

1.1. მანძილი ვარსკვლავებამდე

ვარსკვლავებამდე მანძილის განსაზღვრა ასტრონომიის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი და რთული ამოცანაა. მანძილის გაზომვის ერთადერთი პირდაპირი მეთოდია გეომეტრიული პარალაქსის მეთოდი. აღწერეთ გეომეტრიული პარალაქსის მეთოდის უპირატესობები და ნაკლოვანობები.

მინიმალური პარალაქსის კუთხე რომლის გაზომვაც შესაძლებელია დედამიწიდან არის 0.01 სეკუნდი. სატელიტური დაკვირვებებისათვის ეს კუთხე შეადგენს 0.001 სეკუნდს. რატომ განსხვავდება ეს მნიშვნელობები?

როგორ არაპირდაპირ მეთოდს შემოგვთავაზებდით შორეულ ვარსკვლავებამდე მანძილის გასაზომად?

1.2. პლატონური სხეულები

არისტოტელეს, პთოლემეს, კოპერნიკის და თვით კეპლერის კოსმოლოგიური წარმოდგენები ეფუძნებოდა პლატონის ფილოსოფიურ მოძღვრებას. პლატონის (და შესაძლოა პითაგორას) წარმოდგენებით სამყარო უნდა აღიწერებოდეს ფუნდამენტური გეომეტრიული ფორმებითა და სხეულებით. ამ თეორიის თანახმად სულ უნდა არსებობდეს ხუთი ფუნდამენტური სხეული, რომელთა წახნაგების რაოდენობაა 4, 6, 8, 12 და 20. მოგვიყვით ამ სხეულების გეომეტრიული თვისებები. სად ვხვდებით ამ ტიპის სხეულებს ბუნებაში? რა გავლენა იქონიეს ამ სხეულებმა კოსმოლოგიური წარმოდგენების ფორმირებაში?

1.3. არქეო-ასტრონომიის ზოგიერთი საკითხი

დედამიწის ბრუნვის ღერძის ნელი პრეცესია იწვევს საუკუნეების განმავლობაში ცაზე თანავარსკვლავედების განლაგებისა და გამორჩეული ვარსკვლავების ხილული მოძრაობის ნელ ცვალებადობას. აღწერეთ ამ ცვალებადობის არქეოლოგიური ნიშნები, ძველი კულტურების ასტრონომიული წარმოდგენები და არქეო-ასტრონომიული დათარიღების საკითხები. აირჩიეთ *ერთ-ერთი* საკითხი:

1. ბრიტანეთის სტოუნჰენჯები;
2. ეგვიპტის პირამიდები;
3. სხვა საკითხები;

1.4. მილანკოვიჩის ციკლები

დღეისათვის ცნობილია, რომ დედამიწის კლიმატის ცვალებადობაში შეიმჩნევა მკვეთრად გამოხატული 96, 42 და 21 ათას წლიანი პერიოდები. XX საუკუნის დასაწყისში სერბი გეოლოგისა და ასტრონომის მილუტინ მილანკოვიჩის ჰიპოთეზის მიხედვით დედამიწის კლიმატის გრძელვადიანი ცვალებადობა შესაძლებელია გამოწვეული იყოს დედამიწის მზის გარშემო ბრუნვის თავისებურებებით. დედამიწის კლიმატის ამ ცვალებადობას „მილანკოვიჩის ციკლები“ ეწოდება. ახსენით მილანკოვიჩის ციკლების ასტრონომიული მიზეზები: დედამიწის ორბიტის ექსცენტრისიტეტის ცვალებადობა, დედამიწის ბრუნვის ღერძის დახრის ცვალებადობა, დედამიწის ბრუნვის ღერძისა და ორბიტის პრეცესია.

2.1. სფერული ტრიგონომეტრია

ცის თაღზე კოორდინატების განსაზღვრა ასტრონომიის უძველეს პრობლემას წარმოადგენს. სირთულე გამოწვეულია იმ ფაქტით რომ წარმოსახვითი ცის თაღი სფერული ფორმისაა და მას ვერ მივუყვებით სიბრტყეზე მიღებულ ტრიგონომეტრიულ კანონზომიერებებს.

