



წმინდა სკოლის

აღმართობის

2021 - 2022

სარჩევი

ენა და ლიტერატურა -----	1
• ვაჟა-ფშაველას პოემა “გველისმჭამელის” ინგლისური თარგმანები-----	2
• “ვეფხისტყაოსნის” სათაურის ინგლისური და რუსული თარგმანები-----	5
• “ვეფხისტყაოსნის” სახისმტყველება -----	9
• ლიტერატურა, როგორც ისტორიული მეხსიერება (ზაირა არსენიშვილის „ვა სოფელოს“ ერთი ეპიზოდის მიხედვით) -----	11
• განათლების სისტემის გავლენა მოზარდის ფორმირებაზე -----	15
• როგორ გავხდეთ მოქალაქეები ლიტერატურული ტექსტების გავლენით -----	18
• მარიოტა-შესაყარი (გალაკტიონიდან აპოლინერამდე.....პოეზიის ხიდი) -----	21
• ფუტურიზმი და დადა ქართულად -----	
• უცნობი დავით არსენიშვილი -----	26
• “ემოჯები” –სიმბოლოებით კომუნიკაცია -----	32
• Facets of love according to “The Red and The Black” -----	35
• Art of manipulation -----	37
• Biomimicry -----	39
• Antibiotic resistance -----	41
• 3D Building Houses And Their Effect -----	43
• Terrorism: Perception of Russian Aggression -----	45
საზოგადოებრივი მეცნიერებები -----	48
• What are some factors that make children struggle with creating separate, independent identities? -----	49
• Fashion as a way of self-expression: Comparative Analysis of Ruth Bader Ginsburg and Madeleine Albright -----	56
STEAM -----	59
• Solving algebraic equations -----	60
• Numerical Methods for finding roots of Transcendental Equations -----	75
• Internal assessment Geometry of ornaments -----	92
• Modelling operation of gas purification system -----	104
• თამაში „ColorGame“ -----	112
• My Arcade Machine -----	117
• Anti-hair loss shampoo- myth or effective treatment method: The analysis of shampoo properties and their effects on hair shafts -----	120
პოეზია -----	127
• პოსტიმპრესიონიზმის გავლენა თანამედროვე ხელოვნებაზე -----	128



2020

წელი



საერთაშორისო წიგნების კვირა

ვაჟა-ფშაველას პოემა “გველისმჭამელის” ინგლისური თარგმანები

ლიზი ახალკაცი X MYP

„გველისმჭამელი“ ვაჟა-ფშაველას ერთ-ერთი საუკეთესო პოემაა, რომლის დედააზრი საკამათო აღმოჩნდა მკვლევართათვის. მკვლევრთა აზრით „გველისმჭამელში“ ვაჟამ ყველაზე უკეთ დაგვიხატა ადამიანის სულიერი დრამის სურათი. აქ „განსაკუთრებით გამომჟღავნდა ვაჟას ბრწყინვალე უნარი ადამიანის სულიერი სიღრმეების წვდომისა“ (კიკნაძე 1957: 154).

„გველისმჭამელმა“ მთარგმნელთა საკმაოდ დიდი ინტერესიც გამოიწვია, მიუხედავად პოემის სიმბოლური ხასიათისა და მისი სხვადასხვაგვარი ინტერპრეტაციის შესაძლებლობისა. დღესდღეობით ინგლისურად პოემა ორ ავტორს აქვს თარგმნილი: ვენერა ურუშაძეს და დონალდ რეიფილდს. ვენერა გიორგის ასული ურუშაძე (1909–1991წ.წ.) ქართველი ლიტერატურათმცოდნე, მთარგმნელი და პედაგოგი, საქართველოს მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწე იყო. მე-20 საუკუნის დასაწყისში გიორგი ბარამიძე (ვენერა ურუშაძის მამა), პოლიტიკური შეხედულებების გამო საქართველოდან გერმანიაში წავიდა, შემდეგ კი - ამერიკაში. გარკვეული ხნის შემდეგ მან ცოლ-შვილიც ჩაიყვანა იქ. ვენერა ურუშაძემ ამერიკული კოლეჯი ოქროს მედალზე დაამთავრა. შემდეგ შევიდა «ჯულიარდის» სასწავლებელში ფორტეპიანოს განხრით, საიდანაც როგორც ვუნდერკინდი, ნიუ-იორკის კონსერვატორიაში გადაიყვანეს... ქალბატონი ვენერა პირველი ქართველია, ვინც ჯულიარდის სასწავლებელი დაამთავრა. ვ. ურუშაძის მუსიკალურმა ნიჭმა განაპირობა, ალბათ, ის, რომ მის მიერ შესრულებული თარგმანები მუსიკალურობით გამოირჩევა. იგი 17 წლის იყო, როდესაც მისი ოჯახი საქართველოში დაბრუნდა. ვენერა ურუშაძემ, უდავოა, დიდი წვლილი შეიტანა ქართული პოეზიის ინგლისურად თარგმნის უმნიშვნელოვანეს საქმეში. მას ეკუთვნის "ვეფხისტყაოსნის" პირველი ინგლისური პოეტური თარგმანი (პირველად გამოიცა 1960 წელს). მანვე ინგლისურ ენაზე გამოსცა "ქართული პოეზიის ანთოლოგია" (Anthology of Georgian Poetry) (1948, 1958), შოთა რუსთაველის "აფორიზმები" და ა.შ. შეადგინა და გამოსცა ინგლისური ენის სახელმძღვანელო და ქრესტომათია. გამოაქვეყნა არა ერთი სტატია თარგმანის თეორიის საკითხებზე. მნიშვნელოვანი ნაშრომია აგრეთვე ვაჟას „გველისმჭამელის“ მისეული თარგმანიც,

ვაჟა-ფშაველას პოეზიის სიღრმესა და მშვენიერებას სწორად ჩანვდა დ. რეიფილდი, თანამედროვე ბრიტანელი ლიტერატურათმცოდნე, მთარგმნელი და პოეტი. იგი არის მრავალი წიგნის ავტორი ქართული და რუსული ლიტერატურის შესახებ, ლონდონის უნივერსიტეტის ქართველოლოგიის და რუსისტიკის პროფესორი. დ. რეიფილდი შეშფოთებულია იმით, რომ ინგლისურენოვან ქვეყნებში ვაჟას შესახებ ცოტას თუ სმენია და ამ ფაქტს იგი დანაშაულის ტოლფასად მიიჩნევს. აქედან გამომდინარე, ბრიტანელმა მეცნიერმა სცადა მდგომარეობა გამოესწორებინა და ინგლისურად თარგმნა ვაჟა-ფშაველას სამი პოემა: „გველისმჭამელი“, „სტუმარ-მასპინძელი“ და „ალუდა ქეთელაური“.

„გველისმჭამელის“ ინგლისური თარგმანები.

პოეტური ხელოვნება უმაღლესი ოსტატობაა, რომელიც მკითხველში იწვევს განუმეორებელ ესთეტიკურ განცდას. თარგმანში მისი ანალოგის მიღწევა მეტად სერიოზულ სიძნელეს წარმოადგენს, თუ არა შეუძლებელს. სამეცნიერო გამოკვლევებისა და თარგმანის ანალიზის საფუძველზე თუ შევადარებთ „გველისმჭამელის“ ვ. ურუშაძისეულ და დ. რეიფილდისეულ თარგმანებს, ვნახავთ, რომ ისინი გარკვეული აზრით ერთმანეთის საპირისპირონი არიან. ერთი - ორიგინალისადმი თავისუფალი დამოკიდებულების ნიმუშია, მეორე კი - დედნისადმი ერთგულებისა, თუმცა ეს ერთგულება არ არის უკიდურესობამდე მისული. ვ. ურუშაძე ცდილობს არ დაკარგოს დედნისული განწყობა, ასოციაციები, მაგრამ ვაჟასეულ სიტყვიერ მასალას, პოეტურ სახეებს, მეტაფორებს,

იდომებს, შეიძლება ითქვას, ზოგჯერ თავისუფლად ეპყრობა. მას არ სურს ორიგინალის ჩარჩოებში მოქცევა და ზოგჯერ საკუთარი შემოქმედებითი ინდივიდუალობის შენარჩუნებას ესწრაფვის დედნის მხატვრული კომპონენტების უგულებელყოფის ხარჯზე. დ. რეიფილდი კი ცდილობს ვაჟას პოეტური სახეები, მისი მხატვრული გამოსახვის ხერხები, ვაჟასეული მეტაფორები, ფრაზეოლოგია შეინარჩუნოს თარგმანში. ამიტომ მიჩნეულია და მეც ვიზიარებ ამ აზრს, რომ დ. რეიფილდის თარგმანი უფრო ახლოსაა ვაჟას პოემასთან აზრობრივად, ექსპრესიულობით, სისადავით და პოეტური სახეებით, დედნისეული პოეტური საშუალებების ინგლისურ ენაზე ადეკვატური გადატანით. ვ. ურუშაძის თარგმანის, როგორც პოეზიის, უდავო ღირსებაა რითმა; მისი თარგმნილი პასაჟები მელოდიურია და უმეტეს შემთხვევაში ორიგინალის ადეკვატურ ასოციაციებს აღძრავს. მთარგმნელი ცდილობს ფშავ-ხევსურული დიალექტის ასოციაცია შექმნას ინგლისური ხალხური მეტყველების ფორმების და ბალადური ლექსთაწყობის გამოყენებით. მიუხედავად ამისა, (ჩხარტიშვილი: 69-70) ურუშაძის მეტისმეტად თავისუფალი დამოკიდებულება დედნისადმი ხშირად სცილდება შემოქმედებითი თავისუფლების საზღვრებს და მთარგმნელი ინგლისურ მკითხველს ზოგჯერ ვაჟას პოეზიის ნაცვლად საკუთარ, თუმცა მეტად მგრძნობიარე და ნიჭიერ პოეზიას სთავაზობს. საილუსტრაციოდ შეიძლება შემდეგი ნიმუშის მოტანა:

„მთანი ჩამოშრენ, პირთაქვე
ქოთით მოდიან ღვარები, ხევებში ზვავი შათხელდა ვეშაპის მინაგვარები.“

დ. რეიფილდი ამ მონაკვეთის შემდეგ თარგმანს გვთავაზობს:

„The mountains dry out, and torrents
Come rushing downhill with a roar,
Falling rocks crash down
like dragons, Petering out as they reach the gorge.“

სიტყვასიტყვით რომ ვთარგმნოთ: „მთები გამოშრენ, და ღვარები ღრიალით მოექანებიან ფერდობზე, ჩამომსხვეული ლოდები გველუშაპებივით ეხეთქებიან ძირს, ილევიან, როცა ხეობის ფსკერს აღწევენ.“

რა თქმა უნდა, პნკარედული თარგმანი ქართულად ვერ მოგვცემს სწორ წარმოდგენას რეიფილდისეული სტრიქონების პოეტურობაზე, თუმცა მასში კარგად ჩანს მთარგმნელის ერთგულება დედნისადმი, ძირითადად შენარჩუნებულია ვაჟასეული პოეტური სახეების შთამბეჭდაობა და ექსპრესიულობა (გამონაკლისია სტროფის მე-3 სტრიქონი, რომელშიც ვაჟასეული პოეტური სახე შეცვლილია). თუმცა ზვავი თარგმანში ვეშაპის ნაცვლად გველუშაპს (დრაკონს) არის შედარებული, ეფექტი ასევე გრანდიოზულია. მთლიანობაში დ. რეიფილდის თარგმანი, შეიძლება ითქვას, დედნის ეკვივალენტურ ეფექტს ახდენს მკითხველზე.

ახლა ვნახოთ, თუ როგორ მიუდგა იგივე ტექსტის თარგმანს ვ. ურუშაძე:

“ The world was wrapped in flimsy veil
As from the sky poured sheeted rain,
Down mountain sides
the waters sped
And serpent-like flowed on the plain.“

სიტყვასიტყვითი თარგმანით: „სამყარო თხელ პირბადეში იყო გახვეული, როცა ციდან ასხამდა საფარველად ქცეული წვიმა, მთის ფერდობებზე წყლები მოიჩქაროდნენ და გველებივით მოედინებოდნენ დაბლობზე.“

პნკარედული თარგმანიდანაც კი ჩანს, თუ როგორ შორდება ურუშაძე არა მხოლოდ ორიგინალის ტექსტს, არამედ მის პოეტურ ხატებსაც („ვეშაპის მინაგვარების“ ნაცვლად - „გველის მაგვარი“, დაიკარგა: „მთანი ჩამოშრენ“, „ქოთით მოდიან ღვარები“, „ზვავები“). მთარგმნელისეული პოეტური სახეები უფრო მაღალფარდოვანია. ვაჟას ორიგინალური შედარებები და მეტაფორები ურუშაძემ უფრობანალურით შეცვალა, რაც ნამდვილად

დანაკარგია თარგმანისთვის .თუმცა, აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ მთარგმნელმა შეძლო ორიგინალის რითმის, მელოდიურობის და რიტმის შენარჩუნება. მთარგმნელთა განსხვავებული დამოკიდებულება დედნისადმი კარგად ჩანს ვაჟასეული ტროპების შესატყვისების ძიებისას. განვიხილოთ, მაგალითად, შემდეგი მონაკვეთი პოემიდან:

„მთის კალთებს შვენის ცხვარ-ძროხა როგორც ლამაზ ქალს ხალები.“

ვაჟას მშვენიერი, ორიგინალური შედარება ვ.ურუშაძემ შემდეგნაირად თარგმნა:

„The sheep like germs adorned the hills.“ („ცხვრებს ძვირფასი ქვებივით მოურთავთ გორაკები“), რაც სრულიად ახალი პოეტური სახეა.(ლ. ჩხარტიშვილი 44-56)

ვ. ურუშაძე მეტისმეტად თავისუფლად ექცევა ვაჟასეულ შედარებებს, ხშირად ცვლის მათ; „ლამაზი ხალები“ თარგმანში გაქრა, სამაგიეროდ გაჩნდა ძვირფასი ქვები - “germs”, რაც ნამდვილად არ ჰგავს ვაჟას, რომელიც აღტაცებაში მოჰყავდა ბუნებას და ყოველივე ბუნებრივს და არა ძვირფას ქვებს. ამ ცვლილებით ვ. ურუშაძემ განსხვავებულად წარუდგინა მკითხველს გარესამყაროს ვაჟასეული ხედვა. ვნახოთ, როგორ თარგმნის იგივე მონაკვეთს დ. რეიფილდი:

„Sheep and cattle dot the slopes like a beautiful woman’s beauty spots.“ სიტყვასიტყვითი თარგმანით,

„ცხვრებს და საქონელს დაუნინჯლავს ფერდობები მშვენიერი ქალის ხალების მსგავსად.“

ამ შემთხვევაშიც დ. რეიფილდი დედნის ერთგულია, ცდილობს რა შეინარჩუნოს ვაჟასეული შედარება, თუმცა ორიგინალის ფრაზების მოქნილობა და სისხარტე მაინც იკარგება. (ლ. ჩხარტიშვილი . 56-67)

საერთოდ, შეიძლება ითქვას, რომ „გველისმჭამელის“ ზემოთგანხილული ორი თარგმანი ორი ნიჭიერი და განსხვავებული შემოქმედის მიერაა შექმნილი. თუმცა არცერთი თარგმანი არ არის უნაკლო, დ. რეიფილდის ნაშრომი, როგორც მკვლევარი ლ ჩხარტიშვილი აღნიშნავს უფრო მეტად წარმოაჩენს ვაჟას, როგორც მოაზროვნეს, მეც ვიზირებ ამ მოსაზრებას

გამოყენებული ლიტერატურა

1. ლია ჩხარტიშვილი ვაჟა-ფშაველას პოემების („ გველისმჭამელი“, „სტუმარმასპინძელი“, „ალუდა ქეთელაური“) ინგლისური თარგმანები. თბილისი. 2012
2. არაბული გ., „ვაჟა-ფშაველას სამი პოემა (თემატურ-იდეური ანალიზი)“, თბილისი, 1999
3. ვართაგავა ი., „კრიტიკული წერილები“, I ტ., თბილისი, 1958;
4. ვაჟა-ფშაველა, „თხზულებათა სრული კრებული ათ ტომად“, ტ. IV, პოემები, თბილისი, 1964 კიკნაძე გრ., „ვაჟა-ფშაველას შემოქმედება“, თბილისი, 1957;

“ვეფხისტყაოსნის” სათაურის ინგლისური და რუსული თარგმანები

თემურ თვაური X კლასი

შოთა რუსთველის პოემის სათაურს მკითხველი თავიდანვე მხატვრულ სამყაროში შეჰყავს. „ვეფხისტყაოსანი“ თავისთავად მხატვრული სახეა, რომელიც შეყვარებულ წყვილზე მიუთითებს (სირაძე 1982:187-189). „ვეფხისტყაოსანი“ მოყმე ნესტანზე შეყვარებული ტარიელია, ვეფხი კი ნესტანის სიმბოლურ სახეა, ტარიელმა ხომ განრისხებული ნესტანი ვეფხს ამსგავსა: „რომე ვეფხი შვენიერი სახედ მისად დამისახავს, ამაღ მიყვარს ტყავი მისი, კაბად ჩემად მომინახავს...“ (სტროფი #662, რუსთაველი 1992:214) და ვეფხის ტყავით შეიმოსა ნესტანის დაკარგვის შემდეგ .

პოემის სათაურთან დაკავშირებით საყურადღებოა საკითხი ,თუ რომელი ცხოველი იგულისხმება რუსთველისეულ ვეფხში და რა სიმბოლურ დატვირთვა აქვს მას.თუ თანამედროვე ქართულში სიტყვა ვეფხვი მიუთითებს კატისებრთა ჯიშის გარეულ მტაცებელზე - ვეფხვი (tiger, тигр), ძველ ქართულში სიტყვა ვეფხი უფრო ფართო მნიშვნელობისა იყო და, როგორც ბერძნულიდან, ასევე სპარსულიდან თარგმნილ ტექსტებში უპირატესად ლეოპარდს, ანუ პანტერას შეესატყვისებოდა. ანალოგიურად აღიქვამდნენ რუსთველის პოემის ვეფხვს ძველ საქართველოშიც, რაზედაც ნათლად მეტყველებს პოემის XVII და XVIII საუკუნეების ხელნაწერებში არსებული მინიატურები. ასე რომ, რუსთველის პოემის ვეფხისტყაოსანი ჭაბუკი, პანტერის ტყავით შემოსილი მოყმეა(ხინთიბიძე 2017:35). რაც შეეხება ვეფხის სიმბოლურ მნიშვნელობას, საინტერესოა, რომ ვეფხის დაწინააღმდეგე ტყავით, რომელსაც მრავალი ლაქა აქვს, სიმბოლიზებულია წარმავლობის სფერო და ამსოფლიური ყოფა (გამსახურდია 1991:49). მითოლოგიაში ზეციურ პირველკაცს ვარსკვლავიანი ცა მოსავს, როგორც ვეფხის ტყავი (დაწინააღმდეგე), რაც არის განსახიერება სამყაროსი, უძრავ ვარსკვლავთა ცისა, ამიტომ არის ვეფხის ტყავი სიმბოლო საზეო განათლებისა, სულიერი ძალმოსილებისა და სიბრძნისა. ამის გამო ანტიკური მითოლოგიის ღმერთები, გმირები და მისტერიათა ქურუმები ატარებენ მას. ვეფხის ტყავი მოსავს ღმერთ დიონისეს, ბერძნულ სამყაროში პარისსა და იაზონს, ძველ ეგვიპტეში ჰერმეს - ტოტის ქურუმებს (გამსახურდია 1991: 341). შესაბამისად, უდავოა ვეფხის, როგორც ცხოველის, განსაკუთრებული სიმბოლური როლი და მნიშვნელობა პოემაში, თუმცა ამ სიტყვის ღრმა და სიმბოლური შინაარსი შეიძლება ვერ აისახოს სათაურში.

პოემის სათაური ინგლისურ თარგმანებში „ვეფხისტყაოსანი“, როგორც სათაური, კიდევ ერთ საინტერესო საკითხს წარმოაჩენს პოემის უცხო ენაზე მთარგმნელებისთვის. საქმე ის არის, რომ ქართული სუფიქსი - ოსანი, ქონების აღმნიშვნელია და პიროვნების მიერ რაღაც მახასიათებლის ქონებაზე მიუთითებს: მანდილ-ოსანი, ცხენ-ოსანი, ჩოხ-ოსანი. შესაბამისად, სიტყვა „ვეფხისტყაოსანიც“,ვიღაცას, ვეფხის ტყავში შემოსილს, ანუ ვეფხის ტყავის მატარებელს უნდა აღნიშნავდეს უცხო ენაზე, მაგალითად ინგლისურად - „one who wears a panther’s skin“ ან “wearer of a panther’s skin”. რუსთველის პოემის სათაურად ამგვარი კალკირებული თარგმანი მხატვრულ ღირებულებას მოკლებული იქნებოდა, ამიტომაც მთარგმნელები ამჯობინებენ იმ პერსონაზე მიუთითონ, რომელიც ვეფხის ტყავს ატარებს (ხინთიბიძე 2017:35-36). საინტერესოა თუ როგორ თარგმნიან მთარგმნელები პოემის სათაურს:

მარტორი უორდროპი The Man in the Panther’s Skin

ვენერა ურუშაძე The Knight in the Panther’s Skin

რობერტ სტივენსონი

The Lord of the Panther-skin

ქეთრინ ვივიანი The Knight in Panther Skin

ლინ კოფინი The Knight in the Panther Skin

პროფ. ე. ბინთიბიძის განმარტებით, ინგლისურენოვანი სათაურებიდან The Knight (ვ. ურუშაძე, ქ. ვივიანი, ლ. კოფინი) და The Lord (რ. სტივენსონი), ზედმეტად აზუსტებენ რუსთველის პოემის სათაურში მოაზრებული უცხო პერსონის ვინაობას და ამიტომაც, The Man თავისი შედარებითი ნეიტრალურობით, უმჯობესია თარგმანში. ე. ბინთიბიძე ასევე გვთავაზობს პოემის სათაურის ინგლისურად თარგმნის ორ ვერსიას. მისი აზრით, პოემის სათაური „ვეფხისტყაოსანი“ ინგლისურად უმჯობესი იქნებოდა ამგვარად გადასულიყო: The Man in a Panther-Skin (მ. უორდროპის მსგავსად), ან ქართულ ერთსიტყვიან სათაურთან („ვეფხისტყაოსანი“), რაც თავდაპირველად „ვეფხისტყაოსნის“ ინგლისურ ენაზე პირველი მთარგმნელის, მარჯორი უორდროპის მიერ იქნა შემუშავებული, .პოემის სათაურის მ. უორდროპისეული მიგნება ინგლისურ ენაზე, სამწუხაროდ არ გაიზიარა პოემის არცერთმა მომდევნო მთარგმნელმა და დაეყრდნო არა მ. უორდროპის, არამედ სათაურის ვ. ურუშაძის მიერ შემოთავაზებულ ინგლისურ ვერსიას: The Knight in the Panther's Skin. გამონაკლისს წარმოადგენს რობერტ სტივენსონი, რომელმაც პოემის სათაურის ყველა სხვა მთარგმნელისაგან განსხვავებული ვერსია შემოგვთავაზა: „The Lord of the Panther-skin“, რაც სიტყვასიტყვით ნიშნავს: „ვეფხის ტყავის დიდებული“, აღნიშნულ კონტექსტში ჩვენთვის საინტერესოა ასევე საკითხი იმის შესახებ, თუ რამდენად მართებულია როგორც Knight-ის (რაინდი), ასევე სიტყვა Lord-ის (ლორდი, დიდებული) გამოყენება სათაურის თარგმნისას, ე.ი. რამდენად მართებულია ტარიელს ეწოდოს Lord ან Knight (გამსახურდია 1984:153) , როგორც სათაურში, ასევე ზოგადად - ტექსტში. აღნიშნული თვალსაზრისით, საყურადღებოა, რომ ერთია სიტყვა Knight-ის ხმარება სათაურში და მეორე - პოემის ტექსტში. აღნიშნულ საკითხთან დაკავშირებით, ზ. გამსახურდია შემდეგ კვლევას გვთავაზობს: როდესაც რუსთველი ტექსტში ხმარობს სიტყვა „მოყმეს“ ტარიელთან დაკავშირებით, რაც, ნ. მარის სამართლიანი თქმით, უცილოდ „რაინდს“ ნიშნავს, მაშინ შეიძლება ვიხმაროთ სიტყვა Knight, ვინაიდან მათ, ვინც „ნახეს უცხო მოყმე ვინმე“, ჯერაც არ უწყოდნენ, რომ ეს იყო მეფისწული ინდოეთისა, აქ კი უნდა ითქვას, რომ ქართული „მოყმე“ ხშირად მეფეზეც ითქმის, რასაც ვერ ვიტყვით Knight-ზე („მოყმე“ ეწოდებოდა მაგ. დავით სოსლანსაც). სათაურში კი, ტარიელის ვინაობა გარკვევით უნდა ჩანდეს და მისთვის მეფობის რანგის წართმევა და მხოლოდ რაინდად მოხსენიება უმართებულოდ მიაჩნიათ მკვლევრებს. ამიტომ სათაურში სიტყვა Knight-ის (ასევე Chevalier-ს, Recke-ს, витязь-ს) ხმარება უმართებულოა, ვინაიდან ტარიელი იყო მეფე და არა რაინდი. პოემის ტექსტში კი, ვიდრე გაერკვეოდნენ ტარიელის ვინაობაში, მისთვის შეიძლებოდა ეწოდებინათ knight - მოყმე, რაინდი. რაც შეეხება სიტყვა Lord-ს გამოტანას სათაურში რობერტ სტივენსონის მიერ, აქაც საკმაოდ რთულადაა საქმე. სწორედ ამიტომ, ზ. გამსახურდიამ მიზანშეწონილად მიიჩნია ვებსტერის მიხედვით სიტყვა Lord-ის ქვემოთ წარმოდგენილი მნიშვნელობების გააზრებაც, პოემის სათაურად აღნიშნული სიტყვის გამოყენების მიზანშეწონილობის დადგენისათვის:

Lord: 1 პატრონი, პიროვნება, რომელსაც გააჩნია უზენაესი ხელისუფლება. მმართველი, მპყრობელი;

2 პატივის აღმნიშვნელი ტიტული, ქმრის ტიტული ცოლთან მიმართებაში, ხშირად იუმორისტული გაგებითაც;

3 ბარონი, მამულის მფლობელი, ლენდლორდი;

4 კეთილშობილი, პატივის აღმნიშვნელი ტიტული. დიდ ბრიტანეთში ეს ტიტული ეძლეოდა მათ, ვინც კეთილშობილნი იყვნენ დაბადებით, გარკვეული მხარეების პერები, ჰერცოგები, მარკიზები, გრაფები, ვიკონტები და ბარონები. მთავარეპისკოპოსები და ეპისკოპოსები, რომელნიც ლორდთა პალატის წევრები არიან, ეტიკეტის მიხედვით ეს ტიტული ეძლევათ ⁶

ჰერცოგებისა და მარკიზების შვილებს, აგრეთვე გრაფების უფროს შვილებს;

5 საპატიო ტიტული გარკვეული ოფიციალური პირებისა, მაგ., ლორდ ადვოკატი, ლორდ ჩემბერლენი, ლორდ კანცლერი, ლორდ მოსამართლე;

6 საღვთო წერილში უზენაესი არსება იეჰოვა, აგრეთვე იესო ქრისტე, რომელსაც ეწოდება ლორდი, ან ჩვენი ლორდი (უფალი);

სიტყვა „Lord“-ის წარმოდგენილ ყველა მნიშვნელობასთან ერთად, საყოველთაოდ ცნობილია, რომ ლორდთა პალატა ბრიტანული პარლამენტის ერთ-ერთი პალატაა, რომელიც შედგება ამქვეყნიური და სასულიერო ლორდებისაგან, ე.ი. მხარეთა ბერებისა და ეპისკოპოსებისაგან. მეფე ან პრინცი ინგლისში ოფიციალურად არასოდეს მოიხსენება ლორდად და არც მხატვრულ ლიტერატურაში დასტურდება მეფის ან პრინცის „ლორდად“ მოხსენიება (თუმც მამართვა „მილორდ“ შესაძლოა შეგხვდეს მეფესთან დაკავშირებით, მაგრამ ეს თითქმის იგივეა, რაც ქართული „ბატონო“). მეფეს „ლორდი“ შეიძლება ეწოდოს იშვიათად, ისიც არაოფიციალურად, კერძო საუბარში. ყოველივე ზემოაღნიშნულის გათვალისწინებით, სიტყვა „ლორდის“ ხმარება რ. სტივენსონის მიერ სათაურში, ზ. გამსახურდიას მოსაზრებით და ზემოთ მოცემული მისივე კვლევის საფუძველზე, გამართლებული არ არის (გამსახურდია 1984:153), არ უნდა დაგვაზინყდეს შინაარსობრივი კონტექსტიც, რადგან ტარიელის მხილველებმა მასთან შეხვედრისას დაასკვნეს, რომ ის იყო ჩვეულებრივი მოყმე, ვინაიდან მას არ ჰქონდა შესატყვისები მეფისა ან მემამულისა, რომელიმე მხარის მმართველისა ან თანამდებობის პირისა. შესაბამისად, სათაურის შემთხვევაში, ყველაზე მეტად ადეკვატური და მართებულია ისევ და ისევ უორდროპისეული სათაური „ვეფხისტყაოსნისა“ - „The Man in the Panther's Skin“, ვინაიდან არც „ლორდი“, არც „რაინდი“ არ აქვს ნახმარი რუსთველს, არამედ კაცი, ვინმე, რაც იგულისმება სიტყვაში „ვეფხისტყაოსანი“, პოემის ტექსტში კი „მოყმის“, „ყმის“ შესატყვისად აჯობებს სიტყვა Knight-ის გამოყენება. ხოლო სტივენსონისეული Lord, როგორც უკვე ზემოთაც აღინიშნა, გამართლებული არცერთ შემთხვევაში არ არის (გამსახურდია 1984:154-155). დასკვნის სახით შეგვიძლია ვთქვათ, რომ „ვეფხისტყაოსნის“ სათაურის ინგლისურენოვან თარგმანებს შორის მხოლოდ მარჯორი უორდროპისეული თარგმანი სათაურისა: „The Man in the Panther's Skin“ გადმოსცემს ყველაზე ზუსტად სათაურის არსს: „კაცი ვეფხისტყაოსანი“ და არა „რაინდი ვეფხისტყაოსანი“ (გამსახურდია 1984:185), **პოემის სათაური რუსულ თარგმანებში.**

საინტერესო და საყურადღებოა პოემის სათაურის თარგმანებიც, შესრულებული რუსულ ენაზე:

კონსტანტინე ბალმონტი Носящий Барсову Шкуру
პანტელეიმონ პეტრენკო Витязь в Тигровой Шкуре
გიორგი ცაგარელი Витязь в Тигровой Шкуре
ნიკოლაი ზაბოლოცკი Витязь в Тигровой Шкуре
შალვა ნუცუბიძე Витязь в Тигровой Шкуре
როგორც ზემოთ წარმოდგენილი ცხრილიდან ჩანს, ოთხ მთარგმნელს (პ. პეტრენკოს, გ. ცაგარელს, ნ. ზაბოლოცკის და შ. ნუცუბიძეს) იდენტურად უთარგმნია პოემის სათაური, კ. ბალმონტისგან განსხვავებით.

ბალმონტმა კი, როგორც ჩანს, გაითვალისწინა ვეფხის გააზრება ძველ ქართულში - „პანტერის“, „ლეოპარდის“ მნიშვნელობით და ვეფხის ნაცვლად სიტყვა „Барс“ (ჭიქი) (ჭიქი, ლეოპარდი გამოიყენა თარგმანში. ბალმონტისმიერი თარგმანის საფუძველს ამყარებს პოემისეული ტექსტიც („...იგია ჩემი სიცოცხლე, უწყალო ვითა ჭიქია...“), თუმცა არ უნდა

დავივიწყოთ კ. ბალმონტის წინამორბედის, ე. ს. სტალინსკის ფრაგმენტული რუსულენოვანი თარგმანიც პოემისა, რომელსაც „ვეფხისტყაოსნის“ სათაური შემდეგი სახით უთარგმნია: „Барсова -Кожа“ (ჩაჩანიძე 1980:114-115), რაც შესაძლოა ყოფილიყო საფუძველი პოემის სათაურის კ. ბალმონტისეული ვერსიისა. საინტერესოა, რომ ანალოგიურად (Барсова -Кожа) თარგმნიან პოეტის სათაურს კ. ბალმონტის წინამორბედი სხვა მთარგმნელებიც, მაგ. იპოლიტე ბრდტინსკი (1845 წ. გამოსცა პოემის არასრული თარგმანი) და იონა მეუნარგია (თარგმანი გამოიცა 1888 წ. თბილისში) (ჩაჩანიძე 1980:116-117). საყურადღებოა ისიც, რომ დღესდღეობით, პოემის ბალმონტისეული თარგმანის სწორედ ზემოთ წარმოდგენილი სათაურით გავრცელების მიუხედავად, მოსკოვის გამოცემებმა, კ. ბალმონტის მოღვაწეობის პერიოდშივე შეუცვალეს სათაური ბალმონტის თარგმანს და გამოაქვეყნეს შემდეგი სახით: „Витязь в Тигровой Шкуре“ (Руставели 1988: 630-631). სათაურის ბალმონტისეული ვერსიის შემთხვევაში, საყურადღებოა ასევე სიტყვა მოყმის, ანუ რაინდის (Витязь) ოსტატურად უგულებელყოფაც, რაც რასაკვირველია არაფერს ვნებს თარგმანს, რადგან წინადადებაში: Носящий Барсову Шкуру, ისედაც იგულისხმება ვიღაც, ვეფხის ტყავის მატარებელი, რაც არა მხოლოდ ადეკვატურად და ამავე დროს პოეტურად წარმოგვიდგენს რუსთველისეული პოემის სათაურს თარგმანში, არამედ უფრო მეტად აახლოებს კიდევ თარგმანს ორიგინალთან. ბალმონტის შემდეგ, პოემის სათაურის თარგმანმა („Витязь в Тигровой Шкуре“) შეუცვლელად გადაინაცვლა სხვა მთარგმნელების მიერ რუსულ ენაზე შესრულებულ თარგმანებში, რომლებმაც არაფერი შეცვალეს მასში.

1. სალომე სანიკიძე „შოთა რუსთველის „ვეფხისტყაოსნის“ შინაარსობრივი პლანის ანალიზი თარგმანთან მიმართებაში (ქართული, ინგლისური და რუსული ენების მასალაზე). თბილისი . 2019
2. გამსახურდია ზ., „ვეფხისტყაოსანი“ ინგლისურ ენაზე, თბილისი, 1984.
3. გამსახურდია ზ., ვეფხისტყაოსნის სახისმეტყველება, თბილისი, 1991.
4. რუსთაველი შ., ვეფხისტყაოსანი (წ. ნათაძის რედაქციით), თბილისი, 1992.
5. ხინთიბიძე ა., ქართული ლექსის ისტორია და თეორია, თბილისი, 2009.
6. ხინთიბიძე ე., მეთოდური მითითებანი რუსთველოლოგიაში, თბილისი, 1989.
7. ხინთიბიძე ე., ვეფხისტყაოსნის იდეურ-მსოფლმხედველობითი სამყარო, თბილისი, 2009
8. ჩაჩანიძე ვ., ვეფხისტყაოსანი მსოფლიოს ხალხთა ენებზე, თბილისი, 1980.
9. Руставели Ш., Витязь в Тигровой Шкуре, Перевод Гиоргия Цагарели, Москва, 1953.

“ვეფხისტყაოსნის” სახისმტყველება

თემურ თვაური, X კლასი

საქართველო ოდითგანვე წარმოადგენდა სინთესს ევროპასა და აზიას, დასავლეთსა და აღმოსავლეთს შორის. სწორედ საქართველოში მოხდა ორი უდიდესი კულტურის შერწყმა. პოემა „ვეფხისტყაოსანი“ გამორჩეულია არა მხოლოდ სიუჟეტით, არამედ მასში ჩადებული სიმბოლოებითაც, რომლებმაც კიდევ ერთხელ მიგვითითა ჩვენი ქვეყნის მნიშვნელობაზე მსოფლიოში. შოთა რუსთაველმა გვიჩვენა კავშირი ორ წამყვან რელიგიას შორის: როგორებიცაა ქრისტიანობა და ისლამი. ქრისტიანობას საფუძველი I საუკუნეში პალესტინაში ჩაეყარა. ამ პერიოდიდან მოყოლებული, დევნისა და მსხვერპლის მიუხედავად ეს რელიგია ვითარდებოდა. მეოთხე საუკუნეში კი უდიდესი იმპერია, ბიზანტია მოიცვა. საქართველოს გაქრისტიანება პირველად ქრისტეს მონაფეებმა განიზრახეს, მაგრამ, სამწუხაროდ, ქვეყნის მთლიანად გაქრისტიანება ვერ შეძლეს. იმის მიუხედავად, რომ სამეფო კარმა ეს რელიგია უარყო, საზოგადოებაზე მაინც იქონია გავლენა და დაბალ ფენაში მრავალი ადამიანი მოინათლა. წმინდა ნინომ კი შეძლო და მეფე მირიანი, დედოფალთან ერთად გააქრისტიანა. იმ დღიდან მოყოლებული საქართველოს ამ რელიგიისთვის არ უღალატია და დროთა განმავლობაში თითოეული ქართველის იდენტობის ნაწილად იქცა. ქრისტიანული რელიგიის კავშირზე „ვეფხისტყაოსანში“ გვესაუბრება ზვიად გამსახურდია.

ჩვენი ქვეყანა ღვთისმშობლის წილხვედრია. ქართულ კულტურაში ქალის იდეალად, სწორედ რომ, მარიამია მიჩნეული. „ვეფხისტყაოსანშიც“ ვხვდებით ამ ადამიანის სიმბოლოს. ღვთისმშობელი არის საღმრთო სიბრძნის გამოხატულება. ჩვენს ქვეყანაში თამარ მეფეს სწორედ რომ ღვთისმშობელს ადარებენ. საინტერესო ფაქტია, რომ ამ პოემაში სახელი ნესტანი სპარსულად (ანდარე ჯეჰან) ნიშნავს იმას, ვისი მსგავსიც არ არის ქვეყნად, ხოლო თინათინ - სარკისეულ ანარეკლს ნათლისა. ეს თამარის ალეგორიული სახელები მიგვითითებს ორ ასპექტზე შეუმეცნებელსა და შემეცნებითზე, დაფარულსა და ცხადქმნილზე.

წმინდა გიორგი ქართველებისთვის უმნიშვნელოვანესი წმინდანია. ის მიიჩნევა სიმამაცის, სიბრძნის სიმბოლოდ ქართველებისთვის. ჩვენს ქვეყანაში მას ბევრად უფრო დიდი მნიშვნელობა ენიჭება, ჩვენი მენტალიტეტის გამო. საქართველო მებრძლი ქვეყანაა. ბრძლის ველზე მყოფი რაინდები თვლიდნენ, რომ მათ ზურგს, სწორედ, რომ წმინდა გიორგი უმაგრებდა და საბრძოლველად სტიმულს აძლევდა. ზუსტად ამან განაპირობა ის, რომ ეს წმინდანი შუამავლად, ხიდად არის მიჩნეული ქართველ ხალხსა და ღმერთ შორის. ავთანდილი და ტარიელი მასთან ასოცირდებიან. მათში არის შერწყმული ის სიბრძნე, სიმამაცე და რაინდული სულისკვეთება, რომლებიც წმინდა გიორგის გააჩნდა.

ავთანდილმა და ტარიელმა ძალების გაერთიანებით შეძლეს და გამარჯვება მოიპოვეს ქაჯებზე. ქაჯები იმ გველეშაპის სიმბოლოა, რომელიც ოდესღაც წმინდა გიორგიმ განგმირა. ვეფხვის ტყავს, ამავედროულად, ძალიან დიდი დატვირთვა აქვს ამ პოემაში. მსოფლიო კულტურებში ვეფხვის ტყავი აღნიშნავს, ვნებებზე გამარჯვებას, საზეო განათლებასა და სულიერ ძალმოსილებას. ამ ტანისამოსს ატარებდნენ ინდური ღმერთები, შაჰ-ნამეს პირველი, ძველი ეგვიპტელი ქურუმები. როდესაც „ვეფხისტყაოსნისა“ და ქრისტიანობის კავშირზე ვსაუბრობს არ შეიძლება უყურადღებოდ დავტოვოთ დიონისე არეოპაგელის მოღვაწობა. რევაზ თვარაძეს დიდი წვლილი მიუძღვის ამ თემის შესწავლაში, რასაც მცირე ნაწროში მიუძღვნა „არეოპაგელი და რუსთაველი“. დიონისე პირველ საუკუნეში მართლმადიდებლური და დასავლეთევროპული ეკლესიათა წმინდანი იყო, ათენის ეპისკოპოსი. მას განათლება ჰქონდა მიღებული ეგვიპტეში. ამიტომ ის

გათვითცნობიერებული იყო მსოფლიოს კულტურებში. დიონისე გვესაუბრებოდა სიყვარულის მნიშვნელობაზე ქრისტიანულ რელიგიაში. მისივე ნაშრომებიდან ჩანს, რომ ღმერთთან მისაახლოებელ გზას სწორედ რომ სიყვარულში ხედავდა ისევე, როგორც რუსთაველი, მაგრამ ეს დიდ დათმობებზე წასვლას ნიშნავდა, ამიტომ ცოტას თუ ხვდა ეს ⁹

ბედნიერება წილად. გამოყოფენ ორი სახის ღვთისმეტყველებას აპოფატურსა და კატაფატურს. აპოფატურის შემთხვევაში ღმერთი ნებისმიერ სახელსა და განსაზღვრებაზე მაღლა დგას, მაშასადამე ადამიანს მისი გაგება არ ძალუძს. კატაფატურის შემთხვევაში კი ადამიანის გონება ღმერთს აღიქვამს და მისი საიდუმლოებებიც ესმის. დიონისემ ქადაგებებიდან ვხვდებით, რომ ღმერთი ყოველგვარ დადებით და უარყოფით დახასიათებაზე მაღლა დგას. აქედან გამომდინარე ეს ორი ღვთისმეტყველება მჭიდროდ უკავშირდება ერთმანეთს. შოთა რუსთაველი დასაწყისშივე გვესაუბრება, რომ უფალმა შექმნა მატერიალური სამყარო და დრო, ამიტომაც ის გამიჭნულია ამქვეყნიური ჩარჩოებისგან, მაგრამ ის ასევე ხშირად ახასიათებს უფალს. მაშასადამე „ვეფხისტყაოსანში“ ვხვდებით ორივე სახის ღვთისმეტყველებას, რაც დაკავშირებულია დიონისე არეოპაგელის მოღვაწეობასთან. დიონისეს აზრით ღმერთი არის მხოლოდ და მხოლოდ სიკეთის შემოქმედი, არა ბოროტების, ამიტომაც მას აღზევების და განვითარების საშალებას არ აძლევს. „ვეფხისტყაოსანში“ ნახსენებია: „ამ საქმესა დაფარულსა ბრძენ დიონოს გააცხადებს.“ ღმერთი კარგსა მოავლინებს, ავ-ბოროტსა არ დაჰბადებს, ავსა წამ-ერთ შეამოკლებს, კარგსა ხან-გრძლად გააკვლადებს, თავსა მისსა უკეთესსა უზადო-ჰყოფს, არ აზადებს“. ასევე შეგვიძლია გავიხსენოთ თინათინის შეხედულება: „ბოროტიმცა რად შეექმნა სიკეთისა შემოქმედსა?“. ამ ორი ნაწყვეტიდან ჩანს, რომ შოთა რუსთაველის შეხედულებები ემთხვევა დიონისე არეოპაგელის დასკვნებს და კიდევ ერთხელ მიგვითითებს მათ კავშირზე. რაც შეეხება აღმოსავლურ კულტურას, აქ უნდა შევხვით სუფიზმს. ეს არის ისლამური კულტურული სივრცის სულიერი გამოვლინება და მისტიკური მიმართულება, რომელიც VII-VIII საუკუნეებში ჩამოყალიბდა. თუმცა ისლამის მიერ, როგორც მწვალებლობა, თავიდანვე შეჩვენების და დევნის ობიექტად იქცა. სუფიებისთვის უმნიშვნელოვანესი წესია განმარტობა ამაოებაში გასარკვევად. ეს ეხმარება ადამიანს ღმერთთან დაახლოებაში. ღმერთი სიყვარულთან ასოცირდება. შოთა რუსთაველი კი გრძნობებში გასარკვევ საშუალებად ველად გაჭრას მიიჩნევს. რელიგიის შესაცნობი წყარო სუფიებისთვის გრძნობის მამოძრავებელი ძალა, გულია. მათთვის მატერიალური ღირებულებები უმნიშვნელოა. გავიხსენოთ ავთანდილი, რომელმაც აურაცხელი განძით სავსე მეკობრეების გემი ვაჭრებს აჩუქა. სუფიების მიზანი ღმერთთან სიცოცხლეშივე მიახლოებაა. ამისთვის ისინი იცავენ მარხვებს, ლოცულობენ და ასრულებენ სხვადასხვა რიტუალს. რუსთაველი კი ღმერთთან მისაახლოებელ გზას სიყვარულს მიიჩნევს. სუფიები თვლიან, რომ მთავარი ამ ცხოვრებაში აბსოლუტურ რეალობასთან წვდომაა. ავთანდილის ანდერძიდან ჩანს, რომ შოთასთვის განათლებაა ის, რაც ადამიანს ამქვეყნიური წესრიგის შეცნობაში დაეხმარება. „ვეფხისტყაოსანში“ ხშირად არის აღწერილი ადამიანის ამაოება. სუმიზმის ერთ-ერთი სახე „უსასრულობის მისტიკა“ ადამიანს ადარებს ზღვაში არსებულ ერთ წვეთს, რადგან ღვთაებასთან შედარებით ის არარაობაა. ამ რელიგიამ უდიდესი გავლენა იქონია მთელ მსოფლიოზე და დღესაც მრავალი მიმდევარი ჰყავს. ცხადია, რომ ჩვენი ეროვნული ღირებულებები განპირობებულია ჩვენი ქვეყნის მდებარეობით ავროპასა და აზიას შორის. შოთა რუსთაველმა თავისი პოემით თავი მოუყარა ჩვენს ფასეულობებს და კიდევ ერთხელ გვიჩვენა, ჩვენი ქვეყნის ადგილი მსოფლიოში.

გამოყენებული ლიტერატურა

- პროექტი ჩვენ და „ვეფხისტყაოსანი“-ზვიად გამსახურდია-“ვეფხისტყაოსნის“ სახისმეტყველება
- პროექტი ჩვენ და „ვეფხისტყაოსანი“-რევაზ თვარაძე-არეოპაგელი და რუსთაველი

ლიტერატურა, როგორც ისტორიული მეხსიერება (ზაირა არსენიშვილის „ვა სოფელოს“ ერთი ეპიზოდის მიხედვით)

მარიამ ბეჟუაშვილი, თინათინ გაჩეჩილაძე, IX MYP

ავტორი

ლიტერატურა ხშირად ხდება ისტორიული მეხსიერების წყარო. მითუმეტეს, თუ ავტორი თავად არის ამ ისტორიული ფაქტის თვითმხილველი. ასეთი ავტორი გახლავთ ზაირა არსენიშვილი, მწერალი და სცენარისტი, რომელმაც თავად განიცადა და იგრძნო ის, რაც აღწერა თავის რომანში.

ზაირა არსენიშვილი 1933 წლის 30 ნოემბერს დაიბადა. ხუთი წლის იყო, როცა მისი მამა, ვანო, დაიჭირეს და დახვრიტეს, თუმცა რომ დახვრიტეს, ესეც გვიან გაიგო ოჯახმა - კარგა ხანი ციხეში საკვები ისე მიჰქონდათ, არ იცოდნენ, რომ პატიმარი უკვე აღარ არსებობდა. ზაირა დედისერთა დარჩა. ის და ბიძაშვილები, ფაქტობრივად, ერთად იზრდებოდნენ. მის ოჯახში ყველა მღეროდა და თავადაც მუსიკალური სასწავლებელი დაამთავრა. რაღაც პერიოდი ოპერაში ვიოლინოზე უკრავდა კიდეც. ქართული საზოგადოება მას იცნობდა, როგორც ლანა ლოლობერიძის ცნობილი ფილმების სცენარისტს. თუმცა, ის ყველაზე უკეთ გაიცნეს რომანით „ვა, სოფელო“, რომელშიც მოქმედება ვითარდება თელავში მე-20 საუკუნის 20-50-იან წლებში. სამი პერსონაჟი ქალის ცხოვრების და ურთიერთობების მაგალითზე ჩვენ თვალწინ ცოცხლდება საქართველოს იმდროინდელი ისტორია: თელაველების ყოფა, ქალაქის კულტურული ცხოვრება და რაც მთავარია, 20-30-იანი წლების რეპრესიები, ოჯახური ფაქტებით გაცოცხლებული და ადამიანური ემოციების კუთხით ნაჩვენები, რომელთა შესახებ ხანდახან საარქივო დოკუმენტებიც კი დუმს.

