**თავი 1**

**1. aRwereT, ra aris “triviumi” (laT. trivium \_ sami gzis gadakveTa), sad da ratom iTvleboda is “sawyisi ganaTlebis” aucilebel pirvel safexurad;**

ტრივიუმი შედგებოდა გრამატიკისგან, ლოგიკისა და რიტორიკისგან. გრამატიკა იყოს ენის „მექანიკა - მეცნიერება“ სიტყვებისა და წინადადებების აგებულების შესახებ. ლოგიკა იყო აზროვნების და ანალიზის „მექანიკა“ - მეცნიერება ბუნების, აზროვნების და საზოგადოების ცვალებადობის, აზროვნების ფორმირებისა და კანონების შესახებ. რიტორიკა იყოს ენის გამოყენება სწავლებისა და დარწმუნებისთვის, - ორატორული ხელოვნების, მჭერმეტყველების მეცნიერება.

ტრივიუმი იყო ანტიკური განათლების პირველი საფეხური, შუა საუკუნეებიდან კი ევროპული უმარლესი განათლებისთვის აუცილებელი წინაპირობა.

ითვლებოდა, რომ ეს არის მინიმალური, რაც განათლებულმა ადამიანმა იცოდეს, რის გარეშეც ცხოველზე დიდად მაღლად მდგომად არ ითვლებოდა ადდამიანი.

**2. aRwereT, ra aris “kvadriviumi” (laT. quadrivium \_ oTxi gzis gadakveTa), sad da ratom iTvleboda is “sawyisi ganaTlebis” aucilebel meore safexurad;**

კვადრივიუმი (მათემატა) შედგებოდა არითმეტიკისგან, გეომეტრიისგან, მუსიკისგან (ჰარმოონიისგან) და ასტრონომიისგან. არითმეტიკა არის მეცნიერება რიცხვების და მათზე მოქმედებების შესახებ. გეომეტრია არის მეცნიერება სხეულის სივრცით მიმართებებისა და ფორმების შესახებ. მუსიკა არის დროში ტონისა და სიჩუმის მონაცვლეობის შესწავლის მეცნიერება, ასტრონომია კი ციური სხეულების შემსწავლელი მეცნიერებაა.

კვადრიუმი ანტიკურ განათლების მეორე საფეხური იყო.

\*ლესავს ტვინს

**3. aRwereT, ra aris “vedanga” (sityvasityviT \_ vedis nawilebi), sad da ratom iTvleboda is “sawyisi ganaTlebis” aucilebel pirvel safexurad;**

ვედანგა შედგებოდა ექვის ნაწილისგან:

ფონეტიკა და ფონოლოგია, მეტრი, ეტიმოლოგია, ასტროლოგია და ასტრონომია და რიტუალების ცოდნა.

ეს იყო ინდიუსტური საწყისი განატლების პირველ საფეხურად.

**4. ra gansxvaveba iyo romaul civilizaciaSi ariTmetikasa da lojistikas Soris;**

ლოჯისტიკა იყო ყოველდღიური ამოცანების გადაჭრისთვის საჭირო, პრაქტიკული მათემატიკა მას ჰქონდა დოგმატური სახე, როგორც ინსტრუქციებს, რომლელთა შესრულებითაც სასურველ შედეგს მიაღწევთ. არიტმეტიკა კი იყო სამყაროს შემეცნების გზა, სადაც მნიშვნელოვანი იყო თეორიების დამტკიცებები და მათი არსის გაგება.

**5. ra aris “maTemata” da moitaneT misi piTagoras skoliseuri aRwera**

მათემატა პითაგორას განსაზღვრებით შედგება არითმეტიკის, გეომეტრიის, ჰარმონიისა და ასტრონომიისაგან. ესენი არის შემეცნების მენციერებები. პითაგორას აზრით შემეცნება ნიშნავს ყველაფრის რიცხვებამდე დაყვანას, მხოლოდ ამის შემდეგ შევიცნობთ ჩვენ მას. მათემატიკოსი ნიშნავს შემეცნების მოყვარულს.

**6. moitaneT Zveli egviptis zogierTi “Senatani” Semecnebis safuZvlebSi**

* ძვ. წ. 3000 - თვლა 10000-მდე
* ძვ.წ. 2000-1800 - ვარსკვლავური კალენდრები
* ძვ. წ. 1600-1100 - ასტრონომიის ჩანასახი
* ძვ. წ. 300- ალექსანდრიული სკოლა

**7.moitaneT Sumeruli civilizaciis zogierTi “Senatani” Semecnebis safuZvlebSi;**

* ძვ. წ. 3000 – 60-ობითი თვლის სისტემა
* ძვ. წ. 2800-1800 - გამრავლების და გაყოფის ცხრილები
* ძვ. წ. 1500-1250 - ასტროლოგიური ცხრილები
* შუმერულ-ბაბილონური ფირფიტები
* პითაგორას თეორება, რიცხვი „ფესვი ორიდან“, კვადრატში აყვანა და ფესვის ამოღება.
* ალგებრული გამოთვლები

**8. moitaneT civilizacia harapas zogierTi “Senatani” Semecnebis safuZvlebSi**

* SemoiRes wonisa da zomis erTiani erTeulebi;
* iyenebdnen Tvlis 10-biT sistemas;
* aguris damzadebis teqnologias -yalibiT;
* agebdnen idealur marT kuTxes,
* agebdnen geometriul figurebsa da zedapirebs–maT Soris kuboidebi, konusebi, cilindrebi, kasrebi;
* xazavdnen koncentrul da gadamkveT wreebs da samkuTxedebs.
* aRmoCenil maTematikur xelsawyoebsgaaCniaT sakmaod zusti aTobiTi danayofebi da qvedanayofebi, igive xelsawyo gamoiyeneboda farglad da brtyeli kuTxeebis sazomad anda horizontis dasayofad –mravldeboda an 40-360 danayofi da Seszloa gamoyenebul yofiliyo cis horizontze 8-12 xvlelis zomis dasadgenad,
* SesaZloa is agreTve gamoiyeneboda varskvlavT ganlagebis dasadgenad mezRvaurTaTvis. samwuxarod es induri nawerebi gauSifravia, rom ufro meti informacia miviRoT harapas matematikis donis da Sesazleblobebis Sesaxeb!

**9. moitaneT Zveli CineTis zogierTi “Senatani” Semecnebis safuZvlebSi;**

* ქაღალდი
* კომპასი
* ფარგალი და გონიო

**თავი 2**

**1. aRwereT istoriuli ricxvis warmodgenis mcdelobebi: “Wdeebi”, “birkebi”, “kvipu”;**

რიცხვის წარმოსადგენად ჭდეების გამოყენებისას ხის ნაჭერზე ან ძალზე აკეთებდნენ რიცხვის რაოდენობის შესაბამის ნაჭდევებს.

ასევე ნაჭდევების პრინციპზე მუშაობდა „ბირკების“ სისტემაც, იმ განსხვავებით, რო მჭდეები კეთდებოდა თიხის ფირფიტაზე, რომელსაც შემდეგ შუაზე ტეხავდნენ და მევალეს და მოვალეს ნახევარ-ნახევარი ხვდებოდათ, რათა ვალის დაბრუნებისას მიედგათ ერთმანეთისთვის და დარწმუნებულიყვნენ, რომ სწორად გადაიხადა. კვიპრუ - თოკზე ფერადი ნასკვებით რიცხვების წარმოდგენა.

**2. aRwereT sxvadasxva tomisa da civilizaciis “sakvanZo” ricxvebi; moitaneT TqvenTvis cnobili ramdenime magaliTi;**

* polineziuri (toresis arqipelagi) – wyvili;
* •fijisa da solomonis kunZulebi – 100 navi,
* dasavleT kanadis indielebi \_ 3 saxe – “Txane”; 3 jer – “Txat”,3 adgilas – “Txateon”, 3 sagani–“Txa”, magram zogadad 3-is aRmniSveli ar arsebobs!
* Ffloridis aborigenebi –10 sursaTiT savse kalaTa – “na-banara”, 10 kvercxi “na-kua” –magram calke sityva “na” 10 ar ixmareba!
* evropa – duJini;
* saqarTvelo – aTi, oci, asi, bevri, uSqari!

**3. aRwereT “adiciuri” Tvlis sistemis principi da moitaneT sxvadasxva magaliTi;**

Tvlis sistemis aditiuri principi mdgomareobs imaSi, rom SemoRebulia e.w “sakvanZo” ricxvebi (mag. 1,10,100 da a.S.). yvela sxva ricxvi warmodgeba am sakvanZo ricxvis ganmeorebiT.

aseTi sistema gvxvddeba romauli ricxvebis nawilSi (XII – X+II), polineziurSi, egvipturSi, შუმერულში და ა.შ.

**4. aRwereT “subraqciuli” Tvlis sistemis principi da moitaneT sxvadasxva magaliTi**;

Tvlis sistemis substraqtiuli principi mdgomareobs imaSi, rom Canaweri mn (m<n)csinamdvileSi niSnavs n-m. magaliTad romauli ricxvebis nawili (IX= X-I), an rusuli sityva девяносто .