აღწერეთ რომელი გეომეტრიული თეორემებით სარგებლობდნენ ძველი ასტრონომები და რა თანამედროვე ფორმა მიიღო სფერულმა ტრიგონომეტრიამ. (მენელაუსის თეორემა, არაბული და სპარსული ტრიგონომეტრია, თანამედროვე სფერული ტრიგონომეტრიის ელემენტები). განიხილეთ ისეთი საკითხები როგორცაა სფერულ ზედაპირზე დახაზული სამკუთხედის შიდა კუთხეებს შორის კავშირი, დედამიწის ზედაპირზე ორ დაშორებულ წერტილს შორის უმოკლესი მანძილის განსაზღვრა, ასტრონომიული კოორდინატთა სისტემები, სხვა თქვენს მიერ შემოთავაზებული მაგალითები.

2.2. დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრების ორბიტები

დედამიწის ორბიტაზე ბრუნავს სხვადასხვა დანიშნულებით გაშვებული მრავალი ხელოვნური თანამგზავრი (სატელიტი). განიხილეთ თუ რა ტიპის ორბიტები გამოიყენება დღეისათვის და აღწერეთ ამ ორბიტების დანიშნულება (გეოსინქრონული და გეოსტაციონალური, მოსიარულე, პოლარული, მზის სინქრონული და სხვა). განიხილეთ ორბიტებზე ბრუნვის პარამეტრები და მათი გამოყენების მაგალითები.

2.3. მოგზაურობა ორბიტებზე

მოძრაობა დედამიწის ორბიტაზე ემორჩილება მსოფლიო მიზიდულობისა და კლასიკური მექანიკის კანონებს. მართვადი რეაქტიული კოსმოსური ხომალდების გამოგონებამ აქტუალური გახადა არა მხოლოდ სხეულის ფიქსირებულ ორბიტაზე ბრუნვის შესწავლა, არამედ ორბიტებზე გადაადგილების გამოთვლა.

ზუსტი ორბიტალური მექანიკის ამოცანა ითვლება კლასიკური (თეორიული) მექანიკის მეთოდებით. თუმცა, არსებობს მარტივი წესები, რომლებიც საშუალებას გვაძლევენ რთული მათემატიკური გათვლების გარეშე შევაფასოთ ორბიტალური გადაადგილებები. ამ წესთა რიგს მიკუთვნება კეპლერის სამი კანონიც. აღწერეთ ორბიტალური კინემატიკის შესაფასებლად გამოყენებადი დამატებით ოთხი წესი.

მოიყვანეთ ორბიტაზე მოძრაობის მაგალითები, რომლებიც ეწინააღმდეგებიან ადამიანის ინტუიციას. განიხილეთ სხვადასხვა ტიპის ორბიტებს შორის მოგზაურობის შესაძლო სქემები.

2.4. ციურ სხეულთა ბრუნვის პერიოდები

მთვარის ორბიტალური პერიოდი, ანუ დროის მონაკვეთი, რომლის განმავლობაშიც დედამიწის ირგვლივ ბრუნვისას მთვარე 360 გრადუსიან კუთხეს დაფარავს დაახლოებით 27.3 დღეს შეადგენს. ამავდროულად, დედამიწიდან ხილული მთვარის ცვალებადობა 29.5 დღიან პერიოდზე მიგვითითებს. ახსენით რატომ განსხვავდებიან ეს პერიოდები. განმარტეთ ორბიტალური (სიდერიული) და სინოდური პერიოდების არსი. განიხილეთ მზის სისტემის სხვა პლანეტების სინოდური და ორბიტალური პერიოდები. აღწერეთ თუ როდის აღემატება ერთი მეორეს და რატომ.

2.5. „გრავიტაციული ვირის“ ეფექტი

მასიური ციური სხეულის ირგვლის გრავიტაციულ ველში მბრუნავი მცირე ზომის სხეულები ათვლის ლოკალურ სისტემაში იქცევიან როგორც უარყოფითი მასის ობიექტები: ზოგჯერ მათი აჩქარება მიმართულია გარეშე ძალის საპირისპირო მიმართულებით. ამიტომაც ეფექტს ეწოდა „ვირის“ ეფექტი, ანალოგიით ცხოველთან, რომელიც ცდილობს გადაადგილდეს გარეშე მოდებული ძალის საპირისპირო მიმართულებით.