ისტორიული რაკურსი - 1924 წლის აჯანყება და „სისხლიანი ქორწილი“ თელავში

1922 წელს საქართველოს ოპოზიციური პარტიების მიერ დაარსდა დამოუკიდებლობის კომიტეტი. ამ ერთეულს ხელმძღვანელობდა სამხედრო ცენტრი. ჩოლოყაშვილის რაზმის პარტიზანული ნაწილები დასავლეთ საქართველოშიც მოქმედებდნენ. შეთქმულებს საბჭოთა სპეცსამსახურები უთვალთვალებდნენ. 1923 წელს სამხედრო ცენტრის მეთაურები და სხვა ლიდერები დააპატიმრეს და დახვრიტეს. დამკომმა კი, თავის მხრივ, გადანყვიტა საყოველთაო აჯანყება.

აჯანყება 1924 წლის 29 აგვისტოს უნდა დაწყებულიყო, მაგრამ ქიათურაში შეიარაღებული მიტინგი 28 აგვისტოს დაიწყო. მიუხედავად მრავალი ადგილის (დუშეთი, სუფსა, სენაკი, აბაშა, ვანი და ა.შ.) დაპყრობისა, აჯანყებულები ქაოსურად იქცეოდნენ, ფართო საზოგადოებამ აქტიურად არ დაუჭირა მხარი აჯანყებას. ყოველივე ეს დაეხმარა ბოლშევიკურ არმიას, რამდენიმე დღეში ჩაეხშო აჯანყება. ბოლშევიკურმა ხელისუფლებამ დაიჭირა მოთავეების უმრავლესობა, ჩოლოყაშვილმა კი თავის რაზმთან ერთად პარტიზანული ბრძოლები დაიწყო კახეთში.

1924 აჯანყება ბოლშევიკურმა ხელისუფლებამ დაუნდობელი სისასტიკით ჩაახშო და ეს გამოიყენა შემდგომი ტერორის საბაბად.. „სოციალურად საშიშ ელემენტად“ მიჩნეული ყველა სიკვდილით დასაჯეს. ათასობით ადამიანი დაიღუპა, რომელთა უმრავლესობა არც კი მონაწილეობდა აჯანყებაში.

აჯანყების დაშლის შემდეგ ადგილობრივმა ხელისუფლებამ სასტიკი რეპრესიები დაიწყო, განსაკუთრებით თელავში, რადგან ქაქუცა ჩოლოყაშვილი სწორედ კახეთიდან იყო და მას ამ კუთხეში ყველაზე მეტი თანამზრახველი ჰყავდა.

თელაველებისთვის 24 წლის აჯანყება და შემდგომი რეპრესიები ასოცირდება გიგოს გორასთან, რადგან სწორედ გიგოს გორაზე დახვრიტეს ქართველი თავადაზნაურობა,

რომელთაგან, შესაძლოა, ზოგს არც კი ჰქონდა შეხება აჯანყებასთან. თუმცა, როგორც ვიცით, როდესაც რეპრესიის მანქანა ამუშავდება, ის არ ინყებს გაარჩევს, ის ყველას სპობს, ვინც საბჭოთა ხელისუფლებისთვის მიუღებელია.

გიგოს გორის სახელწოდება მომდინარეობს მისი მესაკუთრის, გიგო ვახვახიშვილის, სახელიდან, თუმცა 1924 წლის სექტემბრის შემდეგ თელაველები მას გოლგოთას უწოდებენ და ერთ დროს ხმაურიანი, მიმზიდველი ადგილი შიშის და სიკვდილის სიმბოლოდ იქცა. ყველაფერი დაიწყო იქიდან, რომ 1924 წლის 30 აგვისტოს თელავში, დღევანდელი 9 აპრილის ქუჩაზე, აზნაური საშა გამყრელიძე და ნინო რცხილაძე დაქორწინდნენ. ქორწილი 5 სექტემბერს გაიმართა, თელავის რეგიონის პოლიტიბუროს პოლიციამ ქორწილში მისული თხუთმეტი ადამიანი დაიჭირა და დახვრიტა. ამიტომაც უწოდეს მას „სისხლიანი ქორწილი“.

ისტორია ამ „სისხლიანი ქორწილის“ შესახებ წლების შემდეგ გიგოს გორაზე გათხრების შედეგად აღმოჩენილი ადამიანების ძვლების გარდა, თელაველების მეხსიერებამ შემოინახა. მკვლევრებმა სწორედ ზეპირი ისტორიების მეშვეობით შეძლეს აღედგინათ სრული სურათი იმ შემზარავი დღისა.

„პოლიტიბურო“ თელავში ერთ-ერთ შენობასთან ფუნქციონირებდა და საკნის კედლებზე წარწერები დღემდე ჩანს. როგორც ჩანს, ამ საკნებში ჰყავდათ გამომწყვდეული ქორწილის სტუმრები, რომელთა უმრავლესობა საკნიდან პირდაპირ გიგოს გორის გზას გაუყენეს... საინტერესოა, რომ ამ პატიმრებს შორის ყოფილა ვლადიმერ ჯორჯაძეც. მისი შვილი, საშა ჯორჯაძე, კომუნისტური პარტიის წევრი, რამდენჯერმე მივიდა პოლიციის უფროსთან, ჯაფარიძესთან, მამის პატიების სათხოვნელად. ბოლოს მილიციის უფროსი მას დაემუქრა, რის შემდეგ საშა ჯორჯაძემ ჯაფარიძეს ცეცხლი გაუხსნა. ასეთებიც ხდებოდა, თავისიანებსაც არ ინდობდა საბჭოთა ტერორის მანქანა.

„სისხლიანი ქორწილი“ ზაირა არსენიშვილის რომანში

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, 5 სექტემბერს თელავში გაიმართა აზნაურ საშა გამყრელიძისა და ნინო რცხილაძის ქორწილი. თელავის რეგიონის "ჩონის" სპეცდანიშნულების რაზმმა ქორწილში მისული მამაკაცები დაიჭირა და უმეტესობა დახვრიტა. ეს ქორწილი, თავისი წინა მოვლენებით და შემდგომი ამბებით საოცარი სიცხადით, სიმძაფრითა და ემოციითა აქვს აღწერილი ზაირა არსენიშვილს.

ზაირა არსენიშვილი გვიამბობს, თუ როგორ აფრთხილებდნენ ნეფე-დედოფალს, რომ ქორწილი არ ჩაეტარებინათ, რადგან თითქმის ყველა სტუმარი რაღაც ფორმით უკავშირდებოდა ქაქუცა ჩოლოყაშვილს - ზოგი ნათესავი იყო, ზოგი მეზობელი და ზოგიც, უბრალოდ, თელაველი. ბოლშევიკებისთვის ხომ საერთოდ არ იყო საჭირო კონკრეტული მიზეზი.

ავტორი აღწერს, როგორ ყვებოდნენ თელაველები ერთმანეთში ჩუმად ქაქუცას ოჯახის დანოკებას, როგორ გამოკეტეს მისი შვილი განჯინაში და არ უშვებდნენ, სანამ დედა ქმრის სამყოფელს არ გაამხელდა, თურმე, ძლივს მოასულიერეს ცოცხალმკვდარი ბავშვი. ეს შიშნარევი ემოციით მოთხრობილი ისტორიებით ავტორმა შექმნა საფუძვლიანი მოლოდინი იმისა, რომ აქაც უნდა განმეორდეს, აქაც უნდა მოხდეს ეს ყველაფერი. თანამედროვე მკითხველიც, რომელმაც ისტორიიდან უკვე იცის დასასრული, მაინც დაძაბულად მისდევს სტრიქონებს, რადგან გრძნობს, რომ ამბავს იგებს იმისგან, რომელმაც ეს არა თუ ნახა, საკუთარ ტყავზეც გამოსცადა მისი სიმწარე...

ქორწილი მაინც ჩატარდა და ეს ეს ქორწილი მუდამ ემასოვრებათ თელაველებს, როგორც ერთ-ერთი შემზავი დღე თელავის ისტორიაში. ავტორი დეტალურად აღწერს, „ჩონის“ ახლადდანიშნული მეთაური, ტოლსტოვი, როგორ მივიდა ქორწილში და მექორწილეებს დაშლისკენ მოუწოდა. მექორწილენი აღშფოთდნენ და პირიქით, მას ქორწილში დარჩენა შესთავაზეს. ტოლსტოვმა ცოტა დრო მისცა მათ, ხელმეორედ დაბრუნდა და უთხრა, რომ ამჯერად მართლა უნდა დაიშალონ, თორემ ძალით დაშლიან.

ეს ისტორია, რომელიც რამდენიმე წინადადებით გადმოვეცით, ავტორს საოცარი ექსპრესიულობით აქვს აღწერილი. ტოლსტოვის მისვლა, მექორწილეთა სილაღე. რატომღაც არავინ უსმენს და არც სჯერათ. დამფრთხალი პატარძალი, თითქოს გული ცუდს უგრძნობსო... და სიმღერა, რომელიც ტოლსტოვის გაფრთხილებას შეაგებებს მექორწილებმა... მართლაც მძიმე წასაკითხი და აღსაქმელია ემოციურად, მითუმეტეს, როდესაც იცი, როგორც დასრულდება და შენც, მკითხველი, ისეთივე დამფრთხალი მოლოდინით აღსავსე ელოდები მათ გამოჩენას, როგორც თავად ავტორი. მართლაც, სულ მალე დამსჯელი რაზმი გამოჩნდა, ქორწილში მყოფი მამაკაცები გეპეუს შენობაში გადაიყვანეს და ქალები სახლებში გაუშვეს. თან უთხრეს, რომ ყველაფერი გაირკვეოდა და მამაკაცები სახლში მშვიდობით დაბრუნდებოდნენ. ამ დეტალით ავტორმა ნათლად დაგვანახა ბოლშევიკური რეჟიმის სისასტიკე. მათ ძალიან კარგად იცოდნენ, რომ ეს მამაკაცები სასიკვდილოდ იყვნენ განწირულნი, მაგრამ ურცხვად იტყუებოდნენ. მართლაც, რამდენიმე დღეში ყველანი დახვრიტეს. მათ შორის იყო რუსუდანის (მთავარი პერსონაჟის ბებიის) ვაჟი - გიგი. გიგოს გორაზე გათხრილ ერთ დიდ ორმოში ყრიდნენ დახვრეტილებს და მიწას ზერელედ აყრიდნენ. ამ ვრცელ რომანში ჩვენთვის ყველაზე შემზარავი ეპიზოდი სწორედ ესაა - კიდევ კარგი, რომ მიწა ზედაპირულად მიაყარეს. ღამით ჩუმად ადის რუსუდანი, მიწას გადაყრის და ეძებს საკუთარ შვილს. კიდევ კარგი, რომ ზედაპირზე აღმოჩნდა მისი ვაჟკაცი. ჩუმად წამოიყვანა მიცვალებული, ჩუმად აუგო წესი და საკუთარ ეზოში დაკრძალა ჩუმად. ამაზე სასტიკი განაჩენი რა უნდა გამოუტნო დედას! რეპრესიები ამით არ დასრულებულა. ავტორი აღწერს, ერთი წლის თავზე მღვდელმა ლუკამ გიგოს გორაზე სიკვდილმისჯილთათვის პანაშვიდი გადაიხადა. ამისათვის სამმა გარეწარმა რევოლუციის სახელით საპარიკმახეროში წაიყვანა და წვერი, უღვაში, თმა და წარბები გადაპარსა. მეორე საღამოს კი მამა ლუკა მდინარესთან გარდაცვლილი იპოვეს. ასე ექცეოდნენ ეკლესიის მასახურებს ბოლშევიკები. არც ეს ფაქტი დარჩენია ავტორს ყურადღების მიღმა. აუცილებლად უნდა აღვნიშნოთ კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტი, რომელზედაც ავტორი ამახვილებს ყურადღებას - იმ ქაოსსა და სიძულვილში, რომელიც, მართალია, ბოლშევიკებმა დათესეს თავიანთი სისასტიკით, მხოლოდ ისინი არ იყვნენ დამნაშავენი. ზაირა არსენიშვილი აღწერს, როგორ დაერთო ამ მასობრივ დახვრეტებს მემამულეთა სოფლებიდან განდევნა. ქონებაზე დახარბებული ბოგანო გლეხები დამსჯელ რაზმებთან ერთად მიუცვივდებოდნენ თავადაზნაურობას და მათ არც თუ ისე დიდ ქონებას ართმევდნენ, სახლებიდან ყრიდნენ და ხალხის მტრად აცხადებდნენ. ამის ახსნას ცდილობს ავტორი და ჩვენი აზრით, მართებულ ახსნას გვთავაზობს: „რატომ ექცეოდნენ ასე სასტიკად? რათა დამსჯელებს დაეშალათ, დაექსაქსათ სოფლებში მათი ერთობა... გაენიორწყლებინათ სოფლის მიმართ მათი ჭირისუფლება, მათი ქველმოქმედება... განედევნათ ჩვენი სოფლებიდან მათი სიტყვა-პასუხი, მათი დარბაისლური ქართული, მათი ხმა და ინტონაცია.“ სამწუხაროდ, მიაღწიეს ამას „კლასობრივი შუღლის“ სახელით. ალბათ, ავტორი ამ სისასტიკის ასეთი დაუნდობელი, პირდაპირი ჩვენებით ცდილობს, რომ აგვარიდოს ის თავიდან; ამ ფორმით გვაფრთხილებს, რომ ამ საშინელების სათავე უსიყვარულობაა და ყოველგვარი ბოროტება, გაუცხოება სწორედ უსიყვარულობისგან მოდის.

დასკვნა

ლიტერატურა არის ძალიან მნიშვნელოვანი ყოველი ადამიანის ცხოვრებაში, რადგან ის გვიყვება ჩვენს ამბებს, ჩვენი წინაპრების ამბებს და ამით ჩვენს ისტორიულ მემკვიდრეობას ამყარებს; უფრო მეტ ინფორმაციას გვაძლევს წარსულზე და ემოციურად გვაკავშირებს ჩვენს ისტორიასთან.

ამის სანიმუშო მაგალითია ზაირა არსენიშვილის რომანი, რომელშიც ავტორმა გააცოცხლა ისტორიული ფაქტები ემოციით, რათა უკეთ ეჩვენებინა და გვეგრძნო ის სიმწვავე, რომელსაც ის და მისი თაობის ადამიანები წლობით დაატარებდნენ. მწერალმა თამაზ ქილაძემ შესანიშნავად შეაფასა ისტორიული მეხსიერების შემნახველი ზაირა არსენიშვილი: „ოცდაათიანი წლების ტრაგიკულ მოვლენათა პირუთვნელი და ნიჭიერი აღმწერი“.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ზაირა არსენიშვილი, ვა, სოფელო, კახური ქრონიკები, სულაკაურის გამომცემლობა, თბილისი, 2019წ.
2. shorturl.at/gNVY4
3. <https://www.youtube.com/watch?v=C2lcgLCKDio>
4. <https://www.youtube.com/watch?v=prrdUeGrdU>
5. shorturl.at/psV18
6. shorturl.at/QZ012



განათლების სისტემის გავლენა მოზარდის ფორმირებაზე

(ორი ლიტერატურული ტექსტისა და რეალობის გათვალისწინებით)
სოფია ძულიაშვილი, ქეთევან თარგამაძე, 8MYP

მგონი, ყველანი ვთანხმდებით იმ საკითხის გარშემო, რომ განათლება არის უმთავრესი საფუძველი პიროვნების ჩამოყალიბებაში. ჩვენთვის ეს ჯერ კიდევ არ იყო ასეთი ცხადი და ნათელი, სანამ არ გავეცანით შესაბამის ლიტერატურულ ტექსტებს და არ დავეკავშირეთ ჩვენს რეალობას. სწორედ ჩვენი განწყობა და მიგნება გვინდა გაგაცნოთ.

განათლებას დიდი როლი ენიჭება მოზარდების ფიზიკური, გონებრივი, ზნეობრივი და ესთეტიკური აღზრდის საქმეში. ამ კუთხით განსაკუთრებული როლი ეკუთვნის სკოლას, ოჯახსა და საზოგადოებას. მაგრამ ყველაზე დიდ დროს ჩვენ, მოზარდები, ვატარებთ სკოლაში და ძირითად უნარ-ჩვევებსაც აქ ვიყალიბებთ თუ ვავითარებთ, რასაკვირველია, ცოდნის მიღებასთან ერთად. ეს პროცესი იმდენად ბუნებრივია, რომ ვერც ვგრძნობთ მას, ვხედავთ შედეგს და პროცესსაც ამით ვაცნობიერებთ. თუმცა, ამის გაცნობიერებაში თურმე მშვენივრად გვეხმარება ლიტერატურა

განათლების სისტემას სხვა რაკურსით შევხედეთ, როდესაც გავეცანით ჯერომ სელენჯერის ცნობილ რომანს. მისი პერსონაჟი, ჰოლდენ კოლფილდი, პირველსავე გვერდზე გვეუბნება, რომ სკოლა ყალბია. არ დაგიმაღავთ, რომ ეს იყო მოულოდნელობა. მეტიც, მისმა ამ დამოკიდებულებამ ავტობიოგრაფიულად განგვანყო უარყოფითად ამ პერსონაჟისადმი და გარკვეულწილად სტერეოტიპული მიდგომა ვირჩიეთ - თავად არის ზარმაცი და სკოლას აბრალებს. მხოლოდ შემდეგ, ტექსტის ანალიზის შედეგად, მივხვდით, რომ ჩვეი ეს პოზიცია განპირობებული იმით, რომ ჩვენი რეალობა (ანუ ჩვენი სკოლა) და იქ აღწერილი სკოლა ცა და დედამიწასავით განსხვავდებოდა ერთმანეთისგან. სწორედ ამ განსხვავებამ დაგვაფიქრა, რომ დღევანდელი რეალობა შეგვედარებინა პერსონაჟების რეალობასთან. და გაჩნდა კითხვა - ჩვენ გამიმართლა, მაგრამ ვის არ გაუმართლებს? და რა არის ამ გაუმართლებლობის მიზეზი?

ამ კითხვას რომ ერთად ვუპასუხოთ, მივყვით და გავიგოთ, რას ემართლებიან ჰოლდენ კოლფილდი და პატარა ჭყიტა თავიანთ სკოლებს.

"ნუ მოკლავ ჯაფარას" არის მოთხრობა, რომელიც ასახავს სოციალურ უთანასწორობას და სამართლიანობის პრობლემას რეალობაში. მართალია, მასში აქცენტირებულია სამოქალაქო ღირებულებების აუცილებლობა, მაგრამ ასევე მკაფიოდაა ნაჩვენები განათლების სისტემის როლი ამ პროცესში.

8 წლის პერსონაჟი გვიყვება ფაქტებს, რომლებიც მკაფიოდ გვაჩვენებს, როგორ უწყობს მისი სკოლა ხელს სტერეოტიპული ყალიბების შექმნას - ამას ვხედავთ გამომდინარე იქიდან, თუ როგორი დამოკიდებულება აქვთ მასწავლებლებს ბავშვების მიმართ. მაგალითისთვის ისიც კმარა, თუ როგორ აღწერს პირველკლასელი ჭყიტა თავისი მასწავლებლის ქცევას - "მის კეროლაინმა რიგებს შორის ჩამოიარა და ყველას საუბმე შეათვალიერა. დროდადრო კმაყოფილების ნიშნად თავს დააქნევდა, ხან კი სახე მოელუშებოდა." დავაკვირდეთ, როგორ აღწერს მოსწავლე მასწავლებლის უსიტყვო ქმედებებს. ეს ხომ ასეცაა, მოსწავლეები სიტყვების გარეშეც ხვდებიან მასწავლებლების განწყობას. ასე მოხდა ამ შემთხვევაშიც, როცა მის კეროლაინმა ბავშვები შეაფასა საუბმის მიხედვით. გულმო წყალე ღიმილი იმან დაიმსახურა, ვისი საუბმეც ნოყიერი იყო. რა ხდება ამ დროს? მოსწავლისთვის ხომ მასწავლებელი როლმოდელია და შესაბამისად, ამ დროს მას ქვეცნობიერში უჯდება ის, რომ საზოგადოების სოციალური დეფერენცირება არის ნორმა. ასეთი ნორმირებული საზოგადოება რა შედეგამდე მიგვიყვანს, ესეც ცხადია. ამავე ტექსტში არის მეორე ეპიზოდი, როდესაც ჭყიტა ასევე სკოლის ფარისევლობას წარმოაჩენს. ყველასთვის საყვარელი მასწავლებელი, მის გეიტსი, რომელიც

მოსწავლეებთან თავის იწონებს იმით, რომ ამერიკაში დემოკრატიაა და გერმანიაში - ავტორიტარიზმი, რომელიც უწინებს წყიტას დემოკრატიის განმარტებას: „სწორედ ეს განასხვავებს ამერიკას გერმანიისაგან. ჩვენს სახელმწიფოში დემოკრატიაა, გერმანიაში კი - დიქტატურა. დიქ-ტა-ტუ-რა, - გაიმეურა მან. - აქ ჩვენში არავის სდევნიან. დევნა ცრუმორწმუნე ხალხმა იცის. ცრუ-მორ-წმუ-ნე, - გარკვევით წარმოთქვა მან, - ებრაელებზე უკეთესი ხალხი მე არ მეგულება, ამიტომაც ვერ გამიგია, რატომ იქცევა ჰიტლერი ასე...“, მკაფიოდ ამბობს, რომ ჰიტლერი არის სასტიკი, რადგან ებრაელებს ხოცავს. ეს აჩენს იმის განცდას, რომ მასწავლებელი ტოლერანტია, აღიარებს ადამიანთა თანასწორობას და მტკიცედ იცავს დემოკრატიულ ღირებულებებს. მაგრამ რა ხდება? მოთხრობის ფინალში წყიტა თავის ძმას, ჯემის, სწორედ ამ მასწავლებლის გამო უსვამს შეკითხვას. ეპიზოდი ეხება ცნობილ სასამართლო პროცესს, რომელზეც წყიტას მამა იცავს შავკანიან ტომ რობინსონს და რომლის გამოც წყიტას ოჯახი წარმოუდგენელი წნეხის ქვეშ მოექცა მეიკომის საზოგადოებიდან. ატიკუს ფინჩმა, ამ წნეხის მიუხედავად, შეასრულა თავისი ადამიანური მოვალეობა, აჩვენა ყველას ტომის უდანაშაულობა, მაგრამ, რასაკვირველია, სასამართლომ არ გაამართლა შავკანიანი. და აი, სასამართლო დარბაზიდან გამოსულ, კმაყოფილ ბრბოში აღმოჩნდა ჩვენი მასწავლებელი, მის გეიტსი, რომელიც ერთგვარი ნიშნისმოგებით ამბობს, რომ დროა ამ შავკანიანებს ქვეა ვასწავლოთ, თორემ მალე თეთრკანიანებზე დაქორწინებასაც კი გაბედავენ ეს თავხედები.

მასწავლებლის ამ სიტყვებმა თავზარი დასცა წყიტას და ამიტომ ცდილობს უფროს ძმასთან იმის გარკვევას, რატომ ხდება ასე? რატომ არიან ორსახოვანი ის ადამიანები, რომლებსაც მომავალი თაობის აღზრდა ევალებათ? ეს ის კითხვებია, რომლებიც, ვფიქრობთ, ნებისმიერ ეპოქაში განათლების სისტემის სახელმძღვანელო პრინციპად უნდა იქცეს.

იმავე პრობლემებს ვხვდებით ჯერომ სელინჯერის მოთხრობაში “თამაში ქვავის ყანაში”. ჰარპერ ლისგან განსხვავებით, სელინჯერი პირდაპირ, თანაც პირველივე გვერდებიდან წერს განათლების სისტემის შესახებ. არ დავინწყებთ მთავარი პერსონაჟის განხილვას, ეს არ არის ჩვენი მოხსენების თემა. თუმცა, პირველი კითხვა, რომელიც გაგვიჩნდა, იყო - რატომ გარიცხეს სამი სკოლიდან ჰოლდენ კოლფილდი? თავიდან უარყოფითად განვეწყვეთ მის მიმართ, მაგრამ უცებ მივხვდით, რომ ჩვენც სტერეოტული ხედვის ქვეშ აღმოვჩნდით და სხვა მხრიდან შევხედეთ პრობლემას. ჰოლდენის დანახული საზოგადოება, „დიდები“, დაუნდობელი, სასტიკი, მატყუარაა. ამიტომ სურს მას, რომ კლდის პირას დადგეს და ქვავის ყანაში მოთამაშე ბავშვები დაიცივას, რათა ისინი არ ჩავცივდნენ უფსკრულში, რომელიც მეტაფორულად გამოსახავს ამ ტიპის საზოგადოებას. და როგორ უნდა გააკეთოს ეს? როგორ უნდა დაიცივას? ვფიქრობთ, რომ დაცვის მექანიზმია განათლების სისტემა. ამიტომ ამხელს მას დაუნდობლად ავტორი. ძალიან დიდი ირონია ჩანს, როდესაც აჩვენებს განსხვავებას პენსის სკოლის სარეკლამო ბროშურასა და რეალობას შორის. სარეკლამო ბროშურაზე გამოსახულია ცხენზე ამხედრებული პოლოს მოთამაშე მოსწავლე, რომელიც ბარიერებს გადალახავს; წარწერა, რომ სკოლა ზრდის ლიდერებს - არის ტყუილი. საერთოდ არ მინახავს იმ სკოლაში ცხენები და არც პოლო გვითამაშიაო, - ამბობს ჰოლდენ კოლფილდი. რაც შეეხება ლიდერების გაზრდას, ამ სისტემას რომ ლიდერის გაზრდა არ შეუძლია, ამას მასწავლებლებისა და მოსწავლეების სახე კარგად აჩვენებს. პირიქით, ისინი მონებს, მატყუარებსა და მათზე დამოკიდებულ ადამიანებს ზრდიან. რეკლამა არის მდიდარი მშობლების მოსაზიდად. სამწუხაროდ, ეს მშობლებიც ნებაყოფლობით ერთვებიან ამ ტყუილში. განათლების სისტემა ატყუებს და მშობლები თავს იტყუებენ. აი, ესაა პრობლემა, რომელიც ავტორმა დაგვანახა თუნდაც ერთი სარეკლამო ბროშურის სახით. და რატომ განსხვავდება სკოლის სარეკლამო ბროშურა რეალობისგან? ამას პასუხი თავად საზოგადოებამ უნდა გასცეს და მოინდომოს მისგან გათავისუფლება.

ჰარპერ ლის მოთხრობის სათაურში ჯაფარა არის უდანაშაულობის სიმბოლო და

განათლების სისტემა ასწავლის ბავშვებს “ჯაფარას” განადგურებას. ჰოლდენ კოლფილდსაც ამ ჯაფარების დაცვა სურს. ეს ორი ლიტერატურული ტექსტი იყო საგანგაშო და გამაფრთხილებელი სიგნალი საზოგადოებისთვის, რომ დროა შევიცვალოთ და ეს ცვლილება უნდა დაიწყოს განათლების სისტემის ცვლილებით.

როდესაც ეს ორი ტექსტი ნავიკითხეთ, გავანალიზებთ და დავფიქრდით, მივხვდით, როგორ გაგვიმართლა ჩვენ. ვიცით, რომ ეს პრობლემები ჯერ კიდევაა საკმაოდ ბევრ სკოლაში, საზოგადოებაში. ჩვენთან კი? პირდაპირ გეტყვით, ამ მოთხრობების გააზრების შემდეგ დავხედეთ ჩვენი სკოლის სარეკლამო ბროშურებს, სარეკლამო რგოლებს; უფრო დავაკვირდით მასწავლებლებს გაკვეთილებზე და მივხვდით, რომ რეალობას აცდენილი არ ვართ. ის, რომ ჩვენ ახლა აქ ვდგავართ და ამ თემაზე ასე ღიად ვსაუბრობთ, ამის დასტურია. ასე რომ, ჩვენ გაგვიმართლა და მადლობა ჩვენს სკოლას ამისთვის.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ჯერომ სელინჯერი, თამაში ჭვავის ყანაში, მთარგმნელი ვახტანგ ჭელიძე, გამომცემლობა პალიტრა L, თბილისი, 2019.
2. ჰარპერ ლი, ნუ მოკლავ ჯაფარას, მთარგმნელი ლელა დუმბაძე, სულაკაურის გამომცემლობა, თბილისი, 2015.



როგორ გავხდეთ მოქალაქეები ლიტერატურული ტექსტების გავლენით

კესარია ჯიქია, ალექსანდრა ჩაჩანიძე, 8 MYP

ის, რომ ლიტერატურული ტექსტების მიხედვით შეიძლება კარგი მოქალაქე გახდე, წარმოუდგენლად გვეჩვენებოდა, სანამ არ გავეცანიტ ტექსტებს, რომლებიც, ფაქტობრივად, ჩვენი ორიენტირი გახდა. ჩვენი შეხედულება შეიცვალა რამდენიმე ლიტერატურული ტექსტის შესწავლის შემდეგ. შევეცდებით, ჩვენი მოსაზრება გაგაცნოთ ჰარპერ ლის ცნობილი წიგნის „ნუ მოკლავ ჯაფარას“ მიხედვით.

დავინწყით თავიდან, **რას ნიშნავს, იყო მოქალაქე?** შესაძლოა, პირდაპირი რეცეპტი იმისა, თუ რას ნიშნავს კარგი მოქალაქე, არ არსებობს, მაგრამ თუ ჩვენს ტექსტებს დავაკვირდებით, ძალიან კარგ დაკვნებსაც გავაკეთებთ. მოქალაქე, უპირველესად, არის თავისუფალი პიროვნება, ინდივიდი თავისი ღირებულებებით, იდეებით, მოსაზრებებით და თავისუფლებით. ამ დროს ადამიანი კი არის ინდივიდი, მაგრამ ამავდროულად ის წარმოადგენს საზოგადოების ნაწილს. შესაბამისად, მას აქვს უფლება და მოვალეობაც. საუკეთესო მოქალაქის ნიმუშს წარმოადგენს ჰარპერ ლის პერსონაჟი ატიკუს ფინჩი. ჩვენთვის ის მართლაც ორიენტირი გახდა ამ კუთხით. უმთავრესი თვისება, რომელიც ატიკუსში განსაკუთრებით მოგვეჩონა და რომელზეც არ გვიფიქრია, სანამ მას არ გავიცნობდით, იყო ის, რომ ატიკუს ფინჩი არც მეიკომის საზოგადოების ნორმებში ჯდებოდა, მაგრამ არც ებრძოდა მათ. როგორ ახერხებდა ეს ადამიანი პიროვნული თვისებების დაცვას, გახდა გამოცანა, რომლის ამოხსნა გაგვიჭირდებოდა, თავად რომ არ დავგხმარებოდა.

ატიკუსის შეგონებაა, რომ **შენი მაღალი სტატუსი თუ გამორჩეულობა არ გაძლევს სხვა ადამიანის დამცირების უფლებას!** ამით ის გვასწავლის, რომ ყველა ადამიანი თანაბარია ყველგან და ყოველთვის! ამის საუკეთესო ნიმუშია მის მიერ ტომ რობინსონის დაცვა. ერთ ეპიზოდში ატიკუსი წყიტას ასეთ რამეს ასწავლის: **„თუ გინდა საზოგადოების გარდაქმნა, მას არ უნდა ეომო!“** ეს იყო ის შეგონება, რომელიც ატიკუსმა მარტო წყიტას კი არა, ყოველ ჩვენგანს გვითხრა. როდესაც საზოგადოების წევრი ხარ, რაც არ უნდა დამნაშავე იყოს საზოგადოება, თუ მისი გამოსწორება გინდა, დაპირისპირება და ბრძოლა ყოველთვის

წამგებიანია ორივე მხარისთვის. ატიკუსისთვის პირადი მაგალითი უნდა აჩვენო და დაარწმუნო ისინი, რომ სიმართლის კეთება არის ბრძოლის საუკეთესო იარაღი. ძალიან ძნელია, როცა გლანძღავენ, მაშინ ატიკუსისთვის ქუდი მოიხადო და ისე მოიკითხო შენი მლანძღველის ჯანმრთელობა, გაუღიმო და გაიარო, როგორც ის აკეთებდა მისის დებოუზთან; მაგრამ თურმე აუცილებელია. თუ შენ საზოგადოებას აღიქვამ როგორც ერთიანს, რომლის ნაწილი ხარ, მაშინ უნდა იზრუნო მასზე. ნაბიჯ-ნაბიჯ, ეტაპობრივად უნდა იმუშავო, მოთმინებით და დათმენით მიხვიდე შედეგამდე, ზოგადად, ატიკუს ფინჩი არა მხოლოდ საუკეთესო მოქალაქის სიმბოლოა, ის არის საუკეთესო მამის სიმბოლოც. მისი მოქალაქეობრივი მსოფლმხედველობა კარგად ჩანს შვილების აღზრდაში, მაგრამ საუკეთესოდ გამოჩნდა, როცა ის უდანაშაულო შავკანიანს, ტომ რობინსონს იცავს. ატიკუსი მონაწილეობს პროცესში, რომელიც წინასწარ წაგებულა. მაგრამ ამ გადაწყვეტილებას ასე უხსნის წყიტას - თუ ამას არ გავაკეთებ, მე არ მექნება უფლება, შენ და ჯემის რამე გასწავლოთ, მიგითითოთო. ის ხომ ყოველთვის ადამიანთა თანასწორობას, უფლებების დაცვას, სიყვარულს ასწავლის შვილებს და ფუჭი იქნება მისი სიტყვები, თუკი ამას პრაქტიკულად არ გააკეთებს. ის ნამდვილი ნიმუშია თავისი შვილებისთვის.

ატიკუსმა გადასარევედ იცის, რომ შავკანიანის სასამართლოს მოგების შანსი თითქმის არ არსებობს. თუ მოვლენებს გავყვებით, ვნახავთ, რომ მოქალაქეები მას ოჯახის

შემარცხვენელს უნოდებენ, რადგან ის შავკანიანს იცავს და მათი აზრით ეს ცუდი საქმეა, მაგრამ ატიკუსი მაინც იცავს მას და ბოლომდე ასრულებს მის საქმეს, რადგან ის თავისი იდეის, პრინციპების ერთგულია, რომელსაც მოქალაქეობრივი შეგნება ეწოდება.

ამავდროულად, ის არც სიტყვიერად და არც ფიზიკურად არათუ უპირისპირდება, არამედ პასუხსაც არ უბრუნებს მოძალადე საზოგადოების წინააღმდეგ. განა არ შეუძლია, ან პასუხი არა აქვს? არა! ის ასეთ დროსაც იცავს იმ პრინციპს, რომელზედაც ზემოთ ვისაუბრეთ - არანაირი ბრძოლა საკუთარი საზოგადოების წინააღმდეგ.

ამ ქმედებით ატიკუს ფინჩი კიდევ ერთ პრინციპს იცავს, რომელსაც, ასევე ჭყიტას და ჩვენ, მკითხველებს, გვასწავლის: **კომპრომისი არ ნიშნავს კანონის დარღვევას; სისუსტესა და ლაჩრობას! კომპრომისი არის ძლიერი ადამიანების შეთანხმება!** ამიტომაც მუშტები ძირს უნდა დავუშვათ და თავი ავნიოთ მაღლა. ატიკუს ფინჩი პატივს სცემს ყოველი ადამიანის პირად უფლებებს და თავისუფლებას, თუნდაც ეს ადამიანი საზოგადოებისგან გარიყული და შერისხული იყოს. ამიტომაც აძლევს შენიშვნას შვილებს, რომლებიც ცდილობენ რედლი-ბუას, მათი მეზობლის, სახლიდან გამოტყუებას. ის მკაფიო განმარტებას იძლევა ამის გამო, რომ არტურ რედლი თავისი თავის ბატონ-პატრონია და როგორც უნდა, ისე მოიქცევა. ამით ჩვენ, მკითხველებმა, უნდა გავაკეთოთ მნიშვნელოვანი დასკვნა: **ყველა ადამიანი თავისუფალია და ამითაა თანაბარი ადამიანები.**

„ყოველ ადამიანს უფლება აქვს, საკუთარი აზრი იქონიოს და მათი აზრი პატივისცემასაც იმსახურებს“ - ამ სიტყვებით ატიკუს ფინჩი გვასწავლის, რომ ვალდებული ვართ, პატივი ვცეთ განსხვავებულ აზრს, სხვის არჩევანს! სწორედ ეს არის მოქალაქეობა და მოქალაქის მოვალეობა. უნდა ვიყოთ ღია განსხვავებულის მისაღებად. **„სანამ ადამიანებთან მორიგებაზე ვიზრუნებ, ჯერ საკუთარ თავს უნდა მოვურიგდე. არის ერთი რამ, რაც უმრავლესობის დაკანონებულ შეხედულებებს არ ექვემდებარება. ესაა ადამიანის სინდისი“**, - ამბობს ატიკუსი და ეს არის კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი გაკვეთილი მისგან, რომელიც ყოველ ჩვენგანს სჭირდება, თუკი გვსურს, გავხდეთ კარგი მოქალაქე.

ჰარპერ ლის ტექსტში მკაფიოდაა ნაჩვენები, როგორ ხდება სტერეოტიპული საზოგადოების მსხვერპლი არტურ რედლი. მას შემდეგ 20 წელზე მეტი გავიდა, მაგრამ საზოგადოება არ იცვლება. ატიკუსი ცდილობს, თავისი შვილები დაიცვას მათი გავლენისგან და აჩვენებს, რომ ყოველი ადამიანი ინდივიდია და მისი ქცევაც ამითაა განპირობებული. ამიტომ დაუშვებელია, ერთ ჩარჩოში თუ ყალიბში ჩასვა ყველა. ატიკუსის მორიგი შეგონებაც ამას ეხება: **სანამ ადამიანს განსჯი და გადაწყვეტილებას მიიღებ, მანამ გაიგე ამ ადამიანის შესახებ ყველაფერი.** ვფიქრობთ, ამას თუ ჩვენც გავითვალისწინებთ, აუცილებლად გამოგვადგება ცხოვრების გზაზე.

საინტერესოა კიდევ ერთი ეპიზოდი. ჭყიტა ძალიან განიცდის, რომ მის გარშემო ატიკუსს ყველა „მურიანების დამცველს“ უწოდებს. რასაკვირველია, ამ სიტყვების წარმოთქმას თან ზიზღი ახლავს და პატარა გოგოს ხშირად უწევს ჩხუბი, ფიზიკური დაპირისპირებაც კი, თავის კლასელებთან. როდესაც გამწარებული ჭყიტა ატიკუსს ეკითხება გაკვირვებული, თუ რატომ არ რეაგირებს თავად ამაზე, მამა მშვიდად პასუხობს: **„არ შეიძლება**

შეურაცხყოფად მიიღო ის, რასაც ვიღაცა ცუდ სიტყვად თვლის. ამით ის პიროვნება მხოლოდ და მხოლოდ საკუთარ უმეცრებასა და უსუსურობას ავლენს“. ასე რომ, ნურც ჩვენ გავბრაზდებით, როდესაც ვიღაც იარლიყს მოგვანებებს და ამით ცდილობს ჩვენს დაკნინებას. **„მე ვცდილობ ყველა მიყვარდეს“**, - ასე ეუბნება ატიკუსი ჭყიტას, როდესაც გოგონას კითხვა უჩნდება მართლა უყვარს თუ არა მას შავკანიანები. დააკვირდით, არ ამბობს, რომ მე ყველა მიყვარსო, არამედ, ვცდილობ, რომ მიყვარდეს. დიახ, ჩვენ არ მოგვეთხოვება, რომ ყველა გვიყვარდეს ჩვენ გარშემო, მაგრამ როგორც მოქალაქეებს, მოგვეთხოვება, რომ ვეცადოთ, გვიყვარდეს ყველა, თავისი ნაკლითა და ღირსებებით.

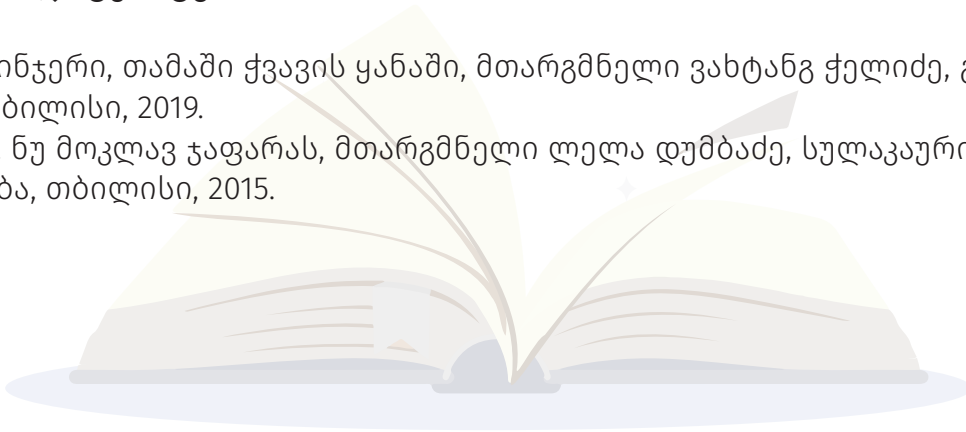
ზოგჯერ გვეჩვენება, რომ არაფერი გამოდის, რომ საზოგადოებას არ სურს მიგიღოს ისეთი, როგორიც ხარ, შენც არ გინდა მსხვერპლის გაღება. და როდესაც გგონია, რომ ჩიხში ხარ და საშველი არსაითაა, რომ დამარცხდი და ლაჩარი ხარ, სწორედ მაშინ უნდა გავიხსენოთ ატიკუს ფინჩის სწავლება: **„ნამდვილი სიმამაცე ისაა, როცა წინასწარ დარწმუნებული ხარ შენი წამოწყების წარუმატებლობაში და მაინც, ყველაფრის მიუხედავად, იღვნი, იღვნი“**

და ბოლომდე მიგყავს ის. იშვიათად თუ მოიპოვებ სრულ გამარჯვებას, მაგრამ ხანდახან მაინც ხომ მიაღწევ სანადელს“.

დასკვნის სახით გვინდა აღვნიშნოთ, რომ ატიკუს ფინჩმა ნამდვილად ამოგვიყირავა შეხედულებები მოქალაქეობის შესახებ და ისეთი გზები დაგვანახა, რომელზედაც მანამდე არასოდეს გვიფიქრია. ახლა ვიცით, რომ აუცილებელია ადამიანებს ჰქონდეთ საშუალება, რომ მიიღონ თავისუფალი გადაწყვეტილებები; მნიშვნელოვანია, მოიძებნოს ბალანსი პიროვნების თავისუფლებასა და საერთო საზოგადოებრივ ინტერესებს შორის და ეს ბალანსი არ უნდა იყოს ადამიანის ხარჯზე. **„ვერავის გულის მოსაფონებლად ვერ დავიცავ სიცრუეს ადამიანის სიცოცხლის ფასად“**, - ამბობს ატიკუს ფინჩი და ეს არის, ჩვენი აზრით, მთავარი დებულება სამოქალაქო ღირებულებებისა. ადამიანი თავისუფალია და მისი სიცოცხლის საპირიწონე არ არსებობს. **„მამაჩემი, კაცი, რომელსაც სძაგდა იარაღი და არც ერთ ომში არ მიუღია მონაწილეობა, ამქვეყნად ყველაზე გულადი მამაკაცი იყო“** - ამბობს ჯეინ ლუიზა ფინჩი, იგივე ქყიტა და სწორედაც რომ ვაჟკაცობას არ განსაზღვრავს ფიზიკური ძალა / იარაღი და ა.შ. ვაჟკაცობა სულგრძელობაა. და სწორედ ეს არის იმის საიდუმლო, თუ როგორ უნდა გავხდეთ ნამდვილი მოქალაქე.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ჯერომ სელინჯერი, თამაში ქვავის ყანაში, მთარგმნელი ვახტანგ ქელიძე, გამომცემლობა პალიტრა L, თბილისი, 2019.
2. ჰარპერ ლი, ნუ მოკლავ ჯაფარას, მთარგმნელი ლელა დუმბაძე, სულაკაურის გამომცემლობა, თბილისი, 2015.



მარიოტა-შესაყარი (გალაკტიონიდან აპოლინერამდე.....პოეზიის ხიდი)

ნია გოგუა, IX კლასი

აპოლინერის სახელის ხსენებაზე ალბათ კალიგრამა, ანუ სიტყვებით დახატული ნახატი გაგახსენდათ. მეც გადავწყვიტე ჩემი კალიგრამა ხიდის სახით გალაკტიონსა და აპოლინერს შორის გამეკეთებინა.

ალბათ, გაგიჩნდათ კითხვა, თუ რატომ დავარქვი ჩემს საკონფერენციო თემას მარიოტა. სულხან საბას განმარტებით, მ ა რ ი ო ტ ა - ცის იმ „გრკალს“ ეწოდება, რომელზეც ბუნიობისას (დღელამსწორობისას) „ვალს მზე“. ეს სიტყვა მზისა და მთვარის პირისპირ დგომის, დღისა და ღამის სწორობის აღმნიშვნელია.

ჩემი საკონფერენციო თემის სათაური ამიტომაც „მოვნათლე“ მარიოტად, რადგან პოეზიაც შესაყარია... „რადგან პოეზიაც აბრუნებს და რკალავს ცასა და დედამიწას, აერთიანებს დროსა და სივრცეში განფენილ იდეებს და პოეზიის ხიდით აკავშირებს იმ შემოქმედებს, რომელთა საფიქრალი ერთსა და იმავე „რკალზე ვალს“ და მაშასადამე, მრავალგვარობის ნიშნით „განცალკევებული ამუსიკებული ენა“ თავისი არსებით ერთიანი პოეტური გონის შესაყარი, მარიოტა ხდება ... !

შევეცდები გადმოვცე ფრანგული პოეზიის სიმები როგორ ხმიანებს ქართული ლექსის მარგალიტებად აკინძულ სტრიქონებში და პირიქით...აპოლინერი როგორ ცხადდება გალაკტიონში... უფრო სწორად, საფრანგეთიდან საქართველოში და ,პირიქით, საქართველოდან საფრანგეთში მარიოტად-შესაყარად როგორ იდება პოეზიის ხიდი...! და ვხედავ, მირაბოს ხიდს იისფრად როგორ ეფინება ქართული თოვლი... გალაკტიონის თოვლი. ჩემთვის გალაკტიონი მთელი გალაქტიკის მარიოტაა! მზიდან მთვარემდე ხიდია-პოეზიის შესაყარი!

მიმიხვდით, ალბათ, გალაკტიონის „თოვლი“ მინდა შეგახსენოთ.ვიცი, რომ 1919 წელს გამოიცა გალაკტიონ ტაბიძის რიგით მეორე და „ალბათ, ყველაზე მნიშვნელოვანი წიგნი „თავის ქალა არტისტული ყვავილებით“ (“Cran aux fleurs artistiques”). კრებულში, რომელიც 2000 ტირაჟით დაისტამბა, პოეტმა თავი მოუყარა 1914-1919 წლებში დაწერილ ლექსებს. მათ შორის ჩემი ART-ი ლექსიც არის - „თოვლი“ :

მე ძლიერ მიყვარს იისფერ თოვლის
ქალწულებივით ხიდიდან ფენა:
მწუხარე გრძნობა ცივი სისოვლის
და სიყვარულის ასე მოთმენა.

ძვირფასო! სული მევსება თოვლით:
დღეები რბიან და მე ვბერდები!
ჩემს სამშობლოში მე მოვვლე მხოლოდ
უდაბნო ლურჯად ნახავრდები.

ოჰ! ასეთია ჩემი ცხოვრება:
იანვარს მოძმედ არ ვეძნელები,
მაგრამ მე მუდამ მემახსოვრება
შენი თოვლივით მკრთალი ხელები.

ძვირფასო! ვხედავ... ვხედავ შენს ხელებს,
უღონოდ დახრილს თოვლთა დაფნაში.
იელვებს, ქრება და კვლავ იელვებს
შენი მანდილი ამ უდაბნოში...

ამიტომ მიყვარს იისფერ თოვლის
ჩვენი მდინარის ხიდიდან ფენა,
მწუხარე გრძნობა ქროლვის, მიმოვლის
და ზამბახების წყებად დაწვენა.

თოვს! ასეთი დღის ხარებამ ლურჯი
და დაღალული სიზმრით დამთოვა.
როგორმე ზამთარს თუ გადავურჩი,
როგორმე ქარმა თუ მიმატოვა!

არის გზა, არის ნელი თამაში...
და შენ მიდიხარ მარტო, სულ მარტო!
მე თოვლი მიყვარს, როგორც შენს ხმაში
ერთ დროს ფარული დარდი მიყვარდა!

მიყვარდა მაშინ, მათრობდა მაშინ
მშვიდი დღეების თეთრი ბროლები,
მინდვრის ფოთლები შენს დაშლილ თმაში
და თმების ქარით გამოქროლები.

მომწყურდი ახლა, ისე მომწყურდი,
ვით უბინაოს - ყოფნა ბინაში...
თეთრი ტყეების მიმყვება გუნდი
და კვლავ მარტო ვარ მე ჩემს წინაშე.

თოვს! ამნაირ დღის ხარებამ ლურჯი
და დაღალული ფიფქით დამთოვა.
როგორმე ზამთარს თუ გადავურჩი!
როგორმე ქარმა თუ მიმატოვა!