**5. aRwereT “multiplikaciuri” Tvlis sistemis principi da moitaneT sxvadasxva magaliTi**;

multiplikaciuri Tvlis sistema gamoiyeneba Semdegnairad: raime ricxvis dasaxelebisas vambobT, Tu ramdenjeraa aRebuli raime sakvanZo ricxvi mis misaRebad. magaliTad, qarTuli “samoci” – 3x20. მსგავსი სისტემა არსებობს, ფრანგულ, გერმანულ, ინგლისურ დ ა.შ. ენებსი.

**6. rogori sistemaa egvipturi da rogor xdeba mTeli ricxvebis gamravleba (aRwereT algoriTmi)!**

ძველეგვიპტური თვლის სისტემა იყო წმინდა წყლის ადიტიური სისტემა.

გამრავლების ალგორითმი შემდეგი საფეხურებისგნა შედგება:

1. სამრავლი რიცხვი ორმაგდება, სანამ „საჭიროა“
2. mamravli warmoidgineba oris xarisxebad \_ (Tanamedrove kompiuteris analogiurad 15 = 1111; 19 = 10011 da a.S. )!
3. pirvel safexurze “gaormagebuli” ricxvebidan ijameba “saWiroebi” (Tanamedrove terminologiiT sadac orobiT warmodgenaSi erTiania!)

**7. rogori sistemaa Sumerul – babilonuRi da raSia principialuri sirTule didi ricxvebis warmodgenisas? ra ricxvia**

თვლის სისტემა არის ადიტიური და პოზიციური. დიდი რიცხვების წაროდგენისას სირთუელს იწვევს ის ფაქტი, რომ თანრგიები არის 60-ს ხარისხების მიხედვით, შესაბამისად საკმაოდ რთული ხდება დიდი რიცხვის გამოთვლა. ეს რიცხვი არის 424000

**8. Tvlis rogori sistemaa “colkini” da raSia principuli sirTule didi ricxvebis warmodgenisas; ra ricxvia ?**

‘colkini” adiciur principze dayrdnobili poziciuri

sistemaa. gaaCnia ori “sakvanZo” ricxvi: wertili - erTiani da tire - xuTiani” rac

Seexeba did ricxvebs maTi Cawera xdeba – sakmaod rTuli da kalendarTan mibmuli

algoriTmiT! tradiciuli sistemebidan gansxvavebiT – sistemis sabazo ricxvebia 18

da 20 !”

es ricxvi= 4 X (18 X 204) + 6 X (18 X 203) + 14 X (18 X 202)

+ 13 X (18 X 201) + 15 X 20 + 1 = 12 489 781

**9. ramdeni cifria ZvelCinur aRricxva “i-ZinSi” da ra principiT warmodgebian ricxvebi 63-mde am sistemaSi?**

ი-ცზინში არის 8 ციფრი, რომლებიც დგებიან თავისთავად ორობითი სისტემის სტილში - 1 და 0-სგან, ანუ წყვეტილ იდა სწორი ხაზისგან არიან შედგენილები. ა მციფრების მიხედვით აგებულია 8x8 ცხრილი და შესაბამისი „ჩხირების“ კომბინაციით დგება 0-დან 63-მდე თითოეული რიცხვის შესაბამისი სიმბოლო.

**10. qarTuli asoTnumeraciis SemTxvevaSi romeli rixvis Caweraa SesaZlebeli da ra sakvanZo ricxvebia cnobili “qarTulSi”;**

ქართულშ ასოთნუმერაციაში შესაძლებელია 59995-მდე რიცხვების ჩაწერა.

პირველი ცხრა ციფრი ქართულში საკუთარი სახელებითაა, შემდეგ მოდის საკვანძო სიტყვები ათი, ოცი, ასი, აღასი და ბევრი(10 000)

**11. ramdenia – miriadi, bevri da kidev romeli didi ricxvebis aRmniSnavi sityvieri Sesatyvisebia TqvenTvis cnobili?**

მირადი და ბევრი - 10 000

*Dhvajagranishamani-* 10421

ტეტრადა - 9999

ოქტადა - 99999999

Arenario 108x16

**თავი 3**

**1. aRwereT “Suaze gayofis” iluzia da moitaneT romelime magaliTi;**

შუაზე გაყოფის ილუზიისას ადამიანს უჭირს ვერტიკალური და ჰორიზონტალური ობიექტების სიგრძეების შედარება: ვერტიკალური ეჩვენება უფრო მოკლე, ვიდრე არის.

ამის მაგლითია ჰორიზონტალური მონაკვეთის შუაზე გაყოფა მისი ტოლი ვერტიკალურით: დაკვირვებელს ეჩვენება, რომ „გამყოფი“ მონაკვეთი შესამჩნევად გრძელია, ვიდრე გაყოფილი.

**2. aRwereT “miuler-leieris” iluzia da moitaneT romelime magaliTi;**

მიულერ-ლეიერის ილუზიისას თუ ორი ტოლი მონაკვეთიდან ერთ-ერთს განშლად ისრებს გავუკეთებთ ბოლოში, მეორე კი - კრებადს, ჩვენ ისინი სხვადასხვა სიგრძისად მოგვეჩვენება.

**3. aRwereT “pogendorfis” iluzia, ra parametrebze aris an ar aris is damokidebuli;**

თუ ზოლს გადავკვეთთ წრფით, ისე, რომ მის შიგნით წრფე არ გამოჩნდეს, ხოლო „გამოსასვლელთან“ მის პარალელურ ხაზებს გავავლებთ, ადამიანი შეცდომით დაასახელებს, თუ რომელია იმ წრფის გაგრძელება.

ეს ილუზია არაა დამოკდიებული არც ზოლის ფერზე, არც წრფეების რაოდენობაზე. მასე მოქმედებს ზოლის სიგანე და დახრის კუთხე.

**4. aRwereT “iradiaciis” iluzia da moitaneT romelime magaliTi;**

ირადიაციის ილუზიისას ბნელ ფონზე ნათელი საგნები უფრო დიდები ჩანან, ვიდრე სინამდვილეში არიან მაგალითად: შევადაროთ შავ ფონზე თეთრი კვადრატი და თეთრ ფონზე იმავე ზომის შავი კვადრატი..

**5. aRwereT “colneris” iluzia da moitaneT romelime magaliTi;**

ცოლნერის ილუზია: წრფეს დავშტრიხავთ დახრილი ხაზით მოგვეჩვენება, რომ ის მრუდეა.

**6. aRwereT “vundtis” iluzia da moitaneT romelime magaliTi;**

თუ ორ წრფეს დავშტრიხავთ საპირისპიროდ მიმართული სიმეტრიული დახრილ იხაზებით, ისინი შეზნექილად მოგვეჩვენება.

**7. aCveneT, rom miuxedavad iluziisa (aRwereT, raSi mdgomareobs efeqti) rogor TanadobaSi arian mocemul naxatze gamuqebuli ubnebis farTobebi?**

**(am SemTvevaSi koncentruli wrewirebis radiusebi Sesabamisad 3, 4 da 5 erTeulia);**

ილუზია მდგომარეობს იმაში, რომ გარე ნაცრისფერი შრის ფართობი უფრო მცირე ჩანს, ვიდრე შიგა ნაცრისფერი წრის. არადა შიგა წრის ფართობია π π 32 = 9π, გარე შრის: 52 π-42 π=9 π, ანუ მათი ფართობები ტოლია.

**8. aRwereT da miuTiTeT, Tu ramdeni da Tanac romeli sxvadasxva iluziis zeddebaa**

**mocemul naxatze;**

ეს არის ორი ილუზიის: ირადიაციის და მიულერ-ლეიერის (ისრების) ილუზიების ზედდება.

**9. aCveneT, rom miuxedavad iluziisa (aRwereT, raSi mdgomareobs efeqti) rogor TanadobaSi arian mocemuli kvadratis (a gverdis sigrZea) muqi da Ria ubnebis**

**farTobebi? (b Siga kvadratis gverdis sigrZea, xolo c “zolis” siganea);**

ილუზიის მიხედვით ყვითელი კვადრატის ფართობი მეტია. სინამდვილეში, ყვითელის ფართობია a2/2, ზოლის კი - a2- a2/2= a2/2, ანუ ფართობები ტოლია.

**10. axseniT “p. keris samkuTxedis” “planimetriuli sofizmi” (nax. 1-ze 60 ujris toli**

**farTobia, nax. 2-ze \_ 58 ujris toli farTobi da nax. 3-ze \_ 59 ujris toli farTobi);**

მეორე ნახაზზე ფართობი გამოთვლილია შეცდომით: სინამდვილეში სამკუთხედი არ არის ტოლფერდა, რადგან მისი ფერდები არაა სწორი ხაზები. დაჭრის შედეგად მიღებული პატარა სამკუთხედები არ არიან უფრო დიდების მსგავსები, შესაბამისად მათი ასე დალაგება არ მოგვცემს სწორ ხაზს.

მესამე ნახატში კი ...

**თავი 4**

**1. moitaneT fraqtalis romelime gansazRvreba (samidan erT-erTi);**

ფრაქტალი არის უსასრულო „თვითმსგავსი“ ფიგურა, რომლის ფრაგმენტი იმეორებს მთელი ფიგურის ფორმას უფრო მცირე მასშტაბით.

