულებში და ვარსკვლავთშორის სივრცეში, დინამიური პროცესები გალაქტიკებსა, კვაზარებსა და ზოგიერთ ცვალებად ვარსკვლავებში, გამომსხივებელი პლაზმის ფიზიკური პარამეტრები – თავისუფალი ელექტრონების და იონების კონცენტრაცია, ტემპერატურა და მაგნიტური ველის ორიენტაცია, გამომსხივებელი გარემოს ასიმეტრიულობა მზის აქტიურ წარმონაქმნებსა და კორონაში. პოლარიმეტრია მნიშვნელოვან დამზერით მასალას იძლევა მთვარე-პლანეტების ზედაპირთა ბუნების, ფიზიკური მახასიათებლების შესახებ და სასარგებლოა ეგზოპლანეტების ძიებისას.

პირველი პოლარიმეტრიული დაკვირვება ასტრონომიაში ჩაატარა ფრანგმა მეცნიერმა არაგომ 1811 წელს. კვარცის ფირფიტისა და ვოლასტონის პრიზმის მეშვეობით მან აღმოაჩინა, რომ მთვარის ზედაპირიდან არეკლილი მზის სინათლე ისევე იყო პოლარიზებული, როგორც დედამიწაზე ჩვეულებრივი მინის ზედაპირიდან არეკვლისას არის ხოლმე. ამ დღიდან მოყოლებული არ დარჩენილა არცერთი ცნობილი ასტრონომიული ობიექტი, რომლის პოლარიმეტრიული შესწავლა არ განხორციელებულიყო.

ასტრონომიულ ობიექტებში გამოსხივების პოლარიზაციის წარმოქმნის ფიზიკური მექანიზმების განხილვისას ვხედავთ, რომ უმეტეს შემთხვევაში პოლარიზაციული პარამეტრები დამოკიდებულნი არიან გამოსხივების ტალღის სიგრძეზე, იქნება ეს სპექტრული დიაპაზონის ფართო თუ ვიწრო უბანი. ამდენად, სხვადასხვა ტალღის სიგრძეზე პოლარიმეტრიულ გაზომვებს ანუ სპექტროპოლარიმეტრიულ მეთოდს, ასევე მნიშვნელოვანი ინფორმაციული დატვირთვა ენიჭება ასტრონომიულ ობიექტებში მიმდინარე ფიზიკური პროცესების შესწავლისას.

ასტრონომიულ ობიექტებს შორის სრულიად განსხვავებული პოლარიზაციის მქონე გამოსხივება გვხვდება: თითქმის სრულად პოლარიზებული – კვაზარების, პულსარების, ამრეკლავი ნისლეულების და მაზერების შემთხვევაში და თითქმის არაპოლარიზებული – გალაქტიკების, სტაციონარული ვარსკვლავების, მზის და სხვა ობიექტების შემთხვევაში. თუმცა, სრულიად არაპოლარიზებული გამოსხივება სამყაროში პრაქტიკულად არ არსებობს.

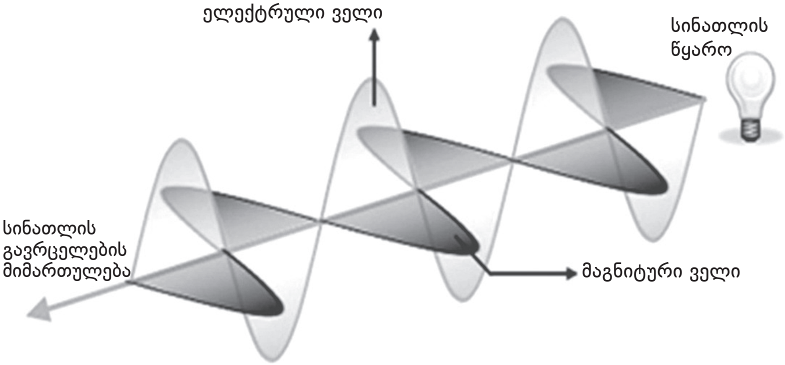
ცხრილი 1. ასტრონომიული ობიექტები, რომელთა გამოსხივებაც არის პოლარიზებული, მათი სპექტრული დიაპაზონი და გამოსხივებული სინათლისთვის დამახასიათებელი პოლარიზაციის ხარისხი.