იმისთვის, რომ ლექსის მთავარი იდეა, განწყობა, სათქმელი, ემოცია კიდევ უფრო ახლოს მოვიდეს ჩვენამდე, პოეტი გვთავაზობს საოცარ მეტაფორებს, შედარებებს, აღმაფრენითი სახის ეპითეტებს. (ყველას ჩამოთვლას არ დავიწყებ) ლექსის პირველივე სტრიქონიდან იხატება-იკითხება გალაკტიონის უჩვეულო - იისფერი თოვლი.

ჯერ კიდევ ახალგაზრდობაში გალაკტიონი ხედავდა იისფერ სიტყვებს:

„იისთვის ეძებს იისფერ სიტყვებს
და ცისფერ სიტყვით ეძებს ციაგებს“.

ამ ერთი, თითქოს ნაცნობი ფერის ცხადყოფით ავტორი თოვლის უცნობი ფერის-ზეციური იისფერით გვიხატავს ციაგებს. ლექსის ლირიკული გმირი თვით გალაკტიონია. მისი განცდები:

„დღეები რბიან და მე ვბერდები“;
„როგორმე ზამთარს თუ გადავურჩი,
როგორმე ქარმა თუ მიმატოვა“;
„მიყვარდა“...

და მრავალი სხვა გვაგრძნობინებს სევდას, მონატრებას, სიყვარულს. როგორც უკვე ვთქვი, ლექსში ბევრი მეტაფორა გვხვდება. მე ყველაზე მეტად მომწონს:

„იელვებს, ქრება და კვლავ იელვებს
შენი მანდილი ამ უდაბნოში...“

ვფიქრობ, რომ უდაბნოში გალაკტიონის ფიქრები, მისი მოგონებები, დარდი თუ ბედნიერება იგულსხმება, რომლებიც უდაბნოსავით ცარიელი და უმნიშვნელო იქნებოდა ქალის „მანდილის“ გარეშე, რომელშიც, სავარაუდოდ, სატრფო იგულისხმება.

„მომწყურდი ახლა, ისე მომწყურდი,
ვით უბინაოს - ყოფნა ბინაში...“

საინტერესო შედარებაა არა?! სატრფოს მონატრება/მონყურება ყოფნა-არ ყოფნის ტოლფასია, ალბათ! სიტყვა „ბინაში“ კი „შინ“ ყოფნის სიმშვიდეს და შინაურთან სიახლოვეს განაცდევინებს და ეს სატრფო გალაკტიონისათვის დამამწყალობელია! რატომ აშინებს „უბინაობა“ გალაკტიონს? ვის გამო წუხს გალაკტიონი? ვის გამო ევსება სული თოვლით? იქნებ, არც კი ღირდეს ამ კითხვებზე კონკრეტული პასუხების გაცემა, რადგან ყველა ვხვდებით, რომ აქ ნაცვალსახელით გაცხადებული სატრფო, სიყვარული თუ იმედი, ქალი თუ რწმენა ... წავიდა, აღარ არის ამქვეყნად?!... ლევან ბერძენიშვილი ამ ლექსის შესახებ ამბობს: „გალაკტიონისთვის დედამინაზე არის ცისფერი უდაბნო, თოვლის უდაბნო. იმიტომ, რომ მისთვის სამყარო შეტრიალდა, მას შემდეგ რაც სიყვარული წავიდა და დედამინაზე მწუხარე ზეცაა „დამკვიდრებული“. წარსულში სიყვარულის გამო განცდილი ტკივილი კი ლურჯია-ანდა იისფერი! ორივე ფერი ხომ გლოვისა და დარდის ფერია ფერთა სიმბოლიკით...“

გალაკტიონს კი ეხერხებოდა რეალობის სიმბოლიკით ოსტატურად შენიღბვა. ამბობენ, გალაკტიონი, ხშირად, შეგნებულად ჩქმალავდა სიმართლეს საკუთარი ლექსების იდეის შესახებ ან მათი დათარიღებისას. ამ ფაქტს კი თავისი მიზეზი ჰქონდა. კონკრეტულად, აი, რა: როგორც ცნობილია, მკვლევარნი გალაკტიონის შემოქმედებაში ორ პერიოდს გამოყოფდნენ. დამკვიდრებული აზრის მიხედვით, თავისი მოღვაწეობის ადრეულ ეტაპზე, გალაკტიონ ტაბიძე სიმბოლისტი იყო. საქართველოში საბჭოთა ხელისუფლების დამყარების შემდეგ კი, ანუ 1921 წლიდან, პოეტის შემოქმედებაში იწყება თითქოს მეორე ეტაპი — რეალიზმის, შემდეგ კი სოციალისტური რეალიზმის ხანა.

სიმბოლიზმის ხსენებაზე საბჭოთა ხელოვნების „ხელისუფალთათვის“ სიმბოლიზმი, როგორც მიმდინარეობა, იყო ლიტერატურის იდეური გახრწნა, ბურჟუაზიული, დეკადენტური ხედვა. ამიტომაც იმ პერიოდიში გამორჩეული პოეტები ხშირად „ამტკიცებდნენ“, რომ მათ სიმბოლიზმის „სახადი“ კარგა ხანია „მოიხადეს“ და რომ ისინი სოციალისტური რეალიზმის „ერთგული“ მიმდევარნი იყვნენ... ეს გარემოება გავითვალისწინე, როცა სიმბოლიზმის შესახებ გალაკტიონის გვიანდელ ჩანაწერებს ვკითხულობდი. დავუბრუნდეთ ლექსს:

„მე ძლიერ მიყვარს იისფერ თოვლის,
ქალწულებივით ხიდიდან ფენა..“

რისი სიმბოლოა ხიდი? ეს ლექსი 1916 წელს დაიწერა, როდესაც საქართველოში უკვე კითხულობდნენ, ესმოდათ და იცნობდნენ ფრანგულ პოეზიას. საქართველოში პოეზიის მოყვარულნი და პოეზიით შთაგონებულნი უკვე გამოარჩევდნენ, გრძნობდნენ ფრანგულ პოეზიას და ფიქრობდნენ ფრანგ პოეტზე - გიომ აპოლინერზე ...

ერთ-ერთ უდიდეს სიმბოლისტზე. აპოლინერის შემოქმედებაში ასახული ფანტასტიკური პერსონაჟები და სიტუაციები გვიმხელენ აპოლინერის უარყოფით დამოკიდებულებას რეალისტური და ნატურალისტური მიდგომებისადმი.

ის შენიღბულად გამოხატავდა სათქმელს, რითიც გამოირჩეოდა თანამედროვე ფრანგი მწერლებისა და პოეტებისაგან. ამიტომაც ვამსგავსებ მე გიომ აპოლინერს გალაკტიონ ტაბიძეს... აპოლინერისა და გალაკტიონის პოეზიის ხიდი აკავშირებს ფრანგულ „მირაბოს ხიდსა“ და ქართულ „თოვლს“ :

Le pont Mirabeau

Sous le pont Mirabeau coule la Seine
Et nos amours
Faut-il qu'il m'en souvienn
La joie venait toujours après la peine

Vienne la nuit sonne l'heure
Les jours s'en vont je demeure

Les mains dans les mains restons face à face
Tandis que sous
Le pont de nos bras passe
Des éternels regards l'onde si lasse

[12 სტაიდი] Vienne la nuit sonne l'heure
Les jours s'en vont je demeure

L'amour s'en va comme cette eau courante
L'amour s'en va
Comme la vie est lente
Et comme l'Espérance est violente

Vienne la nuit sonne l'heure
Les jours s'en vont je demeure

Passent les jours et passent les semaines
Ni temps passé
Ni les amours reviennent
Sous le pont Mirabeau coule la Seine

Vienne la nuit sonne l'heure
Les jours s'en vont je demeure

ამ ორი ლექსის შესაყარი- ხიდია! გალაკტიონისთვის მდინარეზე გადაებული ხიდის წარმოსახვა ქალწულებრივი იისფერი თოვლის ფენასთან ასოცირდება, იმ დაშორებულ სიყვარულზე, რომელიც ხიდის იქით და აქეთ , ხიდს ქვემოთ და ხიდზე რომ გათქმევინებს : დღეები რბიან... და მე ამ სიყვარულის ერთგული ვრჩები!

Passent les jours et passent les semaines
Ni temps passé
Ni les amours reviennent
Sous le pont Mirabeau coule la Seine

შეუძლებელია აპოლინერის „მირაბოს ხიდის“ წაკითხვის შემდეგ არ გაგიჩნდეს სურვილი დაინახო მარიოტა , მით უმეტეს, თუ იცი,რომ აპოლინერის ეს ლექსი 1913 წელს გამოქვეყნდა. გალაკტიონს ის შეიძლება სცოდნოდა და უფრო მეტიც, რიგით მომდევნო ლექსში(იმავე კრებულიდან „თავის ქალა არტისტული ყვავილებით“ (“Cran aux fleurs artistiques”)) ნახსენებია სიტყვები: „ჩემი გულიდან იმედი გაიტაცეს ისე, როგორც გაიტაცეს ლუვრიდან ჯიოკონდა“.

ლუვრიდან ჯიოკონდას გატაცება არის საქვეყნოდ ცნობილი ამბავი. მასში ბრალი დაედო ორ ადამიანს: პიკასოსა და აპოლინერს....

აპოლინერი დააპატიმრეს. სწორედ ციხეში მჯდომმა აპოლინერმა დაწერა ზღაპრული სიტყვები „ Les jours s'en vont je demeure” - დღეები რბიან, მე კი ვრჩები. გალაკტიონი წერს: დღეები რბიან და მე ვბერდები.

შეუძლებელია არ დაინახო ალუბია ამ ბზკარედებს შორის!!!

გალაკტიონმა იცის ჯიოკონდას ამბავი, იცის აპოლინერის დაპატიმრების ამბავი, წაკითხული აქვს აპოლინერის შედევრი და ,როგორც ჩანს, მიანიშნებს მასზე... ასე რომ არ ყოფილიყო, რომ არ სცოდნოდა და რომ არ მიენიშნებინა,.. ჩვენ ხომ ვიცით?! ჩემთვის მაინც მიანიშნებია... პოეზია ამით არის მდიდარი, რომ იგი იმ ფორმებს ფლობს და ისეთი წარმოსახვის უფლებას გვაძლევს, ჯერ არ გახმიანებულა, იმიტომ რომ ეს ლექსები მარტო გალაკტიონისა და აპოლინერის დროსა და სივრცეში ხომ არ გაჟღერებულა?! იმიტომ, რომ შესაძლებელია საუკუნეების შემდეგ მავანმა ლექსის მკითხველმა სულ სხვა მოვლენას დაუკავშირებს, სხვა სიმძაფრით აღიქვას იგი. ერთი კი ცხადია, ესაა სიყვარულის ძალა! ესაა პოეზიის ძალა! ესაა მარიოტა-შესაყარი!

მარტო მზისა და მთვარის , დღისა და ღამის სწორობის აღმნიშვნელი კი არა, მარიოტა-ჭეშმარიტი და დიდი პოეზიისა , მე ვიტყვოდი, tete a tete პოეზიის სიმალღებე დგომის სწორობის სიმბოლოა!

„ Les jours s'en vont je demeure” - დღეები რბიან ...

მე კი ვრჩები ფრანგული პოეზიის მკითხველი!

„ Les jours s'en vont je demeure” - დღეები რბიან ...

და მე ვრჩები გალაკტიონის ლექსის ერთგული!

გამოყენებული ლიტერატურა:

გალაკტიონ ტაბიძის ლექსების კრებული

<https://en.wikipedia.org/>

http://www.wiu.edu/Apollinaire/Bibliographie_Critique_Selective.htm

<https://wikisource.org/wiki>

<https://www.britannica.com/biography/Guillaume-Apollinaire>

<https://www.poetryfoundation.org/poets/guillaume-apolinaire>

<https://www.wikiwand.com/ka>

<http://www.nplg.gov.ge/gwdict/>

<https://edition.cnn.com/2013/11/18/world/europe/mona-lisa-the-theft/index.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=w5dQDS4pS4U>



უცნობი დავით არსენიშვილი

ილია ბერბიჭაშვილი, მარიამ ხუროძე, ნუცა ქუთელია, 8MYP

ჩვენი მოხსენება, შესაძლოა, ლიტერატურასთან კავშირში არ მოგეჩვენოთ, მაგრამ გვინდა თქვენ წინაშე გავაცოცხლოთ ერთი ძალიან დიდი ქართველი, ადამიანი, რომელმაც ქართულ, და არა მარტო ქართულ, კულტურას ძალიან დიდი ამაგი დასდო.

კი ვთქვით, რომ ლიტერატურასთან კავშირი თითქოს არ ჩანს, მაგრამ, გარდა იმისა, რომ ლიტერატურა კულტურის ნაწილია, დავით არსენიშვილის სახელთანაა დაკავშირებული ქართული ლიტერატურის მუზეუმის დაარსება. რომ არა დავით არსენიშვილის შეუპოვარი ბრძოლა, დღეს ამ მუზეუმში არ გვექნებოდა ის ლიტერატურული მემკვიდრეობა, რომელიც ძალიან დიდი საგანძურია ჩვენთვის.

დავით არსენიშვილის პიროვნება

ილია არსენიშვილისა და პრისკილე აბზიანიძის ვაჟი, დავით არსენიშვილი, დაიბადა 1905 წლის 13 დეკემბერს ტყიბულში და გარდაიცვალა 1963 წლის 16 ნოემბერს. იგი 1913 წელს ქუთაისის კლასიკურ გიმნაზიაში ჩაირიცხა, მოგვიანებით კი სწავლა გააგრძელა გაგრის, ბაქოსა და თბილისის სკოლებში და 1922 წელს დაამთავრა მოსკოვის სამხატვრო თეატრის დრამატული სტუდია. 1925-1927 წლებში იყო თბილისის რევოლუციურ თეატრ-სტუდიის რეჟისორი, სადაც ამავდროულად საჯარო ლექციის სახით ჰყვებოდა ქართული თეატრის შესახებ. ეს მოკლედ მისი ბიოგრაფიის შესახებ. ახლა კი გავიცნოთ ის საზოგადოებრივ ასპარეზზე.

თეატრის მუზეუმის შექმნა:

დავით არსენიშვილს მხოლოდ ერთი სურვილი ამოძრავებდა - შეენახა ყველაფერი, რაც კულტურულ მემკვიდრეობას უკავშირდებოდა და ყველაზე საშინელი დასასრულისგან - განადგურებისგან გადაერჩინა. მას ესმოდა თეატრალური მუზეუმის მნიშვნელობა კულტურის ისტორიისთვის, რის გამოც თეატრალურ ხელოვნებაზე შეყვარებულ სხვა სტუდენტებს ამგვარი მუზეუმების აუცილებლობაში არწმუნებდა. ამისთვის მათ დაასუფთავეს დიდი ტერიტორია და ნეკრასოვისა და კლარა ცეტკინის ქუჩების კუთხეში მდებარე სასტუმრო "BeauMonde"-ს სარდაფი მოიპოვეს.

მუზეუმის თანხის მოსაზიდად მართავდნენ თეატრალური დადგმებს, იმის მიუხედავად, რომ არც სცენა ჰქონდათ და არც დარბაზი. ამიტომაც დადგმები ჩატარდა ცირკის მრგვალ, ხის შენობაში. მაგრამ დიდხანს ასე გაგრძელება შეუძლებელი იყო, რის გამოც დავითმა თავის მიზანს მიაღწია და გახსნა ნეონის განათებით აღჭურვილი დარბაზი. ამ დარბაზში პირველად დადგა ა. გრიბოედოვის პიესა "ქართული ღამე", რომლის მეშვეობითაც მუზეუმისთვის საკმაო თანხა შეაგროვეს.

მოგეხსენებათ, მუზეუმის მთავარი საგანძური მისი ექსპონატებია. მუზეუმის პირველ ექსპონატთა შორის იყო ალექსანდრე სუმბათაშვილის ხელმძღვანელობით შექმნილი ოპერა "ღალატის" ლიბერტო, ილია ჭავჭავაძის, აკაკი წერეთლის, ვაჟა-ფშაველას, გრიგოლ ორბელიანის, იაკობ გოგებაშვილის, ივანე მაჩაბლის, ეკატერინე გაბაშვილისა და სხვათა ხელნაწერები. მან თავი ასევე მოუყარა ქართულ თეატრალულ კოსტიუმებს, მემორიალურ ნივთებს, რომელიც შეიცავს იშვიათ ექსპონატებს. ეს ექსპონატებია: დიმიტრი ყიფიანის ნესესერი, მარიონეტების თეატრის მსოფლიოში ერთ-ერთი ყველაზე ძველი ფიგურის 'ვაიანგის' ნიმუშები და ქართულ-კავკასიური დასების ფოტოები. ასევე რუსულმა, აზერბაიჯანულმა და სომხურმა თეატრებმა ისტორიული მნიშვნელობის თეატრალური ნივთები მუზეუმს საჩუქრად გადასცეს.

ლიტერატურის მუზეუმის დაარსება:

დავით არსენიშვილის სახელს მეორე მუზეუმის დაარსებაც უკავშირდება. 1929 წელს მთაწმინდაზე თბილისის სათეატრო მუზეუმის გამგემ დავით არსენიშვილმა მოაწყო ალექსანდრე გრიბოედოვის გარდაცვალებიდან 100 წლისათვისადმი მიძღვნილი გამოფენა. სწორედ ეს გამოფენა დაედო საფუძვლად ლიტერატურის მუზეუმის დაარსებას.

გამოფენამ დიდი მოწონება დაიმსახურა საზოგადოებაში, რამაც ალექსანდრე გრიბოედოვის მუდმივმოქმედი მუზეუმის გახსნა განაპირობა.

დავით არსენიშვილმა ქალაქის განათლების განყოფილებას მიმართა თხოვნით:

„საქართველოს სათეატრო მუზეუმმა შეკრიბა დიდი კოლექცია მწერალ გრიბოედოვის შესახებ, რომელიც დღეს არსებობს გამოფენის სახით. გამოფენაზე არის 300 ექსპონატამდე. ყველა ამ ექსპონატს სათეატრო მუზეუმი იძლევა გრიბოედოვის სახელობის სახლის მოსაწყობად. სახლი იქნება მოწყობილი პუშკინის, ტოლსტოის და ჩეხოვის სახლების მსგავსად. სახლი ეწყობა ორ ოთახში პოეტის საფლავთან, რომლის გახსნა განსაზღვრულია ნოემბერში. ზემოაღნიშნული სახლი, გთხოვთ, მიიღოთ თქვენი გამგეობის ქვეშ.“

დავით არსენიშვილის თხოვნის შედეგად, თბილისის საბჭოს აღმასრულებელი კომიტეტის პრეზიდიუმმა 1929 წლის 20 ოქტომბერის სხდომაზე მიიღო დადგენილება: ტფილისში მწერალ გრიბოედოვის მუზეუმის გახსნა მიზანშეწონილად ჩაითვალოს. განათლების განყოფილებას დაევალოს მუზეუმის მოსაწყობად საჭირო ხარჯთაღრიცხვის შედგენა...

1929 წლის დეკემბერში, ხელოვნების მთავარი სამმართველოს გადანყვეტილებით, გრიბოედოვის გამოფენის ექსპონატები ახალ მუზეუმს გადაეცა. გამგის თანამდებობა კომუნალური მუზეუმის გამგეს, ნიკო ბადრიაშვილს, შეუთავსეს, მეცნიერ-თანამშრომლად კი ივანე ენიკოლოფოვი (ენიკოლოფაშვილი) დანიშნეს. მამა დავითის ეკლესიის წინამძღვარმა - ნესტორ მაჭარაშვილმა მუზეუმს უსასყიდლოდ დაუთმო ორი ოთახი.

ალექსანდრე გრიბოედოვის გამოფენის მზადების დროს მდიდარი მასალა გამოვლინდა 1820-30-იანი წლების თბილისის კულტურული ცხოვრების შესახებ, საინტერესო არქივები აღმოჩნდა კერძო პირთა მფლობელობაში. შესაძლებელი გახდა ქართველ მწერალთა მუზეუმის დაარსება, რასაც ხელს უწყობდა გრიბოედოვის მუზეუმის მთაწმინდის პანთეონის ეზოში მდებარეობდა, სადაც დაკრძალული იყვნენ ქართველი მწერლები და მოღვაწეები. საქმის ინიციატორობა კვლავ დავით არსენიშვილმა, თაოსნობა კი ტიციან ტაბიძემ იკისრა. 1930 წლის 8 მაისს ტიციან ტაბიძემ ოფიციალურად მიმართა თბილისის აღმასრულებელი კომიტეტის კომუნალური მეურნეობის გამგეს: „...*მთაწმინდის მუზეუმს შეუძლია გასწიოს საქართველოს საღიგეხატუხო მუზეუმის მაგივრობა. საღიგეხატუხო მუზეუმი კი აქამდე ახ ახსებობს ტფილისში, ხოცა სხვა კუდგენგებში თითქმის ყველა ასე თუ ისე ცნობიდი მწეხრისა და მსახიობის ცადვე მუზეუმებია. საღიგეხატუხო მუზეუმის ექსპონატები ეხდა სხვა და სხვა ადგილს ახის გაბნეული.*

ქადაქს ამ მუზეუმის მოწყობა ძვირი ახ დაუჯდება, ხადგან უმთავხესი მასადები უკვე შეგხოვიდია, საჭიხოა მათი თავის მოყხა, სახლის გამოყენებაც ადვიდია, საჭიხოა მხოლოდ მციხე ხემონგი...

მთაწმინდის მუზეუმის დაახსებით ქადაქი შეიძენს ეხო იშვიათ კუდგუხუდ დაწესებუდებას, ხომედსაც უდიდესი მნიშვნელობა ექნება ქახოთუდ კდასიკუხ პეხიოდის მწეხრობის შესწავლისათვის და საეხოთოდ ფახოთ მშხომედთა მასების გათვითცნობიეხებისათვის და ეს იქნება ქადაქის საბჭოს გამაჩჯება კუდგუხუდ ხევორიუციის ფხონგზე.

ტიციან ტაბიძე

8 მაისი, 1930 წ., ქ. ტფილისი“.

ასე რომ, 1930 წელს დავით არსენიშვილის სურვილი ისევ იქცა რეალობად და საქართველოს შეემატა ლიტერატურის მუზეუმი, რომელიც მართლაც რომ საუნჯეა ქართველებისთვის.

რუბლიოვის მუზეუმის დაარსება:

დავით არსენიშვილის სახელი არა მხოლოდ საქართველოში დაარსებულ მუზეუმებს უკავშირდება. როგორც ვიცით, დავით არსენიშვილის მოღვაწეობის პერიოდში საქართველო საბჭოთა კავშირის შემადგენლობაში იყო. შესაბამისად, გვინდოდა თუ არა, ქართველები ერთიანი კულტურის მონაწილეები ვიყავით. ალბათ, ამით შეგვიძლია

ავხსნათ, რომ დავით არსენიშვილმა, ქართული კულტურის მოღვაწემ, დააარსა იმ დროს ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი მუზეუმი და ამით არაერთი კულტურული ძეგლი გადაარჩინა დაკარგვასა და განადგურებას.

აკადემიკოსი ლიხაჩოვი „ქართველთა შორის ყველაზე ქართველ კაცს“ უწოდებდა დავით არსენიშვილს და ამბობდა, რომ მოსკოვში, ანდრონიკეს მონასტრის კედლებში, იქ, სადაც ანდრეი რუბლიოვი ცხოვრობდა და მიიცვალა, ძველი რუსული ხელოვნების მუზეუმის დაარსება დავითისთვის უმთავრეს იდეად იქცა. მან შეძლო და ეს იდეა რეალობად აქცია. 1947 წლის 10 დეკემბერს საბჭოთა კავშირის მინისტრთა საბჭოს #3974 დადგენილებით არქიტექტურისა და მშენებლობის საქმეთა კომიტეტს ანდრეი რუბლიოვის სახელობის მუზეუმის შექმნა დაევალა. ამისთვის გამოიყო ანდრონიკეს მონასტრის ტერიტორიაზე მე-15 საუკუნის ძეგლი, მაცხოვრის ტაძარი, სადაც ცხოვრობდა, მოღვაწეობდა და მიიცვალა დიდი ხელოვანი (+1430 წელს). წერილობითი წყაროებით ცნობილი იყო, რომ რუბლიოვი ამ ტაძარში გახლდათ დაკრძალული. ორმოციანი წლების ბოლოს ეს ცნობა დაადასტურა ცნობილმა არქიტექტორ-რესტავრატორმა პეტრე ბარანოვსკიმ. მთავრობის გადაწყვეტილებით, ანდრონიკეს მონასტრის მთელი ტერიტორია ანდრეი რუბლიოვის სახელობის ისტორიულ-არქიტექტურულ ნაკრძალად გამოცხადდა. თუმცა, მუზეუმის შექმნას სხვა გააზრება სჭირდებოდა, სხვა იდეისა და მსოფლმხედველობის ადამიანი და ასეთი აღმოჩნდა დავით არსენიშვილი, რომელიც 1949 წელს მიიწვიეს მუზეუმის შესაქმნელად. დავით არსენიშვილი გახლდათ პირველი დირექტორი ძველი რუსული ხელოვნების / რუბლიოვის მუზეუმისა. პირველი თანამშრომელი კი ნატალია დიომინა, ძველ-რუსული ხელოვნების ერთ ერთი საუკეთესო სპეციალისტი და მკვლევარი. დავით არსენიშვილს უნდოდა ამ რუსული კულტურის საგანძურის გადარჩენა, ამისთვის მან ბევრი დაცინვა, გულგრილობა, თავხედობა, უტიფრობა და დაუმსახურებელი ცილისწამება მიიღო. მაგალითად, როგორც ირინა ივანოვა იხსენებს, ასეთ რამესაც ამბობდნენ: „ქართველმა ვაჭრუკანამ მუზეუმით გამდიდრება მოინდომა“. მაგრამ ის არასდროს ნებდებოდა (არც პასუხობდა), არც ამ მუზეუმზე მუშაობის დროს და არც შემდეგ, ის დასახლდა ამ მონასტრის ცივ, ციციქა კარიბჭეში და იბრძოდა ყოველი ექსპონატისთვის.

1951 წლის 18 ნოემბერს საბჭოთა კავშირის მინისტრების საბჭომ მიიღო წერილი, -რომელშიც თავმჯდომარე ჩერნოუსოვი ითხოვდა რუბლიოვის მუზეუმის დახურვას, რადგან ის “თვლიდა მუზეუმის არსებობას არამიზანშენონილად”. ამავე წერილით ის ითხოვდა, მუზეუმის შენობა რსფსრ-ის არქიტექტურის ოფისის სპეციალური სამეცნიერო-სარესტავრაციო სახელოსნოსთვის დაეთმოთ, მუზეუმი კი გაეუქმებინათ. დავით არსენიშვილი ამ საქმის განხილვაზე აქტიურად იცავდა არა მარტო მუზეუმის კომპლექტაციის შესაძლებლობას, არამედ აუცილებლობას. ის არაფრის წინაშე არ ჩერდებოდა, რაც არ უნდა ყოფილიყო გადალახავდა, ეს იყო მისი დირექტორად არჩევის ერთ-ერთი მიზეზი. როგორ აპირებდა „ქართველი ვაჭრუკანა“ გამდიდრებას და რეალურად, რა ხდებოდა, კარგად ჩანს დავით არსენიშვილის მიერ რევაზ იაშვილისადმი მოსკოვიდან გაგზავნილი წერილიდან, რომელიც 1954 წ. 10 ნოემბრით თარიღდება: „ძველებუხად უბინაოდ ვცხოვრობ. მუზეუმის საქმეები კახგად მიდის. უძველეს ქადაქ სუზდადიდან მე-17 საუკუნის კანკედი ჩამოვიგანე, ხომედიც ვეხცხდის ჭეღუხობით შემკული 70 დიდი ზომის ხატისგან შედგება და მათზე ჯეხ მახგო 55 კგ. ძველებუხი ვეხცხდია. გაძხის კედლებიდან ჩამოხსნილი ბათქაშიც ჩამოვიგანეთ, ხომეღბედაც მე-18 საუკუნის ფეხწეხაა გამოსახუდი. ახდა ეხთიცა და მეოხეც სახესგავხაციოდაა გადაცემუდი და ეხთი წდის შემდეგ გამოიფინება“. აი, ამით სულდგმულობდა ადამიანი, რომელსაც შეეძლო უბრუნველად ცხოვრება, მაგრამ მისთვის იდეა იყო უმთავრესი. ეს კი საბჭოთა ცნობიერების ადამიანებისთვის რთული გასაგები იყო. დავითის პიროვნების გასაგებად კიდევ ერთ წერილს დავიმოწმებთ. ეს გახლავთ მონაკვეთი ნატალია დიომინაადმი გაგზავნილი წერილიდან: „მგონი გყუიდაე ახ შემოვებეგე ვორგდის ამ მიყხუებუდ კუთხეში. ნაპოვნ ნივთებს გვეხდიდან ეხთი წუთითაც ახ ვიმოხებ.“

სძინავთ, ნათუხა ოღნავ ბჟუტავს, მე კი ხატს პიხსაბანს მივაყუდებ და შევცქეხი... ჩაშავებული ფიცხებიდან იმგვარი სინათლე იღვჩება, რომ თვადს ვეხ ვწყვეტ. “ნატადია, იქნებ ეს დიონისია?..” აქ იგულისხმება ვოლოგდის მაცხოვრის შობის მონასტრის ხატმწერი დიონისი. ვფიქრობთ, ამ წერილიდან ცხადად ჩანს, რითი სულდგმულობდა დავით არსენიშვილი. დავითი მუზეუმის დირექტორად აირჩიეს, რადგან ის იყო ერთადერთი ადამიანი, რომელსაც “შეძლო მუზეუმის არაფრიდან აგება, ნანგრევებიდან აგება.” როდესაც დავითმა ამ მუზეუმზე მუშაობა დაიწყო, შიგნით არაფერი იყო, ხატები არ დარჩა, არც დოკუმენტები, არაფერი დატოვეს, ასევე როგორც ერთ-ერთი თანამშრომელი წერს, “უნდა დაენგრიათ, მაგრამ დავითმა, თეატრისა და ლიტერატურის მუზეუმების შექმნის შემდეგ გადაწყვიტა ამ მონასტრის გადარჩენა”, “მან შეძლო არა მარტო “არაფრის” გადალახვა არამედ ამ მუზეუმის შექმნის პროცესის განმავლობაში, ფანტასტიკური წინააღმდეგობის გადალახვაც კი.” მან გადალახა მთელი ის წინააღმდეგობაც, რომელიც მის მიმართ მოდიოდა ხატების შეგროვების გამო, რომელსაც მოჰყვებოდა ფრაზა: “პარტიამ არ დაგვავალა ხატების მუზეუმის შექმნა,” კონკრეტულად ანტირელიგიური იდეოლოგიის გამო. ბევრჯერ და ბევრმა ადამიანმა სცადა ამ მუზეუმის დახურვა, მათ შორის იყო რსფსრ უმაღლესი საბჭოს პრეზიდიუმის თავმჯდომარე, მაგრამ დავითი იბრძოდა და შეძლო მთავარი მდივნის მოადგილესთან იდეოლოგიის საკითხებში, მიხაილ სუსლოვთან, შეხვედრა, რომელზეც მან აუხსნა არა რატომ უნდა დაიცვან ეს მუზეუმი, არამედ ის, რომ მუზეუმში და საზოგადოდ ისტორიაში ძველი რუსული ხელოვნების არქონა რუსულ კულტურას ამცირებდა, სუსლოვმა მხარი დაუჭირა და მუზეუმის დახურვის საკითხი რამდენიმე წლით დახურა. დავითი იმდენად არ ცდილობდა ხატების მუზეუმის შექმნას, რამდენადაც რუბლიოვზე მეხსიერების აღდგენას და რუსული კულტურის მუზეუმის შექმნას, რათა ყველას ენახა, რომ ძველ რუსეთში იყო ხელოვნება. თვითონაც ხვდებოდა, რამდენად შეუძლებელი იყო ეს, მაგრამ ზუსტად ამიტომ შედგა ეს მუზეუმი, მისი მოტივაციისა და ხელოვნების მიმართ სიყვარულის გამო. დავითის პოპულარული ფრაზა, რომელიც ბევრმა ჩინოვნიკმა და თავმჯდომარემ გაიგო თავის დროზე, იყო: “თქვენ ხართ რუსი და არ გინდათ თქვენივე კულტურის მუზეუმის შექმნა მოსკოვში? კარგი, თბილისში დავაარსებ!”

ეს რაც შეეხება რუბლიოვის მუზეუმს. სამწუხაროდ, საქართველოში ძალიან ცოტამ თუ იცის, რომ სწორედ დავით არსენიშვილს უნდა ვუმაღლოდეთ ჩვენი ქალაქის უძველესი ტაძრის, ანჩისხატის, გადარჩენას. ბოლშევიკების შემოსვლისთანავე, ოციან წლებში, როდესაც საქართველოში და განსაკუთრებით თბილისში დაანგრეს ბევრი ტაძარი, ჯერი ანჩისხატის დანგრევაზე მიდგა. დავით არსენიშვილმა წარმოუდგენელი წინააღმდეგობა გაუწია “მებრძოლ უღმერთოთა კავშირს”, რომლებიც ანჩისხატის ეკლესიის აფეთქებას ცდილობდნენ. როგორც კი დავითმა ეს გაიგო, ეკლესიაში შეიტანა გასაშლელი საწოლი და იქ დასახლდა. იქ ათენებდა და ალამებდა. აცხადებდა, რომ ამ ტაძრისთვის ცხოვრებასაც გაიმეტებდა და თუ ტაძრის აფეთქება უნდოდათ, მოუწევდათ მასთან ერთად აეფეთქებინათ. ეს იყო წარმოუდგენელი გმირობა იმ პერიოდში. საბჭოთა ხელისუფლებამ უკან დახევა და ტაძრის დატოვება ამჯობინა მოსალოდნელ აწიოტაჟს. ასე გადარჩა უნიკალური ანჩისხატის ტაძარი.

უნიკალური ფარდის ისტორია:

ამით არ სრულდება დავით არსენიშვილის ღვაწლი ქართული განძის გადასარჩენად. კიდევ ერთ უცნობ ფაქტს გაგაცნობთ.

1922 წელს ცნობილმა თეატრალმა ელენა სუხოდოლსკაიამ მოსკოვში კოტე მარჯანიშვილის მიერ დაარსებული “თავისუფალი თეატრის” ფარდა საქართველოს უსახსოვრა, მაგრამ ამ უნიკალური ხელოვნების ნიმუშის სამშობლოში ჩამოტანა ურთულესი საქმე იყო. დავით არსენიშვილმა ამ ფარდის ჩამოსატანად ბევრი რამ გადალახა. მან 1930 წელს დაიწყო იმისთვის ბრძოლა, რომ ჯერ გადაერჩინა ეს ფარდა და შემდეგ მოსკოვიდან წამოეღო ის,

რაც თითქოს ქართველებს არც ეკუთვნოდათ. რუსეთიდან ძვირფასი განძი უნდა ჩამოეტანა, ეს კი თითქმის წარმოუდგენელი იყო, რადგან ეს ფარდა ქართველი რეჟისორის, კოტე მარჯანიშვილის დაარსებული “თავისუფალი თეატრისთვის” დიდმა რუსმა მხატვარმა კონსტანტინ სომოვმა შექმნა. კოტე მარჯანიშვილმა სპეციალურად დაუკვეთა სომოვს თავისი თეატრისთვის ფარდის შექმნა, მხატვარს, რომელიც თეატრისთვის საერთოდ არ მუშაობდა, მაგრამ მისი ხელოვნება საზეიმო დეკორაციულობითა და ეფექტური თეატრალიზაციით გამოირჩეოდა. გენიალური რეჟისორი არც შემცდარა. აპლიკაციებით გაფორმებული ფარდა მართლაც ხელოვნების გამორჩეული ქმნილება იყო. ფარდის ზომები 7 X 11 მეტრს შეადგენდა, მხოლოდ ესკიზში “თავისუფალი თეატრის” მფლობელმა 15 ათასი რუბლი გადაიხადა და მის შესაქმნელად 50-მდე მკერავმა რამდენიმე თვე დახარჯა. როგორც რუსი ხელოვნებათმცოდნე, პროფესორი ელენა იაკოვლევა მიიჩნევს, ფარდის მნიშვნელობას ისიც აორმაგებდა, რომ მის შეკერვაში სავარაუდოდ, თავად მხატვარი და მისი და, ანა სომოვა, მონაწილეობდნენ. ასე რომ, შედეგად ქცეულ ფარდას მემორიალური მნიშვნელობაც ჰქონდა. 1920 წლიდან ხელოვნების ეს ნიმუში ხმარებიდან ამოიღეს და მოსკოვის სანახაობათა სამმართველოს საწყობში ინახებოდა. ადგილი წარმოსადგენია, რა დაბრკოლება უნდა გადაეღა და ვით არსენიშვილს, რომ ეს ფარდა საქართველოს კულტურის ნაწილი გამხდარიყო. მაგრამ დავითი არ შეეპუა და წერილებით საქართველოს განათლების კომიტეტსა და საკავშირო ცენტრალურ აღმასრულებელ კომიტეტს მრავალგზის მიმართა, იგი ითხოვდა, ყოფილი თავისუფალი თეატრის ფარდა სათეატრო მუზეუმისთვის გადმოეცათ, რადგან ფარდა უკავშირდებოდა ქართველი რეჟისორის სახელს და მისი ადგილი საქართველოს თეატრალურ მუზეუმში იყო.

რთული წარმოსადგენია, რა ბრძოლაც გადაიხადა ამისთვის. როდესაც ეგონა, რომ მიზანს მიაღწია და საბჭომ გადაცემის თანხმობა განაცხადა, სწორედ მაშინ კომისიის ერთ-ერთმა წევრმა, კერძოდ ლუბიმოვ-ლანსკოიმ, კომისიის რუსი წევრები გადაარწმუნა და კომისიამაც უარი განაცხადა უნიკალური ფარდის საქართველოსთვის გადაცემაზე. სხვა ადამიანი დანებდებოდა, მაგრამ არა დავით არსენიშვილი. მან ისევ დაიწყო კომისიის დარწმუნება. როგორც საარქივო დოკუმენტებიდან ირკვევა, ლუბიმოვ-ლანსკოისთან საკმაოდ დაძაბული კამათიც კი ჰქონია კომისიის წინაშე. მეტიც, ასეთ ხერხსაც მიმართეს, გადანყვიტეს, საქმე გაენელათ, რადგან დავითის უსახსრობის იმედი ჰქონდათ, ის დიდი ხანი მოსკოვში ვერ გაჩერდებოდა. მაგრამ არც დავითი იჭდა გულხელდაკრეფილი, მან შეძლო ძალიან ბევრი პარტიული თუ ხელოვნების სფეროს წარმომადგენლების დარწმუნება. ის ყველა კარზე აკაკუნებდა მანამ, სანამ არ გაუღებდნენ, რათა მიზნისთვის მიეღწია. და მიაღწია კიდევ.

1930 წლის თებერვლის ბოლოს მოსკოვის პროფკავშირის თეატრის თანამშრომლებისა და დავით არსენიშვილის თანდასწრებით სანახაობათა სამმართველოს საწყობში ფარდა დაათვალიერეს. ხელოვნების უნიკალური ნიმუში 60 ათას მანეთად შეფასდა და იგი სათეატრო მუზეუმის წარმომადგენელ დავით არსენიშვილს გადაეცა. საარქივო დოკუმენტის მიხედვით, ეს უძვირფასესი ნიმუში სამშობლოში დავით არსენიშვილმა მარტომ, მატარებლით ჩამოიტანა. ამისთვის მოსკოვში ამიერკავკასიის მუდმივ წარმომადგენლობას საგანგებოდ მიუმართავს მოსკოვში, ყაზანის ვაგზლის უფროსისთვის და ქართველ მოღვაწეს ნება დართეს, ძვირფასი ისტორიული განძი ვაგონში შეეტანა. ასეთი ბრძოლით მოპოვებული ფარდა დღეს საქართველოს ხელოვნების სასახლეშია დაცული და იგი მსოფლიო სახვითი ხელოვნების ერთ-ერთ ბრწყინვალე ქმნილებად მიიჩნევა.

ბოლოოქმა

სამწუხაროდ, როგორც ვნახეთ, თანამედროვეები არ წყალობდნენ დავით არსენიშვილს და არც აფასებდნენ. ამის მაგალითია ის ფაქტი, რომ, რუბლიოვის მუზეუმის გახსნის დროს ის

გვერდით, კედელთან იდგა მარტო და თავმდაბლად, როცა წინა ფონზე თავს იწონებდნენ პარტიული და სხვა მუშაკები. მადლობა არავინ უთხრა, არავინ დააჭილდოვა, სიტყვის თქმის უფლებაც არ ჰქონდა. მისი თავმდაბლობის დასტურია მისივე საფლავი, საბურთალოზე, სადაც თავის დასთან ერთადაა დაკრძალული. მასზე მითითებულია მხოლოდ მისი სახელი, გვარი და პატარა ჭვარი...

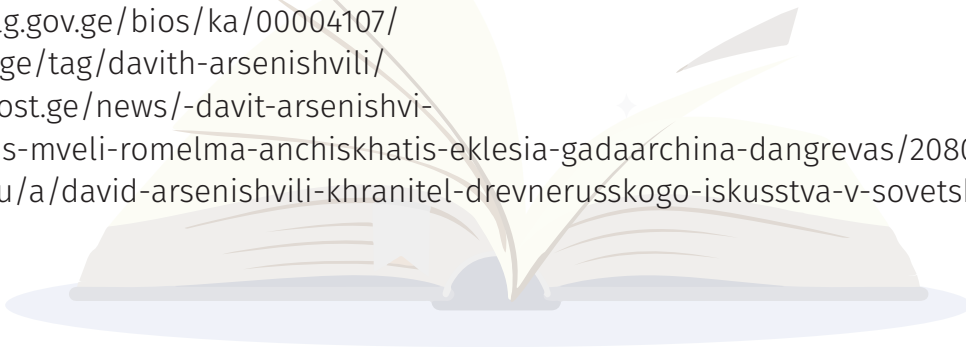
ჩვენ ვალდებული ვართ, ვიცნობდეთ ჩვენს დიდ წინაპრებს, რათა დავინწყებას არ მიეცეს მათი სახელები. ამიტომაც შევეცადეთ, რომ თქვენთვისაც გაგვეცნო ამ წუთებამდე უცნობი, მაგრამ უკვე ნაცნობი დავით არსენიშვილი.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ნათელა ვაჩნაძე, დავით არსენიშვილი - ესკიზები შემოქმედებით პორტრეტისათვის, წიგნი რუსულიდან ქართულად თარგმნა ნატო მანჯავიძემ, თბილისი, 2012.
2. გიორგი ლეონიძის სახელობის ქართული ლიტერატურის სახელმწიფო მუზეუმის გზამკვლევი, თბილისი, 2013 წელი.

ინტერნეტრესურსები:

- ჟურნალი „ისტორიანი“, #10, 2015 წ <https://dspace.nplg.gov.ge/handle/1234/123733>
<https://www.rublev-museum.ru/about/history-of-the-museum/>
<https://www.youtube.com/watch?v=lElhpT2KBNQ>
<http://www.nplg.gov.ge/bios/ka/00004107/>
<https://artinfo.ge/tag/davith-arsenishvili/>
<https://tbilisipost.ge/news/-davit-arsenishvili---khelovnebis-mveli-romelma-anchiskhatis-eklesia-gadaarchina-dangrevas/2080>
<https://psmb.ru/a/david-arsenishvili-khranitel-drevnerusskogo-iskusstva-v-sovetskoe-vremia.html>



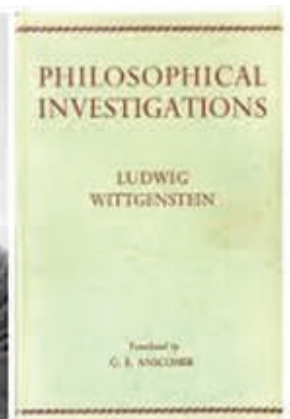
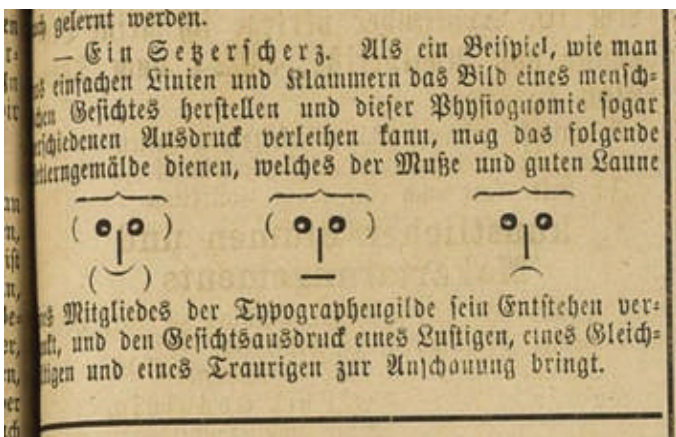
“ემოჯები” – სიმბოლოებით კომუნიკაცია

მარიამ სააკაშვილი, XI კლასი

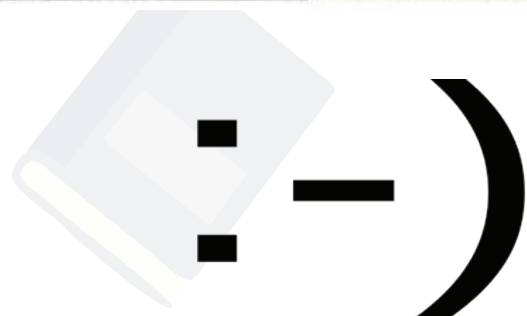
კომუნიკაცია (ლათინურიდან Communico - საერთოს ვხდი), ფართო გაგებით, არის ინფორმაციის გაცვლა ინდივიდებს შორის სიმბოლოთა საერთო სისტემის საშუალებით. კომუნიკაცია შეიძლება განხორციელდეს ვერბალური ან არავერბალური მეთოდებით. ადამიანთა საზოგადოებაში კომუნიკაცია ხორციელდება ინდივიდებს, საზოგადოებებს, კულტურებს შორის ნიშნების სისტემათა (ენის) მეშვეობით. კომუნიკაციის საშუალებები და ფორმები ასახავს საზოგადოებრივ ურთიერთობებსა და ადამიანთა ისტორიულ გამოცდილებას. იგი უზრუნველყოფს აგრეთვე სოციალური გამოცდილების დაგროვებასა და გადაცემას, შრომის განაწილებასა და ერთობლივი მოღვაწეობის ორგანიზაციას, მართავს, კულტურის, ტრადიციის გადაცემასა და ა.შ. ინფორმაციის გადაცემა უძველესი დროიდან პიქტოგრამების, გამოქვაბულში შესრულებული ნახატების საშუალებით აღწევდა ჩვენამდე.

კომუნიკაციის საშუალებები განსაკუთრებით განვითარდა გასული საუკუნის 20-იან წლებიდან. ეს დაკავშირებულია ტექნიკური საშუალებების განვითარებასთან, რამაც თავისთავად ხელი შეუწყო კომუნიკაციის გამარტივებას. კომუნიკაციის თეორიის განვითარებამ განაპირობა კიბერნეტიკის, ინფორმატიკის, სემიოტიკის ჩამოყალიბება. კომუნიკაციის ცნება დღეს ცენტრალურ კატეგორიად ყალიბდება სოციალურ თეორიაში (ი. ჰაბერმასის "კომუნიკაციური მოქმედების თეორია, ნ. ლუმანის "სოციალური სისტემების თეორია" და სხვ.).

თანამედროვე ციფრული ტექნოლოგიების განვითარებამ დიდი გავლენა იქონია ადამიანებს შორის ინფორმაციის გაცვლაზე განსაკუთრებითი წერილობითი კომუნიკაციის დროს და ეგრეთწოდებული „ემოჯები“ ჩვენი კომუნიკაციის განუყოფელ ნაწილად იქცა. „ემოჯების“ პირველ წყაროდ ავსტრიელი ფილოსოფოსი ლუდვიგ ვიტგენშტაინი მიიჩნევა, მან 1832 წელს ერთერთ სემინარზე სტუდენტებს სამი სახის გამოეტყველება წარუდგინა და აღნიშნა, რომ მათ ბევრად მეტის თქმა შეუძლიათ ვიდრე ჩვეულების ზედსართავ სახელებს



ემოტიკონები გამოიყენა 1928 წელს ამერიკელმა სკოტ ფელმანმან ეს იყო ორწერტილი, ტირე და ფრჩხილის ნიშანი :-) რომლიც თანამედროვე ემოჯის წინაპირობას წარმოადგენდა



1999 წელს ციფრული ტექნოლოგიების ინჟინერმა იაპონელმა შიგატაკა კურიტამ შექმნა პიქსელის სურათები, რომელთა სმარტფონით გაგზავნა შესაძლებელი გახდა. სწორედ აქედან დაიწყო თანამედროვე ემოჯების გამოყენება. ვფიქრობ, ასევე საინტერესოა ვიცოდეთ საიდან ხდება ეს ემოჯები ჩვენს სმარტფონებში, აიპადებში და საერთოდ ვინ ქმნის მათ. არსებობს ორგანიზაცია, რომელსაც ჰქვია უნიკოდე Unicode, რომელიც ქმნის უნიკალურ კოდებს, სიმბოლოებს. ამ ორგანიზაციაში გაერთიანებულია Google, Microsoft, Apple და სხვა მნიშვნელოვანი ორგანიზაციები და სწორედ მათი მეშვეობით ხდება ემოჯების ჩვენს ხელსაწყოებში ინტეგრირება.