**2. moitaneT fraqtaluri simravlis magaliTi.**

ფრაქტალური სიმრავლის მაგალითია კანტორის სიმრავლე:

* აiReba monakveTi [0,1]; n=0
* amoiWreba Signidan monakveTi [1/3, 2/3] - n=1;
* darCenil monakveTebSi [0,1/3] da [2/3,1] amoiWreba Signidan monakveTebi [1/9, 2/9] da [7/9,8/9] - n=2;
* yovel bijze meordeba procedura darCenili monakveTi iyofa sam tol nawilad da iWreba Sua mesamedi!

**3. aRwereT fraqtaluri simravleebi:**

**3.1. “serpinskis samkuTxedi”;**

* aiReba wesieri samkuTxedi; n=0
* amoiWreba Signidan centraluri wesieri samkuTxedi; n=1
* darCenil samkuTxedebSic amoiWreba centaluri wesieri samkuTxedebi; n=2
* yovel bijze meordeba procedura centraluri wesieri samkuTxedis amoWra

**3.2. “mengeris Rrubeli”;**

* aiRebakubi-n=0;
* amoiWreba Signidan centraluri “jvari” n=1;
* darCenili figuridan amoiWreba centaluri “jvrebi” ; n=2
* yovel bijze meordeba procedura centraluri “jvrebis” amoWra! – Sesabamisad mcirdeba amosaWreli “jvris masStabi”.

**3.3. “piTagores Sarvali” (“piTagores regularuli xe”);**

* agebis procedura eyrdnoba piTagoras Teoremas:

***“hipotenuzaze agebuli kvadratis farTobi tolia kaTetebze agebuli kvadratebis farTobebis jamisa”***

* yvela doneze kvadratebis farTobis jami 1-is tolia;

ანუ, კვადრატის გვერდზე აიგება ორი კვადრატი, რომელთა ფართობთა ჯამი 1-ა ისე, რომ თითო წვერო საწყის კვადრატთან საერთო აქვთ, მათი გვერდები კი ტოლია და 900-ან კუთხეს ქმნიან ერთმანეთთან. ყოველ ბიჯზე იგივე ხდება „ახალი“ კვადრატებისთვის.

**3.4 “piTagores qardaberili xe”;**

კვადრატის გვერდზე აიგება ორი კვადრატი, რომელთა ფართობთა ჯამი 1-ა ისე, რომ თითო წვერო საწყის კვადრატთან საერთო აქვთ, მათი გვერდები კი სხვადასხვა ზომისაა და 900-ან კუთხეს ქმნიან ერთმანეთთან. ყოველ ბიჯზე იგივე ხდება „ახალი“ კვადრატებისთვის.

**3.5. “serpinskis noxi”;**

* აიღება კვადრატი; n=0
* იყოფა კვადრატი 9 კვადრატად და ამოიჭრება შუა
* მეორდება იგივე პროცედურა ყოველი მიღებული კვადრატისთვის.

**3.6. “koxis wiri”;**

* ბიჯი 0: ვიღებთ წირს, რომლელსაც ვყოფთ სამ ნაწილად
* ვჭრით შუა ნაწილს და ამოჭრილის თავზე ვავლებთ მის ტოლ ორ ხაზს ისე, რომ ამოჭრილ მონაკვეთთან ერთად წესიერი სამკუთხედი შემდგარიყო.
* ვიღებთ ობიექტის ყველა ელემენტს და ვატარებთ თითოეულზე იმავე ოპერაციას, რაც პირველზე ჩავატარეთ.

**3.7. “T – kvadrati”;**

* ვიღებთ კვადრატს
* ვყოფთ მას 16 ტოლ კვადრატად და ვაგდებთ შუა 4-სგან შედგენილ კვადრატს
* ვიმეორებთ იმავეს თითოეული დარჩენილი კვადრატისთვის

**3.8. “levis wiri”;**

* ვიღებთ მონაკვეთს.
* ვკეცავთ შუაზე 900-თ.
* ვაკეთებთ იმავეს ფიგურის ყოველი ელემენტისთვის.

**3.9. “brounis xe”;**

* are gajerebulianawilakebiT, romlebicbrounismoZraobasasruleben!
* areSiSetaniliawarmoqmnis(agregaciis) centri–anu yoveli nawilaki, romelic SemTxveviT daejaxeba warmoqmnis(agregaciis) centrs, mas “miewepeba”

**3.10. “minkovskis wiri“.**

* აიღება მონაკვეთი
* გაიყოფა ოთხ ტოლ ნაწილად. შუა ორი ამოიჭრება და „ჩაკერდება“ ზემოთ, ამ მონაკვეთის ტოლ მანძილზე. მარჯვენა იმავე მანძილზე, ოღონდ საწყისი წირისგან ქვემოთ ჩაკერდება. შემდეგ ეს ორი „ჩაკერებული“ მონაკვეთი მართობით ერთდება.
* მეორდება იგივე ყველა მიღებული მონაკვეთისთვის.

**თავი 5**

**1. ras ewodeba “oqros kveTa” (“RvTiuri proporcia”)?**

ოქროს კვეთა ეწოდება მონაკვეთის ისე გაყოფას, რომ მისი პატარა ნაწილის შეფარდება დიდთან იყოს ტოლი დიდი ნაწილის შეფარდებისა მთელთან.

**2. ra aris “idealuri kuTxe” da ra kavSirSia is “oqros kveTasTan”;**

იდეალური კუთხე ეწოდება კუთხეს, რომელიც მიიღება წრეწირის ოქროს კვეთის პრინციპით დაყოფით: ისე, რომ a/360-a=360-a/360

**3. rogoraa SesaZlebeli mocemuli monakveTis gankveTa “RvTiuri proporciiT” mxolod farglisa da saxazavis saSualebiT;**

* ავაგებთ B ბოლოში BD მართობს, რომელიც სიგრძით მონაკვეთის ნახევარია. შევაერთებთ მას A-სთან
* D წეტილიდან BD სიგრძის წრეწირს ვხაზავთ და ვინიშნავთ AD-სთან გადაკვეთის წერტილ E-ს.
* A წერტილიდან ვავლებთ AE რადიუსის წრეწირს. AB-ს გადაკვეთის წერტილი C არის ოქრო კვეთის წერტილი.

**4. mxolod farglisa da saxazavis saSualebiT rogoraa SesaZlebeli, mocemuli monakveTs “miedgas” monakveTi ise, rom miRebuli monakveTi gankveTili iyos “RvTiuri proporciiT”?**

* ავაგოთ AGFC კვადრატი მოცემულ AC მონაკვეთზე
* გავყოთ AC შუაზე O წერტილით.
* შევაერთოთ F და O.
* O წერტილიდან OF რადიუსით შემოვავლოთ წრეწირი. AC-ს გაგრძლებასთა ნგადაკვეთის წერტილი იქნება ისეთი B, რომ AB მონაკვეთი C წერტილით ოქროს კვეთით გაიყოფა.

**5. ra kavSiria fibonaCis mimdevrobasa da “oqros kveTis” ricxvs Soris;**

ზღვარი ფიბონაჩის რიცხვის Un შეფარდებისა მის წინა რიცხვებთან Un-1 (როცა n->უსასრულობა) არის ფიბონაჩის რიცხვის ტოლი.

**6. ramdeni da rogori gansxvavebuli amonaxsni gaaCnia 15 “sxvadasxva” variantad dasmul amocanas:**

**gavyoT C wertilis saSualebiT monakveTi AB ise, rom Sesabamisi monakveTebis sigrZeebi “proporciulni” iyvnen (moitaneT amocanis maTematikuri Camoyalibeba da yvela SesaZlo amonaxsni).**

15 “amocanas” anu sxvadasxva variants aqvs mxolod 6

gansxvavebuli pasuxi (amonaxsni):

1. 3 SemTxveva rodesac gayofis wertili C emTxveva monakveTis marjvena bolos!?

2. 3 SemTxveva rodesac gayofis wertili C emTxveva monakveTis marcxena bolos!?

3. 2 SemTxveva rodesac dasmul amocanas amonaxsni ar gaaCnia (tolobis erTi mxare

erTze metia, xolo meore mxare erTze naklebi)!?

4. 3 SemTxveva rodesac gayofis wertili C monakveTis Sua wertilia!?

5. 2 SemTxveva rodesac gayofis wertili C monakveTs oqros kveTis proporciiT

hyofs (CB < AC)!

6. 2 SemTxveva rodesac gayofis wertili C monakveTs oqros kveTis proporciiT

hyofs (CB > AC)!

**7. ra aris “dinamiuri” da “statikuri” marTkuTxedebi da ras ewodeba “marTkuTxedis moduli”?**

მართკუთხედის მოდული - დიდი გვერდის შეფარდება პატარასთან.

სტატიკური მართკუთხედი - თუ მოდული რაციონაურია.

დინამიკური - თუ მოდული ირაციონალურია.

**8. ras ewodeba figuris “gnomoni” da rogori marTkuTxedis gnomonia kvadrati?**

ფიგურის გნომონი არის ისეთი ფიგურა, რომლის მიდგმითაც მიიღება საწყისი ფიგურის მაგვარი ფიგურა.

კვადრატი არის ოქროს კვეთის მაჩვენებლი მართხკუთხედის გნონომი. ანუ ისეთი მართხკუთხედისა, რომლის გვერდებიც ოქროს კვეთით შეეფარდენიან ერთმანეთს.