ობიექტის დასახელება	პოლარიზაციის ხარისხი, DOP (Degree Of Polarization)
რადიო დიაპაზონი	
კვაზარები პულსარები გალაქტიკები მაზერები კოსმოსური ფონური გამოსხივება	70% 80% 0,5% 100% 0,01%
ინფრაწითელი დიაპაზონი	
მტვრის ემისიური გამოსხივება კოსმოსური მტვრის გაბნევა	2% 75%
ოპტიკური დიაპაზონი	
პლანეტები კოსმოსური მტვრით გაბნევა ამრეკლავი ნისლეულები კიბორჩხალას ნისლეულის პულსარი	>20% 10% 60% 20%
ულტრაიისფერი დიაპაზონი	
კოსმოსური მტვრით გაბნევა	4%
რენტგენული გამოსხივება	
მზის ამოფრქვევები აკრეციული რენტგენული პულსარები აქტიური გალაქტიკების ბირთვები (AGN)	5% 80% 20%

როგორც ცხრილიდან ვხედავთ, გამოსხივების პოლარიზაციის ხარისხი მერყეობს 0.01%-დან თითქმის 100%-მდე. ამასთანავე, ზემომოყვანილი ობიექტები არიან როგორც წერტილოვანი, ასევე განფენილი, ხშირად საკმაოდ ფართო კუთხით. უმეტეს შემთხვევებში ამ ობიექტების პოლარიზაცია არის მუდმივი ან იცვლება დროში საკმაოდ ნელა, თუმცა ასევე არსებობს ზოგიერთი ასტრონომიული სხეული, რომელთა პოლარიზაცია სწრაფად ცვალებადია და ამ ცვლილებათა მახასიათებელი დრო შეიძლება იყოს წუთის ან წამის რიგის. ამდენად, თანამედროვე პოლარიმეტრების მიმართ ტექნიკური მოთხოვნები ძალზე მაღალია როგორც სიზუსტის და სამუშაო სპექტრული დიაპაზონის, ასევე სწრაფმოქმედების და მხედველობის ველის თვალსაზრისით.

სინათლის პოლარიზაცია

კლასიკური ფიზიკის მიხედვით სინათლე წარმოადგენს ელექტრო-მაგნიტურ ტალღებს, რომელთა რხევა ორთოგონალურია სინათლის გავრცელების მიმართულების მიმართ. თავის მხრივ, ელექტრული (E) და მაგნიტური (H) ვექტორები ირხევიან ერთმანეთის მიმართ ორთოგონალურ სიბრტყეებში და გააჩნიათ იდენტური ფაზები (ნახაზი 1).



ნახაზი 1. სინათლის, როგორც ელექტრო-მაგნიტური ტალღის სქემატური გამოხატულება.

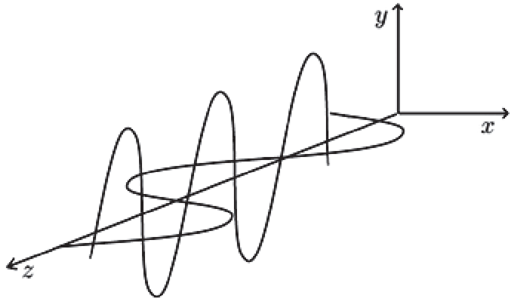
ასეთი კლასიკური ტალღის სრულად აღწერისთვის ჩვენ გვჭირდება ვიცოდეთ შემდეგი სიდიდეები:

1. ტალღის ინტენსივობა;
2. სიხშირე;
3. გავრცელების მიმართულება;
4. რხევის ორიენტაცია რაიმე ათვლის სისტემის მიმართ.

სინათლის აღნიშნული ოთხი სიდიდის განსაზღვრას ემსახურება დაკვირვებითი ასტრონომიის შემდეგი დარგები:

1. ფოტომეტრია;
2. სპექტრომეტრია;
3. ასტრომეტრია;
4. პოლარიმეტრია.