ემოჯების ასეთმა გავრცელებმა შესაბამისად წარმოშვა საკითხი, იმის შესახებ უწყობენ თუ არა ისინი ადამიანებს შორის კომუნიკაციის სწორად წარმართვას ხელს და ხომ არ მოახდენენ ისინი გავლენას ზოგადად წერილობითი კომუნიკაციაზე. ცნობილი გერმანელი ენათმეცნიერის შტეფანოვიჩის¹ აზრით, რომლის კვლევის საგანს ემოჯების გავლენა კომუნიკაციაზე წარმოადგენს, ისინი წერილობით ენას, უფრო მეტი ემოციური ელემენტებით წარმოგვიდგენენ, და იმ პროცესებს გვიჩვენებენ რაც ყოველდღიურობაში ხდება, ასევე გარკვეულ წარმოდგენას გვიქმნიან სიტუაციური კონტექსტის შესახებ, რომელშიც იმყოფებიან კომუნიკაციის მონაწილეები.

ასევე კვლევებმა აჩვენა რომ მათი გამოყენებით წერილობითი კომუნიკაცია გარკვეულწილად რეალურს უახლოვდება, რადაც ისინი ანაცვლებს ისეთ ელემენტებს, როგორც არის მიმიკა, ჯესტიკულაცია, სხეულის ენა. ასევე მიმდინარეობს იმის განხილვა შესაძლებელია თუ არა ემოჯები გახდეს მსოფლიო ენა, თუმცა ისევ შტეფანოვიჩის აზრით ეს შეუძლებელია, გამომდინარე იქედან რომ ისინი არ იქმნება მომხმარებლების მიერ და შესაბამისად ენის ბუნებრივი ცვლილებაზე გავლენა არ ექნებათ.

ასევე გასათვალისწინებელია ისიც რომ მნიშვნელოვანია ემოჯების მნიშვნელობების ცოდნა და ასევე კულტურული კონტექსტის გათვალისწინება. მაგ. ემოჯი, რომელიც ცხვირიდან ორთქლს უშვებს, ამერიკაში და ევროპაში, სიბრაზის გამომხატველია, იაპონიაში ის ტრიუმფს ნიშნავს.

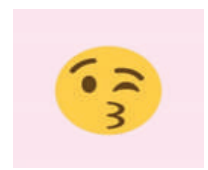


სმაილები და ემოციების გამომხატველი სხვა სიმბოლოები ინტერნეტ-კულტურის ნაწილია, ამიტომაც მნიშვნელოვანია, მათი სწორი მნიშვნელობა ვიცოდეთ.

1. ბევრ ინტერნეტ-მომხმარებელს არასწორად სჯერა, რომ ეს ემოჯი ლოცვას გამოხატავს. სინამდვილეში, ეს იაპონური ჟესტია და პატიების თხოვნაა. ამერიკული ახსნის მიხედვით კი, ეს "high-five"-ს ნიშნავს.



2. რთი შეხედვით, შეიძლება იფიქროთ, რომ ეს ემოჯი კოცნას გამოხატავს. თუმცა, ალბათ, მსგავს ემოჯიში გერევათ, რომელსაც ტუჩებთან გული აქვს და ნამდვილად კოცნის ნიშანია. ქვემოთ მოცემული სიმბოლოეა კი, უბრალოდ, უსტვენს.



¹ <https://www.fluter.de/wie-beeinflussen-emojis-unsere-sprache>

Facets of love according to “The Red and The Black”

Lizi Talakhadze - grade 10

My goal was to read and enjoy the book to present it to my class, but after some time of consideration, we decided to present this masterpiece of Stendhal on the conference and to get to know which type of love is trendy nowadays. Stendhal prioritizes vanity love which we can compare to love nowadays. The results can be seen at the end.



About the Author

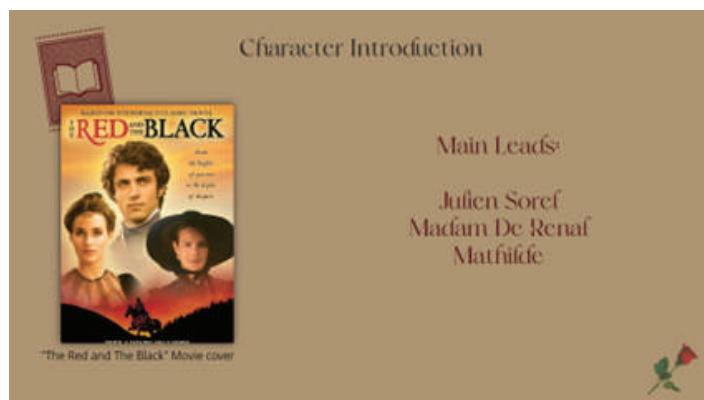
Marie Henri Beyle, better known by his pen name, Stendhal was a 19th century French writer. He was born on the 23rd of January, 1783 in Kingdom of France and passed away on the 23rd March, 1842 in Paris, Age 59. Best known for the Novels “The Red and The black” and “The Charterhouse of Parma”. He is highly regarded for the acute analysis of his characters' psychology and considered one of the early and foremost practitioners of realism. A self-proclaimed egotist, he coined the same characteristic in his characters "Beylism".

Characters

Julien Sorel- The protagonist. Nineteen-year-old boy living with his carpenter Dad. Ambitious, Intelligent, Hypocritical and a fan of Napoleon. He has no experience with Love, but still acts like he can seduce women.

Madam de Renal- Aristocrat and a wife of the mayor. Madam truly loves Julien and although she's cheating on her husband, she's a symbol of purity and kindness in the book. Unlike other characters, she is honest and compassionate.

Mathilde- Daughter of Marquis, who is Julien's employer in Paris. She immediately takes a liking to Julien. She's honest, but sometimes imbalanced. She begs her father to marry Julien, since he is from a lower class.

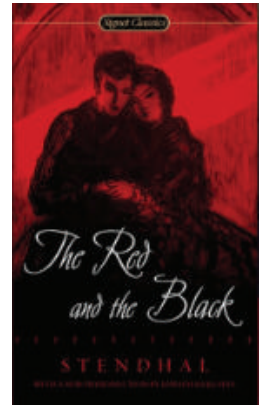


Mayor de Renal - symbol of greediness. Although he gets manipulated easily and is often seen as naïve or stupid, Julien still sees him as an opponent.



About the book

The Red and the Black stands at the crossroads of eighteenth and nineteenth-century French literature. Like most romantic novelists, Stendhal treated such themes as individualism, passion, the pursuit of happiness, and intrigue. Stendhal is in constant presence in The Red and The Black. He does not hide behind his characters, but rather judges and mocks them, either gently or with extreme criticism. For example, Julien thinks of himself as a master at seducing women, but actually has no idea what he's doing. Stendhal also pokes fun at Mathilde, who is a passionate romantic but also mentally unstable. The protagonist often resembles the author. For example, his love for Napoleon, which he talks about in the historical part of the book.



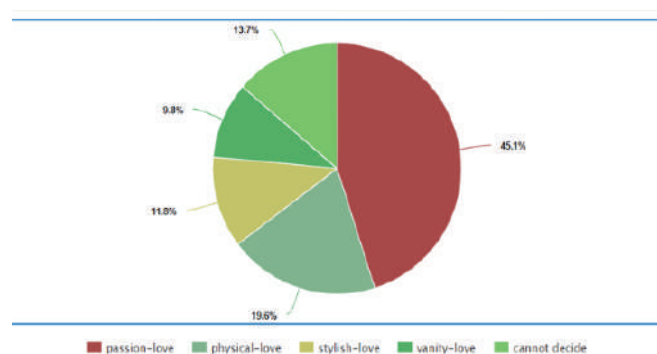
Facets of Love

The Red and The black was also one of the first novels to emphasize psychological observation, especially observation on love. Stendhal considered himself as a genius or a scientist of love, by which he distinguished four types of love: passion-love, vanity love, physical-love and stylish love. Unlike A typical romantic protagonist, Julien doesn't stupidly or whimsically fall in love with Madame, or fall in love blindly, but rather he

feels vanity-love. Madam de Renals high status flatters his ego. But also, Julien manipulates Mathilde into loving him with a lot of psychological games. Stendhal always has the urge to make a triangular love cycle. And he always introduces different things in the relationships, like jealousy.

The interview

In order to find out what the youth thinks about the trendiest love nowadays, we used a social linguistic interview. We interviewed 51 students, from different sections of the school. We had 4 options and "cannot decide".



Why would I recommend this book?

The Red and The Black shows the real side of Love, where love can be fulfilling, but imperfect. From my point of view, the way Stendhal observes love is what makes the book different from other novels.

Resources:

<https://www.meta-chart.com/pie>

<https://www.gentlemanlibrary.com/red-black-analysis/>

<https://www.britannica.com/biography/Stendhal-French-author>

Human beings are a mess of contradictions. A person might hate violence but love violent action movies. Someone else might believe certain people are inherently good yet refuse to believe in the idea of a soul. Human mind is a tricky thing to mess with, and yet some still can take control and manipulate it. It is funny how i could be trying to manipulate you right now but some of you might not even know. My main reason to create a project about this topic is exactly this, to teach and show you how you can detect manipulation and how to avoid it's effect.

Now the first question is raised what exactly is manipulation?

Manipulation is the exercise of harmful influence over others. People who manipulate others attack their mental and emotional sides to get what they want. The person manipulating — called the manipulator — seeks to create an imbalance of power, and take advantage of a victim to get power, control, benefits, and/or privileges at the expense of the victim.

Manipulation can happen in close or casual relationships, but they are more common in closely formed relationships. In a way, everyone can manipulate others to get what they want. But manipulation is defined as any attempt to sway someone's emotions to get them to act or feel a certain way.

It is important to distinguish healthy social influence from psychological manipulation. Healthy social influence occurs between most people, and is part of the give and take of constructive relationships. In psychological manipulation, one person is used for the benefit of another. The manipulator deliberately creates an imbalance of power and exploits the victim to serve his or her agenda.

Let me show you some forms of influence that can be a sign of manipulation

Home Court Advantage

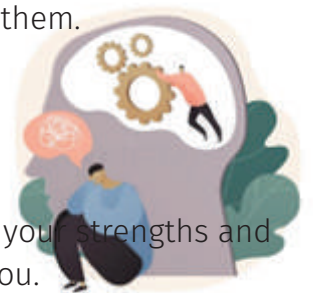
A manipulative individual may insist on you meeting and interacting in a physical space where he or she can exercise more dominance and control. This can be the manipulator's office, home, car, or other spaces where he feels ownership and familiarity and where you lack them.

Manipulation of Facts

Making lies to have intellectual superiority

Let You Speak First to Establish Your Baseline and Look for Weaknesses

While asking general questions they will establish a baseline which will show your strengths and weaknesses. With this they will be able to identify how they can manipulate you.



Overwhelm You with Facts, Statistics, and procedures.



Some individuals enjoy “intellectual bullying” by presuming to be the expert and most knowledgeable in certain areas. They take advantage of you by imposing alleged facts, statistics, and other data you may know little about. This can happen in sales and financial situations, in professional discussions and negotiations, as well as in social and relational arguments.

Gaslighting

This tactic is used by the manipulator to confuse you and make you question your own reality. The manipulation happens when you confront the abuse or lies and the manipulator tells you that it never happened.

Raising Their Voice and Displaying Negative Emotions

We all have raised our voices at some point in our lives. Whether it was in a negotiation or in an argument we all have done it. The question is do you believe this is a form of manipulation?

Negative Humor Designed to Poke at Your Weaknesses and Disempower You

Some manipulators like to make critical remarks, often disguised as humor or sarcasm, to make you seem inferior and less secure. This way they will be able to make you look and feel bad, which will give them a way to overpower you.

Passive- Aggression

People can be passive-aggressive for many reasons that aren't always intended to manipulate. But chronic (long-term) manipulators will use this tactic to make you feel guilty and give backhanded compliments. They are doing this to show anger without directly being angry, making you feel confused.

Treating Manipulation

Manipulation can be hard to identify or admit to when it's happening to you. You are not at fault for having manipulation happen to you. There is no way to prevent manipulation because it's an issue of the manipulator. It's up to the manipulator to find help.

However, there are ways to reduce the emotional impact of manipulation. Here are ways to set strong boundaries in a relationship:

Communicate in clear, direct, and specific ways.

Understand when manipulation is not normal and needs to be addressed.

Set boundaries around manipulation and find a way to let the person know that you understand they are manipulating you, and that you don't want to be a part of that conversation.

Seek out a trusted individual, who is not under the influence of the manipulator, and ask their advice about your situation.

As study shows manipulative behavior involves three factors: fear, obligation, and guilt.

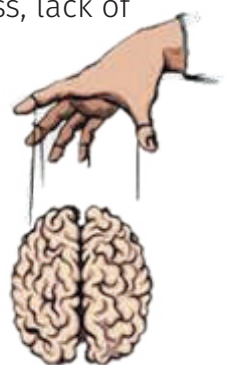


And the traits of manipulator includes:

Machiavellianism - The use of manipulation to exploit and deceive people with no sense of morality.

Narcissism – It involves lack of empathy, grandiosity, and egotism.

Psychopathy – Usually friendly and charming but is characterized by remorselessness, lack of empathy, impulsivity, and selfishness.



Resources:

In sheep's clothing-George Simon Jr

Who's pulling your strings?- Harriet B. Braiker

<https://www.webmd.com/mental-health/signs-manipulation>

<https://www.psychologytoday.com/us/blog/communication-success/201510/14-signs-psychological-and-emotional-manipulation>

Definition

The word biomimetic first appeared in Webster's dictionary in 1974 as it says from the book of philosophical transcriptions and is defined as 'the study of the formation, structure or function of biologically produced substances and materials (as enzymes or silk) and biological mechanisms and processes (as protein synthesis or photosynthesis) especially for the purpose of synthesizing similar products by artificial mechanisms which mimic natural ones'. But to define it directly the term translating from Greek means imitating life. To summarise biomimicry is when humans create new designs or innovations that are inspired by nature.



Where it all began

One of the first examples of biomimicry that we see in human history is silk. Silk was invented in China between 4000 and 3000 BC when according to a legend, the princess Xi Lingshi discovered that a cocoon could be unraveled to produce a thread and it happened when a silkworm accidentally dropped in her tea while she was sitting under the mulberry tree.

Another good example is the first Chinese umbrella. About 3500 years ago Lu Ban, a Chinese carpenter, and inventor were inspired by the kids who were using lotus leaves as rain shelters.

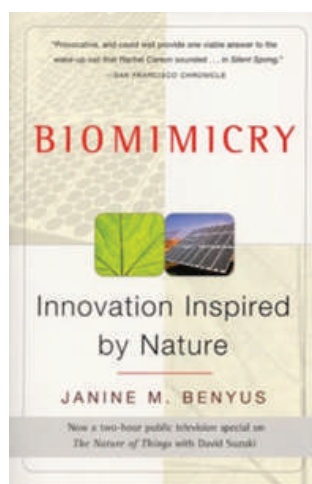
In the end without even realizing humans were influenced by nature even before the term biomimicry was popularised.

Popularisation

The first time people acknowledged biomimicry was in 1997 when Janine Benyus used the term "biomimicry" in her seminal book - Biomimicry: Innovation Inspired by Nature.

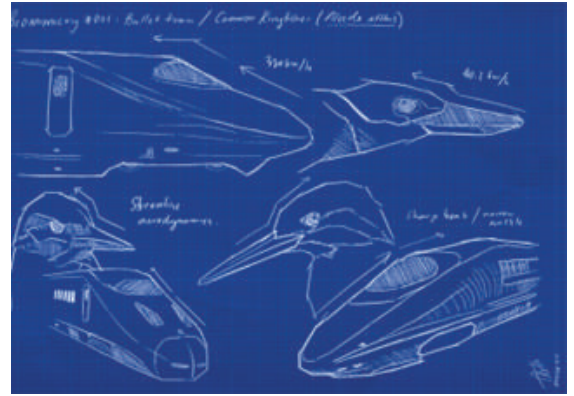
As this scientist - Ms. benyus later on said there are three types of biomimicry. One is copying form and shape, the second is copying process like photosynthesis, and the third is mimicking at an ecosystem's level, like building a nature-inspired city.

Since then, when people finally recognized how inspiring nature, can be used in buildings, vehicles, materials, etc. engineers and scientists have been using it in real life to solve different issues and create new machinery and designs.

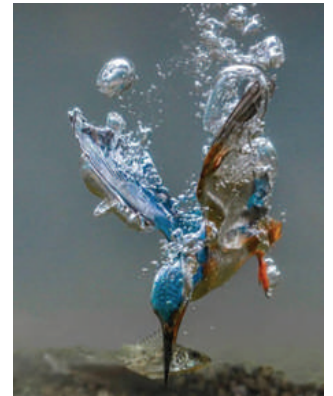


Examples

A modern example of copying shape in biomimicry is a Japanese train Shinkansen inspired by the bird called the kingfisher. These are generally brightly colored birds that are about 10 to 46 centimeters long. There are about 90 kinds of kingfisher throughout the world and most of them live in warm regions near rivers or lakes since they essentially eat fish. They fly low and straight like bullets, reaching up to 25 miles per hour but it's not their speed that excites scientists, it's their beaks. Kingfishers' beak shape is aerodynamically efficient. Thanks to it this bird



can dive quickly from air into the water without losing too much speed and at the same time without splashing. So engineers have used the shape of a kingfisher's beak to design the nose of a Japanese bullet train and also fix the problem of making a loud noise when traveling through tunnels. As a result, engineers solved this problem with noise, and what is even more now the famous Japanese train goes 10% faster while using 15% less energy.



Another example is Burrs and Velcro. After seeing the way that pesky burrs would stick to his dog's hair, George De Mestral – a Swiss engineer had an idea that would impact the world. He spent time analyzing the burrs, studying them under a microscope, and noticing the small tiny hooks at the end of the burr.

Burrs themselves can effortlessly stick to just about anything including fabric. Eager to replicate that, Mestral ended up creating velcro, a fastening system that is used today for a long list of daily applications.

Other examples are the black wings of the rose butterfly that inspired a new type of solar cell that is two times more efficient at harvesting light.

Besides that, there are many other examples like Sharks and Aquatic Vehicles, Namibian Beetles and Water Collection, Whales and Wind Turbines, birds and jets, beaver and wetsuit and so much more.

Conclusively, the important thing is that our nature is so wonderfully diverse that thanks to it humans get credit for their new designs, technology, and so on. That's why we should devote, respect, and preserve our limitless source of inspiration.



Bibliography

<https://www.merriam-webster.com/dictionary/biomimicry>

<https://ehistory.osu.edu/exhibitions/biomimicry-a-history>

<https://www.treehugger.com/amazing-examples-of-biomimicry-4869336>

<https://ehistory.osu.edu/exhibitions/biomimicry-a-history>

<https://www.loc.gov/everyday-mysteries/technology/item/who-came-up-with-the-idea-for-velcro>

Antibiotic resistance

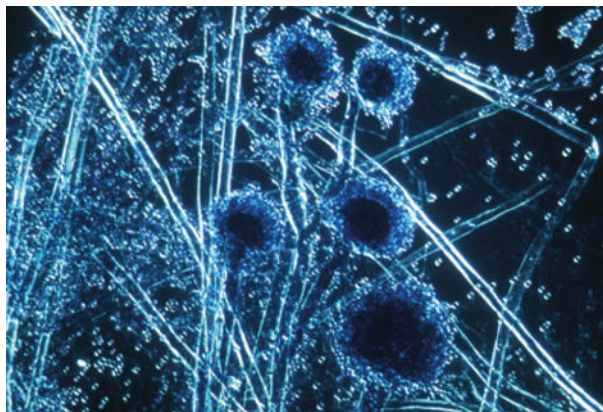
Irakli Archvadze-grade 11

Introduction

Antibiotics are what keeps us away from the diseases that plagued us long before modern medicine, they are what keeps the common sickness from becoming life threatening. They are most likely the biggest defense we have against sickness, and if this problem is left untreated we might lose our most important line of defense. Antibiotic resistance,

is the next biggest problem to global health and development. It is not to be underestimated, it affects every

one of us, it makes it harder to treat common illness and increases the medical costs and the difficulty it takes to treat even the weakest of diseases, not mentioning the increased risk of mortality.



What is Antibiotic resistance?

Antibiotic resistance happens when the prescribed antibiotics becomes ineffective and loses the ability to fight the bacteria/fungi/germs etc. that means the germs are not killed and they continue to grow and infect the whole body. When we use antibiotics most of the time they remove all the germs and we stop being sick. But there is a chance that a few germs might become resistant to our antibiotics and might multiply and become huge threat.

The main problem

The main cause of antibiotic resistance is using antibiotics. It might sound funny at first, but if people overuse antibiotics, it increases the chance of some of the germs becoming resistant, we should not overuse antibiotics, it is highly advised we should only use them when prescribed by a medical professional. This doesn't mean we stop using them altogether, it just means we should use them more carefully and less often. It should come to no surprise resistance is also caused by improper hygiene, eating contaminated food touching contaminated surfaces and etc.

How do we stop it?

There are a few ways to prevent Antibiotic resistance, for example we should only use antibiotics when prescribed by

a medical professional. (as stated before)

Proper use of antibiotics,

Never share or take leftover antibiotics,

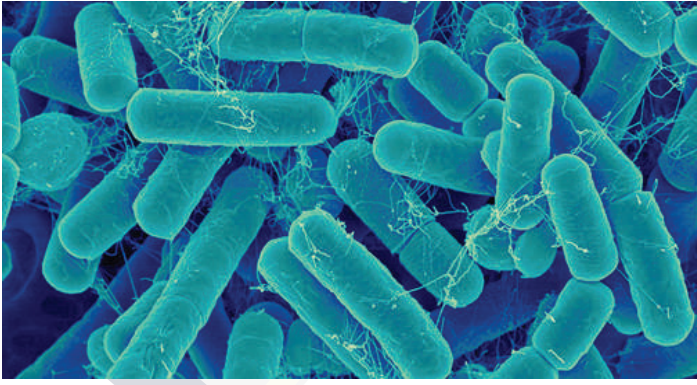
Regularly washing hands,

Prepare food hygienically,

Avoid eating antibiotic growth promoted food,

Follow advice given by medical professionals when using antibiotics,

Etc.

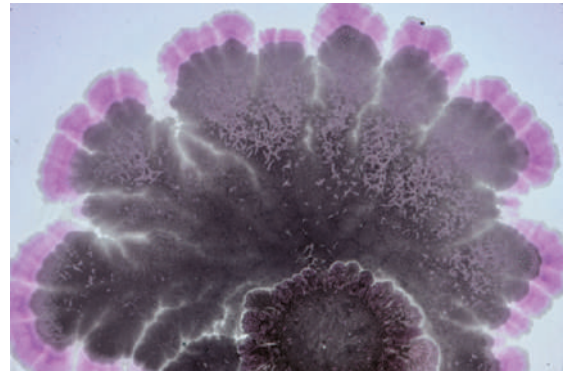


Saying that there isn't any developments against these germs would be completely wrong. There has been attention given to these germs although there are new antibiotics in development, most of them are ineffective to these resistant forms of germs.

The World Health Organization response: They have this problem on high priority since 2015, their aim is to ensure prevention of infectious diseases with effective and safe medicine

They intend to improve and spread awareness and understanding of antibiotic resistance, strengthen surveillance and research, reduce incidence of infection, optimize the use of antimicrobial medicines, ensure sustainable investment in countering antimicrobial resistance etc.

Antibiotic resistance is one of the most problematic things in modern medicine and it is highly unrecognized. In my opinion we should highly spread the awareness of this problem. It might become an extremely big problem in the future, if left untreated.



Resources:

<https://www.cdc.gov/drugresistance/about.html>

<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antibiotic-resistance>



3D Building Houses And Their Effect

Irakli Archvadze-grade 11

Introduction

Building gigantic and majestic buildings was always regarded as a hugely time-consuming process, and people who think of the concept, visualize colossal skyscrapers, taking months or years to be complete, which produce massive amounts of pollution but it doesn't have to be that way.



I was inspired by the sheer amount of waste produced by buildings constructed in my home country. I was fascinated by how much the buildings impact the environment and I researched for a solution.

presently, new forms of house-construction have emerged. This form of building is vastly more efficient and not only in time, but in various other ways. I am talking about 3d printed homes, houses which are built with technology almost identical to the ones we use in 3d printers. many impressive projects have tried to take on the hurdle of trying to make a building this way, but almost all of them have struggled and failed in the long run. 3d printed housing is a very intimidating topic in the construction industry, having a solution to costly construction we have in the present day would be amazing although it always stayed in the horizon, only regarded as a pipe dream unattainable. but in the past few months the idea of quickly printing a structure isn't so much of a bizarre idea.

The Benefits

innovators have finally crossed the border from imaginary drafts of projects never to be built, to existent plans currently in construction. This idea has become a reality in Germany where the first ever 3d printed home has been constructed and became fully certified under national regulations, this step forward is immense in not only construction but in the field of tech as well. The rapidly developing

area in 3d printing has created the opportunity to finally advance from small scale figures to full-scale structures, many people see this as a way to overcome the multiple problems of constructing houses.

Building houses using this method have multiple advantages opposed to traditional forms.

Examples:

For example it isn't necessary for 10s of people to be present on the site, it makes the work less labor-intensive, the printer needs only 2 operators, and takes less than 2 days to be fully functional and set up. The machine is operated by a program, aside from giving it a design to print, there is less human interaction involved, which has the benefit of being more time efficient, less people means less unnecessary time wasted on mundane things, like laying bricks and so on. Building on its own is filled with various dull tasks, which get done in twice the time traditionally opposed to 3d printing. Moreover, the tasks that get done with tech are infinitely more accurate and are far less faulty. While most builders happen to make a few mistakes, this really hinders the progress, all of this

later adds up to the huge amount of time it already takes to build a successful structure.



Less Pollution

3D printed homes are vastly less wasteful, for various reasons, one might not think of environmental damage and pollution when they mention building houses, but these two are closely intertwined. When it comes to air pollution, every action matters as the production of dioxide gases is one of the main factors causing global warming. The construction sector is responsible for 39% of energy and process-related carbon dioxide emissions, not to

mention the waste that it generates. In the UK it contributed 59% of all waste generated. Construction contributes a huge amount of waste because it mainly relies on quick and inexpensive solutions that have to be replaced almost every year or even every few months. Simultaneously, recycling is rarely considered on most construction sites, resulting in countless valuable materials gone to waste.

Conclusion

To conclude everything, 3d printed housing is a realistic and positive change that could enormously benefit and develop Georgia's construction of houses. And it is one of the interesting solutions to the problem of pollution, especially in Georgia where the standards of recycling and the attentiveness to waste management is low.

If people want to make a difference and impact climate change, the construction industry is a huge hurdle to tackle, making the process more green and less wasteful is clearly necessity, and must not be overshadowed by other sources of climate change.

Resources:

<https://all3dp.com/2/3d-printed-house-3d-printed-building/>

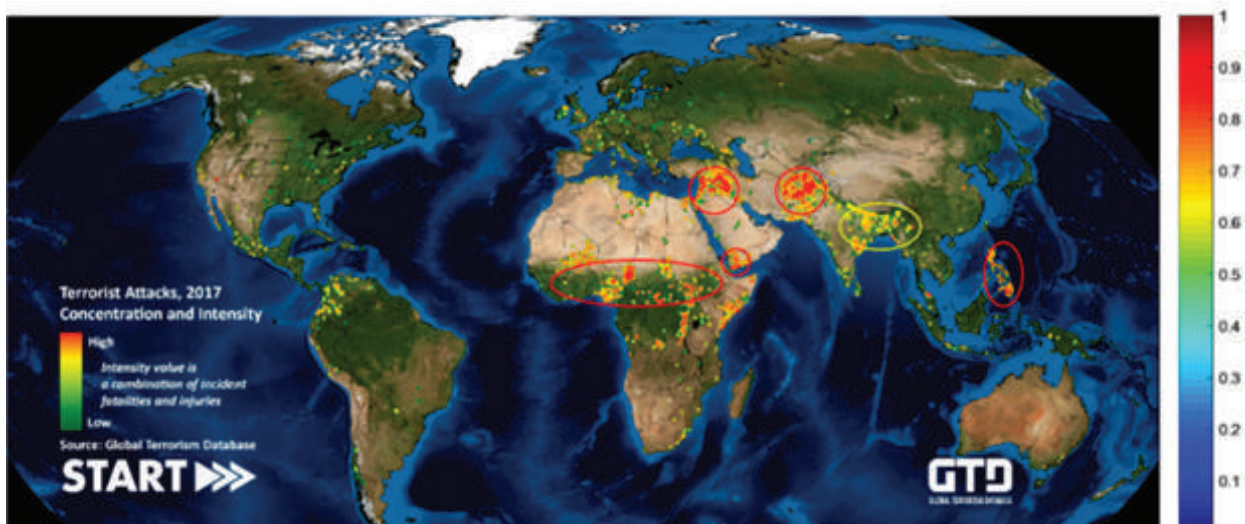
<https://architizer.com/blog/practice/details/3d-printed-buildings-future-or-gimmick/>



Terrorism: Perception of Russian Aggression

Mariam Saakashvili-grade 11

Terrorism is Violent, criminal acts committed by individuals or groups who are inspired by, or associated with, designated foreign terrorist organizations or nations. The key problem is that terrorism is difficult to distinguish from other forms of political violence and violent crime, such as state-based armed conflict, non-state conflict, one-sided violence, hate crime, and homicide. The lines between these different forms of violence are often blurry. Here, we take a look at standard criteria of what constitutes terrorism, as well as how it might be distinguished from other forms of violence. Violent actions are usually categorized according to the perpetrator, the victim, the method, and the purpose. Different definitions emphasize different characteristics, depending on the priorities of the agency involved. In our coverage of terrorism, we rely strongly on data from the Global Terrorism Database (GTD), which defines terrorism as “acts of violence by non-state actors, perpetrated against civilian populations, intended to cause fear, in order to achieve a political objective.” A few key distinguishing factors are common to most definitions of terrorism, with minor variations. The following criteria are adapted from the definition given by Bruce Hoffman in Inside Terrorism.



Violent actions are usually categorized according to the perpetrator, the victim, the method, and the purpose. Different definitions emphasize different characteristics, depending on the priorities of the agency involved. In our coverage of terrorism, we rely strongly on data from the Global Terrorism Database (GTD), which defines terrorism as “acts of violence by non-state actors, perpetrated against civilian populations, intended to cause fear, in order to achieve a political objective.” A few key distinguishing factors are common to most definitions of terrorism, with minor variations. The following criteria are adapted from the definition given by Bruce Hoffman in Inside Terrorism. To be considered an act of terrorism, an action must be violent. As such, political dissent, activism, and nonviolent resistance do not constitute terrorism. There are, however, many instances around the world of authorities restricting individuals’ freedom of expression under the pretext of counter-terrorism measures. Human rights groups, such as Amnesty International and Human Rights Watch, publish reports on such cases of censorship. The inclusion of damage to private and public property in the definition of terrorism is a point of contention, but it is generally accepted in legal and statistical contexts.



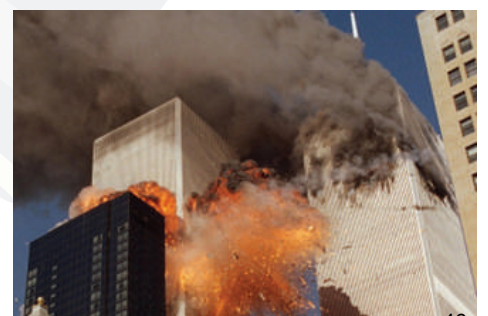
An action must also be carried out for political, economic, religious, or social purposes to count as terrorism. For example, the terrorist organization Islamic State of Iraq and the Levant (ISIL) has clearly stated its political goal to establish itself as a caliphate. To be classified as terrorism, actions must be designed to have far-reaching psychological repercussions beyond the immediate victim or target. In other words, an action must aim to create terror through “its shocking brutality, lack of discrimination, dramatic or symbolic quality and disregard of the rules of warfare”. Additionally, targeting noncombatant, neutral, or randomly chosen people – generally, people not engaged in hostilities – is a necessary but not sufficient condition to constitute terrorism. The US State Department includes in the definition of ‘noncombatant’, “military personnel who at the time of the incident are unarmed and/or not on duty.” Based on the criteria above, we can begin to separate terrorism from other types of violence based on some very simplified distinctions:

- Killings perpetrated by non-state actors against civilians, which are not ideological in nature i.e. not motivated by a particular political, economic or social goal, are classified as homicide;
- violence perpetrated by non-state actors against civilians, specifically based on ethnicity, sexuality, gender, or disability, without political or social intent to cause widespread fear, is classified as a hate crime;
- Violence involving open combat between opposing armed forces is classified as state-based armed conflict, if at least one of the parties is the government of a state;
- Violence perpetrated by governments against civilians is classified as one-sided violence.
- But even with these distinctions in mind, there is not always a clear-cut boundary between terrorism and other forms of conflict like civil war and violence targeting civilians.

Close to 56 million people died in 2017 ; just over $26,000$ of them from terrorism.¹⁰ Every 2000 th death – 0.05% – were from terrorism. But terrorist activity can vary a lot from year-to-year. Maybe 2017 was a particularly low or high year. When we look at the trend – also shown in chart form – over the past few decades we see it hovered from 0.01% to 0.02% over the 1990 s and early 2000 s; increased to 0.08% in 2014 ; before falling to 0.05% in 2017 . It was therefore a relatively high year for terrorist deaths, but not the peak. Over the previous decade the average number of annual deaths was $21,000$. However, there can be significant year-to-year variability. Over this decade the global death toll ranged from its lowest of $7,827$ in 2010 to the highest year of $44,490$ in 2014 .

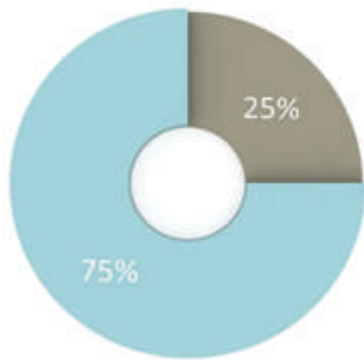
On September 11, 2001, 19 militants associated with the Islamic extremist group al Qaeda hijacked four airplanes and carried out suicide attacks against targets in the United States. Two of the planes were flown into the twin towers of the World Trade Center in New York City, a third plane hit the Pentagon in Arlington, Virginia, just outside Washington, D.C., and the fourth plane crashed in a field in Shanksville, Pennsylvania. Almost $3,000$ people were killed during the 9/11 terrorist attacks, which triggered major U.S. initiatives to combat terrorism and defined the presidency of George W. Bush. The impact left a gaping, burning hole near the 80 th floor of the 110 -story skyscraper, instantly killing hundreds of people and trapping hundreds more in higher floors. As the evacuation of the tower and its twin got underway, television cameras broadcasted live images of what initially appeared to be a freak accident. Then, 18 minutes after the first plane hit, a second Boeing 767 —United Airlines Flight 175 —appeared out of the sky, turned sharply toward the World Trade Center and sliced into the south tower near the 60 th floor. The collision caused a massive explosion that showered burning debris over surrounding buildings and onto the streets below. It immediately became clear that America was under attack.

Nowadays, the relationship between Russia and Ukraine is very relevant. It is interesting what the youth think about it. That is why a survey was conducted among 100 students of European School using the sociolinguistic interview method. The sociolinguistic interview is the foundational method of collecting data for sociolinguistic studies, allowing the researcher to collect large amounts of speech from speakers of the language or dialect being studied.



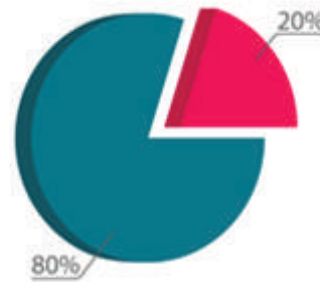
Research Questions:

Is Russia's attack on Ukraine a terrorist act?



75% - Yes
25% - No

Is Russia's attack war or terrorist act?



80%-War
20%-Terrorist act

Bibliography

shorturl.at/GKN49

<https://www.history.com/topics/21st-century/9-11-attacks>

shorturl.at/gPTY7

shorturl.at/BEFM3

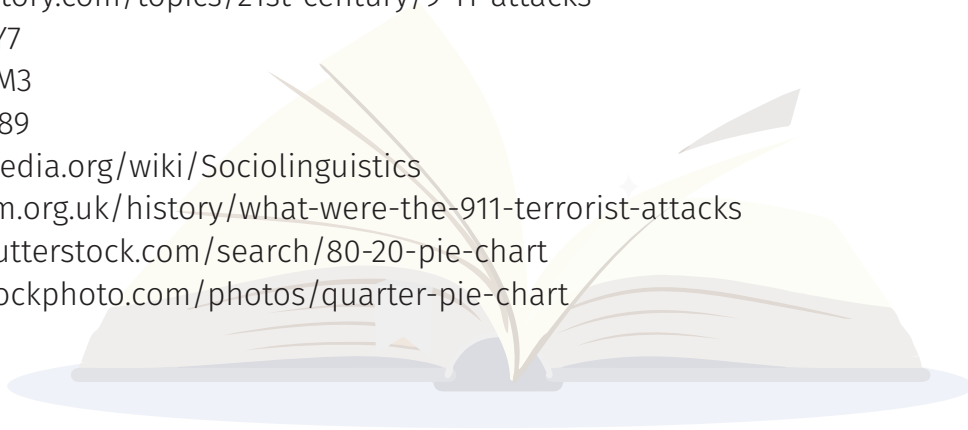
shorturl.at/OX089

<https://en.wikipedia.org/wiki/Sociolinguistics>

<https://www.iwm.org.uk/history/what-were-the-911-terrorist-attacks>

<https://www.shutterstock.com/search/80-20-pie-chart>

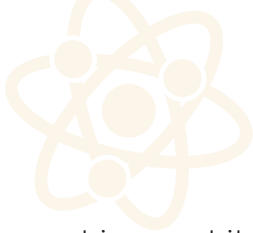
<https://www.istockphoto.com/photos/quarter-pie-chart>





საზოგადოებრივი მეცნიერებები

What are some factors that make children struggle with creating separate, independent identities?



Ekaterine Gorgadze
Advisor: Ana Chakhnashvili
Junior Project Spring
14.04.2022

Throughout human history, children have come across dozens of biopsychosocial factors that have hindered or inhibited their development of separate and independent identities. In the contemporary world, where there is an increased awareness of factors contributing to this process as a whole, it is crucial to understand what goes behind the early formations of self-concepts and social factors that hold a great influence in it. The “Who am I?” question holds different answers depending on the developmental stage of the person answering it. The answers may vary between physical, professional, or personality characteristics. All in all, these descriptions give an insight into what psychologists refer to as the self. This concept is, as sociologists Charles Cooley (1902) and George Herbert Mead (1934) suggested, a convolute of social and personal images. Cooley’s looking-glass self idea proposes that a person’s self-concept stems from the way their society views and reacts to them. Newborn babies have no understanding of the “self” up until the moment they come to realize that they are independently existent entities. From there, they start to notice how their behaviors elicit responses from the people they interact with and gain knowledge about their “social selves”. There are multiple factors contributing to the establishment of the “self” and the “identity” of children from the stages of infancy through adolescence and it is important to understand how, the way we act, the norms we build, and the stereotypes we live by, affect how our children grow into their characters. With the use of research studies, articles, and a survey made and conducted by me, the aim of this paper is to provide a thorough understanding of the factors that make children struggle with identity and self-concept formation.

One of the major milestones of life comes to us when we start to form our identities. The definition of identity, as it stands today, was first introduced and established by a neo-Freudian psychoanalyst named Erik Erikson. He developed the acclaimed Stages of Psychosocial Development which looked at personality and self establishment in a manner of stages. He incorporated the biopsychosocial influences on the growth and advancement of people throughout their life-spans. Erikson's theory builds on previous phases of our lives and prepares the ground for subsequent stages of progress. He claimed that humans go through a type of struggle at each stage that acts as a turnaround in their development and can have either positive or negative influences on them. There are eight stages to Erikson’s theory, one of which is called “Identity vs. Role Confusion”, which happens during the transitional period from childhood to adulthood. In this stage, children are starting to become independent, thinking about their futures, and they develop the need to fit into social groups (Munley 315). This is a critical point in the lives of children, when they have to start adopting roles that will persist throughout their adulthood. But with this process comes identity confusion as well. Throughout the whole process of identity establishment children may come across hurdles of role confusion and turmoil. This is when they start exploration and experimentation with dozens of contrasting lifestyles. Since this stage in Erikson’s stage is one of the major ones, children face impediments with identity formation as stated above. As Erikson describes it, identity is a developed sense of self; a feeling of who you are, where you're headed in life, and how you fit into societal roles and groups. Many significant decisions must be made while forming an identity: What sort of job am I looking for?

What should my spiritual, moral, and political ideals be? As a man or a woman, and as a sexual creature, who am I? What place do I have in society? All these questions evidently take quite a toll on children. The need to belong, the need to satisfy parents and peers, hinders the true answers to such inquiries and therefore cripples a separate sense of identity in children. These are just a few of the factors that hinder such development and establishment, but before diving deeper into those, we must understand what goes behind identity formation.

As children start understanding what and who they are from interactions with people and objects around them, the process of establishing an identity begins from birth. They start to differentiate one fragrance from another, one voice from another after just a few hours of being in this world. We begin to comprehend that we are individual beings during infancy. Then it occurs to us that this self is steady and abiding. We realize that, despite the fact that we are independent and distinct things, entities, or beings, we exist in the world. We coexist with other objects and people in the sense that each of those, including ourselves, have qualities. These self-concepts that infants attach themselves to in early life are highly definite. These are the properties of developments out of which a few are; age, gender, height, and talents. The stage during which children start acknowledging their social and self-identities begins with their family, friends, and cultures. Identity gets cultivated through interactions and relationship formations with others. Multiple different theories of identity formation in developmental psychology concede the idea that early stages of childhood cultivate and nurture their self-esteem and lay the groundwork for their eventual development. Identity formation, thus, is a complicated process through which children develop a distinct sense of self marked by consistency. It aims to build a stable sense of self, so accordingly a disordered and fragmented self, defined by the absence of “inner wholeness” is a characteristic of struggles with identity formation. By furthering Erikson’s theory, James Marcia (1966) construed identity formation in ways of examination and engagement in regards with ideologies and social roles. Individuals' identity formation begins when they identify with role models who provide possibilities and inspirations to children. Adolescents are expected to make choices and commit to possibilities within the limits of their social surroundings as their identity development continues. In certain circumstances, alternatives are not supplied or are limited, causing the individual to fail to commit or to commit without having the chance to consider other possibilities (Marcia, 1980). The table below examines Marcia’s Identity statuses.

		Individual has committed to identity	
		Yes	No
Individual has explored identity options	Yes	Identity Achievement	Moratorium
	No	Foreclosure	Identity Diffusion

Marcia’s identity statuses. Adapted from Discovering the Lifespan, by R. S. Feldman, 2009.

When teenagers do not investigate or commit to any identities, they experience identity confusion/diffusion. When a person commits to an identity without considering other possibilities, they are said to be foreclosed.

A moratorium occurs when children are ardently considering possibilities but have not yet made a definite decision. Individuals who have examined several possibilities, recognized their purpose, and established commitments fall into the identity achievement state, as can be inferred from the above table. As a child explores with multiple roles and examines diverse views, this whole process may trigger uncomfortable and emotionally difficult times. There are no guarantees, and there are a lot of questions with few solutions. The moratorium identity stage is the first step in achieving identity. It is natural for teenagers to be defiant and disobedient during this period, to avoid dealing with problems, to postpone, have poor self-esteem, feel worried, and to be unsure about making decisions. All these processes are involved in identity formation of children and adolescents. The evolution of one's identity is both a personal and a societal phenomena. Much of this happens during childhood, when cognitive growth allows an individual to create a self-concept based on role models and identity alternatives (Adams & Marshall, 1996). This all means that identity formation is a complex, multifaceted, critical process in our lives which can be easily tempered with by outside influences.

As discussed, the way we describe ourselves is referred to as self-identity. Our self-esteem is built on our sense of self-identity. The way we see ourselves changes during adolescence as a result of our interactions with classmates, family, and school, among other social settings. Our sense of belonging is shaped by our self-identities. On the other hand, others build our social identity, which may differ from self-identity. Individuals are typically classified using broad, socially established labels. If you have dark skin, for example, you may be labeled "black" by others, even if you have not accepted that identity for yourself. Positive self-esteem is linked to a positive sense of self. Because society does not value all identities equally, certain adolescents may require additional support to help them develop a good sense of self (Adolescent Identity Development). There are quite a few factors that may either hinder or facilitate the formation of separate and individual identities in children, one of them being cognition. Identity formation is heavily influenced by cognitive development. Adolescents who have mastered formal operational thought and can reason rationally about hypotheticals are more capable of imagining and contemplating future identities. As a result, they are more likely than their less cognitively developed peers to discuss and address identity difficulties. But what then, has negative effects on cognitive development and thus on identity formation? The short answer we're looking for is parenting (Berzonsky & Kuk, 2000; Boyes & Chandler, 1992). Adolescents' connections with their parents might have an impact on their ability to form an identity. Adolescents in the diffusion state are more likely to feel ignored or rejected by their parents and to be distanced from them. It may be difficult to form one's own identity without initially identifying with trusted parental figures and adopting some of their positive characteristics. Children who are experiencing identity foreclosure, on the other hand, are generally highly connected to and fear rejection from their somewhat controlling parents. Those who have been denied access to their parents may never challenge their parents' authority or feel the need to create a distinct identity (Jordyn & Byrd, 2003). Children who transition smoothly into moratorium and identity attainment achievement, on the other hand, tend to have a strong basis of attachment at home, as well as a lot of freedom to be themselves. These teenagers, for example, feel a sense of intimacy and mutual respect in family while feeling fine with disagreeing with their parents and being individuals freely. As a result, the same caring and so-called authoritative parenting style that helps children develop strong self-esteem is linked to stable and positive identity formation according to research (Grotevant & Cooper, 1998).

Authoritarian parents, those who place unrealistically high expectations on their children with no regard for their opinions, unknowingly hinder their separate identity development. They are more prone to be socially inept and unable to make their own life decisions which both play huge roles in their identities (Recall that knowing the answers to "What career path should I take" or "What should I do with my life after school/college?"

is a characteristic of a stably forming identity). Validated with data collected from the National Longitudinal Survey of Youth (Child Sample), is the hypothesis that positive identity formation is supported by family aspects other than parenting, such as wealth, that includes children who were born to a representative group of American mothers aged 14 to 21 in 1979. The findings, on the whole, back up the above states. Willing participation in community service, a hallmark of moral identity formation, was found to be facilitated by socially and financially rich and well-off home situations mixed with high levels of parent-adolescent joint activity. These findings are examined in terms of their implications for parenting, moral education, and future study. Neglect, family instability, parental mental illnesses, parental drug misuse, parental imprisonment, domestic violence, and neighborhood violence are all factors that contribute to underdeveloped cognitive abilities which in turn inhibit identity formation.

Before moving on to the broader influences, we must note cultural-historical ones, which even Erik Erikson emphasized upon. Indeed, the concept that children should pick a separate identity after carefully considering a variety of possibilities may be unique to twentieth-century industrialized cultures. Children in many non industrialized communities today will simply take on the adult roles that are expected of them, without any experimentation: Sons of businessmen will become businessmen, sons of landowners will become landowners, and so forth. For a big cluster of children, identity foreclosure, as Marcia defines it, is certainly the most adapted path to maturity. Furthermore, the exact life objectives that teenagers seek are always confined by the possibilities that are accessible and respected in their culture at any one moment (Bosma & Kunnen, 2001; Matsumoto, 2000). Ethnicity, race, and culture are three of the most complicated and multidimensional variables that influence identity creation. These components of our life are always changing, both in terms of how members of each group identify their groupings and in terms of how society defines them. While people have no influence over our race or ethnicity, children can be taught and reinforced in proper ways how to embrace them and in turn integrate them into their identity formation.

One important factor to take into account when speaking about adolescent identity formation are personal factors. Personal factors such as self-esteem, might play a bigger role in the process than perceived. When we talk of self-esteem as adults, we think of a broad assessment of ourselves based on our strengths and flaws across a variety of life domains. The same is true for children, who assess their abilities in a variety of areas before combining these perceptions into an overall self-esteem. A vital component to look at are ethno-cultural influences on self-esteem. Individualistic societies like the United States, Canada, and Australia report higher global self-esteem in children and adolescents than collectivist countries like China, Japan, and Korea (Harter, 1999). The disparities appear to reflect collectivist and individualistic societies' unequal emphasis on individual accomplishments and self-promotion. People in Western cultures regularly compete for personal goals and take pride in their accomplishments. In contrast, people in collectivist cultures are more connected than independent. They value humility and self-abnegation, and get self-worth from contributing to the success of the organizations to which they belong (for example, families, communities, classes, or even the greater society). In fact, admitting flaws and areas for improvement—admissions that may reduce one's self-worth on traditional self-esteem measures—can make children from collectivist societies feel good about themselves because these behaviors are likely to be seen by others as evidence of appropriate humility and increased commitment to the group's welfare (Heine et al., 1999).