**თავი 6**

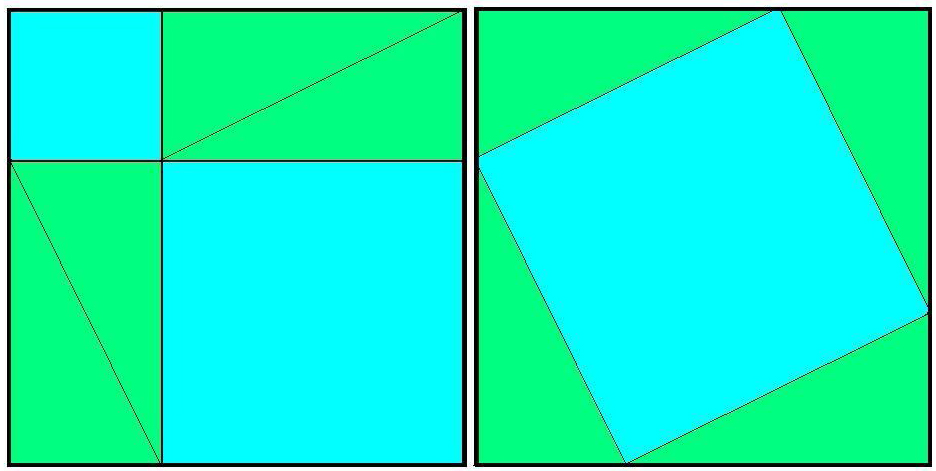
**1. CamoayalibeT kvadratis gaormagebis amocana da misi platoniseuli amoxna, aCveneT, raSia sirTule da pasuxis originaloba;**

* aviRoT kvadrati **ABCD** da gavavloT masSidiagonalebi **AC** da **BD**.miviRebT oTx samkuTxeds **ABO, BOC, OCD** da **AOD**.
* gadavkecoT TiToeuli samkuTxedi Sesabamisad **AB, BC, CD** da **DA** gverdebze da miviRebT axal oTx **AEB, BFC, CGD** da **DHA** samkuTxeds
* rva samkuTxedis farTobi orjer metia oTxi samkuTxedis farTobze;
* miRebuli figura ki kvadratia da axali kvadratis gverdi sawyisis diagonalis tolia!

ვპოულობთ გვერდს ზუსტად, ფესვების გარეშე, ზუსტ გვერდს.

**2. CamoayalibeT piTagoras Teorema da misi wminda planimetriuli damtkiceba, aCveneT, raSia originaloba;**

მართხკუთხა სამკუთხედის კათეტების კვადრატების ჯამი უდრის კიპოტენუზას კვადრატს. აქ ეს სრულიად ორიგინალურად, ფორმულების გარეშე, ნახაზით მტკიცდება:



**3. CamoayalibeT kubis gaormagebis amocana da misi diokliseseuli amoxna, aCveneT, raSia sirTule da pasuxis originaloba;**

კუბის გაორმაგების ამოცანა შემდეგია: მოცემული გვაქვს რაიმე გვერდის მქონე კუბი და უნდა გავზარდოთ ის ისე, რომ მოცულობა გაორმაგდეს. სირთულე იმაშია, რომ ადმაიანი ინსტინქტურად ამბობს, გვერდი გავაორმაგოთო, რაც სინამდვილეში მოცულობას არვამაგებს. ნაკლი ის არის, რომ აზუსტ პასუხს მაინც ვერ მივიღებთ: ცისოიდა ზუსტად არ აიგება.

* viRebT wres, romlis radiusi OC=OA=OBsawyisi kvadratis gverdis tolia და ვაგებთ ცისოიდას.
* O wertilze vagebT BR mxebis paraleluri wrfe OC-s.
* OC wrfeze gadavzomavT sawyisi kvadratis gverdze orjer ufro grZel |OL| = 2|OC| monakveTs;
* L wertils SevaerTebT B wertilTan!
* vafiqsirebT LB – monakveTisa da cisoidis gadakveTis P wertils;
* vafiqsirebT PA da OL monakveTebis gadakveTis U wertils, romelic iyo saZiebeli;
* OU monakveTi aris saZiebeli კუბის gverdis sigrZe! Aაnu |OU|3=2| OC|3

**4. ra wiria dioklesis cisoida da rogoraa SesaZlebeli misi “ageba”;**

ისოიდა არის ვაზის სუროსებრი წირი, რომლის საშუალებითაც შესაძლოა კუბის გაორმაგების ამოცანის გადაწყვეტა.

ის იგება შემდეგნაირად:

* ვხაზავთ კუბის წიბოს რადიუსის მქონდე წრეწირს
* მისი დიამეტრის ერთ, B ბოლოში ვავლებთ მხებს. მეორე, A ბოლოდან ვხაზავთ სხივებს, რომლებიც ამ მხებს გადაკვეთენ R წერილებში.
* თითოეულ სხივზე ვიღებთ ისეთ P წერტილს, რომ AP=QR, სადაც Q სხივის და წრეწირის გაადაკვეთის წერტილია.
* ამ P წერტილების სიმრავლით შედგენილი წირი არის ცისოიდა.

**5. CamoayalibeT wris kvadraturis amocana da moitaneT misi “amoxnis” leonardo da vinCis varianti, aCveneT, raSia sirTule da pasuxis originaloba;**

წრის კვადრატურის ამოცანა შემდეგია: მოცემული გვაქვს წრის რადიუსი/დიამეტრი. მხოლოდ ფარგლითა და სახაზავით უნდა ვიპოვოთ იმავე ფართობის მქონდე კვადრატის გვერდი.

სირთულე არის ის, რომ წრის ფართობის გამოსათვლელად საჭიროა რიცხვი პი, რომელსაც ზუსტად ვერ დაითვლი და ფარგლით და სახაზავით ვერ გამოითვლი.

ლეონარდომ უნიკალური რამ მოიფიქრა: მანდ აიღო ბორბალი, რომლის სიგრძეც წრის რადიუსის ნახევარი იყო. შემდეგ გააგორა ეს ბორბალი სრულ ბრუნზე და მიიღო მართკუთხედი, რომლის ფართობიც ზუსტად წრის ფართობის ტოლი იყო.

**6. ra wiria hipias kvadratrisa da ra algoriTmiTaa misi ageba SesaZlebeli;**

* აღებულია O წერილი კოორდინატების სათავედ.
* OM სხივი მოძრაობს წერტილის გარშემო
* OM-ზე ფიქსირებულ წერტილზე გავლებულია AB მონაკვეთი, რომელიც სულ ორდინატათა ღერძის პარალელურია და მოძრაობს აბსცისათა ღერძის გასწვრივ თანაბრად, მაგრამ როცა OM მოტრიალდება 90 გრადუსით, იგი გადაინაცვლებს კიდევ OC რადიუსით

ამ ალგორითმის შედეგად მიღებულ წირს ეწოდება ჰიპიას კვადრატისა.

**7. CamoayalibeT hipokrate xioselis Teorema (niJarebze) da misi damtkiceba;**

თუ წრეში ჩავხაზავთ დიამეტრის ტოლი ჰიპოტენუზის მქონდე მართხკუთხა სამკუთხედს, შემდეგ კი თითოეულ კათეტზე ავაგებთ ნახევარწრეებს, საწყისი წრის გარეთ დარჩენილი ფიგურების ფართობთა ჯამი იქნება სამკუთხედის ფართობის ტოლი.

**8. CamoayalibeT wris kvadraturis amocana da moitaneT misi “amoxnis” antifones an brisonis varianti, aCveneT, ratomaa msjeloba mcdari da ra darCa am msjelobidan Tanamedrove mecnierebas;**

ანტიფონეს მეთოდით უნდა ჩავხაზოთ წრეში კვადრატი. შემდეგ ამ კვადრატის ყოველ გვერდს დავუმატოთ სამკუთხედები ისე, რომ წრეში ჩახაზული რვაკუთხედი მივიღოთ. შემდეგ მივიღებთ 16-კუთხედს დ აა.შ., სანამ წრეზე არ გადავალთ.

ეს მჯდელობა არის მცდარი, რადგან ჩვენ ვუახლოვდებით წრეს, მაგრმა ეს ალგორითმი უსასრულოა, არასოდეს გადავა წრეში და ზუსტ პასუხს ვერ მივიღებთ.

სამაგიეროდ ამ მსჯელობიდან დარჩა ზედა და ქვედა ზღვრის იდეა, რომელიც დღეს მეცნიერებაში ძალიან ფართოდ გამოიყენება.

**9. CamoayalibeT da daamtkiceT arqimedes Teorema cilindrSi Caxazuli sferos Sesaxeb;**

ცილინდრი და მასში ჩახაზული სფერო ისე შეეფარდებიან ერთმანეთს, როგორც 3/2.

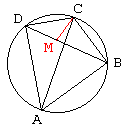
**10. CamoayalibeT arqimedes Teorema wris farTobis Sesaxeb da π – ricxvis ra miaxloebas axorcielebs is;**

ყოველი წრეწირის ფართობი არის იმ სამკუთხედის ფართობის ტოლი, რომლის ერთი კათეტი რადიოუსის ტოლია, მეორე კი წრეწირის სიგრძის. წრის ფართობი კი ისე შეეფარდება მის სიგრძეს, როგორც 11 14-ს. ანუ პი/4=0.785. ანუ პი=3,14, რაც გასაოცარი სიზუსტეა.