ახსენით ეფექტის გამომწვევი მიზეზები. რა მიმართულებით უნდა მოქმედებდეს გარეშე ძალა, რომ დავაკვირდეთ აღნიშნულ ეფექტს? მოიყვანეთ მაგალითები, როდესაც სხეულის მოძრაობა შეიძლება აღიწეროს უარყოფითი ეფექტური მასის საშუალებით. (დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრების აჩქარება ატმოსფეროსთან ხახუნის გამო, გალაქტიკაში მბრუნავი ვარსკვლავების აჩქარება ან შენელება ერთმანეთთან მიახლოებისას). ახსენით სისტემის ბრუნვის კანონი, რომელიც აუცილებელია რომ დავაკვირდეთ ე.წ. „გრავიტაციული ვირის“ ეფექტს.

3.1 კომეტები

კომეტები მზის სისტემის მცირე სხეულებია რომლებიც ძლიერად ექსცენტრულ (გაწეილ) ორბიტებზე მოძრაობენ და გამოჩნდებიან მხოლოდ მზესთან მიახლოების შემდეგ. არისტოტელემ ამ ობიექტს კომეტა, ანუ თმიანი ვარსკვლავი უწოდა, თუმცა ადამიანი მას ხშირად კუდიანი ვარსკვლავის სახელითაც მოიხსენიებდა.

აღწერეთ კომეტების ხილული თვისებების ფიზიკური მიზეზები; კომეტების გამოჩენის პერიოდულობა; კომეტების ორბიტის თავისებურებები; კომეტების შესწავლის ისტორია და ზეგავლენა კულტურაზე.

3.2 ასტეროიდები და ჯუჯა პლანეტები

კოსმოსური ტელესკოპების დაკვირვებებმა გვანახა, რომ მზის სისტემაში გაცილებით მეტი მცირე სხეული და ჯუჯა პლანეტაა ვიდრე ჩვენ წარმოგვედგინა. აღწერეთ რა განხვავებაა მეტეორებს, მეტეორიტებს, ასტეროიდებსა და კომეტებს შორის. რომელ ძირითად ორბიტებზე მოძრაობენ ასტეროიდები. მოიყვანეთ მათი კლასიფიკაცია. რატომ გახდა აუცილებელი ჯუჯა პლანეტის მცნების შემოყვანა და პლანეტა პლუტონის ჯუჯა პლანეტად დეკლასიფიკაცია. აღწერეთ მზის სისტემის თვისებები პლანეტა ნეპტუნის გარე ორბიტებზე.

3.3. არამზიური პლანეტები და მათი თვისებები

სხვა ვარსკვლავების ირგვლივ მზრუნავი პლანეტების არსებობა ასტრონომიის ძველ და ცივილიზაციის პრინციპულ საკითხს წარმოადგენს. დაკვირვებითი ტექნიკის განვითარებამ საშუალება მოგვცა დღეისათვის პირდაპირი თუ არაპირდაპირი მეთოდებით დავაკვირდეთ ათასობით არამზიურ პლანეტას. 2017 წლის აპრილისათვის აღმოჩენილია 3600-მდე არამზიური პლანეტა.

აღწერეთ არამზიური პლანეტების დღეისათვის ცნობილი ტიპები; პლანეტების დაკვირვების მეთოდები; არამზიური პლანეტების ფიზიკური თვისებები; მნიშვნელოვანი აღმოჩენები და სტატისტიკა; არამზიურ პლანეტაზე სიცოცხლის არსებობის საჭირო პირობები;

3.4. პლანეტები

პლანეტას, რომელიც არ ბრუნავს რომელიმე ვარსკვლავის გარშემო პლანეტარული მასის ობიექტს, ანუ პლანეტოს უწოდებენ. ტერმინოლოგიის დამკვიდრებამდე ამ ტიპის ობიექტებს ხშირად თაღლითი პლანეტის (rogue planet) სახელწოდებით მოიხსენიებდნენ. დღეისათვის აღმოჩენილია ათზე მეტი პლანეტო, რომლებიც გრავიტაციულად არ არიან დაკავშირებულნი რომელიმე ვარსკვლავთან და ბრუნავენ გალაქტიკის ცენტრის გარშემო. აღწერეთ პლანეტოს თვისებები, მათი წარმოშობის შესაძლო მექანიზმები და დაკვირვების მეთოდები.