სინათლის ტალღის პოლარიზაციის მათემატიკური აღწერისთვის xyz კოორდინატთა სისტემაში ელექტრულ ვექტორს ყოფენ ორ ურთიერთმართობულ x და y მდგენელებად. ასეთ შემთხვევაში ტალღა ვრცელდება z მიმართულებით, x მდგენელის რხევა ხდება xz სიბრტყეში, y მდგენელისა კი – yz სიბრტყეში.



ნახაზი 2. სინათლის ტალღის ელექტრული ვექტორის x და y მდგენელების გავრცელება z მიმართულებით.

x და y მდგენელები აღიწერება შემდეგი გამოსახულებებით:

$$E_x = E_{x0}e^{i(2\pi\nu t+\varphi_x)} \quad (1)$$

$$E_y = E_{y0}e^{i(2\pi\nu t+\varphi_y)}, \quad (2)$$

სადაც E_{xo} და E_{yo} შესაბამის მდგენელთა ამპლიტუდებია, ν – ტალღის სიხშირე, t – დრო, λ – ტალღის სიგრძე, φ_x და φ_y კი – x და y მდგენელთა ფაზები.

ამ გამოსახულებების ნამდვილ ნაწილებს z = 0 წერტილში შემდეგი სახე აქვთ:

$$E_x = E_{x0}\cos(2\pi\nu t + \varphi_x) \quad (3)$$

$$E_y = E_{y0}\cos(2\pi\nu t + \varphi_x) \quad (4)$$

(3) და (4) განტოლებების მარტივი გარდაქმნებით მივიღებთ შემდეგ გამოსახულებას:

$$\frac{E_x^2}{E_{x0}^2} + \frac{E_y^2}{E_{y0}^2} - \frac{2\,E_xE_y\cos\left(\varphi_y - \varphi_x\right)}{E_{x0}E_{y0}} = sin^2\left(\varphi_y - \varphi_x\right), \quad (5)$$

რომელიც წარმოადგენს ელიფსის ზოგად განტოლებას და ეწოდება პოლარიზაციის ელიფსი, რომლის ფორმას სრულად განსაზღვრავს ოთხი პარამეტრი: E_{x0}, E_{y0}, φ_x და φ_y. ტოლი ამპლიტუდების და ფაზათა სხვაობის $\varphi = \varphi_y - \varphi_x$ და ცალკეული მნიშვნელობების

შემთხვევაში პოლარიზაციის ელიფსი სხვადასხვა ფორმას იღებს და განსაზღვრავს ტალღის პოლარიზაციის სახეს: $\phi=0$ შემთხვევაში ტალღა წრფივად პოლარიზებულია, $\phi=\pi/2$ შემთხვევაში კი – წრიულად პოლარიზებული. ფაზათა სხვაობის სხვა მნიშვნელობებისათვის საქმე გვაქვს ელიფსურ პოლარიზაციასთან. არაწრფივი პოლარიზაციის შემთხვევაში ფაზათა სხვაობის ნიშანი განსაზღვრავს პოლარიზაციის მიმართულებას: $\pi > \phi > 0$ შემთხვევაში ტალღა მარჯვნივ, ხოლო $0 > \phi > -\pi$ შემთხვევაში კი მარცხნივ პოლარიზებულია.

ასტრონომიაში უფრო ხშირად გამოიყენება I, Q, U და V ე. წ. სტოქსის პარამეტრები, Ip – პოლარიზებული სინათლის ინტენსივობა, θ – პოლარიზაციის პოზიციური კუთხე, ϕ – ფაზური კუთხე. Q, U და V არის ინტენსივობის ვექტორის პოლარიზაციული კომპონენტები, ხოლო I – სინათლის ინტენსივობა. ამდენად, სტოქსის ვექტორი საშუალებას გვაძლევს გამოვსახოთ სრულიად არაპოლარიზებული სინათლე, რომლის შემთხვევაშიც Q = U = V = 0. სრულად პოლარიზებული სინათლის შემთხვევაში $I^2 = Q^2 + U^2 + V^2$. ნაწილობრივ პოლარიზებული სინათლის დასახასიათებლად გამოიყენება პოლარიზაციის ხარისხის სიდიდე, რომელიც ტოლია:

$$DOP = \frac{\sqrt{Q^2+U^2+V^2}}{I} \quad . \qquad (6)$$

სტოქსის პარამეტრების მეშვეობით ასევე შესაძლებელია განისაზღვროს პოლარიზაციის კუთხე:

$$\theta = \frac{1}{2} arctg\left(\frac{U}{Q}\right) \qquad (7)$$

და პოლარიზაციის ელიფსურობის განმსაზღვრელი სიდიდე:

$$\varepsilon = \frac{V}{1+\sqrt{Q^2+U^2}} \quad . \qquad (8)$$

პოლარიზაციული ოპტიკა – პოლარიზატორები

სინათლის პოლარიმეტრიული კვლევისას ძირითადად იყენებენ მარტივ ხელსაწყოებს – პოლარიზატორებს. პოლარიზატორი შედგება ოპტიკური ელემენტის, მაგალითად ე.წ. პოლაროიდისგან. პოლაროიდი წარმოადგენს თხელ ფირს ან მინის ფირფიტას, რომელიც სინათლეს მხოლოდ ერთ ორიენტირებულ სიბრტყეში ატარებს, ანუ ერთ პოლარიზაციულ კომპონენტს უცვლელს ტოვებს, ხოლო მის ორთოგონალურ კომპონენტს სრულად შთანთქავს. შესაბამისად, პოლაროიდის ბრუნვისას, მასზე ორთოგონალურად დაცემული ნაწილობრივ პოლარიზებული სინათლე პოლარიზატორის გამოსასვლელზე იძლევა სხვადასხვა ინტენსივობას. ამ ინტენსივობათა ანალიზით ახასიათებენ სინათლის წრფივ, წრიულ (ცირკულარულ) და ელიფსურ პოლარიზაციებს.

წრფივი პოლარიზატორების მოქმედების პრინციპი დამყარებულია ოთხ ოპტიკურ მოვლენაზე. ესენია: დიქროიზმი, ორმაგი სხივთტეხა, არეკვლა და გაბნევა.

ამ მოვლენებს შორის ყველაზე მნიშვნელოვან როლს დიქროიზმი ასრულებს. იგი მდგომარეობს იმაში, რომ ოპტიკური ელემენტი უცვლელად ატარებს ერთ პოლარიზაციულ კომპონენტს და შთანთქავს მის ორთოგონალურს. დიქროიდული პოლარიზატორები შედგებიან გარკვეული წესით ორიენტირებული მიკროკრისტალების ან მოლეკულებისაგან.

ორმაგი სხივთტეხის პოლარიზატორები შედგებიან ისლანდიური შპატის, კვარცის ან კალციტის ორი, ერთმანეთთან შეწებებული პრიზმისაგან. ასეთი კომბინირებული პრიზმა დაცემულ სინათლეს ორ პოლარიზებულ კომპონენტად ჰყოფს, რომელთაგან ერთს უცვლელად ატარებს, ხოლო მეორეს, მის ორთოგონალურს, შთანთქავს დამუქული წიბოთი.

წრიული პოლარიზატორების ანუ ფაზური ფირფიტების (retarders) დანიშნულებაა მოახდინოს დაცემული სინათლის ორთოგონალურ კომპონენტებს შორის სინათლის ტალღის ფაზის წანაცვლება (retardence).

თეორიულად, შესაძლებელია აიგოს ფაზური ფირფიტა, რომელიც მოახდენს ფაზის წანაცვლებას ნებისმიერი სიდიდით. თუმცა, პრაქტიკაში ძირითადად გამოიყენება ფაზის წანაცვლების ორი შემთხვევა: $\pi/2$ და π. ასეთ მოწყობილობებს, შესაბამისად, ეწოდება მეოთხედტალღოვანი ფაზური ფირფიტა (quarter-wave retarder) და ნახევარტალღოვანი ფაზური ფირფიტა (half-wave retarder).

მეოთხედტალღოვანი ფაზური ფირფიტები ჩვეულებრივ გამოიყენება წრფივად პოლარიზებული სინათლის გარდაქმნისთვის წრიულად პოლარიზებულ სინათლედ ან პირიქით.