**11. CamoayalibeT ptolemaosis Teorema wreSi Caxazuli oTxkuTxedis Sesaxeb da misi damtkicebis sqema (Teorema: wreSi Caxazuli nebismieri oTxkuTxedis diagonalebis namravli mopirdapire gverdebis namravlebis jamis tolia);**

ჩავხაზოთ ოთხკუთხედი წრეწირში. ერთ-ერთ დიაგონალზე ავიღოთ M წერტილ ისე, რომ DCM = ACB. მიიღება მსგავსი სამკუთხედები ABC და DCM, ანუ  CD/MD = AC/AB, ანუ AB·CD = AC·MD.

ანალოგიურად, BC·AD = AC·BM. მათი შეკრებით კი მივიღებთ: AD·BC + AB·CD = AC·BD

****

**12. ra aris “Umbra Recta” da “Umbra Versa”, risTvis iyenebdnen arabi mecnierebi?!**

Umbra Recta - კოტანგენსი, Umbra Versa - ტანგენსი.

**13. ras ewodeba “algebruli” da “transversaluri” ricvხebi?**

ირაციონალური რიხვები იყოფა ალგებრულ და ტრანსვერსალურ რიცხვებად. ალგებრული რიცხვი შეიძლება იყოს რაციონალურკოეფიციენტებიანი განტოლების ფესვი, ტრანსვერსალური - არა.

**14. romelia rkalis (kuTxis) gazomvis eileris formula (romelia vietis kerZo SemTxveva)?**

ვიეტის კერძო შემთხვევაა ,როცა s=pi/2

**თავი 7**

**1. ra principuli sxvaobaa antikur sazomebsa da Tanamedrove (1790 – wlidan) sazomebs Soris? (moitaneT magaliTebic).**

ანტიკურ საზმოებში ყოველთვის გამოიყენებოდა ერთდეულად ადამიანის რაიმე ნაწილის სიგრძე - ფფეხი, თითები, მკლავი და ა.შ. იმის გამო, რომ ეს ინდივიდუალურია, არ არსებობდა ზუსტი, შეთანხმებული ერთეული. თანამედროვე საზომ ერთეულებში კი მიღებულია კონკრეტული სიდიდეები, რომლებიც არაა ინდივიდებზე დამოკიდებული, არის დამოკიდებული ისეთ რაღაცაზე, რაც ყველასთვის საერთოა.

**2. ranairadaa Semotanili drois erTeulebi da ra rCeba dRemde “gamocanad” (ra “gadaxveva” iyo am mxriv revoluciur safrangeTSi)?**

დროის ერთეულები მიბმულია დედამიწის მოძრაობაზე საკუთრი ღერძის და მზის გარშემო.

ერთი დღე-ღამე არის დრო ,რომელსაც დედაიწა ანდომებს საკუთარი ღერძის გარშემო შემოვლას. ის დაყოფილია 24 ნაწილად, საათებად, რომელიც სამო წუთად, წუთი კი 60 წამად იყოფა. დღემდე გაურკვეველია, თუ რატომ არის დღე-ღამე 24-ად დაყოფილი. საფრანგეთის რევოლუციისა სცადეს ადამიანისთვის უფრო ბუნებრი და მარტი რიცხვად - 10 საათად დაეყოთ ის, მაგრამ ამან არ გაამართლა და 24-იანს დაუბრუნდნენ.

**3. rogor gamoTvala eratosTenem dedamiwis “sidide”? ra principuli daSvebebi gaakeTa man da ra gazoma?**

მან დაუშვა, რომ დედამიწა იყო მრგვალი და ასევე დაუშვა, რომ მზე იმდენად დიდი იყო დედამიწასთან შედარებით, რომ მისგან წამოსული სხივები დედამიწას პარალელურად მოხვდებოდა.

მანდ იცოდა, რომ ქალაქ სიენაში მზის სხივი შუადღისას ჭის ფსკერს ანათებდა, მაშინ, როდესაც ალექსანდრიაში ის დაახლოებით შვიდგრადუსიან(წრეწირის სიგრძის 1/50) სიგრძეს ქმნიდა. აქედან მან დაასვნა, რომ მთელი წრეწირის(ანუ დედამიწის გარშემოწერილობის) სიგრძე იქნებოდა სიენადან ალექსანდრიამდე მანძილზე 50-ჯერ მეტი. მანდ გაზომა ეს მანძილი, გაამრავლა 50-ზე და მიიღო დედამიწის გარშემოწერილობა -300 მირიადი სტადიუმი.

**4. ranairad Semoitanes sigrZis erTeulebi 1791 wels “frangebma” da ra samuSaoebis Catareba gaxda amisaTvis saWiro;**

ფრანგებმა გადაწყვიტეს, სიგრძის ერთეულები დედამიწის მედიანაზე ყოფილიყო დამოკიდებული, რაც ყველასთვის საერთო იქნებოდა. ამისთვის მათ აიღეს გრინვიჩის (პარიზის) მერიდიანი და გადაწყვიტეს მისი 900-ს შესაბამისი კუთხის მე-10-7 ერთეულიყოფილიყო სიგრძის ერთეული. ამისთვის მათ მოუწიათ ზღვის დოენზე მდებარე საკმაირსად გრძელი მონაკვეთის მოვნა და გაზომვა. ეს იყო 9.50-ს შესაბამისი რკალი დიუნკერიდან ბარსელონამდე.

**5. ranairad Semoitanes wonis erTeulebi 1791 wels “frangebma”;**

წონის ერთეულის დასადგენად გაზომეს 40C წყლის 1დმ3 მოცულობის წონა.

**6. ra idea SesTavaza abatma gabriel mutonma mecnierebs da ranairad ganisazRvra sigrZis erTeuli - sazRvao mili;**

mutonma mecnierebs SesTavaza, erTeulad aerCiaT dedamiwis rkalis 1 minutis (1’) Sesabamisi manZili, erTi sazRvao mili.

**7. hiuigensis ra idea iyo uaryofili sigrZis erTeulis dadgenisas “franguli” komisiis mier da ratom;**

hiuigensis idea iyo, erTeulad aeRoT im qanqaris sigrZe, romlis rxevis periodic 1 wamia. es idea uaryves, radgan ar undodaT, erT erTeuls meoris gansazRraSi mieRo monawileoba.

**თავი 8**

**1. sibrtyeze mocemulia n wertili. ramdeni n-kuTxedis agebaa SesaZlebeli ise, rom erTi wertilidan (wverodan) mxolod ori gverdi gamodiodes;**

2n-3

**2. sibrtyeze mocemulia 4 wertili. ramdeni oTxkuTxedis agebaa SesaZlebeli ise, rom erTi wertilidan (wverodan) mxolod ori gverdi gamodiodes. aageT es oTxkuTxedebi;**

24-3=21=2

**3. sibrtyeze mocemulia 5 wertili. ramdeni xuTkuTxedis agebaa SesaZlebeli ise, rom erTi wertilidan (wverodan) mxolod ori gverdi gamodiodes. aageT es xuTkuTxedebi;**

25-3=4

**4. sibrtyeze mocemulia 6 wertili. ramdeni eqvskuTxedis agebaa SesaZlebeli ise, rom erTi wertilidan (wverodan) mxolod ori gverdi gamodiodes. aageT es eqvskuTxedebi;**

26-3=8

**5. ras ewodeba wesieri varskvlaviseburi n-kuTxedi; moitaneT romelime magaliTi;**

n-კუთხედს, რომლის ყველა გვერდიდა კუთხე ერთმანეთის ტოლია და რომელსაც აქვს ვარსკვალვისებური ფორმა, ანუ არაა ამოზნექილი და აქვს ქიმები.

**6. romelia - “wmindaTawminda egvipturi”, “srulyofili”, “piTagores”, “plutarqes” samkuTxedi? ra Tviseba daamata plutarqem?**

სამკუთხედი გვერდებით 3-4-5. მართკუთხა სამკუთხედი, რომლის გვერდები არითმეტიკული პროგრესიაა.

**7. ramdeni iseTi marTkuTxa samkuTxedi arsebobs, romlis gverdebi ariTmetikul progresias Seadgenen (daasabuTeT)?**

ასეთი სამკუთხედი ერთადერთია - გვერდებით 3-4-5. იმიტომ, რომ ეს ხდება მხოლოდ მაშინ, თუ შეფარდება ოქროს კვეთაა ,რაც მხოლოდ ამ რიცხვებით (ან მათი პროპორციულით, ვთქვათ 6-8-10, რაც ისევ 3-4-5-ზე დაიყვანება, მასშტაბს რომ გავზრდით).

**8. rogori algoriTmiTaa SesaZlebeli piTagores ori samkuTxedis saSualebiT “cru elifsis” ageba (amgvari algoriTmiTaa agebuli “qtesipionis” TaRi anu “damaskos karibWe”, 223 -633 ww.)?**

cru elifsi – aris ori piTagoras samkuTxedis midgmiT miRebuli samkuTxedi! TaRis **NQ** da **RP** rkalebi aris sigrZiT 8 xolo rkali **QSR** aris wrewiris rkali centriT **O** wertilSi da radiusiT 3!