4.1. კორონალური მასის ამოფრქვევები

მზის მაგნიტური აქტივობის ერთ–ერთი მნიშვნელოვანი ნიშანია კორონიდან დიდი რაოდენობით იონიზირებული პლაზმის ამოტყორცნები, რომელსაც კორონალურ მასის ამოფრქვევებს ვუწოდებთ (Coronal Mass Ejection). აღწერეთ ამ მოვლენის პერიოდულობა, მიზეზები და მახასიათებელი ფიზიკური პარამეტრები. აღწერეთ კორონალური მასის ამოფრქვევის შედეგები დედამიწასა და მზის სისტემაში.

4.2. მზის სრული დაბნელებები

იშვიათად დედამიწის ირგვლივ ბრუნვისას მთვარის ჩრდილი ეცემა დედამიწას. ასეთ შემთხვევაში დედამიწის დაჩრდილულ უბნებში მყოფი დამკვირვებლისათვის მზე „ბნელდება“. მზის სრული დაბნელება შთამბეჭდავი სანახაობაა: ამ დროს შესაძლებელია მზის კორონის შეუიარაღებელი თვალით დანახვა. აღწერეთ მზის დაბნელების ტიპები (სრული, ნაწილობრივი, წრიული და ჰიბრიდული), საშუალო პერიოდულობა, უმბრისა და პენუმბრის არეები. რომელ ცნობილ ისტორიულ მოვლენებს უკავშირდება მზის სრული დაბნელებები?

4.3. მზის მაგნიტური ციკლი

მზის მაგნიტური ველი 22 წლის პერიოდულობით იცვლება. მზის მაგნიტური აქტივობა განსაზღვრავს მის ზედაპირზე ლაქების გამოჩენის 11 წლიან პერიოდულობას. აღწერეთ რა კავშირშია მზის ზედაპირზე ხილული ოპტიკური ლაქები მზის მაგნიტურ აქტიურობასთან და რა ადგილებში ჩნდებიან ლაქები უპირატესად („ბატერფლაი“ დიაგრამა). აღწერეთ მზის მაგნიტური ველის წარმოშობის მიზეზი და 11 წლისაგან განსხვავებული პერიოდები. აღწერეთ მზის მაგნიტური აქტივობის ზეგავლენა დედამიწასა და ადამიანზე.

5.1. ცეფეიდები

პულსირებადი ცვალებადი ვარსკვლავების მნიშვნელოვანი წარმომადგენელია ცეფეიდის (ცეფეისის) ტიპის ვარსკვლავები. ცეფეიდები განიცდიან სიკაშკაშის მკაცრად პერიოდულ ცვლილებას. ამ ტიპის ვარსკვლავები ჩვეულებრივ წარმოადგენენ დიდი მასის ვარსკვლავებს რომლებიც განიცდიან პულსაციებს მკაცრად გასაზღვრული კანონით. ცეფეიდების პულსაციები გამოიყენება ამ ვარსკვლავების მასისა და დედამიწიდან დაშორების დასადგენად. ამ მხროვ ცეფეიდები ხშირად ასრულებენ სტანდარტული სანთლის როლს.