This leads to the connection between the aforementioned with self-concepts and identities. What is deemed good in terms of self-concept varies greatly amongst cultures. Individualistic societies, such as the United States, Canada, Australia, and the industrialized countries of Europe, then again, respect competition and individual initiative, and tend to stress differences between people.

Many Asian cultures, on the other hand, can be classified as collectivist or communal societies: People are more cooperative and interdependent than competitive and self-sufficient, and their identities are tightly linked to the organizations to which they belong. Indeed, replies to a "Who Am I" questionnaire by older American and Japanese teenagers demonstrate cross-cultural disparities in the type or substance of people's self-concepts. They were asked to rate themselves on both personal/individualistic characteristics (such as "I am honest" or "I am smart") and social/relational characteristics (such as "I am a student" or "I am a good son"). With a check mark, the participants were asked to pick the five responses that they considered were the most self-descriptive and vital to their self-concepts. The study's findings were unmistakable. The bulk of core self-descriptors for American students (59%) were personal/individualistic qualities, whereas these same attributes made up only 19% of core self-descriptors for Japanese students, as indicated in the following figure. Japanese students, on the other hand, were significantly more likely than American students to rank social/relational traits as particularly important aspects of their self-concepts. Clearly, one's culture's traditional values and beliefs have a significant impact on the kind of self-concepts that arise. Individualistic versus collectivist cultures and value systems are major distinctions that have ramifications for parts of self such as how people view and judge achievement, behavior, violence, altruism, and moral growth, to mention a few, which are indicators of progressive identity formation (Adapted from Cousins, 1989).

Based on this literature review, I propose multiple hypotheses concerning identity formation in adolescence and will subsequently conduct a survey to test them. Firstly, I hypothesize that authoritative parenting is positively correlated with high identity and self-esteem scores, and secondly, that authoritarian parenting is negatively or to a lower extent correlated with low identity and self-esteem scores. Another hypothesis is that high identity and self-esteem scores will correlate as well.

First step in setting up the survey was choosing appropriate questions. The questions I used in the survey almost entirely touched upon the issues discussed in the literature review. I used the Rosenberg self-esteem scale and The Dimensions of Identity Development Scale (DIDS) for questions associated with their respective topics. On top of that, in order to include referral to parenting styles, I used the operational definitions as questions. Each question had a scale from 1-5, 5 being "Strongly Agree" and 1 being "Strongly Disagree". First 10 questions were hand-selected from the DIDS, three questions were about parenting styles, and the last five were self-esteem ones. Next step in the process was finding participants. Overall the participants consisted of Sophomore, Junior, and Senior students of European School in Tbilisi, Guivy Zaldastanishvili American Academy, and a couple of other private and public schools on a smaller scale. The results were collected and analyzed after it had reached a handful of participants. The number of responses was 70 and it was conveniently answered by representatives of all targeted age-groups.

The results showed that the standard deviation for the identity scale was 5,126 and the mean was 31,571. The standard deviation for self-esteem was 3,828 and the mean was 12,571. Correlation coefficient between; identity and self-esteem was 0,456, authoritative parenting style and identity 0,169, authoritarian parenting style and identity 0,256, authoritative parenting style and self-esteem 0,100, authoritarian parenting style and self-esteem 0,462.

The analysis of these results in context of the proposed hypotheses yielded quite interesting results. As already stated in both the literature review and the hypothesis, self-esteem is involved in the development of a solid and positive identity. The data supports this hypothesis, as the correlation between the two is the highest and the most reliable out of all of them. One question that remains is which causes which: is self-esteem the resultant of identity or vice-versa?

Regardless, unmistakably they correlate with one another and it can be inferred that there might be a definite relationship between these two variables. Although random assignment and larger

population samples were not used (due to the limited resources) and the fact that correlation does not imply causation, we can conclude that this positive correlation is hinting at a more stable and unambiguous relationship between self-esteem and identity formation. The next investigation showed that identity had a higher correlation with authoritarian parenting style than with authoritative, which contradicts and disproves both the hypothesis and the information in the literature review. The belief and provided information that since authoritarian parents set too many boundaries for their children, they struggle with their own independent decision-making and identity exploration, led to the formation of this hypothesis. But it seems like that might not be the case. A separate and a deeper analysis and a replication of this conclusion would yield more conclusive results. Interestingly enough, as well as in the case with identity, self-esteem had a higher correlation coefficient with authoritarian rather than authoritative parenting style. This also disproves the hypothesis. Then again, this result too, needs a more thorough investigation to prove itself firm and concrete.

All in all, it has to be noted that the majority of the survey was completed by students of private schools. Due to the privilege that these students have, they might have had much more opportunities to explore many aspects of their lives with less limitations to them and that might have contributed to the quite scattered resulting correlations with parenting styles. It must be noted that this survey was heavily influenced by the higher concentrations of advantageous participants. As stated above for instance, features of family such as income, help positive identity building. Voluntary participation in community services and charity events, which is a mark of moral identity formation, was found to be aided by socially and financially wealthy and well-off household environments. This and many other factors such as supportive peers and community could have been confounding variables in this study.

The limitations of the overall study were the demographics, the fact that a larger, more representative sample of the population was not available. If I were to conduct this study again, I would use more questions regarding parenting styles as well as open-ended questions. Apart from that, I would include people from both public and private schools equally, and try to eradicate pre existing differences as much as possible or carry out separate surveys for public and private school students, and then compare the correlations of the two, which would be an interesting research topic for future studies. One more thing I would include if possible, is a bigger range of age groups such as 13-15 year-olds, because as suggested, identity formation is nearing stability by the age of 18 which might have influenced the results of the study.

Works Cited

Edwards, Carolyn Pope. "Children's Play in Cross-Cultural Perspective: A New Look at the Six Cultures Study." *Cross-Cultural Research*, vol. 34, no. 4, 2000, pp. 318–38. Crossref, <https://doi.org/10.1177/106939710003400402>.

Vigil, Jacob Miguel. "A Socio-Relational Framework of Sex Differences in the Expression of Emotion." *Behavioral and Brain Sciences*, vol. 32, no. 5, 2009, pp. 375–90. Crossref, <https://doi.org/10.1017/s0140525x09991075>.

Eva H. Telzer, Jorien Van Hoorn, Christina R. Rogers, And Kathy T. Do. "Social Influence on Positive Youth Development: A Developmental Neuroscience Perspective." NCBI, 2017, www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6345387.

Searcy, Yan Dominic. "Placing the Horse in Front of the Wagon: Toward a Conceptual Understanding of the Development of Self-Esteem in Children and Adolescents." *Child and Adolescent Social Work Journal*, vol. 24, no. 2, 2006, pp. 121–31. Crossref, <https://doi.org/10.1007/s10560-006-0070-9>.

Rhodes, Marjorie. "Naïve Theories of Social Groups." *Child Development*, vol. 83, no. 6, 2012, pp. 1900–16. Crossref, <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2012.01835.x>.

Robins, Richard W., and Kali H. Trzesniewski. "Self-Esteem Development Across the Lifespan." *Current Directions in Psychological Science*, vol. 14, no. 3, 2005, pp. 158–62. Crossref, <https://doi.org/10.1111/j.0963-7214.2005.00353.x>.

Shaffer, David Reed. "Social and Personality Development." *Social and Personality Development*, Wadsworth, 2009, pp. 133–205.

Munley, Patrick H. "Erik Erikson's Theory of Psychosocial Development and Vocational Behavior." *Journal of Counseling Psychology*, vol. 22, no. 4, 1975, pp. 314–19. Crossref, <https://doi.org/10.1037/h0076749>.

Arduini-Van Hoose, Nicole. "Identity Development Theory | Adolescent Psychology." *Identity Development Theory*, 1 June 2020, courses.lumenlearning.com/adolescent/chapter/identity-development-theory.

Adolescent Identity Development. actforyouth.net/adolescence/identity.cfm.

Fashion as a way of self-expression: Comparative Analysis of Ruth Bader Ginsburg and Madeleine Albright

Gagua Lile, American High School, Grade 10B

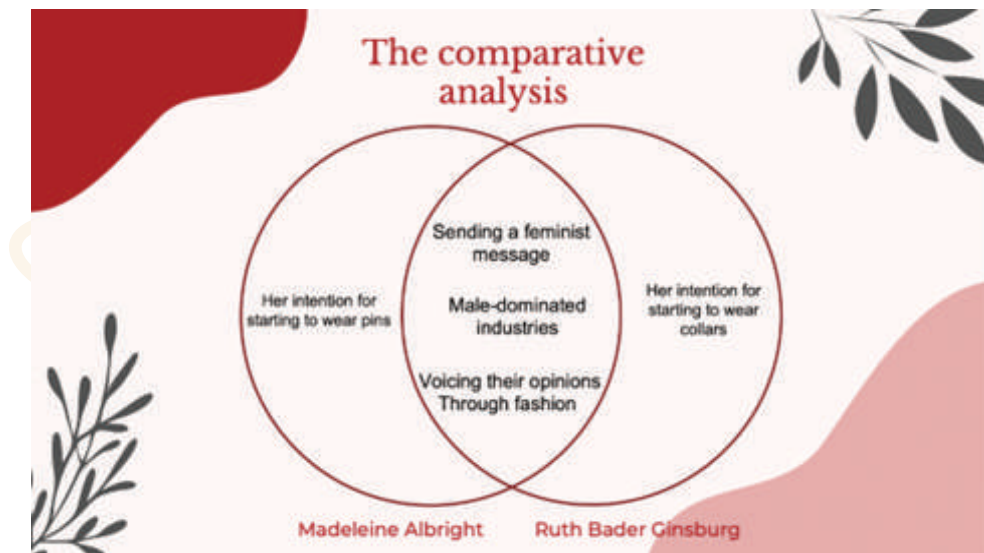
Fashion has always been one of the best ways to nonverbally express yourself. Through fashion, you can show your age, ethnicity, preferences, or your mood. Lately, fashion has also been used as a tool in politics. This is best shown through the examples of Ruth Bader Ginsburg and Madeleine Albright. Both women were a part of heavily male-dominated industries and they used their accessories and clothes to strongly express their opinions. This is quite motivational for young women like me who might want to enter a male-dominated scene later.

Ruth Bader Ginsburg was the justice of the U.S. Supreme Court and the first Jewish woman to achieve that title. I have always looked up to the woman and one thing that caught my attention was the collars that she wore, she was never seen without them. So, I came across an interview of hers with "The New York Times" where she was asked why she started wearing these collars. She answered: "You know, the standard robe is made for a man because it has a place for the shirt to show, and the tie," so her and her female colleagues:" thought it would be appropriate if we included as part of our robe something typical of a woman." The idea was to take the traditional robe and unapologetically feminize it through lace, since lace is usually associated with femininity. This sent out a great feminist message that you should be proud to be a woman who has achieved so much despite the obstacles in your way and it's not something you should hide. Apart from this Ginsburg also used her lace collars to express her opinions on certain matters. In fact she had a full collection of collars and each of them was used to express a different opinion.

First is the "Majority Opinion" collar. She wore this whenever she was announcing her opinion on the court and was hoping the court to agree with her. Second is the "Dissenting Opinion" collar. In her own words: "This is my dissenting collar... It looks fitting for dissents." This last one is her favorite and most commonly worn white jabot from South Africa.

Madeleine Albright was the U.S. Secretary of State, and the first woman to hold that post. Even if you haven't heard of her you have most likely heard of her pin politics. Similarly to Ginsburg, she used her pins as a diplomatic tool. When asked why she started wearing such pins she answered, that it simply started out as a hobby. She enjoyed buying different pins and matching them to her mood: "On good days, I wore flowers and butterflies and balloons, and on bad days, all kinds of bugs and carnivorous animals. I saw it as an additional way of expressing what I was saying, a visual way to deliver a message." It wasn't until later that she started using pins for her politics. The first time she used a pin like this, she was having a meeting with the Iraq officials. Because of her criticism, the Iraq media compared her to an "unparalleled serpent", so the next time she met them she wore a snake pin.

Another time, after meeting with the Russian officials, she found out that they had planted a listening device, a bug, in the meeting room, so the next time she met them she wore a bug pin, warning them to never do the same again. However, her personal favorite pin doesn't hold much political meaning. It's simply the one her daughter made her when she was five, and she wore it every year on Valentine's Day.



In conclusion, both Lady Ginsburg and Madeleine Albright are quite similar, the only difference being the reason they started wearing such accessories. While Ginsburg had a clear motive in mind, for Albright it started out as a hobby. But apart from that, they are both, strong, successful women who have used their fashion to strongly voice out their opinions and thoughts. They have taught us that you should never be intimidated by being the only woman in the room, and instead be proud of the fact. They have once again shown us the power of fashion, and the many different ways it can be utilized.

Bibliography

"Ruth Bader Ginsburg's Lace Collar Wasn't an Accessory, It Was a Gauntlet (Published 2020)." The New York Times - Breaking News, US News, World News and Videos, 23 Sept. 2020, www.nytimes.com/2020/09/20/style/rbg-style.html.

"Ruth Bader Ginsburg's Collars Decoded: What Each Neckpiece Means." Town & Country, 19 Sept. 2020, www.townandcountrymag.com/society/politics/a25362496/ruth-bader-ginsburg-collar-meaning/.

Read My Pins: The Madeleine Albright Collection, 19 Nov. 2021, readmypins.state.gov.

Gambino, Megan. "Madeleine Albright on Her Life in Pins." Smithsonian Magazine, www.smithsonianmag.com/arts-culture/madeleine-albright-on-her-life-in-pins-149191/.

Eclectic, That. "Sustainable Fashion and Self Expression." Medium, 22 Feb. 2021, medium.com/that-culture-lifestyle-vibe/sustainable-fashion-and-self-expression-a91e0ebe1204.

Bibliography

Ali. "The Beauties Hidden in Pi(π).". Medium, 26 May 2019, medium.com/however-mathematics/the-beauties-hidden-in-pi-%CF%80-1c614e636426.

Azhibaev, Askar. "Calculating the Pi Number." CodeProject - For Those Who Code, 13 May 2020, www.codeproject.com/Tips/5267987/Calculating-the-Pi-Number.

Baruah,, Nayandeep D., et al. Ramanujan's Series for $1/\pi$: A Survey. PDF, "A Brief History of Pi (π)."

Britannica, The Editors of Encyclopaedia. "Pi". Encyclopedia Britannica, 28 Jan. 2021, <https://www.britannica.com/science/pi-mathematics>.

Britannica, The Editors of Encyclopaedia. "Srinivasa Ramanujan". Encyclopedia Britannica, 22 Dec. 2020, <https://www.britannica.com/biography/Srinivasa-Ramanujan>.

Exploratorium, 14 Mar. 2019, www.exploratorium.edu/pi/history-of-pi.

Emcnicho."Proffering a Piece on the Properties of Pi." Infinitely Many Pigeons, 30 Nov. 2017, infinitelymanypigeons.wordpress.com/2017/11/30/proffering-a-piece-on-the-properties-of-pi/.

"Lab 01: Approximating PI." Redirecting You to University of Hawaii., 24 Jan. 2012, www2.hawaii.edu/~ngnagata/work/lab01/report01.html#Leibniz_referencelist.

Mullican, Timothy. "Calculating Pi: My Attempt at Breaking the Pi World Record." Bits and Bytes, 26 June 2019, blog.timothymullican.com/calculating-pi-my-attempt-breaking-pi-record.

"One Million Digits of Pi On One Page!- [Plus Guides And Information]." Pi Day, www.piday.org/million/.

"One Million Digits of Pi On One Page!- [Plus Guides And Information]." Pi Day, www.piday.org/million/.

Purewal, Sarah J. "A Brief History of Pi." PCWorld, 13 Mar. 2013, www.pcworld.com/article/191389/a-brief-history-of-pi.html.

Veach, Eric. Robust Monte Carlo Methods for Light Transport Simulation. PDF, 1998.

"The World of Pi - Chudnovski Brothers." L'Univers De Pi - The World of Pi, www.pi314.net/eng/chudnovsky.php.



STEAM



Solving algebraic equations

Zurab Gedekhauri, IB DP 12

Introduction (why I am interested)

It is commonly known that natural sciences, engineering disciplines and economics heavily rely on mathematics. Time by time we also hear about the applications of mathematics in the humanities, though the majority of us have rather a vague notion about specific examples of the use of mathematics in subjects such as literature and art, philosophy, history, law, ancient and modern languages.

I am interested in international relations; therefore, I study European and Oriental languages with enthusiasm and pleasure. This year we studied Markov chains and I saw possible applications of transition matrices in linguistics. Particularly in phonetics Markov chains can describe the changes in the pronunciation of certain vowels over time and thus help to analyze the emergence of dialects. In semantics, the transition matrix may appropriately model the changes observed in lexis and consequently help to trace the appearance of professional terms and slang words over time.

By using matrices in linguistics, we encounter a typical math problem: to describe how a sequence of random events evolves over time we need to find the eigenvalues of the transition matrix in order to perform the diagonalization of the matrix. So long as we deal with 2×2 matrices the characteristic equation needed to find the eigenvalues is quadratic and its solution is straightforward. Mathematical problems arise when the matrix dimension is 3×3 or larger, because the characteristic equation becomes cubic or of a higher degree.

As I already mentioned, linguistics is my passion and since it turned out that linguistics through matrices and eigenvalues is related to algebraic equations, I decided to devote my math exploration to the study of the analytical and numerical methods for finding the roots of algebraic equations of arbitrary degree.

Preliminary notes about the algebraic equations

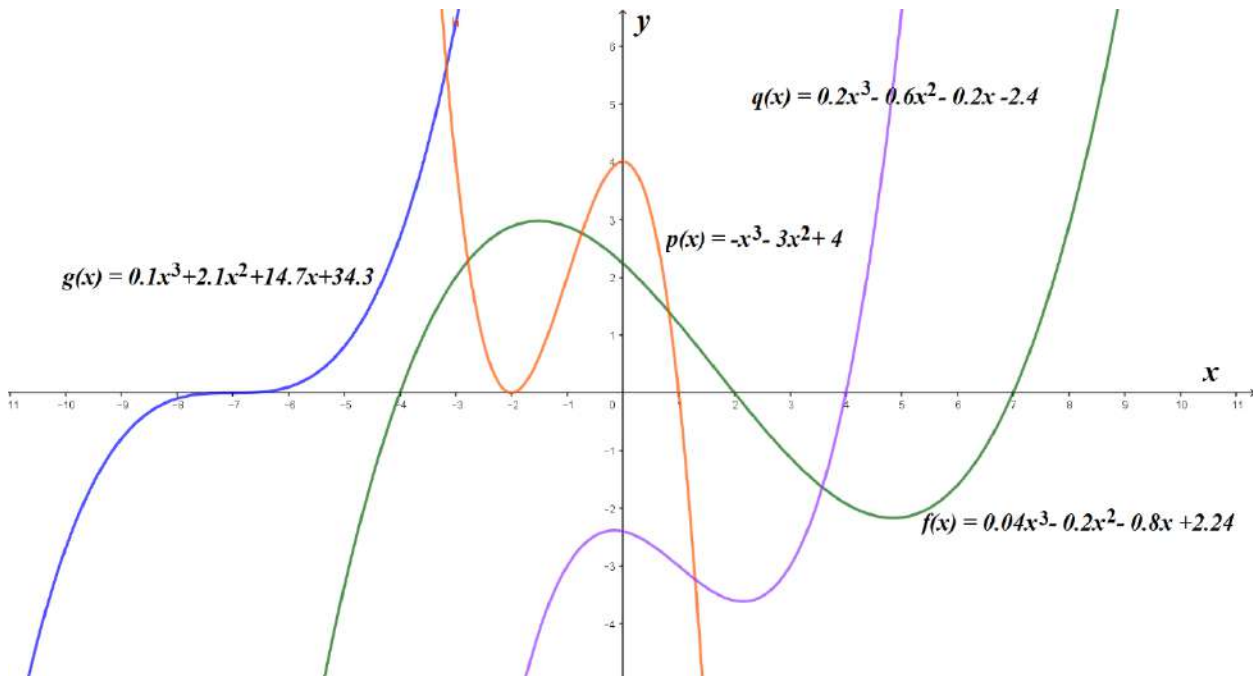
The general form of an algebraic equation is

$$a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x + a_0 = 0,$$

where n is a positive integer and the coefficients a_0, a_1, \dots, a_n are real numbers. The highest power of the variable x determines the degree of a polynomial. In the 19th century it was proved that the algebraic equation of n^{th} degree may have at most n real roots, though some of the roots may be repeated. When the degree n is odd the algebraic equation necessarily has at least one real root. A cubic equation ($n = 3$) may have

- three real distinct roots,
- three real roots of which two or all three are equal,
- one real root and two complex conjugated roots.

On the diagram below different cubic polynomials are graphed and the x-intercepts of the curves illustrate the statement about the number of real roots of cubic equations.



As we see from the above chart the graph $f(x) = 0.04x^3 - 0.2x^2 - 0.8x + 2.24$ crosses the x-axis in three points, consequently the function has three zeroes $x_1 = -4$, $x_2 = 2$ and $x_3 = 7$. The graph of the function $p(x) = -x^3 + 3x^2 + 4$ crosses x-axis and also touches the x-axis. Consequently, the equation $-x^3 + 3x^2 + 4 = 0$ has one single root $x_1 = 1$ and one repeated root $x_2 = x_3 = -2$. The graphs of functions $g(x) = 0.1x^3 + 2.1x^2 + 14.7x + 34.3$ and $q(x) = 0.2x^3 - 0.6x^2 - 0.2x - 2.4$ cross the x-axis only once, but the equation $0.1x^3 + 2.1x^2 + 14.7x + 34.3 = 0$ has triple root $x_1 = x_2 = x_3 = -7$, while the equation $0.2x^3 - 0.6x^2 - 0.2x - 2.4 = 0$ has one real root $x = 4$ and two complex conjugated roots.

Now let us consider what methods are used for solving cubic and higher degree algebraic equations.

Analytical solution of the reduced cubic equation

First, let us consider an incomplete cubic equation in which the quadratic term is omitted

$$z^3 + pz + q = 0.$$

Substituting $z = u - \frac{p}{3u}$ we get

$$\left(u - \frac{p}{3u}\right)^3 + p\left(u - \frac{p}{3u}\right) + q = 0,$$

which after expanding and combining like terms yields

$$u^3 - 3u^2 \times \frac{p}{3u} + 3u \times \left(\frac{p}{3u}\right)^2 - \left(\frac{p}{3u}\right)^3 + pu - \frac{p^2}{3u} + q = 0,$$

$$u^3 - pu + \frac{p^2}{3u} - \frac{p^3}{27u^3} + pu - \frac{p^2}{3u} + q = 0,$$

$$u^3 - \frac{p^3}{27u^3} + q = 0.$$

Multiplying both sides by u^3 is obtained

$$u^6 + qu^3 - \frac{p^3}{27} = 0,$$

which is a quadratic equation with respect to u^3 and its roots are

$$u_1^3 = -\frac{q}{2} + \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}} \quad \text{and} \quad u_2^3 = -\frac{q}{2} - \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}.$$

For the roots of the initial incomplete cubic equation $z^3 + pz + q = 0$ we get

$$z_1 = u_1 - \frac{p}{3u_1} \quad \text{and} \quad z_2 = u_2 - \frac{p}{3u_2}.$$

Although the expressions for z_1 and z_2 look different, they are the same numbers. To show this let us first find the expression for the product of the roots $u_1 \cdot u_2$. We have

$$u_1 \cdot u_2 = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}} \times \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}} = \sqrt[3]{\left(-\frac{q}{2}\right)^2 - \left(\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}\right)} = \sqrt[3]{-\frac{p^3}{27}} = -\frac{p}{3}.$$

Now we transform the expressions for z_1 and z_2 :

$$z_1 = u_1 - \frac{p \times u_2}{3u_1 \times u_2} = u_1 - \frac{p \times u_2}{3 \times \left(-\frac{p}{3}\right)} = u_1 + u_2, \quad z_2 = u_2 - \frac{p \times u_1}{3u_2 \times u_1} = u_2 - \frac{p \times u_1}{3 \times \left(-\frac{p}{3}\right)} = u_2 + u_1.$$

So we get that $z_1 = z_2 = u_1 + u_2$ and the solution of an incomplete cubic equation $z^3 + pz + q = 0$ can be written as

$$z = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}}.$$

$\Delta = \frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}$ is referred to as the discriminant and the above expression for the roots of the cubic equation is known as the Cardano formula.

Solution of a general cubic equation

Now let us consider the general cubic equation

$$Ax^3 + Bx^2 + Cx + D = 0.$$

The substitution of variable $x = z - \frac{B}{3A}$ yields

$$A\left(z - \frac{B}{3A}\right)^3 + B\left(z - \frac{B}{3A}\right)^2 + C\left(z - \frac{B}{3A}\right) + D = 0,$$

from which after expanding and combining like terms we get

$$A\left(z^3 - 3z^2 \times \frac{B}{3A} + 3z \times \frac{B^2}{9A^2} - \frac{B^3}{27A^3}\right) + B\left(z^2 - 2z \times \frac{B}{3A} + \frac{B^2}{9A^2}\right) + Cz - \frac{CB}{3A} + D = 0,$$

$$Az^3 - Bz^2 + \frac{B^2}{3A}z - \frac{B^3}{27A^2} + Bz^2 - \frac{2B^2}{3A}z + \frac{B^3}{9A^2} + Cz - \frac{CB}{3A} + D = 0,$$

$$Az^3 + \left(\frac{3AC - B^2}{3A}\right)z + \frac{2B^3 - 9ABC + 27A^2D}{27A^2} = 0.$$

Finally, after division of both sides of the equation by A is obtained

$$z^3 + \left(\frac{3AC - B^2}{3A^2}\right)z + \frac{2B^3 - 9ABC + 27A^2D}{27A^3} = 0.$$

So, we verified that the substitution $x = z - \frac{B}{3A}$ eliminates the quadratic term, hence any general cubic equation can be reduced to its incomplete form:

$$z^3 + pz + q = 0,$$

where the coefficients p and q stand for

$$p = \frac{3AC - B^2}{3A^2} \quad \text{and} \quad q = \frac{2B^3 - 9ABC + 27A^2D}{27A^3}.$$

To find the roots of the equation $z^3 + pz + q = 0$ we earlier derived the Cardano formula

$$z = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}}$$

that involves the extraction of a cubic root from two different numbers. Each of the three values of the first

cubic root $u_1 = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}}$ must be matched with that value of the second cubic root $u_2 =$

$\sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}}$ for which is valid the relation $u_1 \times u_2 = -\frac{p}{3}$. To avoid the matching problem of different

cubic roots the Cardano formula should be written as

$$z = u_1 - \frac{p}{3u_1} = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}} - \frac{p}{3 \cdot \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}}}$$

or its equivalent form

$$z = u_2 - \frac{p}{3u_2} = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}} - \frac{p}{3 \cdot \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}}}.$$

Each of three values of root calculated by the Cardano formula gives the solution of the initial cubic equation

$$x = z - \frac{B}{3A}.$$

Solving a cubic equation using the Cardano formula

Now let us examine how using the derived formulae, we can find the roots of a cubic equation. Suppose is given the equation

$$x^3 + 9x^2 + 9x - 137 = 0,$$

so $A = 1$, $B = 9$, $C = 9$ and $D = -137$. Substitution $x = z - \frac{B}{3A} = z - \frac{9}{3 \times 1} = z - 3$ will convert the initial equation into the reduced form $z^3 + pz + q = 0$, where

$$p = \frac{3AC - B^2}{3A^2} = \frac{3 \times 1 \times 9 - 9^2}{3 \times 1^2} = -18$$

and

$$q = \frac{2B^3 - 9ABC + 27A^2D}{27A^3} = \frac{2 \times 9^3 - 9 \times 1 \times 9 \times 9 + 27 \times 1^2 \times (-137)}{27 \times 1^3} = -110,$$

so we get the reduced equation

$$z^3 - 18z - 110 = 0.$$

The discriminant is equal to

$$\Delta = \left(\frac{q}{2}\right)^2 + \left(\frac{p}{3}\right)^3 = \left(\frac{-110}{2}\right)^2 + \left(\frac{-18}{3}\right)^3 = 2809 = 53^2,$$

and for the roots of the reduced cubic equation, we get

$$z = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}} - \frac{p}{3 \cdot \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}}} = \sqrt[3]{-\frac{-110}{2} + 53} - \frac{-18}{3 \sqrt[3]{-\frac{-110}{2} + 53}} =$$

$$= \sqrt[3]{108} + \frac{6}{\sqrt[3]{108}} = 3\sqrt[3]{4} + \frac{6}{3\sqrt[3]{4}} = 3\sqrt[3]{4} + \frac{2}{\sqrt[3]{4}}.$$

Now we must take into account that any real number has three distinct cube roots, of which only one is a real number and two others are complex conjugated numbers. So, to proceed we need to find three values of $z_k = \sqrt[3]{4}$. For this purpose, we convert 4 into the polar form

$$z = 4(\cos \cos 0 + i \sin \sin 0) \quad \text{and} \quad \sqrt[3]{4} = \sqrt[3]{4} \left(\cos \cos \frac{0+2\pi k}{3} + i \sin \sin \frac{0+2\pi k}{3} \right) \quad k = 0, 1, 2.$$

So, for the three distinct values of $\sqrt[3]{4}$ we get

$$k = 0 \quad \sqrt[3]{4} \left(\cos \cos \frac{0}{3} + i \sin \sin \frac{0}{3} \right) = \sqrt[3]{4},$$

$$k = 1 \quad \sqrt[3]{4} \left(\cos \cos \frac{2\pi}{3} + i \sin \sin \frac{2\pi}{3} \right) = \sqrt[3]{4} \left(-\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}i \right),$$

$$k = 2 \quad \sqrt[3]{4} \left(\cos \cos \frac{4\pi}{3} + i \sin \sin \frac{4\pi}{3} \right) = \sqrt[3]{4} \left(-\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}i \right).$$

Consequently, the roots of the reduced cubic equation are

$$z_1 = 3\sqrt[3]{4} + \frac{2}{\sqrt[3]{4}},$$

$$z_2 = 3\sqrt[3]{4} \left(-\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}i \right) + \frac{2}{\sqrt[3]{4} \left(-\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}i \right)},$$

$$z_3 = 3\sqrt[3]{4} \left(-\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}i \right) + \frac{2}{\sqrt[3]{4} \left(-\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}i \right)}.$$

To make analysis easier let us write the values of z_1, z_2, z_3 with integer denominators

$$z_1 = 3\sqrt[3]{4} + \frac{2}{\sqrt[3]{4}} \times \frac{\sqrt[3]{2}}{\sqrt[3]{2}} = 3\sqrt[3]{4} + \sqrt[3]{2},$$

$$z_2 = 3\sqrt[3]{4} \left(-\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}i \right) + \frac{2}{\sqrt[3]{4} \left(-\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}i \right)} \times \frac{\sqrt[3]{2} \left(-\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}i \right)}{\sqrt[3]{2} \left(-\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}i \right)} = -\frac{3\sqrt[3]{4} + \sqrt[3]{2}}{2} + \frac{\sqrt{3}(3\sqrt[3]{4} - \sqrt[3]{2})}{2}i,$$

$$z_3 = 3\sqrt[3]{4} \left(-\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}i \right) + \frac{2}{\sqrt[3]{4} \left(-\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}i \right)} \times \frac{\sqrt[3]{2} \left(-\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}i \right)}{\sqrt[3]{2} \left(-\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}i \right)} = -\frac{3\sqrt[3]{4} + \sqrt[3]{2}}{2} - \frac{\sqrt{3}(3\sqrt[3]{4} - \sqrt[3]{2})}{2}i.$$

Correspondingly for the roots of initial cubic equation we get

$$x_1 = z_1 - 3 = 3\sqrt[3]{4} + \sqrt[3]{2} - 3,$$

$$x_2 = z_2 - 3 = -\frac{3\sqrt[3]{4} + \sqrt[3]{2} + 6}{2} + \frac{\sqrt{3}(3\sqrt[3]{4} - \sqrt[3]{2})}{2}i,$$

$$x_3 = z_3 - 3 = -\frac{3\sqrt[3]{4} + \sqrt[3]{2} + 6}{2} - \frac{\sqrt{3}(3\sqrt[3]{4} - \sqrt[3]{2})}{2}i.$$

We found that the equation $x^3 + 9x^2 + 9x - 137 = 0$ has one real root and two complex conjugated roots. The exact value of the real root is

$$x = 3\sqrt[3]{4} + \sqrt[3]{2} - 3.$$

General description of an iterative method

The derived analytical solution for cubic equations is rather complicated and inconvenient for calculations. Therefore, along with analytical methods, various numerical methods of solution have been also developed. These methods generate a sequence of increasingly accurate estimations of the root. A numerical method providing successive approximations of the root is referred to as the iterative method.

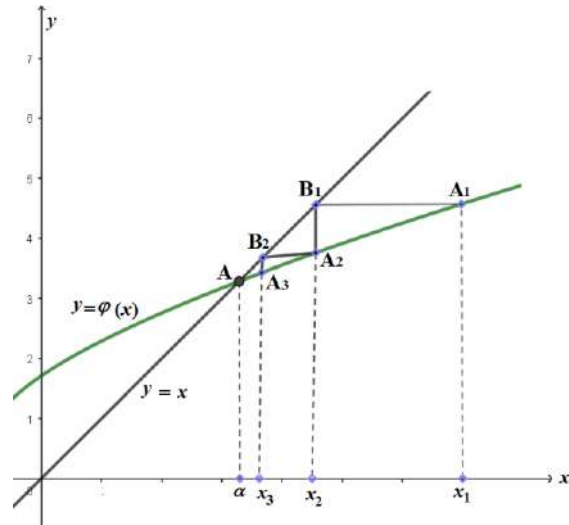
The key rule of the iterative method is as follows. Suppose we are finding the roots of the equation $f(x) = 0$. First, by the terms' rearrangement the original equation $f(x) = 0$ should be converted to the form $x = \varphi(x)$.

Then the first approximation x_1 of the root is made and the value $\varphi(x_1)$ is computed. The obtained result is accepted as the second approximation of the exact root $x_2 = \varphi(x_1)$. Continuing the procedure, after the n^{th} approximation x_n is found and then the following estimation x_{n+1} of the exact root is computed as

$$x_{n+1} = \varphi(x_n).$$

After several iterations the difference between the successive estimations becomes less than the accuracy $|x_{n+1} - x_n| < \delta$. Because $x_{n+1} = \varphi(x_n)$ $x_{n+1} \approx x_n$ we get that within the required accuracy equality $x_n \approx \varphi(x_n)$ becomes also valid. Therefore, conclude that x_n is the approximate value of the root equation $x = \varphi(x)$ and hence of the equation

The diagram alongside illustrates the method. The point A is point of intersection of the x and the curve $y = \varphi(x)$, thus x -coordinate of point denoted as α represents the exact root of the $x = \varphi(x)$. From the diagram we see that as the of points $A_1, A_2, A_3 \dots$ tends towards point A the $x_1, x_2, x_3 \dots$ approaches α .



required
and
the
we
of the
 $f(x) = 0$.
iterative
line $y =$
A
equation
sequence
sequence

Computing roots of cubic equation by successive iterations

Let us once again consider the cubic equation

$$x^3 - 18x - 110 = 0,$$

for which we have already found the exact value of the real root $\alpha = 3\sqrt[3]{4} + \sqrt[3]{2}$ via the Cardano formula. But now to compute the root we will apply a numerical iterative method using Excel spreadsheet.

For the given equation we have $f(x) = x^3 - 18x - 110$ and since

$$f(6) = 6^3 - 18 \times 6 - 137 = -29 < 0$$

and

$$f(7) = 7^3 - 18 \times 7 - 137 = 80 > 0$$

there is at least one root of the equation belonging to the interval $[6; 7]$.

To apply the iterative method, the equation $f(x) = 0$ should be rewritten as $x = \varphi(x)$. For the given equation $x^3 - 18x - 110 = 0$ we can write $x^3 = 110 + 18x$ and finally

$$x = \sqrt[3]{110 + 18x}.$$

Starting with an initial guess $x_1 = 6$ for the second approximation we get

$$x_2 = \sqrt[3]{110 + 18 \times 6} \approx 6.018461655.$$

The results of further computations are given in the table, which contains the first 12 iterations.

# of iteration, n	x_n	$x_{n+1} = \sqrt[3]{110 + 18x_n}$	$ x_n - \alpha $
1	6	6.018461655	0.022124206

3	6.01846165	6.021518197	0.003662551
3	6.0215182	6.022023943	0.000606009
4	6.02202394	6.022107618	0.000100262
5	6.02210762	6.022121461	1.65879E-05
6	6.02212146	6.022123752	2.74437E-06
7	6.02212375	6.022124131	4.54041E-07
8	6.02212413	6.022124193	7.51185E-08
9	6.02212419	6.022124204	1.24279E-08
10	6.0221242	6.022124205	2.05613E-09
11	6.02212421	6.022124206	3.40177E-10
12	6.02212421	6.022124206	5.62803E-11

As we see, from the table the accuracy of 3 decimal places is achieved after 4 iterations. To obtain the approximation of the root accurate to 6 decimal places is needed 8 iterations

$$x_8 \approx x_9 = 6.022124.$$

After 12 iterations the difference between estimated value and exact root is less than 5.63×10^{-11} . It should be noted that the number of iterations needed to achieve the required accuracy depends on how close the first estimation is to the exact value. In the considered example, the first approximation $x_1 = 6$ was already fairly close to the true root $\alpha = 3\sqrt[3]{4} + \sqrt[3]{2} = 6.0221242058\dots$, so the high accuracy of the result was achieved in a few steps.

After describing how the general iterative method works, we can now consider its particular cases: the interval halving method and the Newton-Raphson method.

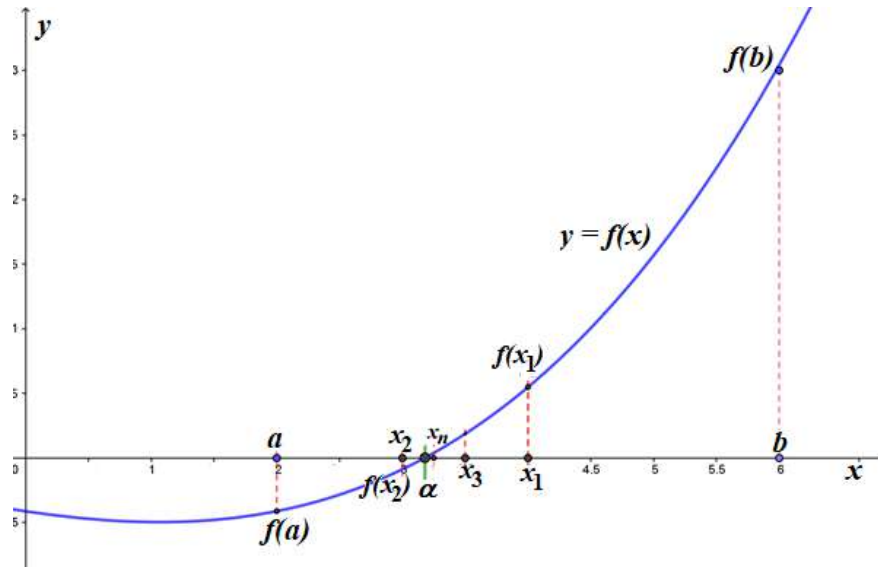
Description of Interval halving method

Suppose for the continuous function $f(x)$ we have found the interval $[a; b]$ such that $f(a)$ and $f(b)$ have opposite signs. Let for definiteness we know that $f(a) < 0$ and $f(b) > 0$. The intermediate value theorem then provides that the interval $[a; b]$ must contain at least one root $x = \alpha$ of the equation $f(x) = 0$. To localize the root the interval $[a; b]$ is bisected with the midpoint

$$x_1 = \frac{a+b}{2}.$$

Then we study the values of the function $f(x)$ in the endpoints of the intervals $[a; x_1]$ and $[x_1; b]$. The half at the ends of which the function takes values of different signs contains the desired root. Therefore, that half is accepted as a new interval, while the other half is discarded.

The chosen interval then is divided with the midpoint x_2 into two halves and a new smaller interval is selected repeating the same reasoning. The process of division is continued until the width of the obtained interval $[x_{n-1}; x_n]$ becomes less than the allowable error δ . On the diagram is shown how the interval halving method provides that successive estimations of the root x_n approach the exact root $x = \alpha$.



To examine how well the interval halving method suits the Excel spreadsheets let us solve the equation $x^3 - 18x - 110 = 0$, for which we have already found the exact value of the real root $\alpha = 3\sqrt[3]{4} + \sqrt[3]{2}$. The procedure for computation of the root in the interval [6, 7] is:

- 1) Enter column headings into cells A1 – G1.
- 2) Enter into cell A2 the left endpoint of the interval 6
- 3) Enter into cell B2 the right endpoint of the interval 7
- 4) Enter into cell C2 the expression for the interval midpoint =(A2+B2)/2
- 5) Enter into cell D2 the expression for error =B2-A2
- 6) Enter into cell E2 the expression for function =A2^3-18*A2-110
- 7) Copy the formula from E2 into the cells F2 and G2. The row 2 now contains results of the first estimation
- 8) Enter into cell A3 the sign determining condition =IF(E2*G2<0;A2;C2)
- 9) Enter into cell B3 the condition =IF(E2*G2<0;C2;B2)
- 10) Mark the cells C2:G2 and copy formulae into cells C3:G3. The row 3 now contains results of the second estimation.
- 11) Mark the cells A3:G3 and copy formulae to adjacent cells of the rows below A4:G4, A5:G5 and so on. Each new row will contain results of successive estimation.
- 12) In column C choose the root corresponding to required accuracy.

The table below is the fragment of the spreadsheet containing results of twenty iterations. The successive estimations of the root are given in column C.

	A	B	C	D	E	F	G
1	a	b	xn	b-a	f(a)	f(b)	f(x)
2	6	7	6.5	1	-2	107	47.625
3	6	6.5	6.25	0.5	-2	47.625	21.64063
4	6	6.25	6.125	0.25	-2	21.64063	9.533203
5	6	6.125	6.0625	0.125	-2	9.533203	3.695557

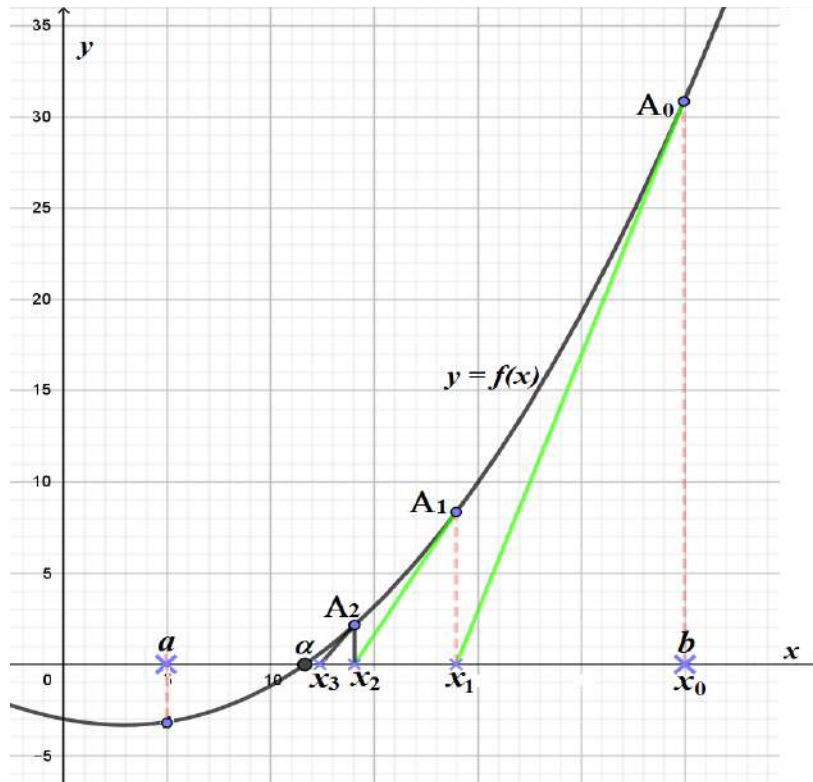
6	6	6.0625	6.03125	0.0625	-2	3.695557	0.830109
7	6	6.03125	6.015625	0.03125	-2	0.830109	-0.58935
8	6.015625	6.03125	6.023438	0.015625	-0.58935	0.830109	0.119276
9	6.015625	6.023438	6.019531	0.007813	-0.58935	0.119276	-0.23531
10	6.019531	6.023438	6.021484	0.003906	-0.23531	0.119276	-0.05809
11	6.021484	6.023438	6.022461	0.001953	-0.05809	0.119276	0.030577
12	6.021484	6.022461	6.021973	0.000977	-0.05809	0.030577	-0.01376
13	6.021973	6.022461	6.022217	0.000488	-0.01376	0.030577	0.008407
14	6.021973	6.022217	6.022095	0.000244	-0.01376	0.008407	-0.00268
15	6.022095	6.022217	6.022156	0.000122	-0.00268	0.008407	0.002865
16	6.022095	6.022156	6.022125	6.1E-05	-0.00268	0.002865	9.43E-05
17	6.022095	6.022125	6.02211	3.05E-05	-0.00268	9.43E-05	-0.00129
18	6.02211	6.022125	6.022118	1.53E-05	-0.00129	9.43E-05	-0.0006
19	6.022118	6.022125	6.022121	7.63E-06	-0.0006	9.43E-05	-0.00025
20	6.022121	6.022125	6.022123	3.81E-06	-0.00025	9.43E-05	-7.9E-05
21	6.022123	6.022125	6.022124	1.91E-06	-7.9E-05	9.43E-05	7.69E-06

As we see the convergence is rather slow: to find the root accurate to five decimal places is needed 20 iterations.

Description of Newton-Raphson Method

Newton-Raphson method exploits the concepts of the tangent to the curve and the derivative function to develop the technique of finding the roots of an equation. Suppose the interval $[a; b]$ contains the root $x = \alpha$ of the equation $f(x) = 0$, where the function $f(x)$ is monotonous and has no points of inflection on the interval $[a; b]$. In other words, the first and the second derivatives $f'(x)$ and $f''(x)$ are continuous and do not change the sign on the interval $[a; b]$.

The Newton-Raphson method is illustrated on the diagram below. The basics of method is that at k^{th} iteration the tangent to the curve $y = f(x)$ is drawn in the point $(x_k, f(x_k))$ and the point where the tangent crosses the x-axis is found. For initial estimation x_0 is taken that end of the interval $[a; b]$ for which $f(x_0) \times f''(x_0) > 0$.



Now we need to derive the expression relating x_{k+1} with x_k .

The equation of the tangent drawn to the curve $y = f(x)$ at point $A_0(x_0, f(x_0))$ is

$$y - f(x_0) = f'(x_0)(x - x_0) .$$

To find the x-intercept of tangent line we substitute in the above equation $y = 0$, $x = x_1$. We get $0 - f(x_0) = f'(x_0)(x_1 - x_0)$, from which is obtained

$$x_1 = x_0 - \frac{f(x_0)}{f'(x_0)} .$$

Then we draw the tangent at the point $A_1(x_1, f(x_1))$, and find x_2 :

$$x_2 = x_1 - \frac{f(x_1)}{f'(x_1)} .$$

Continuing in the same way, we get the sequence x_0, x_1, x_2, \dots , in which each following approximation x_{k+1} is obtained from the previous term x_k through the relationship:

$$x_{k+1} = x_k - \frac{f(x_k)}{f'(x_k)} .$$

Iteration process is stopped when $f(x_k)$ becomes sufficiently small (for example, $|f(x_k)| < 10^{-3}$) or the difference between x_k and x_{k+1} becomes less than the required accuracy.

Computing roots of cubic equation by the Newton-Raphson method

Let us compute the root of equation $x^3 + 9x^2 + 9x - 137 = 0$ with accuracy $\delta = 10^{-6}$ applying the Newton-Raphson method. For this equation we earlier found the exact root $\alpha = 3\sqrt[3]{4} + \sqrt[3]{2} - 3$. The first and second derivatives of the function $f(x) = x^3 + 9x^2 + 9x - 137$ are

$$f'(x) = 3x^2 + 18x + 9 \quad \text{and} \quad f''(x) = 6x + 18 .$$

The Excel spreadsheet used for computations is shown below

	A	B	C	D	E
--	---	---	---	---	---

1	Finding the root of the equation $x^3 + 9x^2 + 9x - 137 = 0$ in the interval [3; 4] using the Newton-Raphson method				
2	Accuracy=	0.000001			
3	X(k)	Function f(xk)	First derivative f'(xk)	Second derivative f''(x)	f(x)·f''(x)
4	3	=A4^3+9*A4^2+9*A4-137	=3*A4^2+18*A4+9	=6*A4+18	=B4*D4
5	4	=A5^3+9*A5^2+9*A5-137	=3*A5^2+18*A5+9	=6*A5+18	=B5*D5
	Start of iterations				
6	=A5-B5/C5	=A5^3+9*A5^2+9*A5-137	=3*A5^2+18*A5+9	=6*A5+18	=B5*D5
7	Row 6 is copied until B(n) < ε. The root appears in the cell A(n)				

The above procedure results

	A	B	C	D	E
1	Finding the root of the equation $x^3 + 9x^2 + 9x - 137 = 0$ in the interval [3; 4] using the Newton-Raphson method				
2	Accuracy=	0.000001			
3	X(k)	Function f(xk)	First derivative f'(xk)	Second derivative f''(x)	f(x)·f''(x)
4	3	-2	90	36	-72
5	4		129	42	4494
	X(k)	Start of iterations			
6	4	107	129	42	4494
7	3.170543	13.87732	96.22679	37.02326	513.7837
8	3.026328	0.382004	90.94988	36.15797	13.81247
9	3.022128	0.000319	90.79807	36.13277	0.011521
10	3.022124	2.23E-10	90.79794	36.13275	8.05E-09
11	3.022124	0	90.79794	36.13275	0

As we see from the above table after five iterations the root $x = 3.022124$ accurate to six decimal places is obtained. The left-hand side of the equation $x^3 + 9x^2 + 9x - 137 = 0$ at $x = 3.022124$ differs from 0 less than 2.3×10^{-12} .