**9. rogor agebdnen Zveli babilonelebi nebismieri ori p da q naturaluri ricxvidan “RvTiur” marTkuTxa samkuTxeds?**

კათეტები:

x = p·q

y = (p2 – q2)/2

hipotenuza

z = (p2 + q2)/2

**10. rogoraa SesaZlebeli (kantoris azriT) mxolod “harpedontis Tokis” saSualebiT marTi kuTxis ageba?**

15 არის პითაგორას სამკუთხედის პერიმეტრის ტოლი. თუ ავიღებთ თოკს 12 ტოლ მანძილზე გაკეთებული კვანძით და გავჭიმავთ 5 კვანძის სიგრძისას, დარჩენილს კი 3 და 4-ს ტოლ მონაკეთებად ისე, რო მსამკუთხედი მიიღოს, მივიღებთ მართკუთხა სამკუთხედს და, შესაბამისად, მართ კუთხეს.

**11. ras ewodeba “egvipturi” samkuTxedi da rogoraa is dakavSirebuli “oqros kveTis” ricxvTan?**

z/y=y/x=ფესვი ოქროს კვეთის რიცხვისგან.

**12. romelia “amaRlebuli”, tolferda “pentalfenuri”, “srulyofili” samkuTxedi da kidev ra saxeliTaa is cnobili, ra kavSirSia is “oqros kveTis” ricxvTan?**

ოქროს სამკუთხედი. მისი ფერდის შეფარდება ფუძესთან არის ოქროს კვეთის რიცხვი. ) **AC/CB = Φ**

**13. ra kavSiria “oqros kveTis” ricxvsa da im tolferda samkuTxeds Soris, romlis fuZe da fuZeze daSvebuli simaRle tolia?**

თუ ფუძეს და სიმაღლეს აღვნიშნავთ z-ით, ფერდს კი - x-ით, მაშინ z=x/2\*(2Φ-1)

**14. wreSi Caxazulia pentagrama da pentagoni, ramdeni da romeli Sefardeba iZleva “oqros kveTis” ricxvs?**

* (pentagramis gverdi) : (pentagonis gverdi) = **Φ**
* (pentagramis gverdi) : (pentagonis gverdi) = **Φ**
* (pentagonis gverdi) : (pentagramis “wveros” gv.) = **Φ**
* (pentagramis “wveros” gv.) : (Siga pentagonis gv.) = **Φ**

**15. naxazze mocemulia wre da diureris algoriTmi xuTkuTxedisa da aTkuTxedis**

**gverdebis povnisa. aRadgineT es algoriTmi;**

1. რადიუსს ვყოფთ ორად, A შუაწერტილია.
2. A-ს ვაერთებთ IJ რადიუსის მართობული IH რადიუსის H წერტილთან.
3. მოვხაზავთ AH რადიუსის წრეს A წერილიდან.
4. IJ-ს გაგრძელებასთან გადაკვეთსი წერტილია P
5. PH - ხუთკუთხედის გვერდი
6. PI- ათკუთხედის.

**16. naxazze mocemulia “egvipturi ritis” beWedi 1860 w. anu “kremlis” varskvlavi**

**(aRwereT misi agebis algoriTmi);**

1. ვაგებთ წესიერ ათკუთხედს
2. ათკუთხედის გვერდები გაგრძელებულია ორ-ორად გადაკვეთსი წერტილეებამდე.
3. მიღებული ფიგურა არის ეგვიპტური რიტის ბეჭედი.

**17. naxazze mocemulia “graalis” - “oqros sasmisis kanoni” (E. Mono-Gercen 1921 w.).**

**ra kavSiria am naxazze mocemul figurasa da “oqros kveTis” ricxvs Soris?**

ზედა და ქვედა სამკუთხედი ერთმანეთს შეეფარდება ოქროს კვეთის პროპორციებით.

**თავი 9**

**1. რამდენია და რატომ წესიერი ამოზნექილი ფიგურა სივრცეში?**

არსებობს 5 ასეთი ფიგურა. წვეტის კუთხე უნდა იყოს 360-ზე ნაკლები. წესიერი ამოზნექილი ფიგურა ან წესიერი სამკუთხედებით იგება, ან კვადრატებით, ან წესიერი ხუთკუთხედებით. სამკუთხედით აგებისას შეიძლება მივიდეს 3,4 ან 5 60-გრადუსიანი სამკთხედი თითო წვეროში, მეტზე უკვე 360-ზე ნაკლები არ იქნება. კვადრატით აგებისას 3 90-გრადუსიანი კუთხე ერთ წვეროში გვაძლევს კუბს. მეტი არ შეიძლება. ხუთკუთხედებითაც შესაძლოა 3ცალი 108-გრადუსიანი კუთხე შეიყაროს ერთ წერტილში. 6-კუთხედზე უკვე შეუძლებელია. მეტი ფიგურა ვეღარ იარსებებს.

**2. აღწერეთ „პლატონის“ ფიგურები.**

1. ***ტეტრაედრი(სამკუთხა პირამიდა)*** - „ცეცხლი.“ უმარტივესი მსგავის ფიგურა. ყველაზე მახვილი კუთხეებით. შედგება 4 წესიერი სამკუთხედისგან. თითო წვეროსთან 3 600-ანი კუთხეა.
2. ***ოქტაედრი*** - „ჰაერი“. შედგება რვა წესიეირ სამკუთხედისგან. თითო წვეროსთან 4 600-ანი კუთხეა. მიიღება ორი წესიერი ოთხკუთხა პირამიდის ფუძეებით მიდგმით.
3. ***იკოსაედრი -*** „წყალი“. შედგება 20 წესიერი სამკუთხედისგან. თითო წვეროსთან 5 600-ანი კუთხეა.
4. ***კუბი(ჰექსაედრი) –*** „მიწა“. შედგება 6 კვადრატისგან. თითო წვეროსთან თავს იყრის 4 900-ანი კუთხე.
5. ***დოდეკაედრი -*** „უნივერსი“. შედგება 12 წესიერი ხუთკუთხედისგან. ყოველ წვეროსთან თავს იყრის 3 1080-ანი კუთხე.

**3. რამდენი და რომელია წესიერი ფიგურა სივრცეში?**

ტეტრაედრი, ოქტაედრი, იკოსაედრი, დოდეკაედრი და კუბი. სულ 5.

თუ ჩავთვლით სფეროს - 6.

+4 - კეპლერ-პუანსოს სხეული. სულ - 10.

**4. აღწერეთ ანტიპრიზმების ოჯახი, მოიტანეთ ანტიპრიზმების მაგალითი (რამდენი წესიერი ფიგურაა ანტიპრიზმა?)**

antiprizma – “naxevradwesieri” mravalwaxnaga, romlis fuZeebi erTnairi wesieri mravagverdedebia (2 wesieri **n**-gverdedi), xolo gverdiTi waxnagebi wesieri samkuTxedebia (2**n** -cali); magaliTad:

1. wesieri piramida – fuZeebi monakveTebia (“gadagvarebuli orkuTxedi”) da Sesabamisad gverdiTi waxnagebi 4-cali wesieri samkuTxedi;
2. oqtaedri - fuZeebi wesieri samkuTxedebia ( 2 cali) da Sesabamisad gverdiTi waxnagebi 6-cali wesieri samkuTxedi;
3. wesieri rvakuTxedebi fuZeebad da 16 samkuTxedi.

3 წესიერი ფიგურა ანტიპრიზმაა.

**5. აღწერეთ პრიზმების ოჯახი, მოიტანეთ პრიზმების მაგალითი. რომელი წესიერი ფიგურაა პრიზმა?**

prizma – “naxevradwesieri” mravalwaxnaga, romlis fuZeebi erTnairi wesieri mravagverdedebia (2 wesieri **n**-gverdedi), xolo gverdiTi waxnagebi kvadratebia (**n** -cali); magaliTad:

* kubi – fuZeebi 2 cali kvadratia da gverdiTi waxnagebi 4-kvadrati
* wesieri eqvskuTxedebi fuZeebad da 6 kvadrati.

კუბი წესიერი ფიგურაცაა.

**6. რამდენია კეპლერ-პუანსოს სხეული და რითი განსხვავდებიან ისინი პლატონის ფიგურებისგან?**

ასეთია 4 ფიგურა. პლატონის ფიგურებისაგან განსხვავებით, ისინი ამოზნექილები არ არიან.

**7. რამდენია არქიმედეს სხეული და რითი განსხვავდებიან ისინი პლატონის ფიგურებისგან?**

წვეროში მისული კუთხეები ტოლი და წიბოები, მაგრამ არა წახნაგები. ასეთი ფიგურაა 13

**8. რომელი წესიერი და არქიმედეს სხეულებით შეიძლება სივრცის ამოვსება? რატომ?**

კუბი და წაკვეთილი ოქტაედრი.

**9. პლატონის რომელი სხეულებია ანტიპრიზმები?**

ტეტრაედრი, ოქტაედრი და იკოსაედრი, დოდეკაედრი.

**10. პლატონის რომელი სხეულებია პრიზმები?**

მხოლოდ კუბი.