აღწერეთ ცეფეიდების ფიზიკური თვისებები; ნათობისა და პერიოდულობის დამოკიდებულება; აღწერეთ მათი ნათობის პერიოდული ცვლილების ფიზიკური მექანიზმი; მოკლედ აღწერეთ ცეფეიდებამდე მანძილის გათვლის მეთოდიკა; მოიყვანეთ ყველაზე ცნობილი ცეფეიდების მაგალითები;

5.2. არასითბური გამოსხივება

თანამედროვე ასტროფიზიკის ერთ–ერთი უმძლავრესი იარაღია სპექტრული ანალიზი. ამ მეთოდის საშუალებით შესაძლებელია მაგალითად მნათობის სითბური გამოსხივების სპექტრით დავადგინოთ ტემპერატურა ობიექტის ზედაპირზე. როგორც ცნობილია ელექტრომაგნიტური ტალღები აღიძვრება დამუხტული ნაწილაკების აჩქარებული მოძრაობისას. ამ ტიპის ელექტრომაგნიტური გამოსხივება ხშირად განსხვავდება სითბური გამოსხივებისაგან. აღწერეთ დღეისათვის ცნობილი არასითბური გამოსხივების ძირითადი ტიპები, გამოსხივების მიზეზები და შესაძლო სიხშირეები; აიერჩიეთ ერთ–ერთი მექანიზმი:

- კომპტონის გაფანტვა; მაგალითები;
- ციკლოტრონული და სინქროტრონული გამოსხივება; მაგალითები;
- ჩერენკოვის გამოსხივება; მაგალითები;

6.1. თეთრი ჯუჯები

თეთრი ჯუჯა გრავიტაციულად კომპაქტური ობიექტია, რომელშიც აღარ მიმდინარეობს თერმობირთვული რეაქციები და ობიექტი ასხივებს მხოლოდ ვარსკვლავის სითბური გაციების ხარჯზე. ამ ტიპის ვარსკვლავში სიმკვრივე გაცილებით მეტია ძირითადი თანმიმდევრობის ვარსკვლავის სიმკვრივეზე, ხოლო ნათობა გაცილებით ნაკლები. ზოგიერთი თეთრი ჯუჯის გამოსხივების სპექტრი მიგვანიშნებს იმაზე რომ ეს ობიექტი ფაქტიურად წარმოადგენს ვარსკვლავის ზომის ალმასს.

ახსენით თეთრი ჯუჯის წარმოშობის გზები. წონასწორული მდგომარეობა და შესაძლო მასები. ვარსკვლავის ქიმიური შემადგენლობა და თეთრი ჯუჯების სპექტრალური კლასიფიკაცია.

6.2. ზეახალი ვარსკვლავები

ვარსკვლავური ევოლუციის ერთ–ერთი ყველაზე შთამბეჭდავი და კატაკლიზმური ეტაპია ვარსკვლავის „აფეთქება“. ამ შემთხვევაში მნათობის გამოსხივება რამოდენიმე რიგით მატულობს დროის მცირე მონაკვეთში და რჩება შთაბეჭდილება რომ ცაზე ახალი ვარსკვლავი აინთო. ამიტომაც ობიექტს ზეახალი ვარსკვლავი ეწოდება.

ვარსკვლავის აფეთქება შეიძლება სხვადასხვა ტიპის პროცესებმა გამოიწვიონ. შესამაბისად განსხვავდებიან ზეახალი ვარსკვლავების სახეობებიც. ახსენით ზეახალი ვარსკვლავების კლასიფიკაცია (ტიპები Ia,b,c, IIa,b), ფიზიკური პროცესების მიმდინარეობა და ნათობის ცვლილების თავისებურებები.

6.3. მოლეკულური ღრუბლები

კოსმოსში დიფუზიურ მდგომარეობაში არსებული აირი შესაძლებელია გრავიტაციულად შეკავდეს გიგანტური ზომის ღრუბელში, რომელსაც მოლეკულური ღრუბლის სახელით ვიცნობთ. აირის დაბალი ტემპერატურა განსაზღვრავს სინათლის შთანთქმის მოლეკულურ სპექტრს.

მოიყვანეთ დღეისათვის ცნობილი მოლეკულური ღრუბლების მაგალითები. მათი ქიმიური შემადგენლობა და ფიზიკური თვისებები. ორგანული ნივთიერებების არსებობა მოლეკულური ღრუბლების გამოსხივების სპექტრში და შესაძლო კავშირი დაღუპულ სისტემებთან.