Comparing numerical methods of root-finding

It is clear that the practical value of numerical methods of root-finding is much broader than solving cubic equations. Particularly, they can be used to solve algebraic equations of arbitrary high degree. The rate of convergence showing the amount of computations needed to obtain the result is an important characteristic of the numerical method. So it is interesting to compare which numerical method is faster. For this purpose let us solve the 5th degree equation $(x - 2.072888)(x^4 + x + 5) = 0$ having the obvious root $\alpha = 2.072888$ by all three numerical methods. Below in the table are given estimations of the root obtained by the first 25 iterations, where $\delta_n = |x_n - \alpha|$ shows the error of the nth iteration.

Successive estimations of the root of the equation $(x - 2.072888)(x^4 + x + 5) = 0$ obtained by different numerical methods

Iteration #	Simple iterations		Bisection Method		Newton Method	
	x_n	δ_n	x_n	δ_n	x_n	δ_n
1	2	0.072888	2.5	0.427112	3	0.927112
2	2.020529	0.052359	2.25	0.177112	2.565847	0.492959
3	2.035198	0.03769	2.125	0.052112	2.269592	0.196704
4	2.045717	0.027171	2.0625	0.010388	2.115669	0.042781
5	2.053282	0.019606	2.09375	0.020862	2.075358	0.00247
6	2.05873	0.014158	2.078125	0.005237	2.072897	8.72E-06
7	2.062659	0.010229	2.070313	0.002575	2.072888	1.09E-10
8	2.065495	0.007393	2.074219	0.001331	2.072888	0
9	2.067544	0.005344	2.072266	0.000622	2.072888	0
10	2.069024	0.003864	2.073242	0.000354	2.072888	0
11	2.070094	0.002794	2.072754	0.000134	2.072888	0
12	2.070867	0.002021	2.072998	0.00011	2.072888	0
13	2.071426	0.001462	2.072876	1.2E-05	2.072888	0
14	2.071831	0.001057	2.072937	4.9E-05	2.072888	0
15	2.072123	0.000765	2.072906	1.85E-05	2.072888	0
16	2.072335	0.000553	2.072891	3.24E-06	2.072888	0
17	2.072488	0.0004	2.072884	4.39E-06	2.072888	0
18	2.072599	0.000289	2.072887	5.79E-07	2.072888	0
19	2.072679	0.000209	2.072889	1.33E-06	2.072888	0
20	2.072737	0.000151	2.072888	3.74E-07	2.072888	0
21	2.072778	0.00011	2.072888	1.03E-07	2.072888	0
22	2.072809	7.92E-05	2.072888	1.36E-07	2.072888	0
23	2.072831	5.73E-05	2.072888	1.67E-08	2.072888	0
24	2.072847	4.15E-05	2.072888	4.29E-08	2.072888	0
25	2.072858	3E-05	2.072888	1.31E-08	2.072888	0

As we see from the table, it took 20 iterations for the bisection method to obtain the root accurate to six decimal places, while the Newton-Rapson method achieved the same result in 7 iterations. The simple iteration method even after 25 iterations produced the estimation accurate only to four decimal places.

Reflections on the analytical solution

In my study I mainly dealt with cubic equations. In my opinion, the analytical solution of a cubic equation should be considered as a remarkable achievement of medieval mathematics which does not lose its importance till today. First, it greatly contributed to the development of algebra and I appreciate the

inventive power of mathematicians who obtained the closed-form solution. Further I discovered that rather unexpected numerical identities can be produced from the Cardano formula.

Let us consider the cubic equation

$$x^3 + 9x - 10 = 0,$$

which has one real root $x = 1$ (the graph of the function $f(x) = x^3 + 9x - 10$ is shown alongside). On the other hand, for the equation

$$x^3 + px + q = 0$$

using the Cardano formula

$$x = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{\Delta}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{\Delta}},$$

$$\Delta = \frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}$$

we have

$$\Delta = \frac{(-10)^2}{4} + \frac{9^3}{27} = 52$$

and

$$x = \sqrt[3]{5 + \sqrt{52}} + \sqrt[3]{5 - \sqrt{52}}.$$

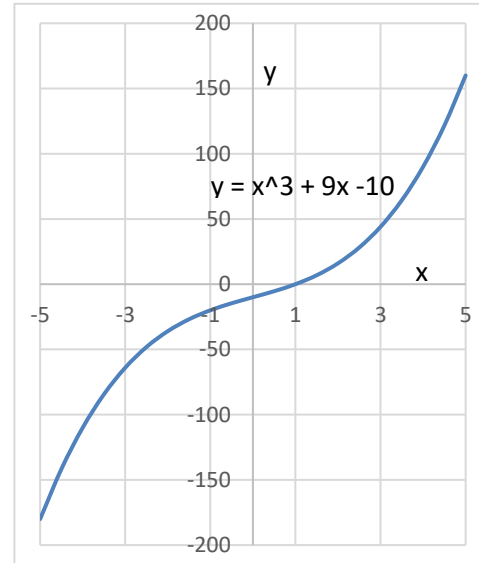
So, we get that

$$\sqrt[3]{5 + \sqrt{52}} + \sqrt[3]{5 - \sqrt{52}} = 1.$$

Similarly, the equation $x^3 + 3x - 4 = 0$ which has the root $x = 1$ produces the identity

$$\sqrt[3]{2 + \sqrt{5}} + \sqrt[3]{2 - \sqrt{5}} = 1.$$

Even more unexpected coincidence was revealed when I tried to verify the above identity. Calculating the cubic root I get $\sqrt[3]{2 + \sqrt{5}} \approx 1.61803\dots$, in which the golden ratio $\varphi = \frac{\sqrt{5}+1}{2} \approx 1.61803\dots$ is immediately recognized. Similarly, $\sqrt[3]{2 - \sqrt{5}} \approx -0.61803\dots = -\frac{1}{\varphi}$. These relationships seem engaging to me and I will try to explain them in my future studies.



obvious

Reflections on numerical methods

Numerical analysis is an inevitable part of the root-finding process. Even when we deal with quadratic equations and therefore the solution is straightforward, we need to extract the root from the discriminant which in the real-world problems is not necessarily a perfect square. The calculation problems even more arise in cubic equations in which, according to the Cardano formula, we need to extract both square and cubic roots. Thus some numerical methods are still used even when closed-form solutions are known.

To calculate $\sqrt[n]{A}$, where A is a positive number and n is some natural number $n \geq 2$, is the same as to solve the equation

$$x^n - A = 0.$$

Let us apply the Newton-Raphson method. We have

$$f(x) = x^n - A \text{ and } f'(x) = nx^{n-1}$$

So, the successive iterations are related through the expression

$$x_{k+1} = x_k - \frac{x_k^n - A}{nx_k^{n-1}}$$

which in case of quadratic root ($n = 2$) and cubic root ($n = 3$) yields

$$x_{k+1} = x_k - \frac{x_k^2 - A}{2x_k} \quad \text{for } \sqrt{A}$$

$$x_{k+1} = x_k - \frac{x_k^3 - A}{3x_k^2} \quad \text{for } \sqrt[3]{A}.$$

To illustrate how the method works let us apply the above formulae to find the values of $\sqrt{4271}$ and $\sqrt[3]{4271}$ with accuracy 0.00001 (the first five decimals in consecutive approximations remain the same). As the initial approximation x_1 we can take 60 for $\sqrt{4271}$ and 20 for $\sqrt[3]{4271}$. Further calculations are given in the table

	$\sqrt{4271}$	$\sqrt[3]{4271}$
x_1	60	20
x_2	65.591667	16.8925
x_3	65.353323	16.250747
x_4	65.352888	16.224736
x_5	65.352888	16.224694
x_6	65.352888	16.224694
x_7	65.352888	16.224694

As we see from the above table, four iterations is sufficient to provide the result for $\sqrt{4271}$ accurate to five decimal places, while for $\sqrt[3]{4271}$ it takes one more iteration. I think that the number of iterations needed to achieve the required accuracy depends on how close the initial guess is to the exact value.

In given research I considered three numerical methods of root-finding. The method of simple iterations turned out to converge slowly but gives a good idea of the process of successive approximations. The bisection method provides a rather slow approach to the root because the interval length is only halved in each iteration. The main advantage of the bisection method is that it always converges - it does not require any additional investigation, given that the function has opposite signs on the ends of the interval. In my opinion due to its reliability the interval halving method provides an appropriate computational algorithm when the accuracy 0.001 is sufficient. If higher accuracy is required, the Newton-Raphson method is preferable. Among considered methods the Newton-Raphson method has the highest rate of convergence but is applicable only for monotonous functions, not containing points of inflexion. Summarizing, we can readily conclude that the Newton-Raphson method is a powerful iterative technique of finding the roots of an algebraic equation of arbitrary high degree.

Use of technology

On all stages of exploration to verify the obtained results I used a graphing display calculator TI-84. I am surprised that sometimes the calculator gives accurate results without rounding errors.



It turned out to be difficult to transfer graphs and tables from GDC into word

document. So, to perform computations and compile tables, charts and graphs I used Microsoft Excel Spreadsheets. To graph the functions, I also used Geogebra. Exploiting Excel and Geogebra I acquired valuable practice and developed skills for my future studies and engagements.

Bibliography

Ron Larson, Bruce H. Edwards. 2010. *Calculus*. 9th edition. Brooks/Cole, Cengage Learning

David Martin, Robert Haese. 2012. Mathematics for the international students, “*Mathematics HL (Core)*” third edition

Catherine Quinn, Chris Sangwin, Robert Haese. 2013. Mathematics for the international student. “*Mathematics HL (Option): Calculus*”. Published by Haese Mathematics

Michael Haese, Mark Humphries, Chris Sangwin, Ngoc Vo. 2019. “*Mathematics: Applications and Interpretation HL*”. Marlestone, Haese Mathematics

Alexander G. Kurosh. 1987, “*Algebraic Equations of Higher Degree*”, Mir publishers, Moscow

Nikolay Y. Vilenkin. 1985, “*Successive Approximations*”, publishing house “Nauka”, Moscow

“*Introduction to Numerical Analysis*”. MIT course. [online]

<https://ocw.mit.edu/courses/mathematics/18-330-introduction-to-numerical-analysis-spring-2012/> [accessed 15 December,2022]

Kendall E. Atkinson. 2020. “*Introduction to Numerical Analysis*”, [online]

http://www.math.science.cmu.ac.th/docs/qNA2556/ref_na/Katkinson.pdf [accessed 5 February 2022]

Numerical Methods for finding roots of Transcendental Equations

Ana-Maria Iakobidze, IB DP 12

The rationale of study

Apart from mathematics, I am also interested in computer sciences and economics. Therefore, I am mainly concerned with problems related to the applications of mathematics in both economics and computer science. Numerical analysis is an area where mathematics and computer science overlap, but it is of particular importance for economics as well. For example, when we treat a typical economic problem, such as profit maximization we need to find the stationary points of the profit function and thus to solve the equation. However, the realistic, not oversimplified models of profit function in addition to powers of the variable may contain also exponential or logarithmic terms. This results in a transcendental equation for which no closed-form solutions exist. To approximate the roots of transcendental equations several numerical methods are developed and obviously, it is interesting to know which numerical method provides the solution with less amount of computation. So, in solving transcendental equations computer science is also involved.

In my opinion, the root-finding problem is of primary importance for applications of mathematics in economics. Therefore, for my math exploration, I decided to study what numerical methods are developed and what number of computations are needed to solve a transcendental equation.

To illustrate how the numerical methods work first I will deduce an algorithm for extracting the roots. Then I will analyze the numerical methods developed for the solution of equations. Finally, I intend to use Excel spreadsheets and solve the same transcendental equation applying different numerical methods. The spreadsheets will allow me to compare the number of computations needed to achieve the required accuracy by the different numerical methods.

Calculating k -th roots of b using method of successive approximations

Let's consider the equation

$$x^k - b = 0,$$

where b is a positive number and k is some natural number, $k \geq 2$. To find the roots of the equation we need to calculate $\sqrt[k]{b}$. Suppose by rough estimation we found the first approximation x_1 for the required $\sqrt[k]{b}$. Let ε_1 denotes the error of the first approximation:

$$x_1 - \sqrt[k]{b} = \varepsilon_1.$$

So, we have

$$x_1 + \varepsilon_1 = \sqrt[k]{b},$$

and

$$(x_1 + \varepsilon_1)^k = b.$$

Applying the binomial expansion, we get

$$x_1^k + kx_1^{k-1}\varepsilon_1 + \frac{k(k-1)}{2!}x_1^{k-2}\varepsilon_1^2 + \frac{k(k-1)(k-2)}{3!}x_1^{k-3}\varepsilon_1^3 + \dots + \varepsilon_1^k = b.$$

We can assume that the estimation x_1 is rather close to $\sqrt[k]{b}$. So, the error ε_1 is small and thus the powers $\varepsilon_1^2, \varepsilon_1^3, \dots, \varepsilon_1^k$ can be neglected. Therefore, we can write the approximate equality

$$x_1^k + kx_1^{k-1}\varepsilon_1 \approx b.$$

Solving for ε_1 we get

$$\varepsilon_1 \approx \frac{b-x_1^k}{kx_1^{k-1}}.$$

For the second approximation of the required $\sqrt[k]{b}$ is taken the value

$$x_2 = x_1 + \frac{b-x_1^k}{kx_1^{k-1}} = \frac{b+(k-1)x_1^k}{kx_1^{k-1}}.$$

Likewise, using the second approximation x_2 we find the third approximation

$$x_3 = \frac{b+(k-1)x_2^k}{kx_2^{k-1}}.$$

Continuing the pattern, we derive the formula relating the n -th approximation x_n and the following approximation:

$$x_{n+1} = \frac{b+(k-1)x_n^k}{kx_n^{k-1}}.$$

This is the general expression allowing for the chosen initial approximation x_1 to find the sequence $x_2, x_3, x_4, \dots, x_n, \dots$ which approaches the exact value of $\sqrt[k]{b}$. In practice the sequence is proceeded until the values x_n and x_{n+1} will not differ more than the required accuracy.

Adopting the general formula to square, cube and quartic roots, i.e. for $k = 2, 3, 4$ we get respectively

$$x_{n+1} = \frac{b+x_n^2}{2x_n} \rightarrow \sqrt{b},$$

$$x_{n+1} = \frac{b+2x_n^3}{3x_n^2} \rightarrow \sqrt[3]{b},$$

$$x_{n+1} = \frac{b+3x_n^4}{4x_n^3} \rightarrow \sqrt[4]{b}.$$

Let's apply the above formulae to find the values of $\sqrt{29.857}, \sqrt[3]{29.857}$ and $\sqrt[4]{29.857}$ with accuracy 0.00001 (the first five decimals in consecutive approximations remain the same). As the initial approximation x_1 we can take 5 for $\sqrt{29.857}, 3$ for $\sqrt[3]{29.857}$ and 2 for $\sqrt[4]{29.857}$. Further calculations are given in the Table 1 below:

Table 1. Computation of roots $\sqrt{29.857}, \sqrt[3]{29.857}, \sqrt[4]{29.857}$

	$\sqrt{29.857}$	$\sqrt[3]{29.857}$	$\sqrt[4]{29.857}$
x_1	5	3	2
x_2	5.4857	3.105815	2.433031
x_3	5.464198	3.102292	2.343028
x_4	5.464156	3.102288	2.337573
x_5	5.464156	3.102288	2.337553
x_6	5.464156	3.102288	2.337553

As we see from the above table, three iterations were sufficient to obtain values of roots $\sqrt{29.857}$ and $\sqrt[3]{29.857}$ accurate to five decimal places, while to achieve the same accuracy for $\sqrt[4]{29.857}$ it took one iteration more. Generally, the amount of calculations increases with the degree of the root extracted. Number of iterations depends on the required accuracy and how close the initial estimation is to the exact value.

Bisection method

Suppose is given the equation $f(x) = 0$, where $f(x)$ is a function continuous on the interval $[a; b]$. Further let us assume that $f(a) \times f(b) < 0$. This means that $f(a)$ and $f(b)$ takes opposite signs on the interval endpoints and in such case the interval $[a; b]$ necessarily contains at least one root of the equation $f(x) = 0$. As the initial approximation, x_0 , the midpoint of the interval $[a; b]$ is accepted:

$$x_0 = \frac{a+b}{2}.$$

If by accident occurs that $f(x_0) = 0$ then x_0 is the root we are looking for. If $f(x_0) \neq 0$ then from the halves $[a; x_0]$ and $[x_0; b]$ is left that interval on the ends of which the function $f(x)$ has the opposite signs. So, the interval $[a; x_0]$ is retained if $f(a) \times f(x_0) < 0$, otherwise is chosen the interval $[x_0; b]$. The true root ξ of the equation $f(x) = 0$, therefore, belongs to the retained interval.

To proceed iterations the retained interval then is once again bisected, the new midpoint x_1 is found and new smaller interval is selected according to the same reasoning. The process of bisecting is continued until the width of the interval $[x_n; x_{n+1}]$ becomes less than the prescribed accuracy $|x_{n+1} - x_n| < \varepsilon$. The final approximation of root is then calculated as:

$$x = \frac{x_n + x_{n+1}}{2}.$$

Obviously, the smaller is the required ε the more accurate approximation is obtained, however to approach it more iterations have to be carried out. The diagram below illustrates how interval halving method provides that the approximations x_n approach the true root ξ .

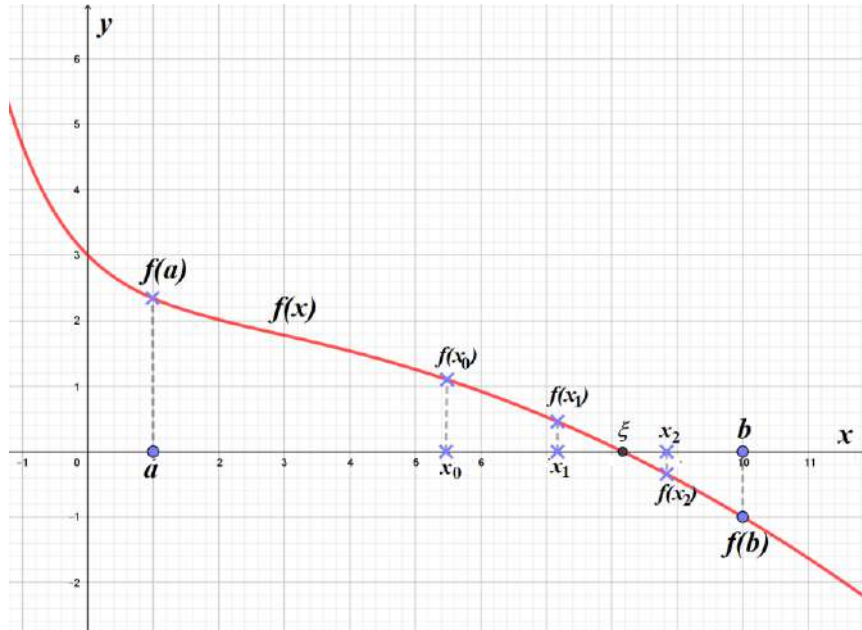


Figure 1. Approaching the root of the equation $f(x)=0$ by the interval halving method

Method of chords

Let's once again address the equation $f(x) = 0$, where $f(x)$ is a continuous and monotonous function on the interval $[a; b]$. It also is given that $f(a) \cdot f(b) < 0$ and for definiteness let us assume that $f(b) > 0$. To find the first approximation of the root x_1 we divide the interval $[a; b]$ into two parts, but unlike the bisection method, the point of division $T(x_1, 0)$ is obtained by the chord joining the graph points $P(a; f(a))$ and $Q(b; f(b))$ as it is shown on the chart below.

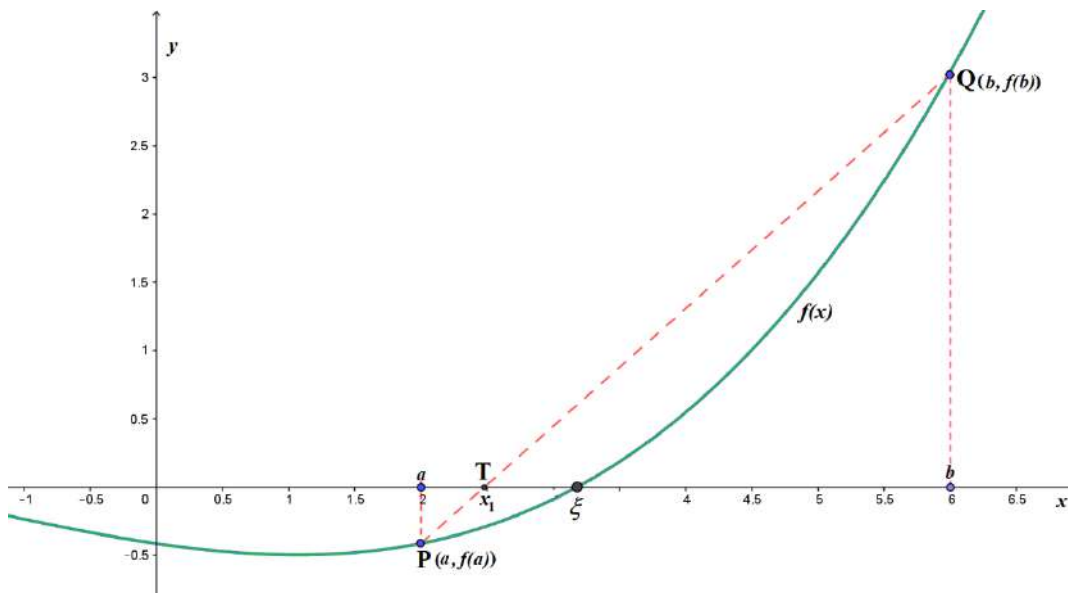


Figure 2. Division of the interval $[a; b]$ by the chord

From the similarity of the triangles ΔPaT and ΔQbT follows the proportion

$$\frac{aT}{bT} = \frac{aP}{bQ}$$

Expressing in the above equation the segments through the x-coordinate of the point of division and the coordinates of the endpoints we get

$$\frac{x_1 - a}{b - x_1} = -\frac{f(a)}{f(b)}$$

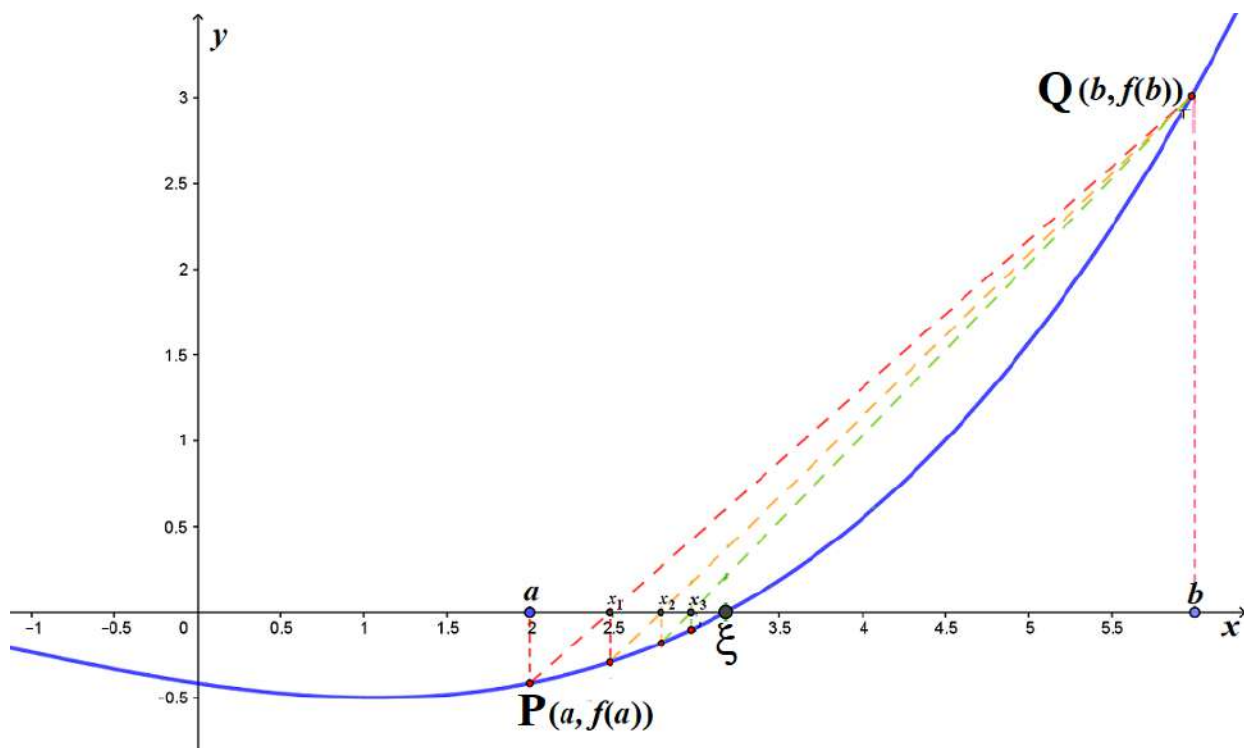
from which for x_1 we find

$$x_1 = a - \frac{f(a)}{f(b) - f(a)} \cdot (b - a)$$

The calculated value of x_1 is considered as a new endpoint of the interval which contains the true root of the equation $f(x) = 0$. So, the new chord joining the endpoints on the graph can be drawn and thus the second approximation of the root x_2 can be calculated. For the relationship between the two consecutive approximations we get

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f(x_n) - f(x_{n-1})} \cdot (x_n - x_{n-1})$$

On the chart below is shown how the method of chords approaches the exact root $x = \xi$ of the equation $f(x) = 0$. The iterative process is continued until the required accuracy is reached.



The method of chords displays a more rapid approach to the exact root than the bisection method.

method displays

Newton-Raphson Method

Suppose the interval $[a; b]$ contains the root $x = \xi$ of the equation $f(x) = 0$. Let us assume about the function $f(x)$ that the first and the second derivatives $f'(x)$ and $f''(x)$ both are continuous and do not change the sign on the interval $[a; b]$. This means that on the interval $[a; b]$ the function $f(x)$ is monotonous, its graph has no turning points and on the whole interval $[a; b]$ is strictly convex or strictly concave.

The process of attaining the true root begins with the first estimation x_1 , which is found simply by guessing. At the point $(x_1, f(x_1))$ we draw the tangent to the graph $y = f(x)$ and find where it crosses the x -axis. This new value, x_2 , is the second estimation of the root and the pattern is repeated. The chart below describes the geometrical essence of the Newton-Raphson method.

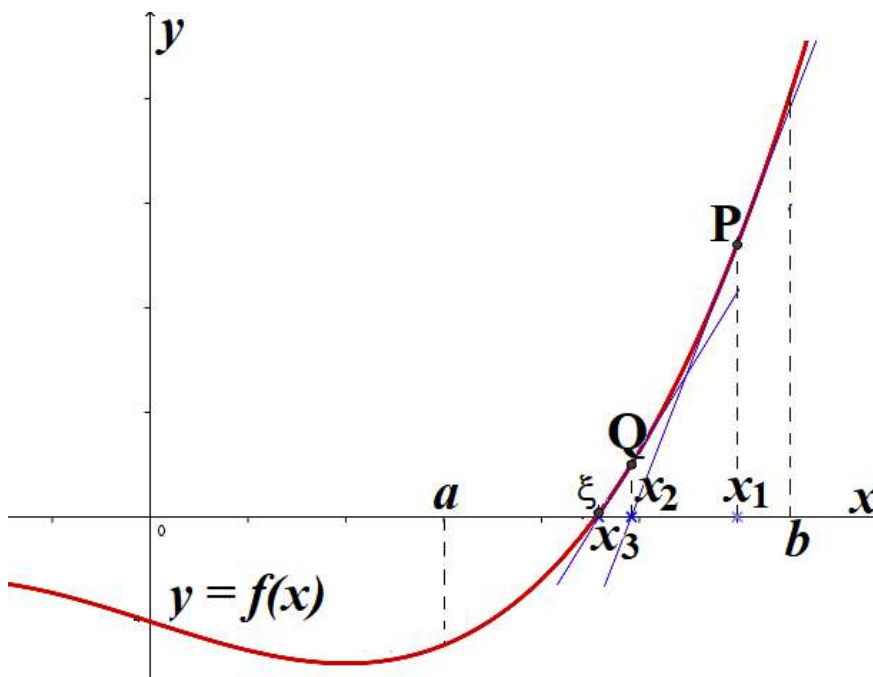


Figure 4. Approaching the true root of the equation $f(x) = 0$ by Newton-Raphson method

To start with we need to express x_2 via x_1 . The gradient of the tangent is equal to $f'(x_1)$ and the tangent passes through the point $P(x_1, f(x_1))$. So, the equation of tangent line is

$$y - f(x_1) = f'(x_1)(x - x_1) .$$

To find x_2 we in the above equation substitute $y = 0$, $x = x_2$. This results in the equation $0 - f(x_1) = f'(x_1)(x_2 - x_1)$, from which we get

$$x_2 = x_1 - \frac{f(x_1)}{f'(x_1)} .$$

Similarly, we draw the tangent line to the curve at the point $Q(x_2, f(x_2))$. So for the third approximation we can write:

$$x_3 = x_2 - \frac{f(x_2)}{f'(x_2)} .$$

We can continue this process and produce the sequence of approximations x_1, x_2, x_3, \dots . Every next approximation x_{n+1} is obtained from the previous value x_n through the relationship:

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}.$$

the value of x_n for which $f(x_n)$ becomes sufficiently small (for example, $f(x_n) < 0.001$) or the values of x_n and x_{n+1} do not differ more than the required accuracy, the iteration process is stopped and x_n is considered as the approximate value of the root of the equation $f(x) = 0$.

Computation of roots of transcendental equation using the Microsoft Excel spreadsheet

Suppose is given the transcendental equation

$$\ln(x^4 + 5) + x^3 - 16x - 7 = 0,$$

for which is evident that no closed-form solution exists. Our goal is to approximate its root using Microsoft Excel spreadsheet.

First of all, we need to find the intervals containing the possible roots. For this purpose, we tabularize the function $f(x) = \ln(x^4 + 5) + x^3 - 16x - 7$ on the interval $[-5; 5]$. Dividing the interval $[-5; 5]$ into 10 adjacent subintervals we get for the step width

$$h = \frac{b-a}{n} = \frac{5-(-5)}{10} = 1.$$

Let the column A contains the values of variable x ranging from -5 to 5. In the cell A3 we input -5, which is the left end of the interval $[-5; 5]$. In the cell A4 we enter =A3+1. To compute the values of the function $f(x) = \ln(x^4 + 5) + x^3 - 16x - 7$ in the cell B3 we input =LN(B3^4+5)+B3^3-16*B3-7. Finally, using the fill marker, the contents of the cells A4 and B4 are copied until the right end of the interval $x = 5$. Below is shown the corresponding fragment of the spreadsheet

	A	B	C	D
	x	f(x)		
1	Isolation of roots for the equation $\ln(x^4 + 5) + x^3 - 16x - 7 = 0$ on the interval $[-5; 5]$			
2	x	f(x)		
3	-5	=LN(B3^4+5)+B3^3-16*B3-7		
4	=A3+1	The cell B3 is copied		
5	Using the fill marker the cells A4 and B4 are copied till the right end of the interval ($x=5$) is reached			

The table below contains the results of computations

A	B
x	f(x)
-5	-45.5543
-4	-1.43548
-3	18.45435
-2	20.04452
-1	9.791759

0	-5.39056
1	-20.2082
2	-27.9555
3	-23.5457
4	-1.43548
5	44.44572

From the above table we find that there are three pairs of neighboring cells, namely $[-4; -3]$, $[-1; 0]$ and $[4; 5]$ where the function changes the sign and therefore each of these intervals contains zeros of the function $f(x) = \ln(x^4 + 5) + x^3 - 16x - 7$. The graph below illustrates the x-intercepts of the function $f(x) = \ln(x^4 + 5) + x^3 - 16x - 7$ and corresponding intervals containing the roots are easily identified.

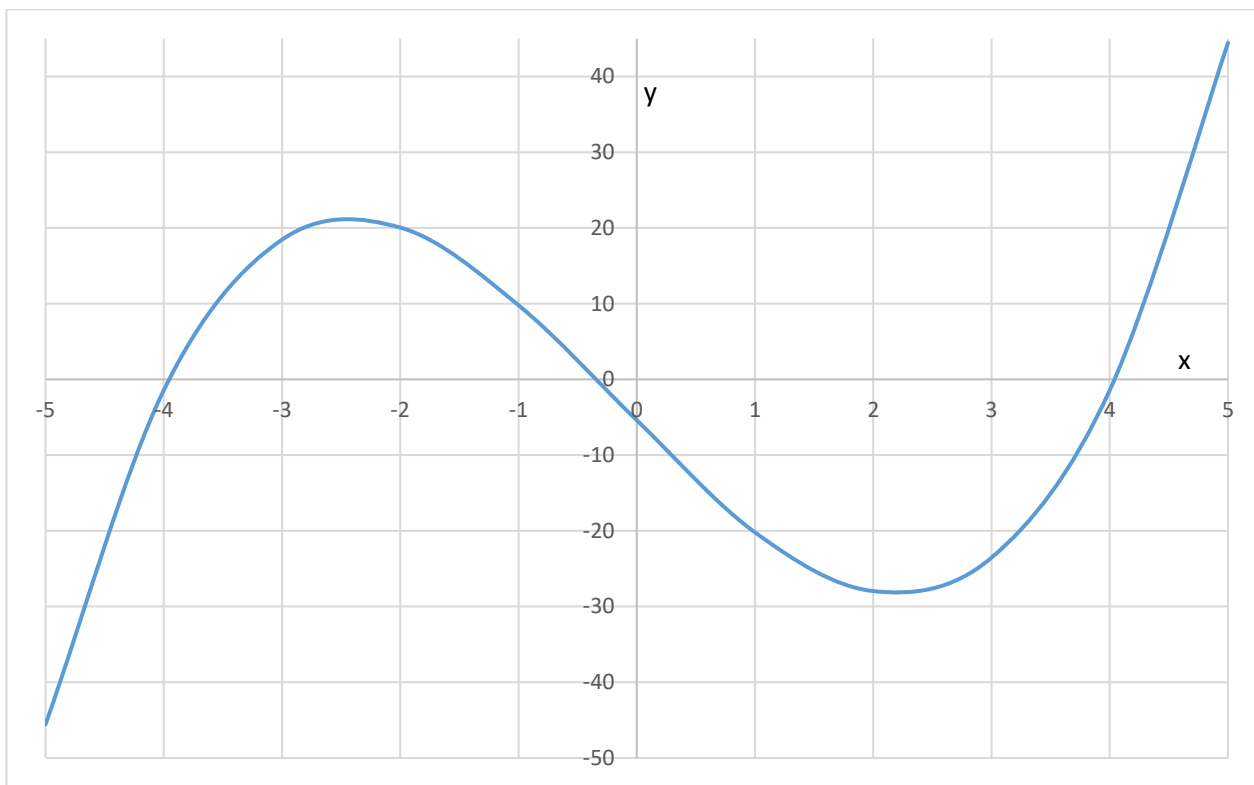


Figure 5. By graphing the function $f(x) = \ln(x^4 + 5) + x^3 - 16x - 7$ three x-intercepts in the intervals $[-4; -3]$, $[-1; 0]$ and $[4, 5]$ are revealed

Computation of roots by interval halving method

Using the Microsoft Excel spreadsheet let us find the root of the equation

$$\ln(x^4 + 5) + x^3 - 16x - 7 = 0$$

belonging to the interval $[-1; 0]$ applying the bisection method. In the columns A, B and C are carried out the following operations:

- in the column A the coordinates of the interval midpoints, x_n are computed,

- in the column B the values of the function $f(x) = \ln(x^4 + 5) + x^3 - 16x - 7$ at the interval midpoints, $f(x_n)$, are computed.
- in the column C is identified the endpoint which satisfies the condition $f(A_i) \times f(C_i) < 0$,
- in the column D is checked the condition of terminating the iterations: if the width of the interval exceeds the required accuracy, then the iteration is continued, otherwise into the cell D(n) is written 0.

Below is given the fragment of spreadsheet performing the above described procedure. The approximate values of the required root are obtained in the cells A_n and C_n .

	A	B	C	D
1	Approximation of root of the equation $\ln(x^4 + 5) + x^3 - 16x - 7 = 0$ in the interval $[-1; 0]$ with accuracy 0.01 using interval halving method			
2	Accuracy =	0.01		
3	Calculation of the interval midpoint	Function evaluation	Selection of the left half or right half	Checking the termination condition for iterations
4	-1	=LN(A4^4+5)+A4^3-16*A4-7	0	
5	=(A4+C4)/2	=LN(A5^4+5)+A5^3-16*A5-7	=IF(B4*B5<0,A4,C4)	=IF(ABS(A5-C5)<B2,0,ABS(A5-C5))
6	Row 5 is copied until it appears "0" in the cell D(n)			

n	Root value		Root value	0

It is interesting to know how the number of iterations, N , is affected by the required accuracy, Δ . To find out how N depends on Δ , the root is approximated first with lower accuracy $\Delta = 0.01$ and then with higher accuracy $\Delta = 0.001$. The output of computation for $\Delta = 0.01$ is given in the table below

	A	B	C	D
1	Finding the root of the equation $\ln(x^4 + 5) + x^3 - 16x - 7 = 0$ in the interval $[-1; 0]$ with accuracy 0.01 using the Bisection Method			
2	Accuracy =	0.01		
3	Calculation of the interval midpoint	Function evaluation	Selection of the left or right half	Checking the termination condition for iterations
4	-1	9.791759	0	
5	-0.5	2.49686	0	0.5
6	-0.25	-1.40541	-0.5	0.25
7	-0.375	0.560651	-0.25	0.125
8	-0.3125	-0.41917	-0.375	0.0625
9	-0.34375	0.071608	-0.3125	0.03125
10	-0.32813	-0.17357	-0.34375	0.015625
11	-0.33594	-0.05093	-0.34375	0

From the last row of the table, we find that the approximate value of the root computed with the accuracy $\Delta = 0.01$ is equal to

$$x = \frac{-0.33594 + (-0.34375)}{2} = -0.340$$

and it took 8 iterations (rows from 4 till 11) to achieve the required accuracy.

Described above procedure is repeated for a higher accuracy $\Delta = 0.001$. In this case, Excel outputs the table

	A	B	C	D
1	Approximation of root of the equation $\ln(x^4 + 5) + x^3 - 16x - 7 = 0$ in the interval [-1; 0] with accuracy 0.001 using interval halving method			
2	Accuracy =	0.001		
3	Calculation of the interval midpoint	Function evaluation	Selection of the left half or right half	Checking the termination condition for iterations
4	-1	9.791759	0	
5	-0.5	2.49686	0	0.5
6	-0.25	-1.40541	-0.5	0.25
7	-0.375	0.560651	-0.25	0.125
8	-0.3125	-0.41917	-0.375	0.0625
9	-0.34375	0.071608	-0.3125	0.03125
10	-0.32813	-0.17357	-0.34375	0.015625
11	-0.33594	-0.05093	-0.34375	0.007813
12	-0.33984	0.010352	-0.33594	0.003906
13	-0.33789	-0.02029	-0.33984	0.001953
14	-0.33887	-0.00497	-0.33984	0

Now the value of the root accurate to 0.001 is obtained after 11 iterations and is equal to

$x =$

$$\frac{-0.33887 + (-0.33984)}{2} = -0.33936.$$

So, to obtain the root with higher accuracy by reducing the width of interval from $\Delta = 0.01$ to $\Delta = 0.001$ the number of iterations must be increased from $N = 7$ to $N = 11$.

Computation of roots using Newton-Raphson method

Finally, to approximate the root of the equation $\ln(x^4 + 5) + x^3 - 16x - 7 = 0$ located in the interval $[-1; 0]$ is applied Newton-Raphson method. The first and the second derivatives of the function $f(x) = \ln(x^4 + 5) + x^3 - 16x - 7$ are

$$f'(x) = \frac{4x^3}{x^4+5} + 3x^2 - 16 \quad \text{and} \quad f''(x) = \frac{4x^2(15-x^4)}{(x^4+5)^2} + 6x.$$

Below is given the Excel spreadsheet used for computation

	A	B	C	D	E
1	Approximation of the root of the equation $\ln(x^4 + 5) + x^3 - 16x - 7 = 0$ in the interval $[-1; 0]$ with accuracy $\Delta = 0.001$ using the Newton-Raphson method				
2	Accuracy=	0.001			
3	Interval endpoints	Function evaluation at the endpoints	Evaluation of the first derivative at the endpoints	Evaluation of the second derivative at the endpoints	
4	-1	=LN(A4^4+5)+A4^3-16*A4-7	=4*A4^3/(A4^4+5)+3*A4^2-16	=4*A4^2*(15-A4^4)/(A4^4+5)^2+6A4	
5	0	=LN(A5^4+5)+A5^3-16*A5-7	=4*A5^3/(A5^4+5)+3*A5^2-16	=4*A5^2*(15-A5^4)/(A5^4+5)^2+6A5	
Start of iterations					
6	=A4-B4/C4	=LN(A6^4+5)+A6^3-16*A6-7	=4*A6^3/(A6^4+5)+3*A6^2-16		
7	=A6-B6/C6	=LN(A7^4+5)+A7^3-16*A7-7	=4*A7^3/(A7^4+5)+3*A7^2-16		
8	Row 7 is copied until B(n) < Δ. The root appears in the cell A(n)				

The

performed computations yield the following table

	A	B	C	D	E
1	Approximation of the root of the equation $\ln(x^4 + 5) + x^3 - 16x - 7 = 0$ in the interval $[-1; 0]$ with accuracy 0.001 using the Newton-Raphson method				
2	Accuracy=	0.001			
3	Interval endpoints	Function evaluation at the endpoints	Evaluation of the first derivative at the endpoints	Evaluation of the second derivative at the endpoints	
4	-1	9.791759	-13.6667		
5	0	-5.39056	-16		
Start of iterations					
6	-0.28353	-0.87559	-15.777	-1.50883	
7	-0.33903	-0.00245	-15.6863	-1.76	
8	-0.33918	-2.2E-08	-15.686	-1.76069	
9	-0.33918	0	-15.686	-1.76069	

After five iterations is obtained the root $x = -0.33918$. The left hand side of the equation $\ln(x^4 + 5) + x^3 - 16x - 7 = 0$ at $x = -0.33918$ differs from 0 at most by 2.2×10^{-8} .

Order of convergence

The carried out numerical solutions using Excel spreadsheets showed that the number of iterations needed to achieve the required accuracy varies from method to method. So, for each numerical method it would be interesting to study how many iterations have to be carried out to approximate the root. Obviously, the number of iterations depends on the width of the initial interval and how close to the exact root the first estimation was made. So, for a particular equation it may occur that one method might converge faster than the other. Therefore, let us first define a more general way to describe which method converges faster.

Suppose ξ denotes the exact root and the applied numerical method generates the successive approximations $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n, \dots$. Then $\Delta_n = |x_n - \xi|$ shows the error obtained on the n th iteration. For the sequence of approximations to converge to the exact root it is necessary to hold the inequality $\Delta_{n+1} < \Delta_n$ for all sufficiently large n -s. So, the convergence rate can be described by the ratio of successive errors, namely if

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{|x_{n+1} - \xi|}{|x_n - \xi|} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\Delta_{n+1}}{(\Delta_n)^p} = c, \quad (c \text{ is constant})$$

then the convergence of the sequence $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n, \dots$ is said to be of order p . The order of convergence is linear when $p = 1$, quadratic when $p = 2$, cubic when $p = 3$ etc., though p has not necessarily to be an integer. Now, let us find the order of convergence provided by various numerical methods.

The bisection method after every iteration halves the width of the interval. So, starting from the interval $[a, b]$ after n iterations the width of the produced interval $[a_n, b_n]$ will be

$$|b_n - a_n| = \frac{b-a}{2^n}.$$

Since, $\Delta_n \approx |b_n - a_n|$ we get

$$\Delta_n \approx \frac{b-a}{2^n},$$

or

$$2^n \approx \frac{b-a}{\Delta_n}.$$

Taking logarithms on both sides yields

$$\log 2^n \approx \log \frac{b-a}{\Delta_n}$$

which can be rewritten as

$$n \log 2 \approx \log(b-a) - \log \Delta_n.$$

Finally, for the minimum number of iterations needed for the bisection method to provide the required accuracy is obtained

$$n = \frac{\log(b-a) - \log \Delta_n}{\log 2}.$$

In the case of solved above equation $\ln(x^4 + 5) + x^3 - 16x - 7 = 0$ for the root belonging to the interval $[-1, 0]$ calculated with accuracy $\Delta_n = 10^{-3}$, the number of iterations is

$$n = \frac{\log(0 - (-1)) - \log 10^{-3}}{\log 2} \approx 10.$$

Comparing the errors of two successive iterations we find

$$\frac{\Delta_{n+1}}{\Delta_n} = \frac{b-a}{2^{n+1}} \times \frac{2^n}{b-a} \quad \text{and} \quad \frac{\Delta_{n+1}}{\Delta_n} = \frac{1}{2}.$$

Since the ratio of successive iterations is constant the order of convergence is 0.5 and is linear.

Now let us find the order of convergence of Newton-Raphson method. It is proved that when two consecutive estimations are related as $x_{n+1} = \varphi(x) \cdot x_n$, then for the corresponding errors holds

$$\Delta_{n+1} = \Delta_n \varphi'(\xi) + \frac{1}{2} \Delta_n^2 \varphi''(\xi) + \dots$$

For Newton-Raphson method, we found earlier the relation $x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}$, so for the function $\varphi(x)$ we have

$$\varphi(x) = x - \frac{f(x)}{f'(x)}.$$

Therefore

$$\varphi'(x) = 1 - \frac{f'(x) \cdot f'(x) - f(x) \cdot f''(x)}{(f'(x))^2} = \frac{(f'(x))^2 - (f'(x))^2 + f(x) \cdot f''(x)}{(f'(x))^2}.$$

and after simplification we get

$$\varphi'(x) = \frac{f(x) \cdot f''(x)}{(f'(x))^2}.$$

At $x = \xi$, $f(\xi) = 0$ and therefore $\varphi'(\xi) = 0$. So, for the relationship between the errors we have

$$\Delta_{n+1} = \frac{1}{2} \Delta_n^2 \times \varphi''(\xi)$$

and

$$\frac{\Delta_{n+1}}{\Delta_n^2} = \frac{1}{2} \varphi''(\xi).$$

Since $\varphi''(\xi) \neq 0$ and in the denominator the value of the error is squared, $(\Delta_n)^2$, the order of convergence of Newton-Raphson method is $p = 2$. This means that every next approximation doubles the number of correct decimal places.