**11. კეპლერის პლანეტარულს სისტემაზე „მცდარი“ მოსაზრების აღწერა.**

ყველაზე შორი პლანეტა მოძრაობს სფეროზე, რომელშიც ცალსახად ჩაიხატება პლატონის პირველი ფიგურა, რომელშიც ცალსახად ჩაიხატება სფერო, რომელშიც ჩაიხატება მეორე ფიგურა და ა.შ.

**12. აღწერეთ არქიმედეს ზოგიერთი სხეული.**

1. წვეროებწახერხილი ტეტრაედი, ისე, რომ ყველა წიბო ტოლი მიიღება.
2. კუბს რომ „ჩამოვახერხოთ“ ყველა წვერო.
3. ოქტაედრს რომ „ჩამოვახერხოთ“ ყველა წვერო

**13. ეილერის ფორმულის გამოყენება ამოზნექილი მრავალწახნაგებისთვის.**

**V + S = E + 2**

წვეროების რაოდენობა + წახნაგებსი რაოდენობა = წიბოების რაოდენობა + 2

**14. დაახასეთ რომელიმე არაამოზნექილი პრიზმა.**

ავიღოთ ხუთქიმიანი წესიერი ვარსკლავის ფუძის მქონდე წესიერი პრიზმა და ამოვჭრათ მისგან წესიერი ხუთკუდხედი შუაში. მიიღება არაამოზექილი პრიზმა.

**15.დაასახელეთ რომელიმე არაამოზნექილი ანტიპრიზმა.**

ავიღოთ 2 ტოლი ხუთქიმიანი წესიერი ვარსკლავი სხვადასხვა სივრცეში. მოვაბრუნოთ ერთ-ერთ ირაღაც კუთხით და შევაერთოთ ზედას და ქვედას წვეროები. მიიღება არაამოზნექილი ანტირპიზმა.

**16. დაასახელეთ ჯონსონის რომელიმე სხეული.**

კვადრატული პირამიდა.

**თავი 10**

**1. ჩამოაყალიბეთ და ნახაზის მიხედვით აღწერეთ იატაკზე დახაზული წრის ამოცანა.**

iatakze daxatuli wris amocana

oTaxis iataki kvadratulia da am kvadratSi Caxazulia wre!

1. – rogor gamovsaxoT es wre naxatze?
2. – ra wiri iqneba?

monakveTi **PQ** paraleluria erTerT kvaდratSi Caxazuli **IM** diagonalisa da amitom misi Sesabamisi **P’Q’** monakveTi **W’X** monakveTze Zevs. Sesabamisad, Tu movniSnavT sawyis kvadratSi **P,Q,E,F,G,. . .** wertilebs, maSin maTi Sesabamisi **P’,Q’,E,F’,G’,. . .** wertilebis SeerTebiT miiReba wiri (Teoriidan elifsi);

**2. აღწერეთ ტრანსვერსალების აგების ცერა თითის მეთოდი**

naxatze manZili mezobel transversalebs Soris unda Semcirebuliyi 1/3-iT yovel Semdeg bijze!

**3. აღწერეთ ნახაზზე მოტანილი ტრანსვერსალები ამოცანის „სწორი“ გადაწყვეტა**

* asageb kvadratSi gavavloT damxmare diagonalebi;
* naxatze gadaitaneba **A, E, F, G** da **B** wertliebi maT Soris manZilis zomebis dacviT
* wesebis dacviT iZebneba Sekrebis wertili **U** da ivleba horizontis xazi **W’UW;**
* **G** wertilidan **45^0** –is daxriT ivleba ori sxivi **GW** (yavisferi diagonalebis Sesabamisi) da **GW’** (iasamnisferi diagonalebis Sesabamisi) – romlrbic horizontis xazTan gadakveTisas aCenen diagonalebis Sekrebis Sesabamisad **W** da **W’** wertilebs!
* **GW** da **UB** monakveTebis gadakveTis **P’** wertilze gavlebuli AB monakveTis paraleluri xazi aris pirveli transversali;
* **FW** da **UB** monakveTebis gadakveTis **Q’** wertilze gavlebuli **AB** monakveTis paraleluri xazi aris meore transversali;
* es procedura grZeldeba da calsaxad dgindeba yoveli Semdegi transversalis mdebareoba

**4. აღწერეთ აპოლონიუსის „კონუსური კვეთები“. რამდენია ისინი და რომლები?**

აპოლონიუსი კვეთდა კონუსს სხვადასხვა სიბრტყეებით. ამ კვეთების შედეგად მან მიიღო meore rigis wirebi, elifsi, hiperbola da parabola.

**5. რა შეცდომა დაუშვა კონუსის სიბრტყით გადაკვეთისას დიურერმა (სინამდვილეში რა უნდა აეგო)?**

მისი მოსაზრებით კვეთის წირი უნდა გაფართოვდეს, რაც უფრო ფართოვდება კონუსი, რომლის კვეთაც ის არის. ამის გამო მანდ ელიფსის ნაცვლად კვერცხისებური ფიგურა ააგო.

**6. ჩამოაყალიბეთ ეკვიდისტანტური ტრანსვერსალების ამოცანა.**

oTaxis iataki mopirkeTebulia kvadratuli filebiT da am filebis gverdebis nawili naxatis sibrtyis marTobulia), xolo meore nawili paraleluria (qmnis paralelur wrfeთa ojaxs)

1. – rogor gamovsaxoT isini naxatze?
2. – rogor davaSoroT isini erTmaneTisagan?

**7. aRwereT piero de la franCeskasa da leonardo da vinCis “paradoqsi” da moitaneT misi gamaqarwylebeli msjeloba.**

“Tu damzeris wertili ganTavsebulia rigSi mdgari kolonadis pirdapir (magaliTad taZris SesasvlelTan), maSin perspeqtiul gamosaxulebaze gverdiTi kolonebi farTea vidre pirdapir

mdgari!? Tumca gverdiTi kolonebi ufro Sors arian ganTavsebulni damkvirveblisagan vidre centaluri!?”

sxeulis moCvenebiTi zoma damokidebulia Zalze mniSvnelovnad damzeris kuTxeze da ara marto manZilzse

unda Sedardes ara **QP, RS** monakveTebis sigrZeebi aramed Sesabamisi rkalebi! advili SesamCnevia, rom monakveTebSi **QP >RS,** xolo Sesabamis rkalebSi piriqiTaa!

**8. CamoTvaleT Lleonardo da vinCis TvalsazrisiT “perspeqtivis Teoriis” 3 ZiriTadi amocana.**

1. rogor mcirdeba aragamWvirvale sxeulebis zomebi daSorebasTan erTad?

2. rogor “qreba” aragamWvirvale sxeulebis konturebi?

3. rogor mcirdeba sxeulebis zomebi da sustdeba Seferiloba manZilis zrdasTan erTad?

**9. რაში მდებარეობს წმინდა იგნასიოს ეკლესიის გუმბათის სიდიადე?**

gumbaTi ar arsebobs, is isea daxatuli, rom “gveCveneba”, თითქოს is arsebobs da samganzomilebiania!

**10. romeli geometriuli figuris gamosaxvaa yvelaze rTuli perspeqtivis kanonebis dacviT?**

სფეროსი.

**11. რას ეწოდება შექცეული პერსპექტივა და სად გამოიყენება იგი?**

შექცეული პერსპექტივა ეწოდება ისეთ პერსპექტივას, როდესაც ნახატის შეკრების წერტილი არის დამკვირვების თვალში, ნაცვლად ნახატის „ჰორიზონტისა“. ანუ, რაც უფრო შორსაა ობიექტი, მით უფრო დიდადაა დახატული. გაოიყენბა მართლმადიდებლურ ხატებში.

**12. რას სწავლობს მხაზველობითი გეომეტრია?**

swavleba imis Sesaxeb Tu rogor unda gamoisaxos sivrculi figura sibrtyeze

anu - mecniereba, romelic swavlobs sivrcul figurebs maTi proeqtirebis – (marTobebis kvalebi or sxvadasxva sibrtyeze) saSualebiT!

**13. რას სწავლობს ანალიზური გეომეტრია?**

analizuri geometria - maTemetikis nawili romelSic geometriuli sxeulebisa da figurebis Seswavla xdeba algebruli meTodebis saSualebiT koordinatTa meTodze dayrdnobiT

**14. რას შეისწავლის პროექციური გეომეტრია?**

figurebis Tvisebebs, romlebic ucvlelni (invariantulni) arian sibrtyisa Tu sivrcis proeqciuli gardaqmnisas.

**15. რა არის კამერა-ობსკურა? აღწერეთ სქემატურად.**

აღებულია ყუთი ერთი ნახვრეტით და შიგნით სარკით. ნახვრეტიდან შედის შუქი, რომელიც სარკეს ხვდება ამობრუნებული სახით, თუმცა პერსპექტივა და ფერები არ ირღვევა. სარკია საშუალებით ხდება ამ სურათის ფურცელზე პროექცირება. შემდეგ,მხატვარს შეუძლია ეს პროექცია დახატოს ზუსტად ისე, როგორც ის ქაღალდზე ჩანს და ამგვარად დაიცვას ნახატში პერსპექტივა.