ნახევარტალღოვანი ფაზური ფირფიტები ჩვეულებრივ გამოიყენება წრფივად პოლარიზებული სინათლის პოლარიზაციის პოზიციური კუთხის შესაცვლელად.

პოლარიმეტრიული დაკვირვებები აბასთუმნის ობსერვატორიაში

აბასთუმნის ასტროფიზიკურ ობსერვატორიაში ციურ სხეულთა პოლარიმეტრიულ დაკვირვებებს დიდი ხნის ისტორია აქვს. ფაქტობრივად, ობსერვატორიის დაარსებიდან მალევე, 1936 წელს, მზის სრული დაბნელებისას (ს. კალინოვსკოე, მდ. ურალის აუზი), ობსერვატორიაში კონსტრუირებული პოლარიმეტრით, ჩვენმა ექსპედიციამ (კ. ზახარინის ჯგუფი) შეასრულა მზის გვირგვინის ფოტოგრაფირება პოლარიზაციულ სხივებში, სპექტრის ორ უბანში. შემდგომ, მზის დაბნელებისას 1941 (ყაზახეთი) და 1945 (კარელია-ფინეთი) წლებში, კორონის პოლარიმეტრიული დაკვირვებები წარმატებით ჩაატარა ობსერვატორიის მკვლევარმა მიხეილ ვაშაკიძემ.

არ შეიძლება განსაკუთრებით არ აღვნიშნოთ პროფ. მიხეილ ვაშაკიძის დამსახურება ობსერვატორიაში კვლევის პოლარიმეტრიული მეთოდის დანერგვაში. მისი შრომები განფენილ ობიექტთა და განსაკუთრებით კიბორჩხალას ნისლეულის პოლარიმეტრიულ შესწავლაში, თავისი დროისთვის პიონერული იყო. სწორედ ამ და სხვა დამსახურებების გამო 1970 წ. საერთაშორისო ასტრონომიულმა კავშირმა მისი სახელი უწოდა მთვარის ჩვენთვის უხილავ მხარეს არსებულ ერთ-ერთ კრატერს (დიამეტრით, დაახლოებით 30 კმ.).

მომდევნო წლებში, მზის დაბნელებისას, ექსპედიციებში აქტიურად მონაწილეობდნენ ც. ხეცურიანი, გ. სალუქვაძე, რ. კილაძე, ე. თეთრუაშვილი, ვ. ყულიჯანიშვილი, მ. გიგოლაშვილი, ე. ხუციშვილი და სხვა ასტრონომები. კორონის პოლარიმეტრიული დაკვირვებები ობსერვატორიისთვის ერთგვარ ტრადიციად იქცა, რომელიც წარმატებით გააგრძელა ობსერვატორიის მკვლევარმა, ფიზ. მათ. მეცნ. დოქტორმა ვაჟა ყულიჯანიშვილმა. გარდა მზის დაბნელებისა, ვ. ყულიჯანიშვილი, ობსერვატორიის 53 სმ. დაბნელებაგარეშე კორონოგრაფზე, დღემდე წარმატებით ახორციელებს მზის აქტიური წარმონაქმნების პოლარიმეტრიულ კვლევებს.

მნიშვნელოვანი ფაქტია, რომ აბასთუმნის ობსერვატორიაში, გარდა ასტროპოლარიმეტრიული დაკვირვებებისა, იქმნებოდა და ტექნიკურად უმჯობესდებოდა თავად პოლარიმეტრიული ინსტრუმენტები. ჯერ კიდევ 1961 წელს, გამოგონებისა და აღმოჩენის კომიტეტმა ჩვენს ნიჭიერ ინჟინერს ლევ ქსანფომალიტს გადასცა საავტორო მოწმობა „ავტომატური ელექტრონული პოლარიმეტრი“, ხოლო 1963 წელს – მოწმობა „ელექტრონული პოლარივიზორი“.