6.4. შავი ხვრელები

შავი ხვრელი წარმოადგენს ანომალური სიმკვრივის კოსმოსურ ობიექტს, რომლის მასა მოთავსებულია ამ მასის შესაბამისი შვარცშილდის რადიუსზე ნაკლები ზომის მოცულობაში.

აღმოჩენილია შავი ხვრელების ორი პოპულაცია. პირველი პოპულაცია მოიცავს დაბალი მასის ე.წ. „ვარსკვლავურ“ შავი ხვრელებს, რომელთა მასა დღეისათვის მერყეობს 4-დან 36 მზის მასამდე. მეორე პოპულაცია მოიცავს ზემასიურ შავ ხვრელებს, რომელთა მასა აღემატება ათობით მილიონ მზის მასას და თეორულიად შესაძლებელია მილიარდობით მზის მასის ობიექტის არსებობა.

ახსენით შავი ხვრელების ამ ორი პოპულაციის ფიზიკური თვისებები და წარმოშობის გზები. აღწერეთ შავი ხვრელების დაკვირვებისა და მათი მასების შეფასების დღეს არსებული მეთოდები.

7.1. სფერული გროვები

გალაქტიკის სიბრტყიდან ამოვარდნილ ობიექტთა რიცხვს მიეკუთვნებიან ე.წ. სფერული გროვები (globular clusters). სფერული გროვა წარმოადგენს ერთმანეთთან გრავიტაციულად მჭიდროდ დაკავშირებულ ასეულობით და ათასობით ვარსკვლავს რომელიც ძირითადად გალაქტიკის ჰალოში დაიკვირვებიან.

აღწერეთ ჩვენი გალაქტიკის ცნობილი სფერული გროვები. მათი შემადგენლობა, ვარსკვლავების განაწილება ჰერცშპრუნგ-რასელის დიაგრამაზე და სფერული გროვების ევოლუცია.

7.2. კოსმოსური სხივები

კოსმოსური სხივები წარმოადგენენ სწრაფად მოძრავი ნაწილაკების ნაკადს, რომლის ზემოქმედებასაც განიცდის დედამიწა. ამ რელატივისტური (სინათლის სიჩქარესთან მიახლოებული) სიჩქარით მოძრავი ნაწილაკების 90% წარმოადგენენ პროტონები, ხოლო დანარჩენი შედგება მსუბუქი ქიმიური ელემენტების ბირთვებისა და სხვა ეგზოტიკური ნაწილაკებისაგან.

აღმოჩნდა, რომ შესაძლებელია კოსმოსური სხივების პირველად და მეორად სხივებად დაყოფა. ახსენით ამ დაყოფის მოტივაცია. აღწერეთ კოსმოსური სხივების ენერჯის განაწილება. აღწერეთ კოსმოსური სხივების წყაროები ჩვენს გალაქტიკაში. განიხილეთ ისეთი საკითხები როგორცაა კოსმოსური სხივების ზეგავლენა ატმოსფერულ რადიაციულ ფონზე, ატმოსფერული მოვლებებზე (ელვა, ჭექა-ქუხილი), გლობალური კლიმატის ცვლილებასა და მომავალში კოსმოსური ხომალდებით მოგზაურებზე.

განიხილეთ კოსმოსური სხივების დეტექტირების დღეისათვის არსებული მეთოდები, კოსმოსური სხივების აღმოჩენის ისტორია და დაკვირვების შესაძლებლობები მოყვარულთათვის (მობილური აპლიკაცია CRAYFIS).

8.1. ვარსკვლავების სპექტრული კლასიფიკაცია

ვარსკვლავების გამოსხივების თვისებების აღსაწერად გამოიყენება ვარსკვლავების სპექტრული კლასიფიკაცია, რომლის სტანდარტულ ფორმასაც წარმოადგენს ე.წ. ჰარვარდის კლასიფიკაცია. ამ სქემის მიხედვით ვარსკვლავს ენიჭება ლათინური ასოთი აღნიშნული ერთ-ერთი სპექტრული კლასი: O, B, A, F, G, K, M. ჰარვარდის კლასიფიკაცია გამოიყენება მაგალითად ჰერცშპრუნგ-რასელის დიაგრამის შედგენისასაც. ამ კლასიფიკაციის მიხედვით ვარსკვლავის სპექტრულ კლასს განსაზღვრავს ზედაპირული ტემპერატურა.