**16. „გამოსახულება ნახატზე მიიღება ნახატის სიბრტყით იმ კონუსის კვეთით, რომლითაც ცალთვალა მხატვარი აწარმოებს საგნის დამზერას“ - ვინ არის ამ გამონათქვამის ავტორი?**

ფილიპო ბრუნოლესკი

**17. CamoTvaleT pirdapiri perspeqtivis Teoriis fuZemdeblebi;**

ბრუნოლესკი, პიერო დელა ფრანჩესკა, ლეონ ბატისტა ალბერტი. (დიურერი? დავინჩი?)

**თავი 11**

**1. რას ეწოდება სიმეტრია?**

* raime mTelis nawilebis Tanazomieri, proporciuli ganlageba centris Suagulis mimarT;
* Tanazomiereba, proporciuloba risame ganlagebaSi

**2. რა ტიპის სიმეტრია გააჩნიათ ან არ გააჩნიათ ნახატზე მოტანილ ფიგურებს?**

პირველ ნახატს გააჩნია სარკული სიმეტრია, მეორეს კი - მობრუნებითი.

**3. რა ტიპის სიმეტრია გააჩნია ნახატზე მოტანილ ფიგურას?**

ჰერალდიკური, „თითქმის სარკული“ სიმეტრია.

**4. ras niSnavs, rom sxeuli (sagani) simetriulia?**

vityviT, rom sxeuli simetriulia, Tu is Sedgeba geometriulad da fizikurad toli nawilebisagan, romlebic arian ganlagebulni erTmaneTis mimarT garkveuli kanonzomierebiT

**5. ras ewodeba harmonia?**

* mTelisa da nawilebis swori Sexameba, SeTanxmebuloba, Tanazomiereba;
* tonebis kanonzomieri Sexameba, erTdrouli bgeradobis dros
* moZRvreba kompoziciaSi Tanabgeradobis swori agebis Sesaxeb;
* erTsulovneba

**6. ras niSnavs, rom ori sxeuli (figura, gamosaxuleba, nivTi) tolia?**

ori sxeuli (figura, gamosaxuleba, nivTi) tolia – ama Tu im niSnis mimarT, Tu orive sxeuls srulad gaaCnia am niSnisaTvis damaxasiaTebeli yvela Tviseba!

**7. რას ნიშნავს, რომ სხეული აგებულია გეომეტრიული კანონზომიერებით, “სწორად”?**

sxeuli agebulia geometriuli kanonzomierebiT, anu “sworad”, Tu SesaZlebelia raime wesiT am sxeulis wertilTa srulad aRwera dasaxelebuli geometriuli niSniT tolobis Sesabamisad!

**8. ra aris xiraluri figura, moitaneT raime magaliTi;**

figura xiraluria anu figuras gaaCnia xiraloba Tu is ar emTxveva Tavis sarkul anasaxs. magaliTad: xelTaTmani; ini da iani.

**9. რა არის ახირალური (ამფიხირალური) ფიგურა? მოიტანეთ მაგალითი.**

figura axiraluria (amfixiraluria) Tu is emTxveva Tavis sarkul anasaxs. magaliTad, usasrulobis niSani.

**8. ra aris xiraluri figura, rogoria am mxriv es figurebi?**

figura xiraluria anu figuras gaaCnia xiraloba Tu is ar emTxveva Tavis sarkul anasaxs. es figurebi xiraluria.

**11. ras ewodeba palindromuli teqsti an ricxvi (moitaneT magaliTebi)?**

ისეთ ტექსტს ან რიცხვს, რომლებიც ორივე ბოლოდან ერთნაირად იკითხება.

მაგალითად: **აი ია. /// აირევი ივერია /// 13531 /// ატამი ითესა, ასეთი იმატა /// 176671**

**12. რა პრინციპული სხვაობაა მარცხენასა და მარჯვენას შორის ხელოვნებასა და მეცნიერებაში?**

მეცნიერულად არავითარი პრინციპული განსხვავება მარცხენასა და მარჯვენას შორის არ არსებობს. უფრო მეტიც, ეს ორი ცნება სრულიად პირობითია. ხელოვნებაში, სიმბოლურად, მარჯვენა სიკეთის, მარჯვეობის, შემოქმედების სიმბოლოა, მარცხენა კი - ბოროტების, მარცხის, პასიურობის.

**13. ras aris enatomorfuli figura;**

ხირალური ობიექტი და მისი სარკული ანასახი.

**14. რა პასუხის გასცემთ ლუის კეროლის ალისას კითხვას - გემრიელია თუ არა სასარკეთის რძე? (რა არის მოსალოდნელი მეცნიერულად? )**

მეცნიერულად ყველაზე სავარაუდოა, რომ ალისა ვერასოდეს დალევს სასარკეთის რძეს: სასარკეთის რძე იქნება საწინააღმდეგო ორიენტაციის მქონდე მოლეკულებისა და უჯრედებისაგან შემდგარი. შესაბამისად, სასარკეთის რძე და ალისა ერთმანეთსი საპირისპირო ნაწილაკებისაგან (ნაწილაკები და ანტინაწილაკები) შედგებიან. ამიტომ, როგორც კი ალისა მიუახლოვდება რძეს, აფეთქება მას უკან გადააგდებს.

**თავი 12**

**1. ჩამოაყალიბეთ ზენონის აპორია „დიხოტომია“ (შუაზე გაყოფა) და მიუთითეთ ამ აპორიის არისტოტესეული „მიზეზი“.**

Sivrcis usarulod dayofa SeuZlebelia! dauSvaT monakveTingavyaviT Suaze da mere misi yvela nawili isev Suaze da ase Semdeg – aRmoCndeba, rom Tavdapirveli monakveTi Sedgeba usasrulo raodenoba nawilebisagan. axla Tu warmovidgenT, rom TiTueul nawils rogorc sididis ar mqones, maSin nolebis jami mogvcems nols, magram, meore mxriv, Tu maT raime sidide gaaCniaT, maSin maTi jami usasrulo sididea. –gamovida uazroba! Sesabamisad monakveTis ase dayofa SeuZlebelia!

aristoteleseuli mizezi: “uwyveti wiris monakveTis Suaze gayofisas erT wertils (gayofis adgils) Tvlian orad, is xdeba erTis bolo da meoris dasawyisi.”

**2. CamoayalibeT “dedekindis principi”;**

გაყოფის წერტილი თუ ერთი მონაკვეთის დასაწყისია, მაშინ მეორე დასასრული არ გააჩნია და პირიქით.

**3. ra gansxvavebaa minimumsa (maqsimumsa) da infimums (supremums) Soris:**

მინიმუმი (მაქსიმუმი) მიღწევადია, ინფიმუმი (სუპრემუმი) - მიუღწევადი.

**4. ჩამოთვალეთ უსასრულობის გაგების 5 წყარო (არისტოტელეს მიხედვით):**

1. ბუნების ქმნილებათა ამოუწურავი მრავალფეროვნება - ექსტენსიური.
2. სიდიდის დაყოფა - ინტენსიური
3. დრო
4. თვით საზღვრის გაგება, რომელიც მოგვიწოდებს გავიგოთ, რაა მათ მიღმა
5. აზროვნება, რომელიც შეუჩერებელია.

**5. CamoayalibeT zenonis aporia “isari”;**

თუკი დრო და სივრცე განუყოფელი წერტილებისგან შედგება, მაშინ გასროლილი ისრის მოძრაობა არ არსებობს. რადგან, დროის ნებისმიერ მომენტში, სამყარო შეიძლება დაიყოს ორად: იქ, სადაც ისარია, და იქ, სადაც ისარი არ არის. სადაც ისარი არის, მას უკავია მისთვის განკუთვნილი მთელი სივრცე. შესაბამისად იგი არ მოძრაობს. ხოლო იქ, სადაც ისარი არ არის, ცხადია, რომ იგი ვერ იმოძრავებს. შესაბამისად, გასროლილი ისარი არ მოძრაობს.

**6. romeli simravle ufro meti elementebisgan Sedgeba:**

1. **naturaluri ricxvebis,**
2. **luwi naturaluri ricxvebis**
3. **“kvadratuli ricxvebis”;**

ეს სამივე სიმრავლე ტოლია.

**7. რა თანრიგის რიცხვი დასჭირდა არქიმედეს, რომ აღეწერა, რამდენი რიცხვი დაეტევა სამყაროში?**

108x10^16

**8. ra udidesi ricxvia naxsenebi Zvel indur teqstebSi;**

107x2^122

**9. ჯორდანო ბრუნო დაწვეს მოსაზრებისთვის „მარტო ღმერთი კი არ არის უსასრულო, ....-ც უსასრულოა“.**

სამყარო.

**10. მოცემული სქემის საშუალებით ახსენით, რატომაა წრეწირზე იმდენივე წერტილი ,რამდენიც ღერძზე.**

თუკი მოცემული (შავი) წერტილიდან გავავლებთ ღერძამდე მონაკვეთებს, ეს მონაკვეთები ან მათი გაგრძელებები ყოველთვის კვეთენ წრეწირს რაიმე წერტილში. ამასთან, წრეწირის ყოველ წერტილს შეესაბამება ღერძის გარკვეული წერტილი, ღერძის ყოველ წერტილს კი - წრეწირის გარკვეული წერტილი. ამავდროულად, ორ განსხვავებულს წერტილს ღერძიდან ორი განსხვავებული შეესაბამება წრეწირიდან და პირიქით. შესაბამისად, ამ წერტილების რაოდენობა ტოლია.