1970-80-იან წლებში, გამოცდილმა ოპტიკოსმა – ალექსანდრე მაიერმა და ელექტროინჟინერმა – ანატოლი კოროლმა, დაამზადეს იმ დროისთვის საკმაოდ მაღალი სიზუსტის, მრავალარხიანი ელექტროპოლარიმეტრი, რომელიც შემდგომ კიდევ არაერთხელ გააუმჯობესეს.

როცა აბასთუმნის ობსერვატორიაზე და ასტროპოლარიმეტრიაზე ვსაუბრობთ, შეუძლებელია სიამაყით არ გავიხსენოთ მთვარის დაუღალავი მკვლევარი, პროფ. ვიქტორ ჯაფიაშვილი. სწორედ მან ჩაუყარა საფუძველი აბასთუმანში მთვარისა და მზის სისტემის პლანეტების პოლარიმეტრიულ კვლევებს.

ვიქტორ ჯაფიაშვილმა, მთვარის პოლარიმეტრიული დაკვირვებების მრავალწლიან მასალაზე დაყრდნობით, პოლარიმეტრის კონსტრუქტორ, ელექტროინჟინერ ანატოლი კოროლთან ერთად, შეადგინა და ტიპოგრაფიულად გამოსცა მთვარის პოლარიმეტრიული ატლასი, რაშიც მათ მიენიჭათ ბრედიხინის სახელობის პრემია.

მისი მოსწავლე ასპირანტები იყვნენ შემდგომში წარჩინებული მეცნიერები:

ოთარ ბოლქვაძე – პლანეტა იუპიტერის პოლარიმეტრია;

ვალერი ოშჩეპკოვი – მჭიდრო ორმაგი სისტემების პოლარიზაციული გამოკვლევა;

ოთარ კვარაცხელია – მთვარის ზედაპირის უბნებისა და მთვარის გრუნტის ნიმუშების სპექტროპოლარიმეტრია;

ლორანდ სიგუა – სატურნისა და მისი რგოლების ელექტროპოლარიმეტრიული გამოკვლევა;

რევაზ ჭიღლაძე – იუპიტერის თანამგზავრების პოლარიმეტრია.

თუ გავითვალისწინებთ პროფ. ჯაფიაშვილის სხვა არაერთ მოსწავლესაც, შეიძლება ითქვას, რომ ობსერვატორიაში, გარკვეული აზრით, ჩამოყალიბდა პოლარიმეტრიის მეთოდით მკვლევართა მნიშვნელოვანი სკოლა.

ვ. ჯაფიაშვილის ორგანიზაციული ნიჭით არაერთი პროექტი განხორციელდა.

ვიქტორ ჯაფიაშვილის გარდაცვალების (2015 წ.) შემდეგ, საერთაშორისო ასტრონომიული კავშირის გადაწყვეტილებით, მისი სახელი დაერქვა მთვარეზე, კრიზისებისა და ნაყოფიერების ზღვებს შორის მდებარე ერთ-ერთ კრატერს.

ამგვარად, ახლა მთვარეზე ორი „ქართული“ კრატერია, ერთი დედამიწიდან უხილავ, ხოლო მეორე – ხილულ მხარეს.

არ შეიძლება ცალკე არ აღინიშნოს ობსერვატორიის ყოფილი თანამშრომლის, შემდგომში საქართველოს კიბერნეტიკის ინსტიტუტის ოპტიკის განყოფილების ხელმძღვანელის, სახელმწიფო პრემიის ლაურეატის, შერმაზან ყაყიჩაშვილის მსოფლიო მნიშვნელობის წვლილი ჰოლოგრაფიული პოლარიზაციის განვითარების საქმეში. მისი მოსწავლეების, აწ ღვაწლმოსილი მეცნიერების – ბარბარა