ამისდა მიუხედავად არსებობს ვარსკვლავების სპექტრული კლასიფიკაციის ალტერნატიული სქემებიც. ეს სქემები ვარსკვლავების კლასების შემოღებისას ტემპერატურის გარდა ითვალისწინებენ სხვა ფიზიკურ პარამეტრებსაც, როგორცაა წყალბადის გამოსხივების ხაზების არსებობა, ზედაპირული გრავიტაციის სიდიდე, სპექტრული ხაზების სიკაშკაშე და ა.შ. აღწერეთ სპექტრული კლასიფიკაციის ალტერნატიული სისტემები, მათ შორის სეკჩის (Secchi), დრაპერის (Draper), მორგან-კინანის (Morgan-Keenan) სქემები და მათი გამოყენების შესაძლო უპირატესობები.

9.1. გალაქტიკების კლასიფიკაცია

გალაქტიკების კლასიფიკაცია შესაძლებელია მათ ხილულ თვისებებზე დაყრდნობით. ყველაზე გავრცელებული კლასიფიკაციის სქემაა ჰაბლის მორფოლოგიური კლასიფიკაცია. ახსენით ჰაბლის გალაქტიკების კლასიფიკაციის პრინციპები; აღწერეთ სხვა არსებული გალაქტიკების კლასიფიკაციის სქემები;

გალაქტიკების კლასიფიკაცია მაღალი სანდობით შესაძლებელია მხოლოდ ადამიანის უშუალო ჩარევით. დღეისათვის კოსმოსური ტელესკოპით დაკვირვებულია და კლასიფიკაციას მოელის 60 მილიონამდე გალაქტიკა. ამ ამოცანის გადასაჭრელად შექმნილია პროექტი „გალაქტიკური ტყე“ (galaxy zoo), სადაც ყველა მსურველს შეუძლია თავისი წვლილი შეიტანოს ახლად აღმოჩენილი გალაქტიკების კლასიფიკაციაში. შედით სისტემაში და მოახდინეთ რამოდენიმე გალაქტიკის კლასიფიკაცია (www.galaxyzoo.org).

9.2. ფარული მასა

ხილული მასის გრავიტაციული ველი არ არის საკმარისი გალაქტიკების ბრუნვისა და გალაქტიკების გროვების (კლასტერების) დინამიკის ასახსნელად. კლასიკური გრავიტაციის ფარგლებში გალაქტიკების დამზერილი კინემატიკა მოითხოვს დამატებითი ფარული მასის არსებობას.

ახსენით ფარული მასის ფიზიკური თვისებები და ის დაკვირვებები რომლებიც მიგვითითებენ ფარული მასის შემოყვანის აუცილებლობაზე. მოკლედ მიმოიხილეთ დღევანდელი ფარული მასის კანდიდატები და ალტერნატიული თეორიები.

10.1. სტანდარტული სანთლები

სამყაროში შორეულ ობიექტებამდე მანძილის გასაზომად გამოიყენება ე.წ. სტანდარტული სანთლის მეთოდი. სტანდარტული სანთელი არის ობიექტი, რომლის აბსოლუტური ნათობის დადგენა შესაძლებელია მისი რაიმე სხვა თვისებაზე დაკვირვებით. აბსოლუტური და ხილული ნათობების შედარება საშუალებას იძლევა განვსაზღვროთ მანძილი მნათობამდე. აირჩიეთ ერთ-ერთი სტანდარტული სანთლის კანდიდატი:

- ა) პლანეტარული ნისლეული;
- ბ) ნათობის ზედაპირული ფლუქტუაციების მეთოდი;
- გ) D-სიგმა მეთოდი;

აღწერეთ ობიექტის თვისებები; აბსოლუტური ნათობის დადგენის მეთოდი; რა მანძილებზე და რა სიზუსტით შეიძლება იმუშაოს აღნიშნულმა მეთოდმა.