Now let's verify the obtained results on particular equation. For this purpose, the cubic equation $(x - 2.075118)(x^2 + 2x + 5) = 0$ having the obvious root $\xi = 2.075118$ is solved using all three numerical methods. Below in the table are given approximations of the root produced by the first 20 iterations

Table 2. Comparison of convergence rates provided by various numerical methods

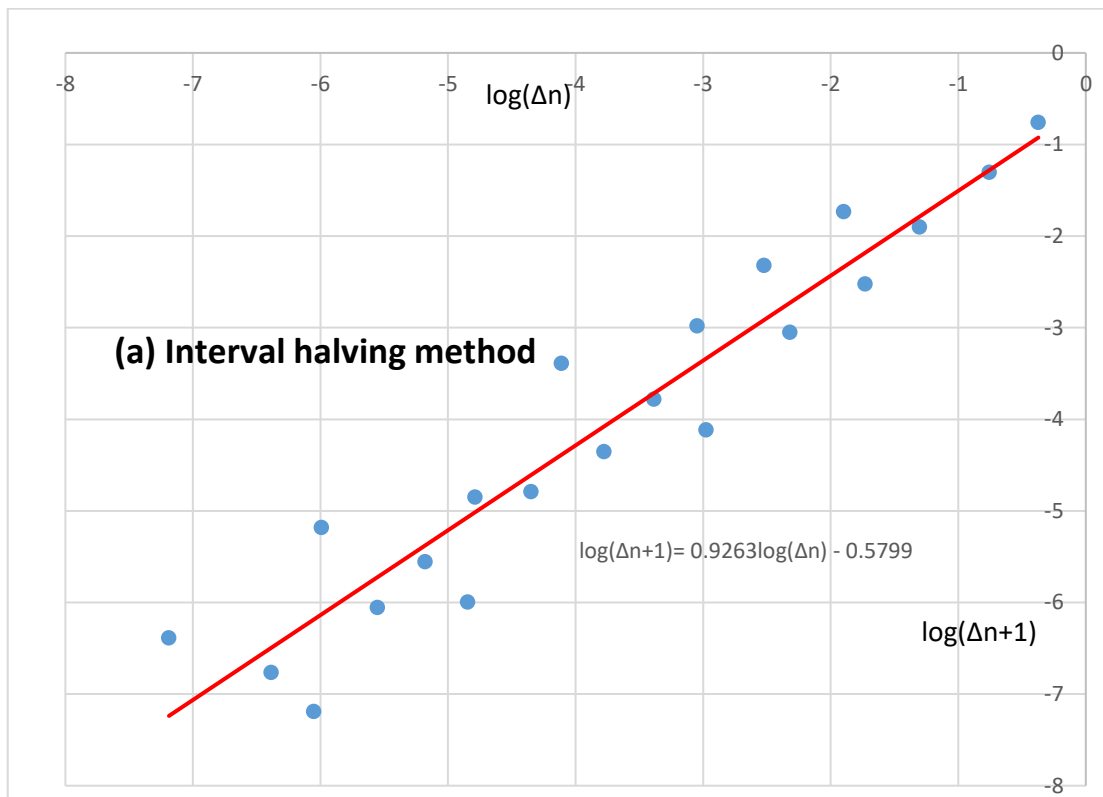
Successive approximations of the root of the equation $(x - 2.075118)(x^2 + 2x + 5) = 0$ produced by different numerical methods						
	Bisection Method		Chord Method		Newton-Raphson's Method	
iteration	x_n	Δ_n	x_n	Δ_n	x_n	Δ_n
1	2.5	0.424882	2.05014508	0.024973	2.32488	0.249762
2	2.25	0.174882	2.06690383	0.008214	2.099934	0.024816
3	2.125	0.049882	2.07242577	0.002692	2.075395	0.000277
4	2.0625	0.012618	2.07423665	0.000881	2.075118	3.52E-08
5	2.09375	0.018632	2.07482958	0.000288	2.075118	4.44E-16
6	2.078125	0.003007	2.07502363	9.44E-05	2.075118	0
7	2.070313	0.004805	2.07508712	3.09E-05	2.075118	0
8	2.074219	0.000899	2.0751079	1.01E-05	2.075118	0
9	2.076172	0.001054	2.07511469	3.31E-06	2.075118	0
10	2.075195	7.73E-05	2.07511692	1.08E-06	2.075118	0
11	2.074707	0.000411	2.07511765	3.54E-07	2.075118	0
12	2.074951	0.000167	2.07511788	1.16E-07	2.075118	0

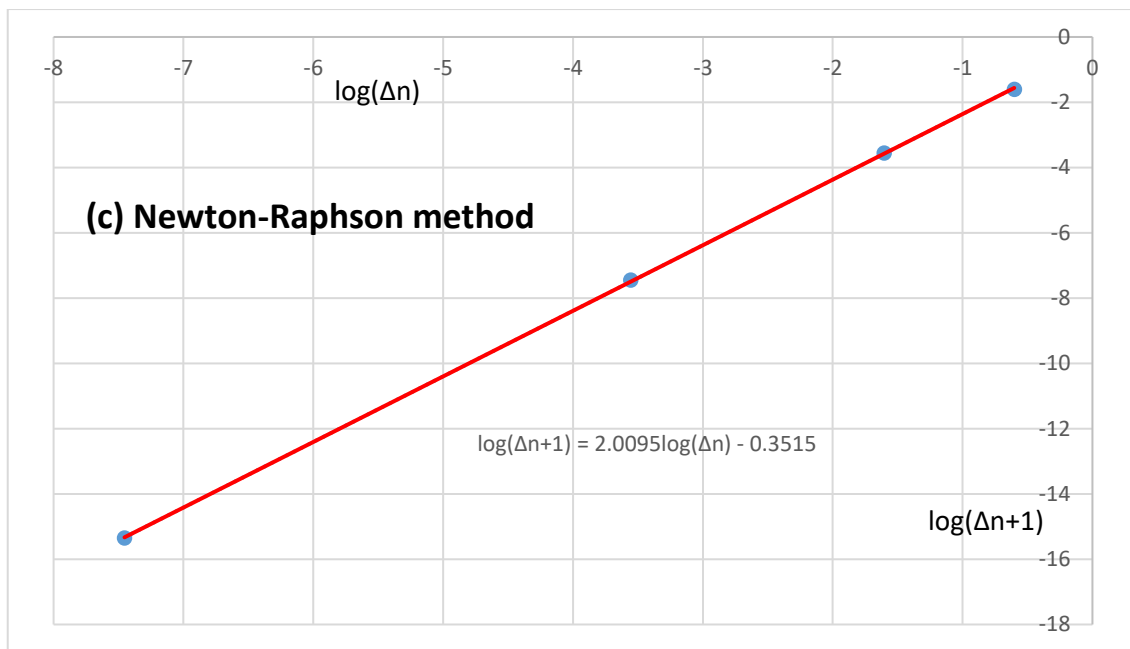
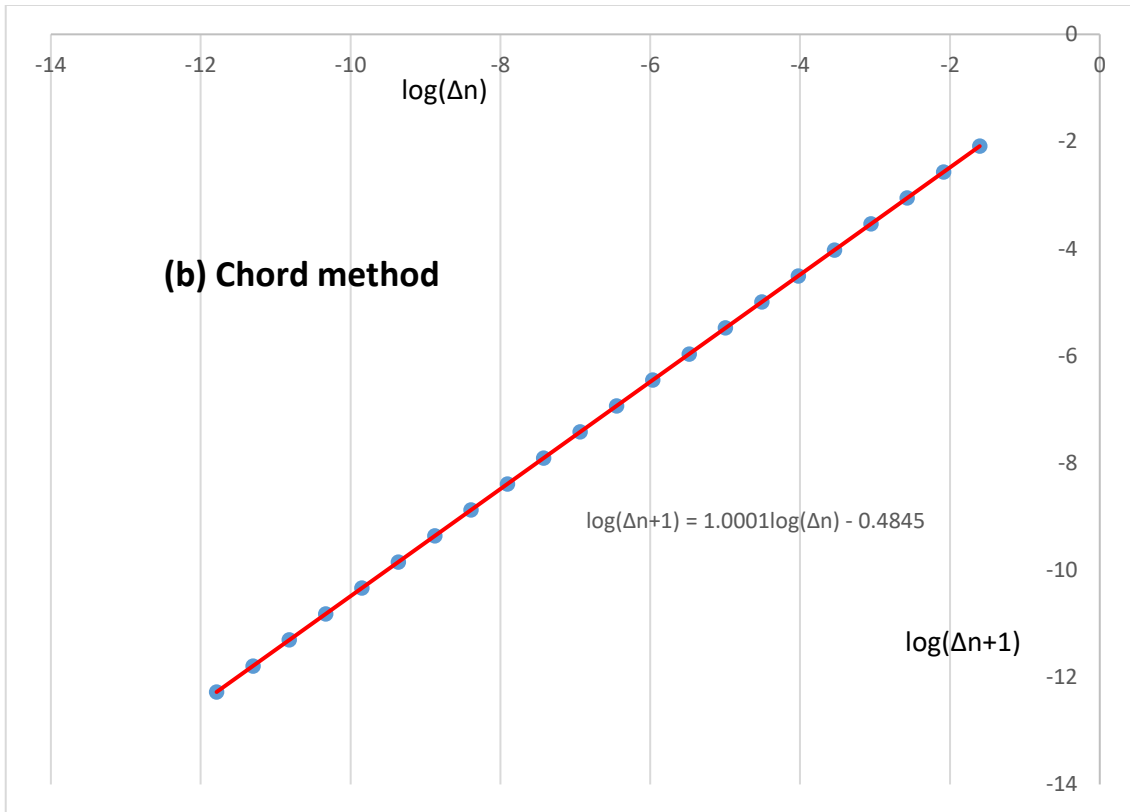
13	2.075073	4.48E-05	2.07511796	3.79E-08	2.075118	0
14	2.075134	1.63E-05	2.07511799	1.24E-08	2.075118	0
15	2.075104	1.42E-05	2.075118	4.05E-09	2.075118	0
16	2.075119	1.02E-06	2.075118	1.33E-09	2.075118	0
17	2.075111	6.61E-06	2.075118	4.34E-10	2.075118	0
18	2.075115	2.8E-06	2.075118	1.42E-10	2.075118	0
19	2.075117	8.89E-07	2.075118	4.65E-11	2.075118	0
20	2.075118	6.49E-08	2.075118	1.52E-11	2.075118	0

As we see from the above table, the Newton-Raphson method after 5 iterations produced the value of the root accurate to 10^{-6} , while the interval halving and chord methods achieved the same accuracy after 17 iterations. To find the order of convergence let us rewrite the equation $\frac{\Delta_{n+1}}{(\Delta_n)^p} = c$ as

$$\log \Delta_{n+1} = p \log \Delta_n + \log c.$$

Below on three diagrams the above relation is plotted using the values of Δ_n from the Table 2.





The Microsoft Excel allows to draw through the data points the best fit line and displays its equation on the diagram.

So, to

Figure 6. Study of the order of convergence of the interval halving method (a), the chord method (b), Newton-Raphson method (c).

evaluate the order of convergence we have the following equations:

$$\log \Delta_{n+1} = 0.9263 \log \Delta_n - 0.5799 \quad \text{for the interval halving method}$$

$$\log \Delta_{n+1} = 1.0001 \log \Delta_n - 0.4845 \quad \text{for the chord method}$$

$$\log \Delta_{n+1} = 2.0095 \log \Delta_n - 0.3515 \quad \text{for the Newton-Raphson method}$$

Now we can compare the above equations with the relation $\log \Delta_{n+1} = p \log \Delta_n + \log c$, where p is the order of convergence. Rounding 0.9263 and 1.0001 to 1, as well as 2.0095 rounding to 2 we get that the interval halving and chord methods both converge linearly ($p = 1$), while the order of convergence of the Newton-Raphson method is quadratic ($p = 2$).

Conclusion and Evaluations

Applications of mathematics for the solution of real-world problems in science, engineering and economics heavily depend on the numerical methods. In my math-exploration, I considered several methods of successive approximations. First, I showed how the successive approximations allow us to calculate the values of $\sqrt[k]{b}$. I deduced formulae suitable to extract roots, so evaluated $\sqrt{29.857}$, $\sqrt[3]{29.857}$ and $\sqrt[4]{29.857}$ with error less than 0.0001. Then I considered several numerical methods developed for root finding of transcendental equations. I studied how the interval halving, the chord and Newton-Raphson methods actually work. Finally, I used the Excel spreadsheets and solved the transcendental equation $\ln(x^4 + 5) + x^3 - 16x - 7 = 0$ first by applying the interval halving method and then using the Newton-Raphson method. Solving the same equation by different numerical methods made possible to compare the amount of computations needed by these methods. The Newton-Raphson uses much more computation, because at each stage it needs evaluation of both $f(x_n)$ and $f'(x_n)$, however Newton-Raphson method the required approximation in much less iterations than other methods. The performed computations showed that the Newton-Raphson method makes possible to get the root with greater accuracy in fewer iterations. In the table below are summarized the advantages and disadvantages of studied numerical methods

	Advantage	Disadvantage
Interval halving method	Necessarily converges, the root for any continues function having opposite signs on the ends of the interval can be finally found.	Converges rather slowly (linearly), therefore have to carried out greater number of iterations to ensure the required accuracy
Chord method	Provides somewhat rapid convergence	Applicable only for monotonous functions. Must be checked whether the interval contains local extremum

Newton-Raphson method	Needs more calculations at each step, however, converges faster than above methods	Applicable only for strictly increasing or decreasing functions. The first and second derivatives must be known.
-----------------------	--	--

I think that the greatest advantage of the interval halving method is that it always converges and thus allows us to find the root, provided that the function is continuous and has opposite signs on the endpoints of the interval.

The carried-out study shows that the interval halving method due to its simplicity and reliability is a numerical method when the needed accuracy does not exceed $\Delta = 0.001$. However, when the required accuracy is about $\Delta = 10^{-6}$ Newton-Raphson method is preferable as the fastest procedure to approximate the roots.

For graphing and to carry out computations I used Geogebra and Microsoft Excel which I found to be extremely helpful.

Bibliography

Kurosh A.G. 1987, "Algebraic Equations of Arbitrary High Degree", Mir Publishers, Moscow

Vilenkin N.Y., 1985, Method of Successive Approximation, publishing house "Nauka", Moscow

Douglas N. Arnold, 1991, A Concise Introduction to Numerical Analysis, [online]

<https://www-users.cse.umn.edu/~arnold/597.00-01/nabook.pdf> [accessed 28 January 2022]

Tabachnikov S.L. 1989, "How many roots does the polynomial have?", journal Kvant, #12

Jim Lambers, 2009, Error Analysis, [online]

<http://www.math.usm.edu/lambers/mat460/fall09/lecture12.pdf> [accessed 21 December 2021]

Introduction to Numerical Analysis. MIT course. [online]

<https://ocw.mit.edu/courses/mathematics/18-330-introduction-to-numerical-analysis-spring-2012/> [accessed 12 January,2022]

Kendall E. Atkinson,2020, Introduction to Numerical Analysis, [online]

http://www.math.science.cmu.ac.th/docs/qNA2556/ref_na/Katkinson.pdf [accessed 25 January 2022]

Internal assessment Geometry of ornaments

Hasti Kargarfard, IB DP 12

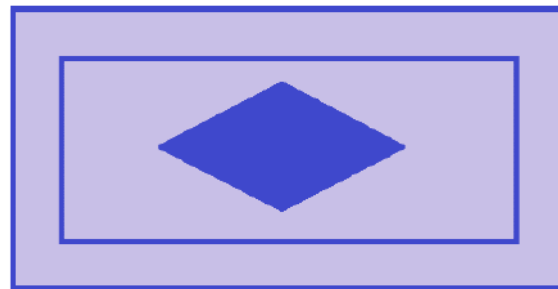
Introduction

The way architecture and design reflect cultural context and push modern-day construction always fascinated me. Notably, one of my goals as a designer is to decorate the interior of hospitals and clinics. My objective is to incorporate my cultural heritage from Persian designs into vibrant, lavishly adorned couch and table coverings in reception areas, as well as rigid geometric tiling patterns in treatment rooms.

I draw inspiration from Girih tiles and Persian carpets, and decorations of oriental palaces. An ornament is a pattern consisting of repeating rhythmically ordered drawings. The complex interweaving of lines in the ornament structure impresses anyone, but most people believe that they cannot reproduce this beauty. Using geometry, I intend to reveal mathematical regularities hidden in ornaments, which will help me create new patterns.

Carpet Geometry

Alongside, the simplified structure of a Persian carpet is shown. The size of a typical carpet is length about 350 cm and width 190 – 220 cm. It is not difficult to notice that the length/width ratio is about 1.6, i.e. reproduces the proportion known among architects designers as golden ratio.



carpet is
300 –
notice
and

The number $\frac{1+\sqrt{5}}{2}$ is known as the golden ratio and is commonly denoted as ϕ . Two quantities m and n are in the golden ratio if the ratio of the sum $m + n$ to the larger quantity m is the same as the ratio of the larger m to the smaller one n , i.e. $\phi = \frac{m}{n}$ when $\frac{m}{n} = \frac{m+n}{m}$. The last expression may be rewritten as $\phi = 1 + \frac{1}{\phi}$, which after multiplying both sides by ϕ yields the quadratic equation $\phi^2 = \phi + 1$ or

$$\phi^2 - \phi - 1 = 0.$$

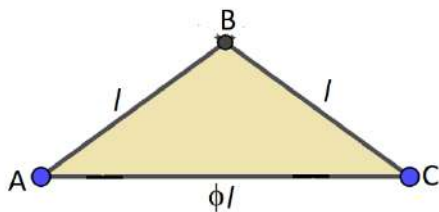
The above quadratic equation has two opposite reciprocal roots, equal to $\frac{1 \pm \sqrt{5}}{2}$. The golden ratio is the positive solution $\phi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \approx 1.618$. Starting from the ancient times many artists and architects believe that the rectangle with a ratio of sides about 1.62 looks most pleasant.

Golden ratio triangles

We can construct two isosceles triangles using the golden ratio:

- (1) with the base ϕ times larger than the legs
- (2) with the legs ϕ times larger than the base.

The first question that arises in relation to “golden ratio triangles” is what are the angles of these triangles?



While considering the triangle ABC we can notice that the height BK drawn to the base AC bisects the base and thus $AK = \frac{\phi l}{2}$.

So, the cosine of the angle A is $\cos A = \frac{\phi}{2} = \frac{1 + \sqrt{5}}{4}$ and for the angle A we have $\angle A = \cos^{-1}\left(\frac{1 + \sqrt{5}}{4}\right)$. Rather unexpectedly technology gives

the exact value $A = 36^\circ$. It seems interesting to verify that there is no rounding error, so let us find $\cos 36^\circ$ using trigonometric identities for double and triple angles.

Let α denotes 18° , then $3\alpha + 2\alpha = 90^\circ$ and $2\alpha = 90^\circ - 3\alpha$. Taking sine on both sides we get

$$\sin(2\alpha) = \sin(90^\circ - 3\alpha) \quad \text{and} \quad \sin(2\alpha) = \cos(3\alpha).$$

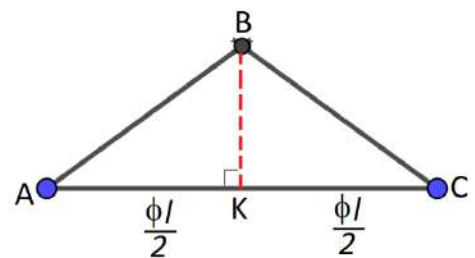
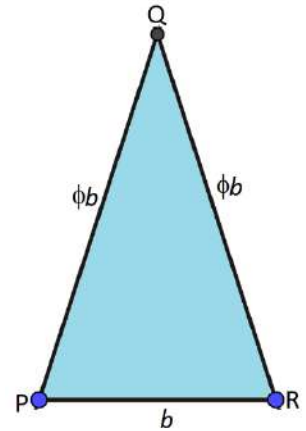
Substituting trigonometric identities for double and triple angles yields

$$2 \sin \alpha \cos \alpha = 4(\cos \alpha)^3 - 3 \cos \alpha.$$

Moving all terms in the left-hand side and taking $\cos \alpha$ out of the brackets we get

$$\cos \alpha (2 \sin \alpha - 4(\cos \alpha)^2 + 3) = 0$$

Since $\cos \alpha \neq 0$ from the above equation follows



$$2 \sin \alpha - 4(\cos \alpha)^2 + 3 = 0.$$

Now substituting $1 - (\sin \alpha)^2$ for $(\cos \alpha)^2$ we get the quadratic equation with respect to $\sin \alpha$:

$$2 \sin \alpha - 4(1 - (\sin \alpha)^2) + 3 = 0$$

and

$$4(\sin \alpha)^2 + 2 \sin \alpha - 1 = 0.$$

The discriminant of the above equation is $\Delta = 4 + 16 = 20$, so for $\sin \alpha$ we find

$$\sin \alpha = \frac{-2 \pm \sqrt{20}}{8} = \frac{-2 \pm 2\sqrt{5}}{8} = \frac{-1 \pm \sqrt{5}}{4}.$$

Recalling that $\alpha = 18^\circ$ and thus $\sin 18^\circ > 0$ we drop the negative value $\frac{-1-\sqrt{5}}{4}$ and get

$$\sin 18^\circ = \frac{-1+\sqrt{5}}{4}.$$

Now using the double angle identity $\cos 2\alpha = 1 - 2(\sin \alpha)^2$ we find

$$\cos 36^\circ = 1 - 2\left(\frac{-1+\sqrt{5}}{4}\right)^2 = 1 - 2 \times \frac{1-2\sqrt{5}+5}{16} = \frac{8-6+2\sqrt{5}}{8} = \frac{2+2\sqrt{5}}{8} = \frac{1+\sqrt{5}}{4}.$$

So, the direct calculations confirmed that the exact value of $\cos 36^\circ$ is equal to $\frac{1+\sqrt{5}}{4}$. Now, through the complementary angle identities $\sin(90^\circ - \theta) = \cos \theta$ and $\cos(90^\circ - \theta) = \sin \theta$, we additionally can find

$$\cos 72^\circ = \sin 18^\circ = \frac{-1+\sqrt{5}}{4} \quad \text{and} \quad \sin 54^\circ = \cos 36^\circ = \frac{1+\sqrt{5}}{4}.$$

Moreover, we can determine the angles in the isosceles triangle PQR in which the legs are ϕ times longer than the base. The height QK bisects the base, so for the cosine of the angle P we have

$$\cos P = \frac{b/2}{\phi b} = \frac{1}{2\phi}.$$

After substitution $\frac{1+\sqrt{5}}{2}$ for ϕ and simplification we get

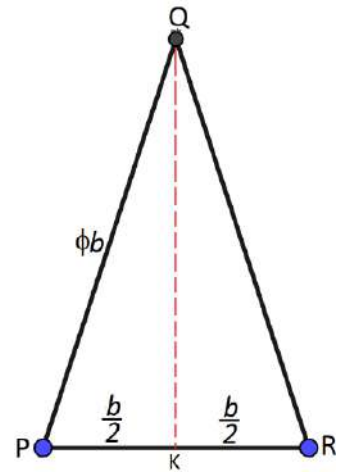
$$\cos P = \frac{1}{2 \times \frac{1+\sqrt{5}}{2}} = \frac{1}{1+\sqrt{5}} \times \frac{\sqrt{5}-1}{\sqrt{5}-1} = \frac{\sqrt{5}-1}{4}.$$

Exactly this value we obtained earlier for $\cos 72^\circ$, so we can write

$$\angle P = \cos^{-1}\left(\frac{\sqrt{5}-1}{4}\right) = 72^\circ.$$

So, for the angles in the golden ratio triangle PQR we find

$$\angle P = \angle R = 72^\circ \quad \text{and} \quad \angle Q = 36^\circ.$$



Finally, the found values $\sin 18^\circ = \frac{\sqrt{5}-1}{4}$ and $\cos 36^\circ = \frac{\sqrt{5}+1}{4}$ make it possible to determine the exact values of trigonometric ratios for angles in the first quadrant, which are multiple of 18° . Applying the identity $(\sin \theta)^2 + (\cos \theta)^2 = 1$, and the complementary angle identities we find

$$\cos 18^\circ = \sqrt{1 - (\sin 18^\circ)^2} = \sqrt{1 - \left(\frac{\sqrt{5}-1}{4}\right)^2} = \sqrt{\frac{16-5+2\sqrt{5}-1}{16}} = \frac{\sqrt{2\sqrt{5}+10}}{4},$$

$$\sin 36^\circ = \sqrt{1 - (\cos 36^\circ)^2} = \sqrt{1 - \left(\frac{\sqrt{5}+1}{4}\right)^2} = \sqrt{\frac{16-5-2\sqrt{5}-1}{16}} = \frac{\sqrt{-2\sqrt{5}+10}}{4},$$

$$\sin 72^\circ = \sin(90^\circ - 18^\circ) = \cos 18^\circ = \frac{\sqrt{2\sqrt{5}+10}}{4},$$

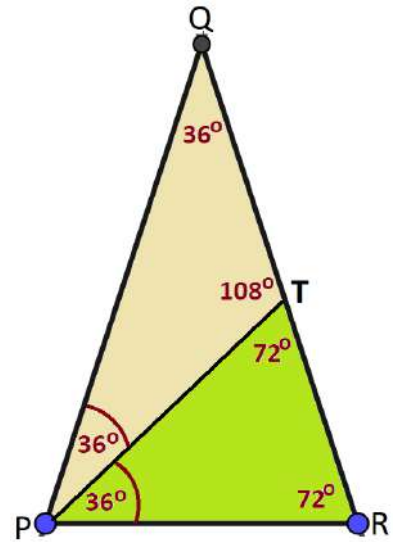
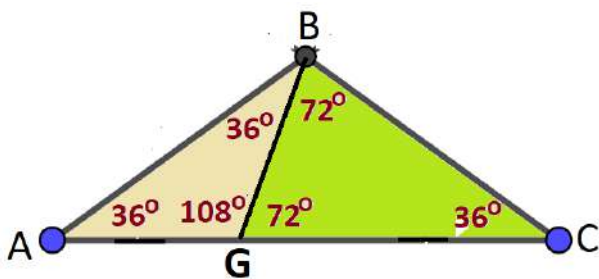
$$\cos 54^\circ = \cos(90^\circ - 36^\circ) = \sin 36^\circ = \frac{\sqrt{-2\sqrt{5}+10}}{4}.$$

In the table below, the trigonometric ratios for angles multiples of 18° located in the first quadrant are summarized.

	18°	36°	54°	72°
$\sin \alpha$	$\frac{\sqrt{5}-1}{4}$	$\frac{\sqrt{10-2\sqrt{5}}}{4}$	$\frac{\sqrt{5}+1}{4}$	$\frac{\sqrt{2\sqrt{5}+10}}{4}$
$\cos \alpha$	$\frac{\sqrt{2\sqrt{5}+10}}{4}$	$\frac{\sqrt{5}+1}{4}$	$\frac{\sqrt{10-2\sqrt{5}}}{4}$	$\frac{\sqrt{5}-1}{4}$

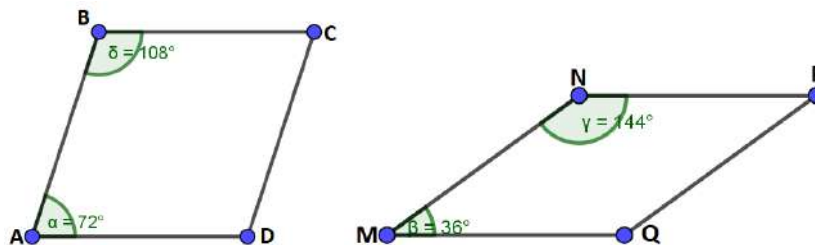
Peculiar geometric property of golden ratio triangles

An interesting relationship can be noticed between the two types of golden ratio triangles. A line segment can decompose each triangle into two new golden ratio triangles. Particularly, in the $72^\circ\text{-}36^\circ\text{-}72^\circ$ triangle PQR the segment PT bisecting the base angle produces two golden ratio triangles PTQ and PTR. Similarly, in the $36^\circ\text{-}108^\circ\text{-}36^\circ$ triangle ABC the segment BG dividing the 108° obtuse apex into 36° and 72° angles produces two golden ratio triangles ABG and BGC.



From triangles to quadrilaterals

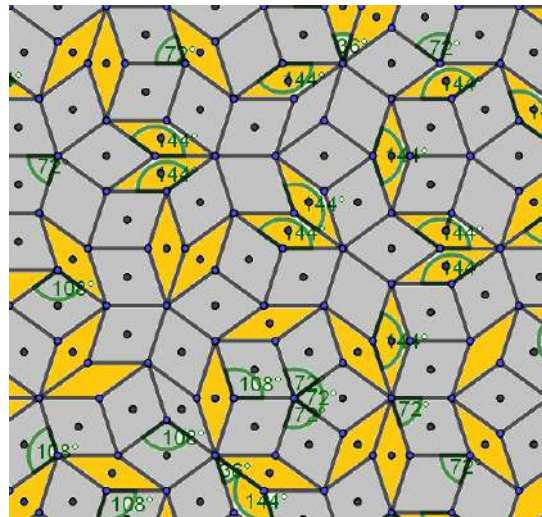
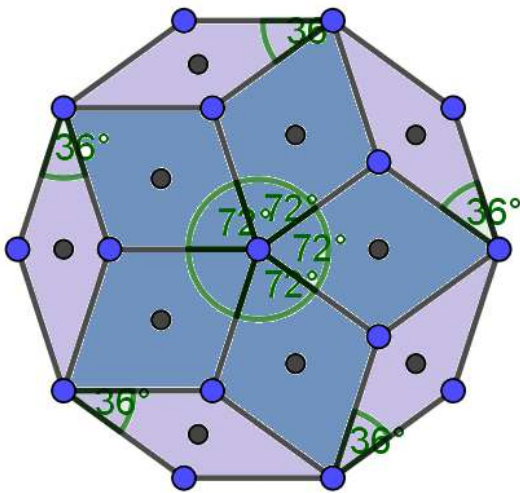
Two golden ratio triangles attached to each other with bases produce a quadrilateral, namely a rhombus. Two possible shapes are shown below.



In addition, we can try to examine what is special in these diamond-like shapes?

From a designer's point of view, it is interesting to know how readily the figures fit each other, i.e. whether it is possible to build an arrangement without gaps and overlapping using the above rhombi?

It is not difficult to notice that different combinations of 36° , 72° , 108° and 144° angles easily add up to 360° . This property makes possible to construct various ornaments without gaps and overlapping. This property makes it possible to construct various ornaments without gaps and to overlap. For example, five wide and five narrow rhombi form a nice composition. Moreover, the two types of rhombi so readily fit each other that complete tiling of a plane is possible.



Method for construction of a regular pentagon

Regular polygons are often considered structural elements for the construction of tiling. Equilateral triangles, squares, and even hexagons, as well as their combinations, form rather dull types of tiling. On the other hand, octagon and higher regular polygons are very close to a circle; therefore, the many-sided polygons are also out of the designer's interest. So, to consider remains a regular pentagon, which for many designers is the most "dynamic" shape among the regular polygons since it contains some type of internal tension. It is known, however, that neither the Pentagon nor its combination with other regular polygons do not form tiling without gaps and overlapping. Nevertheless, my interest in pentagon-based tiling does not fade, and I look for such "a partner polygon" for the regular Pentagon, which will make it possible to create a tiling.

To begin with, let us take a closer look at the geometric properties of the regular pentagon and derive a ruler and compass method of construction.

The central angle in a regular pentagon is 72° and as we found earlier $\cos 72^\circ = \frac{\phi}{2}$. This relationship can be used to construct a regular pentagon.

We start with a square ABCD of a side AB = 1 and then we join the midpoint M of the side AD with the vertex C. Applying Pythagorean theorem we get

$$MC = \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^2 + 1^2} = \sqrt{\frac{5}{4}} = \frac{\sqrt{5}}{2}.$$

Next we draw an arc of radius MC centered at point M until the arc intersects the extension of side AD at point P. For the lengths of the segments AP and DP we have

$$AP = AM + MP = \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{5}}{2} = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$$

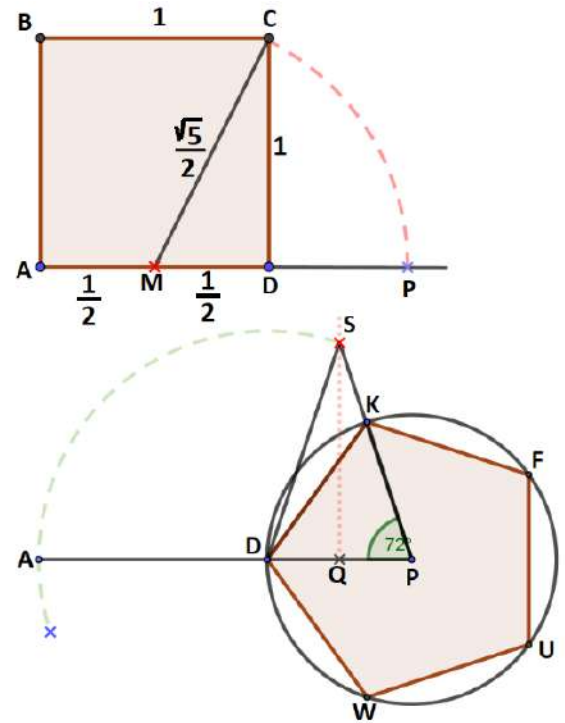
and

$$DP = AP - AD = \frac{1+\sqrt{5}}{2} - 1 = \frac{\sqrt{5}-1}{2}.$$

We have earlier found that $\cos 72^\circ = \frac{\sqrt{5}-1}{4}$. So, to construct

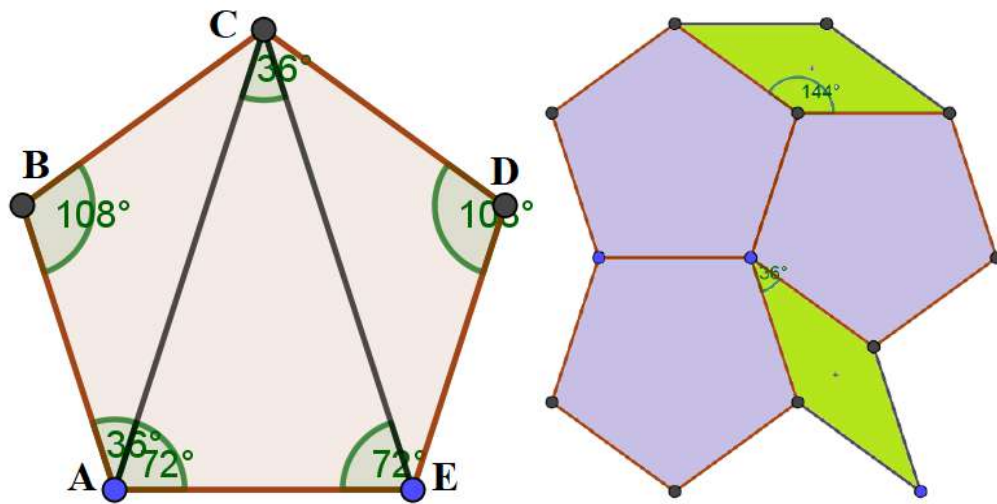
the angle 72° and hence to construct a regular pentagon we need to build the right triangle with the leg $\frac{DP}{2} = \frac{\sqrt{5}-1}{4}$ and the hypotenuses of length 1. For this purpose, we draw the bisector perpendicular QS to the segment DP (Q is midpoint of the segment DP) and remembering that AD = 1 draw the arc AS of radius AD centered at the point D. Thus, we get the right triangle QSP in which the leg QP = $\frac{\sqrt{5}-1}{4}$ and the hypotenuses PS = 1 which yields $\cos P = \frac{\sqrt{5}-1}{4}$ and therefore angle P = 72° .

Drawing a circle centered at point P we already have the central angle $\angle DPK = 72^\circ$. So, connecting the points D and K we get the side of a regular pentagon. Copying the side DK along the circle we find the remaining three vertices F, U and W.

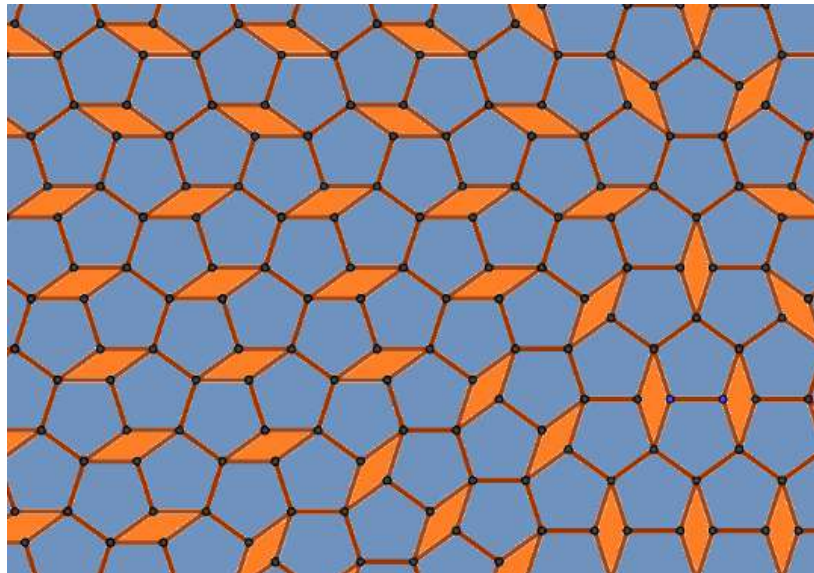


Pentagon based structures

Interior angles of the regular pentagon are equal to 108° , and diagonals drawn from one vertex divide the pentagon into three golden ratio triangles. Let us consider a composition containing three pentagons. The exterior angle formed by two adjacent pentagons equals to $360^\circ - 2 \times 108^\circ = 144^\circ$ and the exterior angle formed by three adjacent pentagons shearing the vertex is equal to $360^\circ - 3 \times 108^\circ = 36^\circ$. This means that 36° - 144° rhombus fits exactly in the gaps between the pentagons as shown on the figure below.

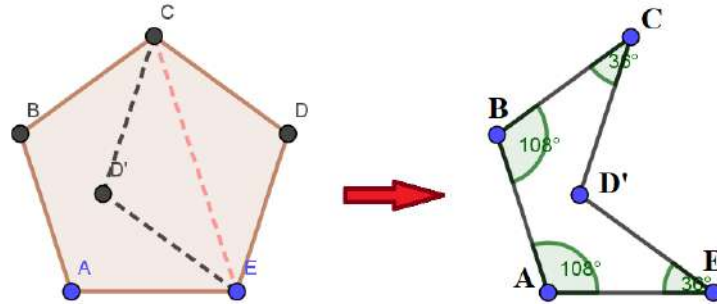


The found above combination of regular pentagons and 36° - 144° rhombi can be expanded on the whole plane forming an elegant tiling.



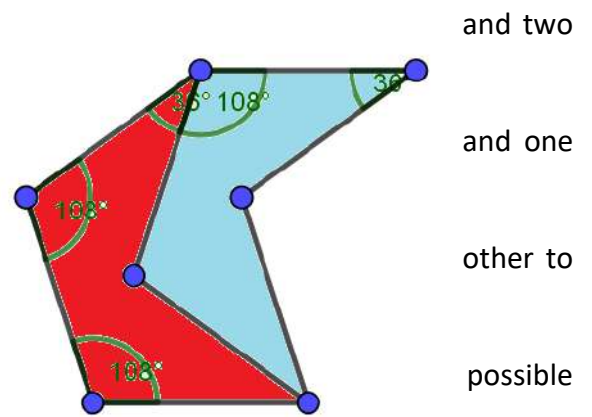
Is it possible to construct a tiling containing solely the pentagon, but not necessarily the regular ones? To answer this question, we need to find such a distortion of the regular pentagon, which will make it possible for the newly shaped pentagons to combine without gaps.

As we found earlier when a shape contains the 36° -angle it easily fits in the space between the regular pentagons. On the figure below is shown a concave pentagon ABCD'E which is obtained from the regular pentagon ABCDE by reflecting the vertex D about the line CE.

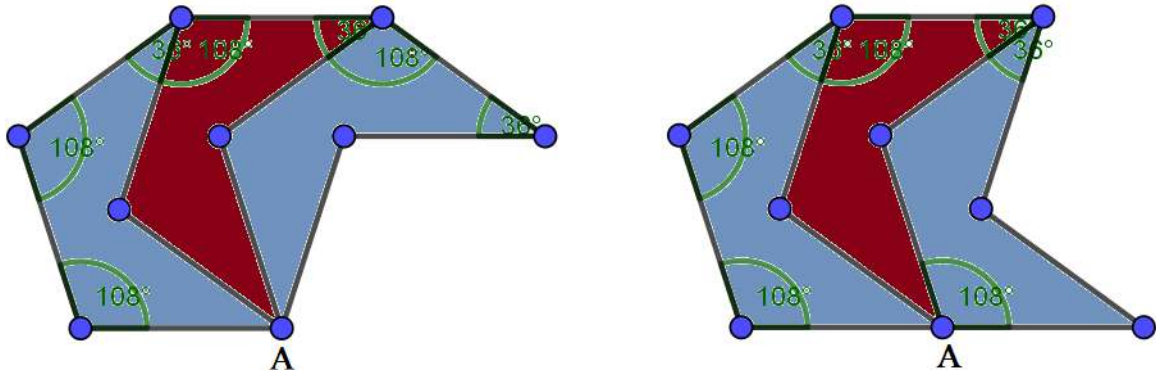


All sides of the new concave pentagon are the same and two angles are of 108° as in initial convex pentagon. Due to reflection in the concave pentagon appear two angles of 36° exterior angle D' equal to 108° . This combination of angles provides that one concave pentagon can be inserted into the form the concave hexagon, as shown alongside.

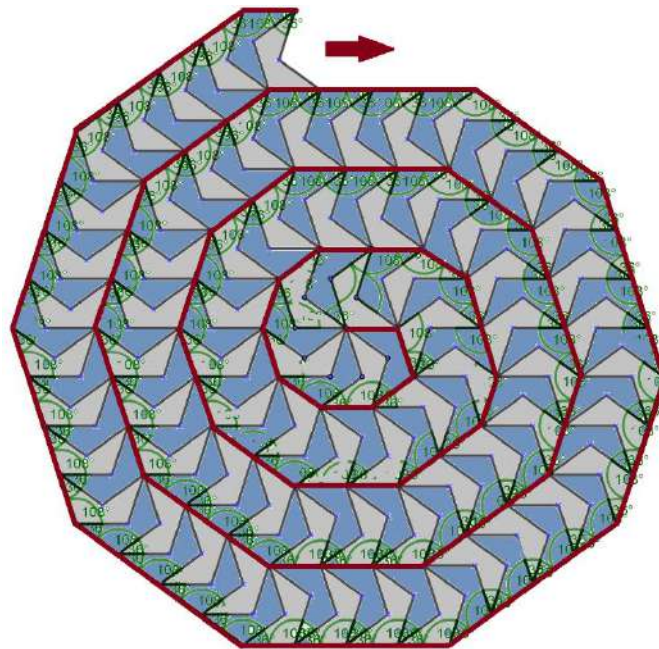
To form a tiling, we need to find out whether it is possible to continue this process of adding pentagons.



For the concave hexagon, which is obtained by combining two pentagons, there are two possibilities to attach the third pentagon from the right. One option is when there are three acute 36° -angles at the vertex A; and the second option is when the vertex A consists of two obtuse 108° angles and one acute 36° angle. Both clusters containing three pentagons are shown below: the first option forms a rotating configuration, while the second option creates a more aligned construction.



I found that proceeding in the same way, namely alternating the straight segments with winding sections, it is possible to create a helical tiling shown alongside. This spiral pattern seems remarkable to me since the tiling is made of identical pentagons.



Conclusions and reflections

The objective of my study was to reveal the geometrical outline of ornaments. Since an ornament may be considered as a pattern formed by repeating drawings, I focused my exploration on the search for basic structural elements suitable to create patterns. Sorting through various figures, I came to an isosceles triangle in which the ratio of the sides is equal to the golden ratio.

Examining the golden ratio triangles, I found the relationship between the number $\phi = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$ and trigonometric ratios of 18° angle. Then using trigonometric identities, I evaluated the exact values of trigonometric functions for angles 18° , 36° , 54° and 72° . This result was a complete surprise for me, because until now I believed that the exact values of trigonometric functions were known only for angles that are multiples of 30° , 45° and their combinations. Finally, I determined that the isosceles triangle with the ratio leg/base = ϕ has angles 72° - 36° - 72° , while the isosceles triangle with the ratio leg/base = $1/\phi$ has angles 36° - 108° - 36° .

Next, I attached base-to-base two identical golden ratio triangles and got two quadrilaterals: a narrow 36° - 144° rhombus and a wide 72° - 108° rhombus. These shapes also exhibit interesting geometrical properties, most remarkable seems to me the possibility to create a tiling. Recently, I learned that this pattern is one of the Penrose tilings. I am surely glad that independently obtained an interesting sample of tiling, but of course I intend to study thoroughly the Penrose tilings in the near future.

Further, using the relationship $\cos 72^\circ = \frac{\phi}{2}$ which I obtained earlier and the fact that the central angle of a regular pentagon is equal to 72° I deduced a compass and ruler method of constructing the regular pentagon. Examining a regular pentagon, I found that it consists of two 36° - 108° - 36° and one 72° - 36° - 72° triangles. So, I easily found that a regular pentagon combined with a 36° - 144° rhombus also allow us to create the tiling.

Finally, I formulated a task for myself: to find out whether it is possible to create a tiling consisting only of identical pentagons. It occurred that this problem has a solution. I found how a regular pentagon can be converted into a concave pentagon - a shape that readily attaches to each other. As a result, I created a spirally unfolding tiling consisting of only identical pentagons.

To summarize my findings, I surely admit that the aesthetic value of created ornaments and tiling is doubtful; however, their geometrical properties and relationships revealed are amazing. Constructing different combinations of shapes, I frequently used the trial-and-error method, so for my future studies, I intend to develop a more systematic way.

For me, there is no doubt that mathematics is an essential part of the design because to create an ornament or tiling, we exploit concepts such as symmetry, translation, reflection, or rotation. To make the ornament more impressive art adds will further color and texture.

Use of technology

In order to draw triangles, rhombi, regular polygons, and other geometric shapes, as well as various combinations of these shapes, also to reflect a point about a line, to find a midpoint of the segment or draw perpendicular bisector, I used the software Geogebra. I gained really useful practice and developed skills for my future research and engagements.

Bibliography

The history of handmade Persian rugs. [online] Available at <https://www.little-persia.com/rug-guides/rug-history> (accessed 21 October 2021)

Rosle Hilder, 2021. A designer's guide to the Golden Ratio. [online] Available at: <https://www.creativebloq.com/design/designers-guide-golden-ratio-12121546> (accessed 12 November 2021)

Adam Mann, 2019. Phi: The Golden Ratio. [online] Available at: <https://www.livescience.com/37704-phi-golden-ratio.html> (accessed 15 November 2021)

Gary Meisner, 2015. Golden Ratio Overview. [online] Available at <https://www.goldenumber.net/> (accessed 21 November 2021)

Arch Insider, 2020. Importance of Golden Ratio in Architecture. [online] Available at: <https://thearchinsider.com/importance-of-golden-ratio-in-architecture/> (accessed 12 December 2021)

Weisstein, Eric W. "Regular Pentagon." From *MathWorld*--A Wolfram Web Resource. <https://mathworld.wolfram.com/RegularPentagon.html> (accessed 15 January 2022)

Weisstein, Eric W. "Tessellation." From *MathWorld*--A Wolfram Web Resource. <https://mathworld.wolfram.com/Tessellation.html> (accessed 28 January 2022)

Emma Taggart, 2021. The mathematical art of repeating patterns. [online] Available at <https://mymodernmet.com/tessellation-art/> (accessed 12 February 2022)

Modelling operation of gas purification system

Aleksandre Kublashvili, IB DP 12

1. Introduction

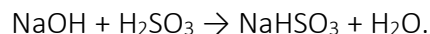
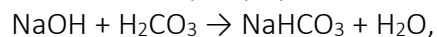
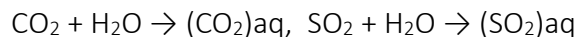
I am interested in chemical technologies and want to become an engineer. Engineers first study various chemical processes, then design appropriate equipment and finally develop safe and efficient technology. In particular, I am interested in the processes of absorption and binding of gases harmful to the environment, such as oxides of sulfur, nitrogen and carbon. These studies are crucial to eliminate acid rains and reduce the emission of greenhouse gases into the atmosphere.

Modern chemical engineering heavily relies on mathematics. The design of any chemical apparatus starts with the calculation of its basic parameters. This stage includes the development of a mathematical model that correctly describes the main features of the chemical process. Then the numerical investigation of the model is performed in order to determine the optimal parameters of equipment. Usually, the mathematical description of chemical processes involves the formulation of differential equations first and then finding their solution. In the overwhelming majority of cases the processes and therefore the corresponding equations are so complex that it is impossible to find an analytical solution. For such cases the numerical methods to approximate the solution are developed.

For my math exploration I decided to model a chemical process capable to bind gaseous pollutants and perform its numerical simulation.

2. Statement of the task

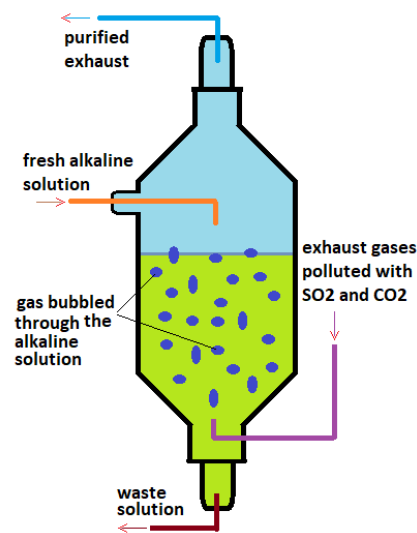
It is known that alkali metal hydroxides, such as NaOH and KOH, readily react with CO₂ and SO₂ to produce metal carbonates and sulfites, which are harmless, fairly stable compounds. To purify the gas contaminated with CO₂ and SO₂ it is suitable to bubble the gas through the strong alkaline solution. Oxides of carbon and sulfur first dissolve in the alkaline solution forming weak acids, which then react with hydroxides to produce salts:



The $(\text{CO}_2)\text{aq} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ and $(\text{SO}_2)\text{aq} \leftrightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$ are intermediate compounds. So, the reaction between NaOH and gaseous oxides occurs in two elementary steps:

- Absorption of CO₂ and SO₂ by alkaline solution and formation of intermediate compounds;
- Carbonate and sulfite formation.

My aim is to model the above 2-step chemical process and perform a simulation to predict the behavior of the system.



3. Modelling the purification of exhaust gases

3.1. Constructing differential equation of the process

When the exhausted gas containing carbon and sulfur oxides is bubbled through the alkaline solution its purification from toxic oxides occurs in two steps: first, the gaseous oxides are absorbed by alkaline solution, and then the dissolved oxides react with the metal hydroxide to form harmless salts. As a result, the oxides of carbon and sulfur are removed from the exhaust gases. Let $x(t)$ denotes the concentration of oxides in the alkaline solution (in $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$). The rate at which the concentration changes, $\frac{dx}{dt}$, depends on the rate of absorption and the rate at which the dissolved oxides are combined with the metal hydroxides.