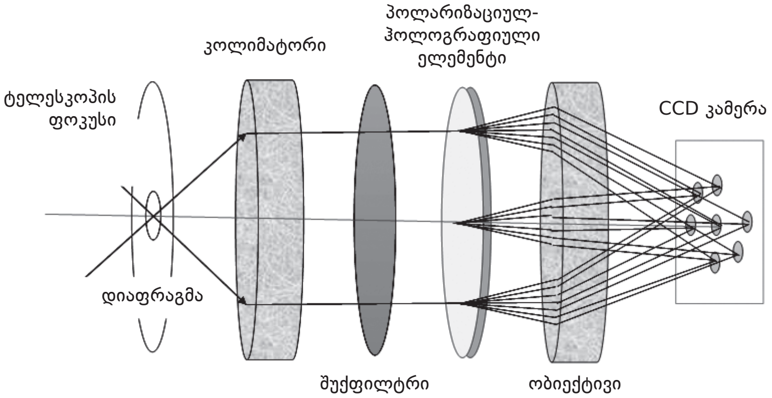
კილოსანიძისა და გიორგი კაკაურიძის ძალისხმევით, დამზადდა ე. წ. ჰოლოგრაფიულ-პოლარიზაციული ელემენტი, ხოლო მოგვიანებით, აბასთუმნის ობსერვატორიის ასტრონომებთან – გიორგი ქურხულთან და თეიმურაზ კვერნაძესთან ერთად, შემუშავდა და წარმატებით გამოიცადა ასტრონომიული დაკვირვებებისათვის ახალი, ინოვაციურ პრინციპზე აგებული ხელსაწყო.

ინოვაციური, პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული სტოქსის გამოსახულებითი ასტროპოლარიმეტრი

ავტორების: ბ. კილოსანიძე, გ. კაკაურიძე (კიბერნეტიკის ინსტიტუტი) და თ. კვერნაძე, გ. ქურხული (ე. ხარაძის ობსერვატორია), მიერ 2017 წელს, შემუშავდა ინოვაციური, უნივერსალური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული სტოქსის გამოსახულებითი ასტროპოლარიმეტრი.

ასტროპოლარიმეტრის ძირითად კომპონენტს წარმოადგენს პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ელემენტი, რომელიც, თავის მხრივ, სამი სხვადასხვა ტიპის პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული მესერის კომბინაციაა.

პოლარიზაციული ჰოლოგრაფიის მეთოდი, მსოფლიოში პირველად, შეიმუშავა ქართველმა ფიზიკოსმა, პროფესორმა შერმაზან ყაყიჩაშვილმა 1972 წელს. აღნიშნული მეთოდის გამოყენებით შესაძლებელია შეიქმნას უნიკალური პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული ოპტიკური ელემენტი, რომელიც საშუალებას იძლევა რეალურ დროში მოვახდინოთ მასზე დაცემული სინათლის პოლარიზაციის სრული ანალიზი სპექტრის ფართო დიაპაზონში – ხილულ და ინფრაწითელ უბანში. კერძოდ, ელემენტი მასზე დაცემულ სინათლის კონას შლის ურთიერთორთოგონალურ წრიულ და წრფივ მდგენელებად დიფრაქციული რიგების სახით. დიფრაქციული რიგების ინტენსივობათა გაზომვის გზით შესაძლებლია დაცემული სინათლის სტოქსის სრული ვექტორის განსაზღვრა. ნახ. 3 -ზე მოყვანილია პოლარიმეტრის ოპტიკური სქემა.



ნახაზი 3. ინოვაციური, პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული სტოქსის გამოსახულებითი პოლარიმეტრის პრინციპული სქემა.

აღნიშნული, პოლარიზაციულ-ჰოლოგრაფიული პოლარიმეტრით წარმოებული პირველი ასტრონომიული დაკვირვებები, რომლებიც სტანდარტ ვარსკვლავებზე, შერჩეულ ციურ სხეულებსა და მზის აქტიურ წარმონაქმნებზე – სპიკულებზე ჩატარდა, უკვე გამოქვეყნდა უცხოურ შესაბამის ჟურნალებში. გამოხმაურებებმა და სიმპოზიუმებზე გაკეთებული მოხსენებებით ასტრონომ-დამკვირვებელთა დაინტერესებამ იმედი ჩასახა – ქართველ მეცნიერთა მიერ შემუშავებული ინოვაციური პოლარიმეტრის შემდგომი სრულყოფის შემთხვევაში, იგი თავისი კონსტრუქციული სიმარტივით, მცირე თვითღირებულებით და შესაძლებლობებით, საკმაო კონკურენციას გაუწევს გაცილებით რთულსა და ძვირადღირებულ ანალოგიურ აპარატურას.