10.2. ბარიონ-აკუსტიკური ოსცილაციები

სამყაროს შორეულ ობიექტებამდე მანძილის გასაზომად ფართოდ გავრცელებული „სტანდარტული სანთლის“ მეთოდის გარდა შესაძლებელია გამოვიყენოთ „სტანდარტული სახაზავის“ მეთოდიც. თუკი ვიცით რაიმე სტრუქტურის ფიზიკური ზომა, შესაძლებელია ის შევადაროთ ამ სტრუქტურის ხილულ ზომას და შევაფასოთ მანძილი ობიექტამდე: რაც უფრო მცირე ზომისაა სტრუქტურა ღამის ცაზე, მით უფრო შორს იმყოფება იგი. დიდი ხნის განმავლობაში ერთადერთი ობიექტები, რომლის ზომის შეფასებაც შეგვეძლო დიდი სიზუსტით იყვნენ ვარსკვლავები. სამწუხაროდ ვარსკვლავების დიამეტრი იმდენად მცირეა, რომ შეუძლებელია მათი საშუალებით ზეგალაქტიკური მანძილის გაზომვა.

უკანასკნელმა დაკვირვებებმა აჩვენეს, რომ სამყაროს დიდმასშტაბოვან სურათში არსებობს მკვეთრად გამოხატული სტრუქტურები, ე.წ. ბარიონ-აკუსტიკური ოსცილაციები. ეს არის სფერული ფორმის სტრუქტურები, რომლებიც დაიკვირვებიან გალაქტიკების გროვების განაწილებაში. აღმოჩნდა, რომ ორ გალაქტიკური გროვას შორის მანძილი ყველაზე დიდი ალბათობით 500 მილიონ სინათლის წელს უდრის.

ახსენით ბარიონ-აკუსტიკური ოსცილაციების გაჩენის მიზეზები ადრეულ სამყაროში. რას წარმოადგენდა ბარიონ-ფოტონური სითხე, რა მეთოდებით შეიძლება ამ სტრუქტურების დაკვირვება და როგორ შეიძლება შორეულ გალაქტიკებამდე მანძილის გაზომვა ამ „სტანდარტული სახაზავის“ მეთოდით.

11.1. სამყაროს გაფართოების ტესტირება

სამყაროს გაფართოების კანონის დასაზუსტებლად საჭიროა შორეული ობიექტების დაკვირვება. დღეისათვის ყველაზე შორეული ობიექტი, რომლის დაკვირვებაც შესაძლებელია არის ზეახალი ვარსკვლავი. ზეახალი ვარსკვლავის აფეთქება სულ რამოდენიმე ათეულ დღეს გრძელდება. ამიტომ საჭიროა ზეახალის აღმოჩენა რაც შეიძლება სწრაფად, რათა დიდი სანდოობით დადგინდეს მისი აბსოლუტური ნათობის სიდიდე და მანძილი ობიექტამდე.

დამის ცის რეგულარული მონიტორინგი მიმდინარეობს მორიგეობით სხვადასხვა ტელესკოპებზე ავტომატურ რეჟიმში. შემჩნეული ცვლილებები განიხილება ზეახალის კანდიდატებად და გადაეცემა მეცნიერებს შესამოწმებლად. ამ ამოცანის გადასაჭრელად შექმნილია პროექტი „გალაქტიკური ტყე: ზეახალი ვარსკვლავები“, სადაც ყველა მსურველს შეუძლია თავისი წვლილი შეიტანოს კანდიდატების მიმოხილვაში და ზეახალის ვარსკვლავის აღმოჩენებში.

შედით სისტემაში, მიიღეთ მონაწილეობა კანდიდატების განხილვაში და აღმოაჩინეთ თქვენი ზეახალი ვარსკვლავი: <http://supernova.galaxyzoo.org/>

იხილეთ მიმოხილვის ტიპიური მაგალითი: http://supernova.galaxyzoo.org/how_to_take_part მონაცემები იღება დაკვირვებითი სესიების შემდეგ.