შინაარსი

წინასიტყვაობა სამოცდამეერთე გამოცემისათვის ... 3
წლის დროების დასაწყისი ... 4
ზოგიერთი ქალაქის გეოგრაფიული კოორდინატები ... 4
ტაბელ-კალენდარი 2021 წ. ... 5
ასტრონომიული ნიშნები და აღნიშვნები ... 6
ბერძნული ანბანი ... 7
როგორ ვისარგებლოთ კალენდრით ... 7

ცვალებადი ნაწილი

მზის ეფემერიდები, მზის ამოსვლა-ჩასვლისა და ზედა კულმინაციის მომენტები ... 22
მთვარის ამოსვლა-ჩასვლის მომენტები ... 46
მთვარის ფაზები ... 50
კაშკაშა პლანეტების ხილვადობა ... 51
კაშკაშა პლანეტების ეფემერიდები. მათი ამოსვლა-ჩასვლისა და ზედა კულმინაციის მომენტები ... 58
სამოქალაქო და ასტრონომიული ბინდი და დღის ხანგრძლივობა ... 68
მზის დაბნელებანი 2021 წელს ... 70
მთვარის დაბნელებანი 2021 წელს ... 71
შესანიშნავი მეტეორული ნაკადები ... 72
ვარსკვლავთა საშუალო მდებარეობანი ... 73
ცვალებადი ვარსკვლავები ... 77
მონაცემები გრძელპერიოდიან ცვალებად ვარსკვლავებზე დაკვირვებისათვის ... 77
მონაცემები ბნელებადი-ცვალებადი ვარსკვლავის პერსევსის β-ს დაკვირვებისთვის ... 78
ზოგიერთი თანავარსკვლავედის მდებარეობა ცაზე სხვადასხვა თვეში ... 81

მუდმივი ნაწილი

რეფრაქცია ... 83
რეფრაქციის შესწორება ტემპერატურასა და ბარომეტრულ წნევაზე ... 84
ცნობები რამდენიმე უკაშკაშესი ვარსკვლავის შესახებ ... 85
ცნობები რამდენიმე უახლოესი ვარსკვლავის შესახებ ... 86
ორჯერადი ვარსკვლავები კომპონენტებს შორის მკვეთრად განსხვავებული ფერებით ... 86
ორჯერადი ვარსკვლავები ... 87
ღია და სფერული გროვები ... 88
ბნელი, დიფუზური და პლანეტსახის ნისლეულები ... 89

გალაქტიკები 90
ცნობები პლანეტებზე 91
ცნობები პლანეტათა თანამგზავრებზე 92
ცნობები დედამიწაზე, მზეზე, მთვარეზე 96
ზოგიერთი მნიშვნელოვანი სიდიდე 98
ფიზიკური მუდმივები 98
სიგრძისა და მანძილის ერთეულები 99
მათემატიკური სიდიდეები 99
თანავარსკვლავედების სახელწოდებანი და აღნიშვნები 100
საშუალო დროის შუალედის ვარსკვლავიერ დროში
გადასაყვანი ცხრილი 102
ვარსკვლავიერი დროის შუალედის საშუალო დროში
გადასაყვანი ცხრილი 103
რკალის გრადუსებისა და მინუტების დროის საათებსა
და წუთებში გადასაყვანი ცხრილი 104

დ ა მ ა ტ ე ბ ა ნ ი

სამყაროს შეცნობა ღრმავდება (ახალ აღმოჩენათა კვალდაკვალ)

1. მნიშვნელოვანი ნაბიჯი მზის სისტემის წარმოშობისა
და ევოლუციის შესწავლის გზაზე

2. ბნელი მატერია სამყაროში და გალაქტიკათა სპექტრში
უცნობი რენტგენული გამოსხივების ხაზის ინტერპრეტაციის
პრობლემა
შ. საბაშვილი.......... 105

ასტროპოლარიმეტრია და პოლარიმეტრიული კვლევები აბასთუმნის
ასტროფიზიკურ ობსერვატორიაში
თ. კვერნაძე, გ. ქურხული.......... 123