Suppose S denotes the concentration of saturated solution. So S shows the maximum amount of oxides that can be dissolved in the selected solvent at given temperature and pressure. The rate at which new portions of gaseous oxides are absorbed by the liquid depends on how far is the current concentration of the solution from the saturation concentration, i.e. the rate of absorption is proportional to the difference $S - x$. So, for the increase of concentration of oxides in the solution due to absorption, dx , for the short time interval dt , we can write

$$dx = k_a(S - x)dt,$$

where k_a is the coefficient of absorption, which describes how readily the gas dissolves in the given liquid.

Simultaneously with the absorption of gaseous oxides by the alkaline solution, another process takes place. The oxides dissolved in the liquid form weak acids which then react with the metal hydroxide and precipitate from the solution. Usually the metal hydroxides in the alkaline solution present in excess, therefore we can assume that the rate of reaction depends only on the current concentration of oxides in the solution, x . So, for the amount of oxides bound in the solution due to chemical reaction, dx , for the short time interval dt , we can write

$$dx = k_r x dt,$$

where k_r is the reaction rate constant, which in our case shows how readily dissolved oxides and the metal hydroxide are combined to form the salts.

For a total change in concentration due to absorption and chemical reaction we get

$$dx = k_a(S - x)dt + k_r x dt,$$

which yields the differential equation

$$\frac{dx}{dt} = k_a(S - x) + k_r x.$$

3.2. Solving the differential equation

The obtained differential equation $\frac{dx}{dt} = k_a(S - x) + k_r x$ we can rewrite as

$$\frac{dx}{dt} = k_a S - (k_a - k_r)x$$

and after rearranging the terms

$$\frac{dx}{dt} + (k_a - k_r)x = k_a S.$$

We obtained a linear nonhomogeneous differential equation of the first order. It can be solved by the variation of an integration constant. First we must find the general solution of the corresponding homogeneous differential equation:

$$\frac{dx}{dt} + (k_a - k_r)x = 0.$$

To solve the above equation, we first separate the variables:

$$\frac{dx}{x} = -(k_a - k_r)x \quad \text{and} \quad \frac{dx}{x} = -(k_a - k_r)dt.$$

Now we can integrate both sides of the last equation

$$\int \frac{dx}{x} = -(k_a - k_r) \int dt.$$

We get

$$\ln x(t) = -(k_a - k_r)t + \ln C,$$

from which we find

$$\ln x(t) - \ln C = -(k_a - k_r)t \quad \text{and} \quad \ln \frac{x(t)}{C} = -(k_a - k_r)t.$$

Finally, for the solution of the homogeneous equation we get

$$x(t) = C e^{-(k_a - k_r)t}.$$

Now we consider the integration constant C as a certain function $C(t)$ of the variable t and try to find the solution of the initial nonhomogeneous equation in the form

$$x(t) = C(t)e^{-(k_a - k_r)t}.$$

Differentiation of the function $x(t) = C(t)e^{-(k_a - k_r)t}$ produces

$$x'(t) = C'(t)e^{-(k_a - k_r)t} - (k_a - k_r)C(t)e^{-(k_a - k_r)t}.$$

Substituting $x'(t)$ and $x(t)$ into the original equation $\frac{dx}{dt} + (k_a - k_r)x = k_a S$ we get

$$C'(t)e^{-(k_a - k_r)t} - (k_a - k_r)C(t)e^{-(k_a - k_r)t} + (k_a - k_r)C(t)e^{-(k_a - k_r)t} = k_a S,$$

which after combining the like terms yields

$$C'(t)e^{-(k_a - k_r)t} = k_a S \quad \text{and} \quad C'(t) = k_a S e^{(k_a - k_r)t}.$$

Now by integration we can find the unknown function $C(t)$:

$$C(t) = \int k_a S e^{(k_a - k_r)t} dt = \frac{k_a S}{k_a - k_r} e^{(k_a - k_r)t} + C_0,$$

where C_0 is the constant of integration. Consequently, for the general solution of the nonhomogeneous differential equation we get

$$x(t) = \left(\frac{k_a S}{k_a - k_r} e^{(k_a - k_r)t} + C_0 \right) e^{-(k_a - k_r)t},$$

which after expanding and simplifying can be written as

$$x(t) = \frac{k_a S}{k_a - k_r} + C_0 e^{-(k_a - k_r)t}.$$

The value of arbitrary constant C_0 we can find from the initial condition, assuming that there was no dissolved gas in the liquid, $x(0) = 0$. So, we have

$$0 = \frac{k_a S}{k_a - k_r} + C_0 \quad \text{and} \quad C_0 = -\frac{k_a S}{k_a - k_r}.$$

Finally, we obtained that the concentration of gaseous oxides dissolved in the alkaline solution is described by the function

$$x(t) = \frac{k_a S}{k_a - k_r} - \frac{k_a S}{k_a - k_r} e^{-(k_a - k_r)t}$$

or

$$x(t) = \frac{k_a S}{k_a - k_r} (1 - e^{-(k_a - k_r)t}).$$

4. Numerical investigation of the model

4.1. Simulation of pure absorption process

In exhaust gases, the content of carbon oxides is usually many times higher than the content of sulfur and nitrogen oxides. At the same time, in comparison with carbon dioxide, the oxides of nitrogen and sulfur are significantly better soluble in water, forming chemically more active acids which then readily react with metal hydroxide. This means that we can perform the numerical investigation for pure carbon dioxide, because oxides of sulfur and nitrogen are more easily neutralized with an alkaline solution.

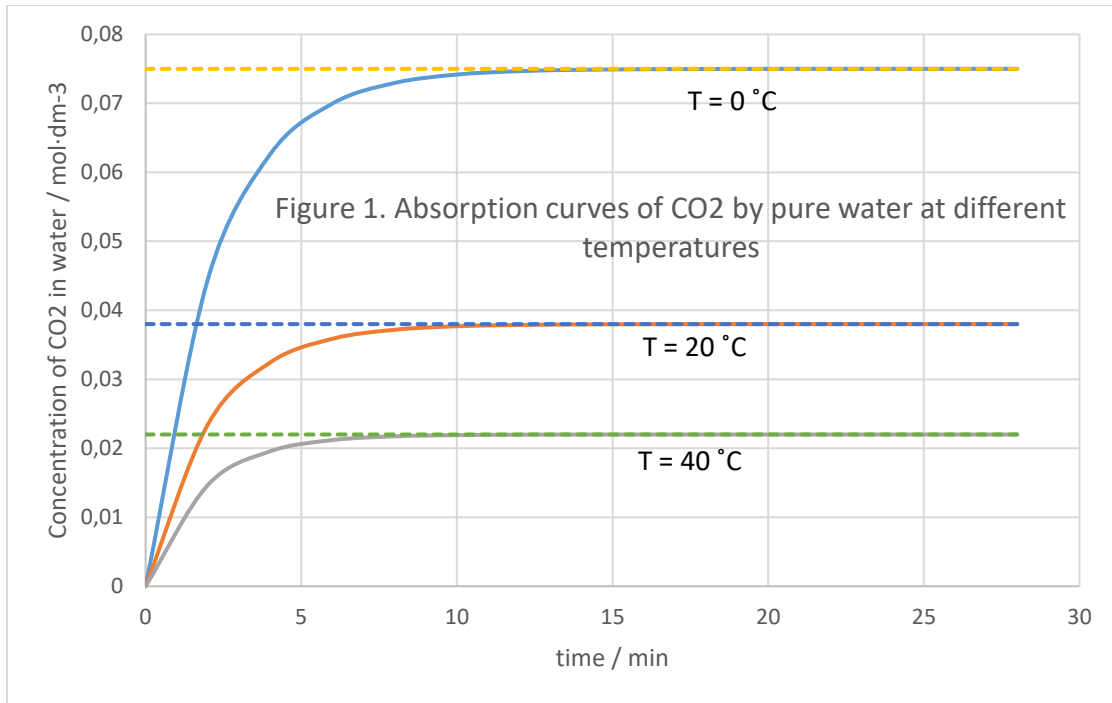
To begin with, let us study the absorption of carbon dioxide by a solvent without an accompanying chemical reaction in the solution. In this case, pure water is used as a solvent instead of an alkaline solution. Since the chemical reaction is neglected we put $k_r = 0$ in the general solution and get

$$x(t) = S(1 - e^{-k_a t}).$$

The function $x(t)$ contains two parameters: the saturation concentration S , and the absorption rate constant k_a . Both parameters depend on the temperature but behave oppositely with the change of temperature. When temperature increases the value of S steadily decreases, while the value of k_a slightly increases. Particularly, from multiple experiments is known that

$$\begin{array}{ll} S = 0.075 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3} \text{ and } k_a = 0.45 \text{ min}^{-1} & \text{when } T = 0 \text{ }^\circ\text{C}; \\ S = 0.038 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3} \text{ and } k_a = 0.48 \text{ min}^{-1} & \text{when } T = 20 \text{ }^\circ\text{C}; \\ S = 0.022 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3} \text{ and } k_a = 0.55 \text{ min}^{-1} & \text{when } T = 40 \text{ }^\circ\text{C}. \end{array}$$

Below on Figure 1 are shown the results of calculations. As we see from the diagram the absorption curves asymptotically approach the saturation concentration which at higher temperatures is noticeably less. So absorption capacity of water relative to carbon dioxide is significantly larger at lower temperatures. Because the rate constant increases with temperature the absorption curves approach the saturation concentration faster at higher temperatures.



4.2. Simulation of chemical reaction

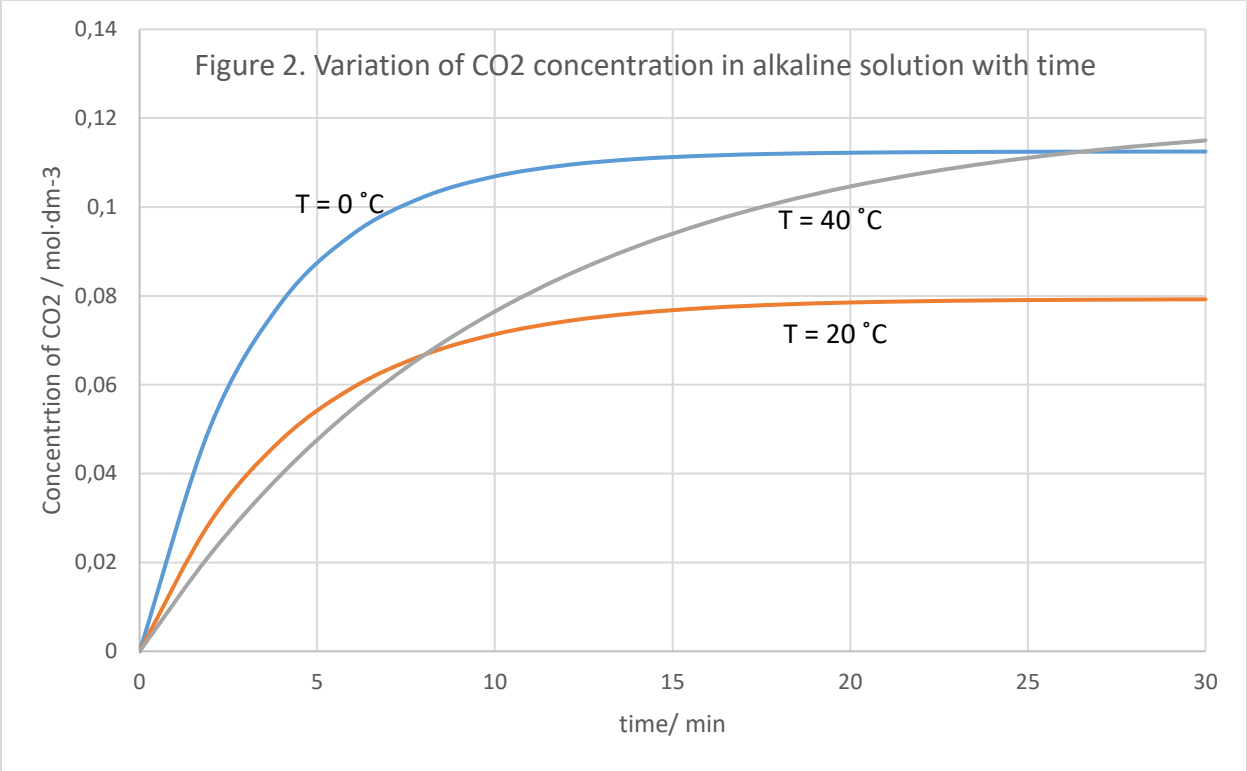
Now let us find the equilibrium concentration of CO₂ in the alkaline solution when the absorption is accompanied by a chemical reaction. Due to the interaction of the dissolved CO₂ with the metal hydroxide, some CO₂ is bound and removed from the solution. This drives the solution away from saturation promoting absorption of new portions of CO₂. The variation of CO₂ concentration when the processes of absorption and chemical reaction are both involved is described by the equation

$$x(t) = \frac{k_a S}{k_a - k_r} (1 - e^{-(k_a - k_r)t}).$$

Here k_r is the reaction rate constant, which similar to S and k_a also depends on temperature and is determined experimentally. Below are given typical values of reaction constant:

$k_r = 0.15 \text{ min}^{-1}$	when $T = 0 \text{ }^\circ\text{C}$;
$k_r = 0.25 \text{ min}^{-1}$	when $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$;
$k_r = 0.41 \text{ min}^{-1}$	when $T = 40 \text{ }^\circ\text{C}$.

Results of calculations are shown on the Figure 2. As we see from the diagram at the temperature $T = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ to achieve the equilibrium concentration is needed about 15 minutes, while at $T = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ it exceeds 30 minutes.



5. Discussion

5.1. Output

Comparing graphs in Figures 1 and 2 we see that the equilibrium concentrations of carbon dioxide in alkaline solution are noticeably larger than in pure water. For example, at temperature $T = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ in pure water, the concentration of CO_2 does not exceed $0.075\text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$, while in the alkaline solution in 10 minutes the concentration of absorbed and reacted carbon dioxide becomes over $0.10\text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$. At temperature $T = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ the maximum concentration of CO_2 in pure water was slightly more than $0.02\text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$, while in alkaline solution at the same temperature in 12 minutes the amount of absorbed CO_2 exceeds $0.08\text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$. This means that the capacity of an alkaline solution to absorb CO_2 is significantly larger than that of pure water.

In exhaust gases the concentration of carbon dioxide varies from 8 to 16 %, so each cubic meter of exhaust gases contains 3.4–6.8 moles of CO_2 . According to carried out calculations, one liter of strong alkaline solution can absorb and bind on average 0.08 moles of CO_2 . This means that to remove from exhaust gases half of CO_2 initial amount, i.e. 1.7–3.4 moles of CO_2 from each cubic meter of processed gas, will be needed 22 – 44 liters of alkaline solution.

5.2. Assumptions and limitations

The proposed model of CO_2 removal from exhaust gases by bubbling through an alkaline solution does not take into account some essential details of the real process. In particular, I assumed that the processed gas is fragmented into a huge number of tiny bubbles. So, the size of bubbles is small enough to neglect the diffusion of CO_2 molecules within the bubbles. This means that while a bubble moves through the solvent all CO_2 molecules in the bubble have time to interact with the gas-liquid interface. Also, I assumed that the dissolved CO_2 is evenly distributed through the solvent volume due to the intensive mixing of the liquid.

Chemical processes such as absorption and chemical reaction are usually accompanied by the release of heat, which affects temperature and consequently may affect the values of saturation concentration and rate constants. In the given study, I assumed that due to the large heat capacity of water solutions the temperature changes are small enough to be neglected. So, the parameters S , k_a and k_r remain constant throughout the whole process of gas purification.

6. Reflections

To describe the interaction of a gaseous mixture containing carbon dioxide and the alkaline solution I constructed the model of the system. Applying laws of absorption and chemical reaction under simplifying assumptions I obtained the linear nonhomogeneous differential equation.

I learned that there are two methods of solution of linear nonhomogeneous differential equations:

- by finding integrating factor;
- by variation of the integration constant.

I used the variation of the integration constant and obtained the closed-form solution of the differential equation. Substituting typical values of parameters, I carried out the numerical investigation of the model. As a result, I plotted the graphs which describe the behavior of a chemical system.

For me, as a future engineer, it is very interesting and useful to work on building and improving the model, since it provides powerful technique for solving the problems of chemical

technology. All this work was far from easy, I had to apply that knowledge that I had acquired throughout my DP experience and I had to compliment that knowledge with newly acquired skills.

Bibliography

Karl Andres Hoff, 2019, "CO2 capture – Absorption Processes", [online] <https://www.sintef.no/en/expertise/sintef-industry/process-technology/co2-capture-absorption-processes/> [accessed 18 December, 2021]

Housam Binous, 2011, "Carbon Dioxide Absorption in Water", Wolfram Demonstrations Project, [online] <http://demonstrations.wolfram.com/CarbonDioxideAbsorptionInWater/> [accessed 15 January, 2022]

Weisstein, Eric W. "Ordinary Differential Equation." From *MathWorld*--A Wolfram Web Resource. <https://mathworld.wolfram.com/OrdinaryDifferentialEquation.html> [accessed 18 February, 2021]

Michael Haese, Mark Humphries, Chris Sangwin, Ngoc Vo. 2019. *Mathematics: Applications and Interpretation HL*. Marleston, Haese Mathematics

David Martin, Robert Haese. 2012. Mathematics for the international students, *Mathematics HL (Core)* third edition

Catherine Quinn, Chris Sangwin, Robert Haese. 2013. Mathematics for the international student. *Mathematics HL (Option): Calculus*. Published by Haese Mathematics

Ron Larson, Bruce H. Edwards. 2010. *Calculus*. 9th edition. Brooks/Cole, Cengage Learning

თამაში „ColorGame“

ზურაბ ასათიანი, DP G12

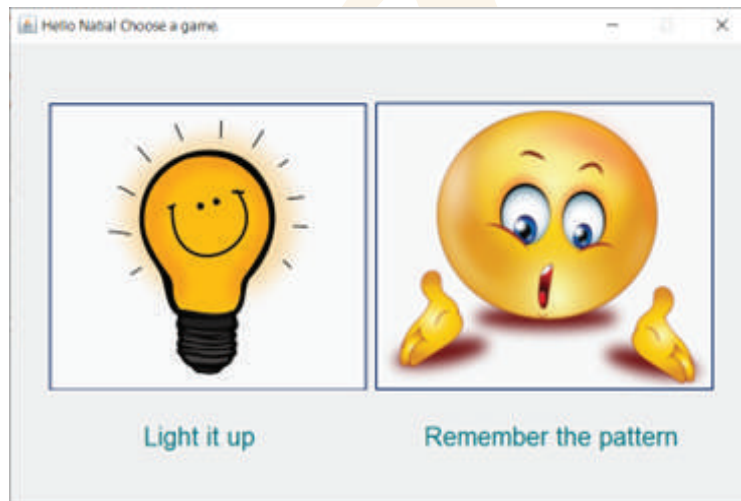
თამაშის აღწერა

აპლიკაციაში განხილულია ორი თამაში; მოსწავლეს შეუძლია აირჩიოს რომელიმე და ითამაშოს იმდენჯერ, რამდენჯერაც სურს. შედეგები იგზავნება მასწავლებლის ელექტრონულ ფოსტაზე.

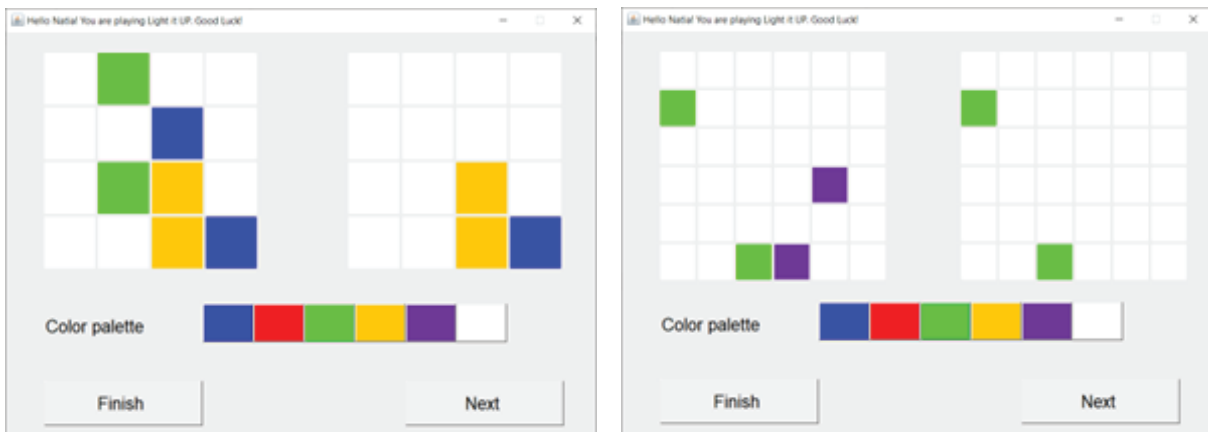
თამაში დაწერილია Java OOP-ის გამოყენებით. აპლიკაციის გამოყენება შეუძლია როგორც Windows OS, ასევე Mac OS სისტემის მომხმარებლებს.

თამაშის გამოყენება მარტივია და მოსახერხებელი. მოსწავლემ საკმარისია გაუშვას პროგრამა და შემდეგ, გამოსულ ფანჯარაში, ჩაწეროს თავისი სახელი. გაიხსნება ფანჯარა, სადაც მოსწავლე ირჩევს თამაშს და იწყებს სხვადასხვა დავალებების შესრულებას.

თამაშის დიზაინი საშუალებას აძლევს მოსწავლეს, მარტივად გაიაზროს დავალება. ამ თამაშებით ხდება მოსწავლის ყურადღების და კონცენტრაციის გაუმჯობესება, ლოგიკური აზროვნების და ფიქრის უნარების განვითარება. ასევე, პირველი თამაში დაკავშირებული გადათვლასთან, სათამაშო ბადეზე პოზიციის სწორად შერჩევამ, ფერების ამოცნობაზე და სხვა.



თამაში 1:



მარცხენა დაფაზე გამოდის სხვადასხვა ფერით გაფერადებული უჯრები. ფერების და პოზიციის შერჩევა პროგრამის ალგორითმის მიხედვით ხდება.

მარჯვენა დაფა ეკუთვნის მოსწავლეს. მოსწავლემ ფერთა პალიტრიდან უნდა აირჩიოს საჭირო ფერი და გააფერადოს შესაბამისი უჯრები შესაბამისი ფერით. თამაშის დასაწყისში დაფა არის 4x4-ზე და შედარებით ნაკლები ფერებია გამოყენებული. მეორე ეტაპზე თამაში რთულდება და უკვე 6x6 დაფაზე უწევს მუშაობა, ეტაპობრივად იზრდება გამოყენებული ფერების და გასაფერადებელი უჯრების რაოდენობა. პროგრამა ითვლის ქულებს: სხვადასხვა დონეზე სხვადასხვა ქულაა განკუთვნილი. საბოლოო შედეგს ხედავს მოსწავლე და ელექტრონულ ფოსტაზე იღებს ინფორმაციას მასწავლებელი. თუ მოსწავლეს რომელიმე უჯრის გაფერადება შეეშალა, შეუძლია გამოიყენოს თეთრი ფერი.

კოდის მიმოხილვა

პროგრამა დაიწერა NetBeans IDE სისტემის გამოყენებით. გრაფიკასთან სამუშაოდ გამოყენებულია Java-ს ბიბლიოთეკები:

```
import java.awt.*;
import javax.swing.ImageIcon;
import javax.swing.JLabel;
```

პროგრამა Window based application-ს წარმოადგენს. ყოველი ახალი ფანჯრის გახსნისთვის შექმნილია კლასი, სადაც განსაზღვრულია კლასის კონსტრუქტორი, გრაფიკული ობიექტების სტრუქტურა, აღწერილია მათი თვისებები და განსაზღვრულია ობიექტების ფუნქციონალი (მეთოდები).

კონსტრუქტორის მაგალითი:

```
public studentWindow(String n, String s) {
    name = n;
    surname = s;
    setTitle("Hello " + n + "! Choose a game.");
    setSize(810, 540);
    setResizable(false);
    this.setLocationRelativeTo(null);
    this.setBackground(new Color(238, 238, 238));

    light.setFont(new Font("Garamond", 0, 27));
    light.setBackground(new Color(238, 238, 238));
    light.setForeground(new Color(0, 113, 125));
    remember.setFont(new Font("Garamond", 0, 27));
    remember.setBackground(new Color(238, 238, 238));
    remember.setForeground(new Color(0, 113, 125));
}
```

მოსწავლის ფანჯრის ობიექტების სტრუქტურა და კოორდინატები:

```
ImageIcon IconL = new ImageIcon(getClass().getResource("LightItUp.png"));
JLabel PicL = addJLabel(IconL, 50, 100, 342, 306, this);
ImageIcon IconR = new ImageIcon(getClass().getResource("Remember.PNG"));
JLabel PicR = addJLabel(IconR, 400, 100, 363, 306, this);
Label light = addLabel("Light it up", 150, 430, 250, 50, this);
Label remember = addLabel("Remember the pattern", 450, 430, 280, 50, this);
```

ღილაკების ფინქციონალი:

```
public void actions(Object source, String command) {  
    if (source == PicL) {  
        new LightItUp(name, surname);  
        dispose();  
    }  
    if (source == PicR) {  
        new RememberPattern(name, surname);  
        dispose();  
    }  
}
```

პროგრამაში გამოყენებულია 1D და 2D მასივები:

```
//set 2D array for program - 4x4  
for (int i = 0; i < 4; i++) {  
    for (int j = 0; j < 4; j++) {  
        programG4x4[i][j] = addLabel("", 70 + 85 * i, 70 + 85 * j, 80, 80, this);  
        programG4x4[i][j].setBackground(Color.WHITE);  
    }  
}  
  
//set 2D array for student - 4x4  
for (int i = 0; i < 4; i++) {  
    for (int j = 0; j < 4; j++) {  
        studentG4x4[i][j] = addLabel("", 550 + 85 * i, 70 + 85 * j, 80, 80, this);  
        studentG4x4[i][j].setBackground(Color.WHITE);  
    }  
}  
  
//set Color palette  
for (int i = 0; i < 6; i++) {  
    ColorP[i] = addButton("", 320 + 80 * i, 460, 80, 60, this);  
}
```

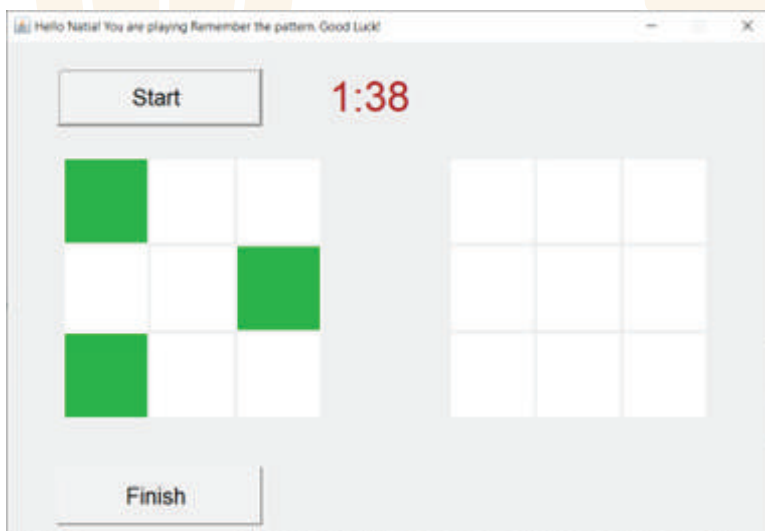
შემთხვევითი რიცხვების გენერირებით ხდება დაფაზე ფერების და უჯრედების განლაგება:

```
if (count <= 3) {  
    //generate random colors  
    int c1 = (int) (Math.random() * 5);  
    int c2 = (int) (Math.random() * 5);  
    while (c1 == c2) {  
        c1 = (int) (Math.random() * 5);  
        c2 = (int) (Math.random() * 5);  
    }  
}
```

ამ თამაშის ფუნქციონალი შედგება შემდეგი მეთოდებისგან:

```
private void newTaskG4x4() (...115 lines )
public void actions(Object source, String command) (...52 lines )
public boolean checkAnswer4x4() (...10 lines )
private void cleanGrid4x4() (...8 lines )
private void cleanGrid6x6() (...8 lines )
private void clean2Grids4x4() (...9 lines )
private void create2Grids6x6() (...19 lines )
private boolean checkAnswer6x6() (...10 lines )
private void newTaskG6x6() (...112 lines )
private void gameFinished() (...43 lines )
private void sendEmailToTeacher(String emailText) (...15 lines )
```

თამაში 2:



ამ თამაშში მარცხენა დაფაზე კომპიუტერი შემთხვევითი მიმდევრობით ავსებს (მწვანედ აფერადებს) უჯრებს: პირველ ეტაპზე დაფის ზომა არის 2x2. დასაწყისში ფერადდება 1 უჯრედი და მალე „ქრება“. იგივე მოქმედება უნდა გაიმეოროს მოსწავლემ თავის დაფაზე (მარჯვენა დაფა). თუ მოქმედება სწორია, მისი გაფერადებული უჯრაც ქრება და მოსწავლე ელოდება შემდეგ „დავალებას“ პროგრამისგან - ახლა პროგრამა 2 უჯრას აფერადებს თანმიმდევრობით. მოსწავლემ იგივე უნდა გაიმეოროს თავის დაფაზე, ზუსტად იგივე მიმდევრობით. შემდეგ სამი უჯრა ფერადდება და მალევე „ქრება“. ანუ მოსწავლე თვალს ადევნებს მუდმივად პროგრამას, იმახსოვრებს უჯრედი მდებარეობას და მიმდევრობას და იმეორებს. როდესაც თამაშის პირველი ეტაპი დასრულდება (მოსწავლე შეძლებს 4 უჯრის სწორი თანმიმდევრობით გაფერადებას), თამაშში შემოდის ახალი დაფა 3x3-ზე განზომილებით. აქ უკვე 9 უჯრის თანმიმდევრობით გაფერადება მოუწევს მოსწავლეს.

თუ მოსწავლეს მიმდევრობა ან უჭრა შეეშლება, თამაში მთავრდება და შეუძლია, თავიდან დაიწყოს.

თამაშის ერთ-ერთი გამონვევა ასევე არის - დრო. ამ თამაშში დროის ლიმიტია განსაზღვრული - დრო იწურება და მოსწავლემ უნდა მოასწროს ორივე დაფაზე ყველა უჭრის სწრაფად სწორი თანმიმდევრობით „ანთება“. თამაშის შედეგები აქაც იგზავნება მასწავლებელთან (ან ფსიქოლოგთან).

კოდის მიმოხილვა

ამ თამაშის შესაქმნელად საჭირო იყო მრავალნაკადიანი (Multithreading) პროცესის და დინამიკური მონაცემთა ტიპების გამოყენება.

თამაშის დასრულების შემდეგ მოსწავლე პროგრამისგან იღებს „წერილს“:

```
private void gameFinished() {
    timer.stop();
    String emailText = name + " " + surname + "\n";
    Date d = new Date();
    emailText = emailText + "Date: " + d.toString() + "\n";
    ImageIcon Icon = new ImageIcon(getClass().getResource("smile.png"));
    JOptionPane.showMessageDialog(null,
        name + ", you won the game.\nCongratulations!\n",
        name + ", here is your result.",
        JOptionPane.INFORMATION_MESSAGE,
        Icon);
    dispose();
    new studentWindow(name, surname);
    emailText = emailText + name + " won the game!";
    sendEmailToTeacher(emailText);
}
```

დასკვნა

შესაძლებელია გაცილებით მეტი და საინტერესო საგანმანათლებლო თამაშების შექმნა. გეიმიფიკაცია (Gamification) არის სწავლების მეთოდი, როდესაც ხდება თამაშის ელემენტების გადმოტანა და გამოყენება საგანმანათლებლო პროცესში. ეს მეთოდი, როგორც ცნობილია, ზრდის მოსწავლის მოტივაციას და ჩართულობას სასწავლო პროცესში. ამიტომ, თუ თამაში შექმნილია პედაგოგის ჩართულობით, მოსწავლის საჭიროებების გათვალისწინებით, ასევე ლამაზი და მომხიბვლელი სათამაშო დიზაინით, მაშინ ის ნამდვილად დააინტერესებს მოსწავლეს.

ბიბლიოგრაფია

1. D. Mulkey, "EasyApp - Simplified AWT Controls," 2006. [Online]. Available: <http://ib-comp.fis.edu/guimath/GUImath.html>. [Accessed 2021].
2. Tutorials Point , "Java - Sending Email," [Online]. Available: <https://computersciencewiki.org/index.php/Welcome>. [Accessed 2021].
3. F. Nah, V. R. Telaprolu and S. Rallapalli, "Gamification of Education Using Computer Games".
4. geeksforgeeks, "Multithreading in Java," 021. [Online]. Available: <https://www.geeksforgeeks.org/-multithreading-in-java/>. [Accessed 2021].

My Arcade Machine

Ilia Berbichashvili, MYP G8

As we all have seen, heard, and felt, technology in recent years is developing as rapidly as ever, and if anyone or anything struggles to keep up with the progress, it is left behind, which doesn't mean that if anyone wants to, he will not have access to that lost tech. My project can be counted as revived, lost tech, and is from the era which some of today's kids dream of, and adults want to return to, the 1970s, also called the "golden age" of arcade games.

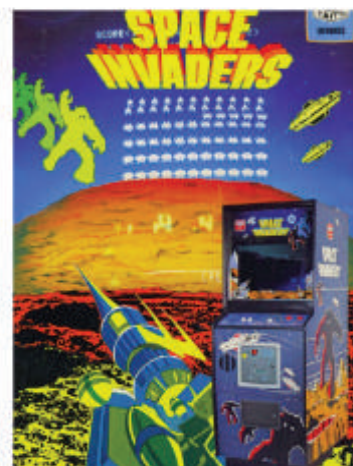
First, let's understand what arcade games are. Arcade games are pieces of software, developed specifically to work on arcade machines. They can be of varying length, some may be one-time plays, for example most fighting, shooting, and racing arcade games, or can be a bit longer, to get the player onto the hook, and make him spend more coins. Besides earlier mentioned fighting, shooting, and racing arcade games, there are tenths of different genres, in which pretty much any person can find what they want, it only depends on what arcade halls, and machines are accessible to them.

Arcade machines are, as earlier mentioned, computers, designed to give players a pleasant playing experience, and at least try to keep them pressing the buttons for longer. There isn't anything special about these machines, except the fact that they predated today's consoles, and computer games, in a time when mobile phones were just being invented, and ones that existed could be used as construction material, thanks to their size and weight. Arcade machines were very popular with young teenagers (9-14 years of age) and young adults (18-22 years of age) people with a lot of free time, and a lot of spare coins that were used as a commission, for the game process to start. This was a time when there was no entertainment at home, and after being done with homeworks, kids' only path was to go and have fun with friends, but if they were busy, then, they had to stand near the cliff of boredom, which was covered by the arcade machines.

To either revive memories of the audience, or make them more familiar with arcade machines, I will bring up examples of very popular arcade games that were brought to home television set, and soon after computer screens.



"PAC-MAN"
400,000 CABINETS SOLD
REVENUE BY 1990 (INFLATION
ADJUSTED): ~7.7 BILLION USD



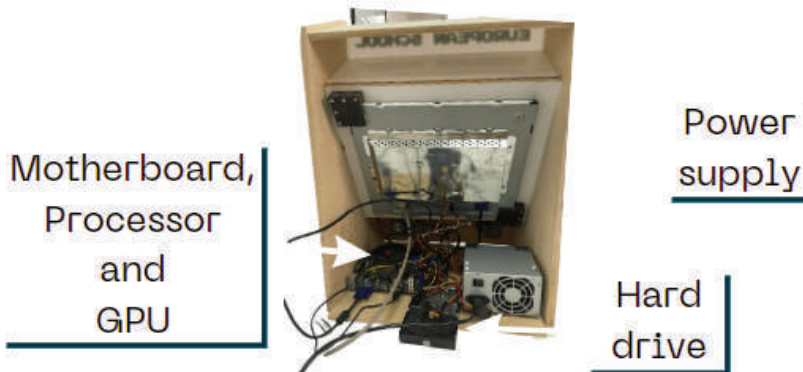
"SPACE INVADERS"
360,000 CABINETS SOLD
REVENUE BY 1982 (INFLATION
ADJUSTED): ~6.6 BILLION USD

Here I want to mention one very small, but nonetheless important detail. When we look at the number of cabinets sold, 400 and 360 thousand may not seem like big numbers, today, video games are sold in millions of copies, but we shouldn't forget that these are cabinets sold to arcade halls, which could have 2 or 3 machines for the same game, but still, it is nearly 200.000 arcade halls, that had "Pac-Man" not people.

Places, that are cycling 10s and sometimes 100s of people per day, that play it. This helps with understanding the popularity of arcade machines in the past.

Now I will start explaining the hardware, what tech we used, and what fablab tools we used to create my project. For some people this may look complicated, but there is really nothing more than is written.

THE HARDWARE: INTERNALS



THE HARDWARE: OTHER



For the case as I already mentioned we used a FabLab machine, more specifically we used a CNC router to cut our case from wood, for the writing(Decoration) we use Plotter and cut out vinyl letters. As well as Laser Cutter for some details.

EQUIPMENT/MATERIALS USED



Case:
CNC, Plotter
9mm MDF, Vinyl
Black, glossy acrylic-covered
18mm MDF

EQUIPMENT/MATERIALS USED



White acrylic
Lazer cutter

Sticker:

Plotter

Adhesive-
covered vinyl

Conclusion:

And now we get to why I thought of this project. The main reason I wanted to create this arcade machine was, when last year, we were learning Microsoft makecode on Robotics, we were testing our games on normal computers, but it felt unnatural, it didn't feel right, and in 8th grade, this year, I decided to create this. We knew that it would be relatively simple, but nonetheless interesting, with immense development and improvement potential, because it is running windows, it can accordingly, run anything that is supported by windows. I wanted this to be something students would use to play their games and maybe "feel" them more, just because of the computer keyboard not being the original way of playing video games. (if we go into the very origins of "original" of course).

Bibliography:

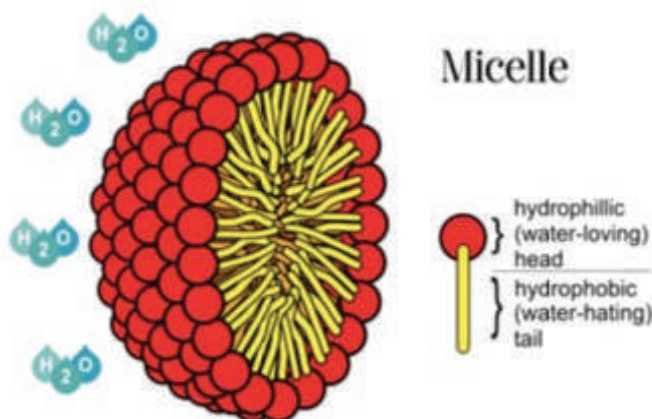
1. Kurtz, Bill. The Encyclopedia of Arcade Video Games. Schiffer Pub., 2004.
2. St.Clair, John. Project Arcade: Build Your Own Arcade Machine. Wiley, 2011.
3. Ustinov, Nick. "Build an Arcade Machine at Home: Step-by-Step Guide." Lokalise Blog, 4 Aug. 2021, <https://lokalise.com/blog/build-an-arcade-machine-at-home-step-by-step-guide/>.
4. Instructables. "DIY Home Arcade Machine." Instructables, Instructables, 9 Feb. 2022, <https://www.instructables.com/DIY-Home-Arcade-Machine/>.

Anti-hair loss shampoo- myth or effective treatment method: The analysis of shampoo properties and their effects on hair shafts

The development of shampoos starts from the Great Britain, after the British experimented on the very first shampoos and found out that the most effective formulation for hair and scalp cleaning was soap dissolved in water. However, soap is alkaline in nature, meaning that it could irritate the scalp and the eyes, which presented as one of the major drawbacks and the cause for changing the formulation of shampoos. Another drawback was that the effectivity of soap can be affected by hardness of water, which is the measure of magnesium and calcium ions in water. When soap is used in hard water, its contents react with calcium and magnesium ions and this produces residue, which could leave hair coated with a soapy film, achieving the opposite effect. However, in the 20th century a lot of advances were made in the development of synthetic detergents, which were effective in larger ranges of water quality. The pH of these detergents was mildly acidic or neutral, which decreased the problem of eye and scalp irritation and was less damaging to the hair shafts. Today detergent-based shampoos have higher quality than soap-based shampoos on the market.

Soaps and shampoos are surfactants, or surface active agents, which is a group of substances that have the ability to reduce surface tension of liquids. Water molecules are kept together due to the intermolecular forces that exist between them, such as Hydrogen bonds, London (dispersion) forces, and dipole-dipole forces. All of these forces work in all directions, however, on the surface of water, these attractions are one-sided, which means that all of the water molecules on the surface are pulled to the bottom. This pulling of surface water molecules downwards is known as the surface tension, which is a force that allows to keep water volumes together. Since surfactants reduce surface tension, they allow water to spread more freely on surfaces, which is a very desirable process for cleaning.

The chemical structure and composition of detergent and soap molecules is what allows these substances to effectively remove contaminants. These molecules have a long, non-polar, hydrophobic hydrocarbon chain, which is attached to a polar, hydrophilic portion of the molecule, which allows it to freely dissolve in water. These properties allow the molecules to remove contaminants. When these molecules encounter oils, the hydrophobic parts of the molecules are attracted to oils and surround them, while the hydrophilic parts are on the outside, where the water molecules are found. This structure is called a micelle and has the ability to encapsulate oils. The basis of cleansing power of soaps and detergents lies in the ability of these molecules to reduce surface tension and the ability to form micelles around contaminants.



Understanding the hair structure is vital in this research. Following are the components of the hair anatomy:

Hair papilla - specialized loosely organized cells existing in the dermal papilla at the bottom of the hair follicles. They play major role in hair formation, growth and cycling

Hair matrix - part of the hair follicle where matrix keratinocytes divide to form the hair shaft. Melanocytes are also present here, which gives the hair its pigmentation

Outer root sheath - the continuation of the basal layer, which surrounds the entire hair follicle. It contains the bulge (a reservoir of hair stem cells), and the sebaceous gland

Inner root sheath - Structure in the lower growing hair follicle that serves as protective layer

Sebaceous gland - oil-producing gland that lubricates hair. Fatty substance, sebum, is released in the follicular duct and then on the skin (scalp)

Hair shaft - part of the hair visible above the scalp

Hair bulb - The base of the hair follicle, where specialized cells and capillaries work to build the hair shaft. The blood vessels also deliver hormones, which alter hair growth and quality

Arrector pili muscle - tiny muscle that attaches the base of the hair follicle to the dermal layer of the scalp. When the body is cold, these muscles contract to generate heat (through the consumption of ATP) and this is why hair “stands up right”

The hair shaft structure is divided into three parts. Medulla is the innermost layer of the hair shaft and it is composed of round cells and is found in thick and rough hair. Naturally blonde and fine hair has no medulla in it. The next layer is the cortex, the middle layer, which provides the strength, color, and texture of a hair fibre. This layer accounts for the 90% of the total mass of the hair fibre. Cuticle is the outermost layer and is transparent and has the role of serving as the protection to the cortex.

As hair emerges from the follicle, it essentially is a non-biologically active protein and the sebum that is secreted from the sebaceous glands is what protects this protein from friction. However, the major drawback of the oily sebum is that it easily collects environmental contaminants and dead skin cells on the hair shafts and scalp. The surfactant-containing shampoos act by removing the sebum with the contaminants associated with it. Soap-based shampoos are found to be very strong in terms of removing sebum, meaning that too much sebum is removed and this is extremely damaging to the hair since it becomes drier. On the other hand, detergent-based shampoos are not as strong, as they contain milder surfactants, which are capable to remove sufficient amount of sebum to remove contaminants, but not damage the hair.

The shampoo properties that were analyzed in this research were viscosity, pH, foaming ability and retention, foam effectiveness in dispersing contaminants, oil-emulsification properties, and the presence of sulfates. These properties were investigated and compared amongst 4 different shampoo samples, labelled in numbers from 0 to 3.

To measure the viscosity of the shampoo samples, the time taken for the copper ball to reach the bottom of the test tube containing the shampoo was measured. First, the same volume of shampoos were poured in test tubes and small copper balls were thrown in each of the test tubes. As soon as the copper ball touched the liquid, the timer was started and after the ball touched the bottom, the timer was stopped. Here is the data obtained:

Sample under observation					
	Distilled water	Shampoo 0	Shampoo 1	Shampoo 2	Shampoo 3
Time (\pm 0.01 seconds)	0.83	1.12	16.5	6.61	4.50

From this data, relative viscosity values were calculated using the formula: relative viscosity value = the time taken for the copper ball to reach the bottom of the test tube containing the shampoo sample / the time taken for the copper ball to reach the bottom of the test tube containing distilled water. The following values were obtained:

Sample under observation					
	Distilled water	Shampoo 0	Shampoo 1	Shampoo 2	Shampoo 3
Relative viscosity values	1.00	1.35	19.88	7.96	4.42

Generally, higher the viscosity of the shampoo, the better it is, since it is more practical to use that shampoo. From this trial, it was determined that shampoo number 0 had the lowest viscosity, followed by shampoo number 3 and then shampoo number 2. The highest viscosity was observed in shampoo number 1.

To measure the pH of the shampoo samples, a pH data logger was used for precise and accurate readings. The shampoo samples were dissolved in distilled water and the pH data logger probe was inserted in the solution. The readings presented were:

Sample under observation				
	Shampoo 0	Shampoo 1	Shampoo 2	Shampoo 3
pH reading ± 0.01	4.77	6.24	5.45	6.33

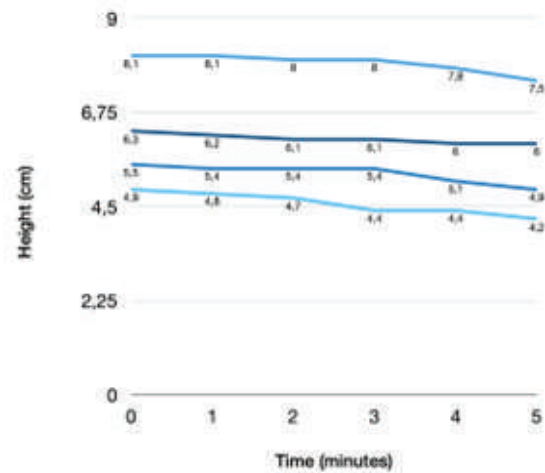
The hair's natural pH ranges from 3.6 to 5.5, which means that it is slightly acidic. Shampoos that have pH values close to the natural pH of the hair are preferred. Therefore, from these samples, samples number 0 and sample number 2 proved to be acceptable, while samples 1 and 3 were too alkaline, therefore they were unacceptable and would damage the hair shafts.

For measuring foaming ability and retention of the shampoo samples, height levels of foam and shampoos were monitored over the interval of five minutes. The shampoo levels were calibrated in test tubes. Here is the picture of the test:



The data of this specific part of the experiment is the following:

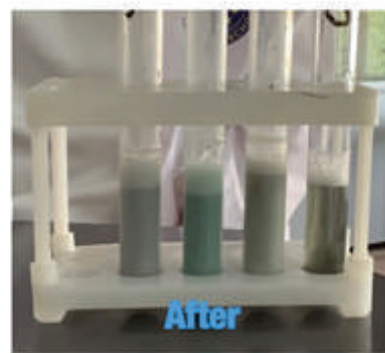
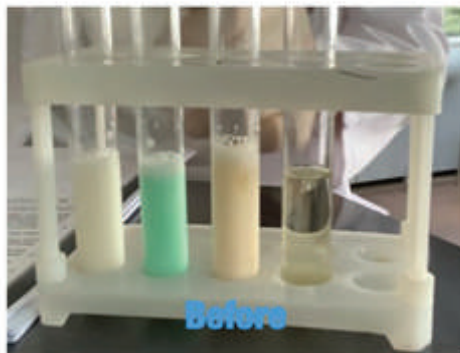
Time (minutes)	Sample under observation				Height of foam+shampoo (±0,1 cm)
	Shampoo 0	Shampoo 1	Shampoo 2	Shampoo 3	
0	4.9	8.1	5.5	6.3	
1	4.8	8.1	5.4	6.2	
2	4.7	8.0	5.4	6.1	
3	4.4	8.0	5.4	6.1	
4	4.4	7.8	5.1	6.0	
5	4.2	7.5	4.9	6.0	



According to the data presented above, the largest foaming ability was present in shampoo number

1. The retention values were calculated as change in height (initial height- final height). Shampoo number 0 had the retention value of 0.7 cm, which was followed by shampoos number 1 and 2, which had the value of 0.6 cm, and the least change in height was observed in shampoo number 3, as 0.3 cm. According to this, the largest retention was found in shampoo number 3.

Contaminate dispersion is the ability of the shampoo to encapsulate environmental contaminants present in the sebum. To measure contaminant dispersion, a hydrophobic ink was added to the samples dissolved in water and then color changes were observed. The ink was hydrophobic in order to imitate the properties of the sebum, which contains the contaminants. Here is a picture of the color changes before and after adding the ink:

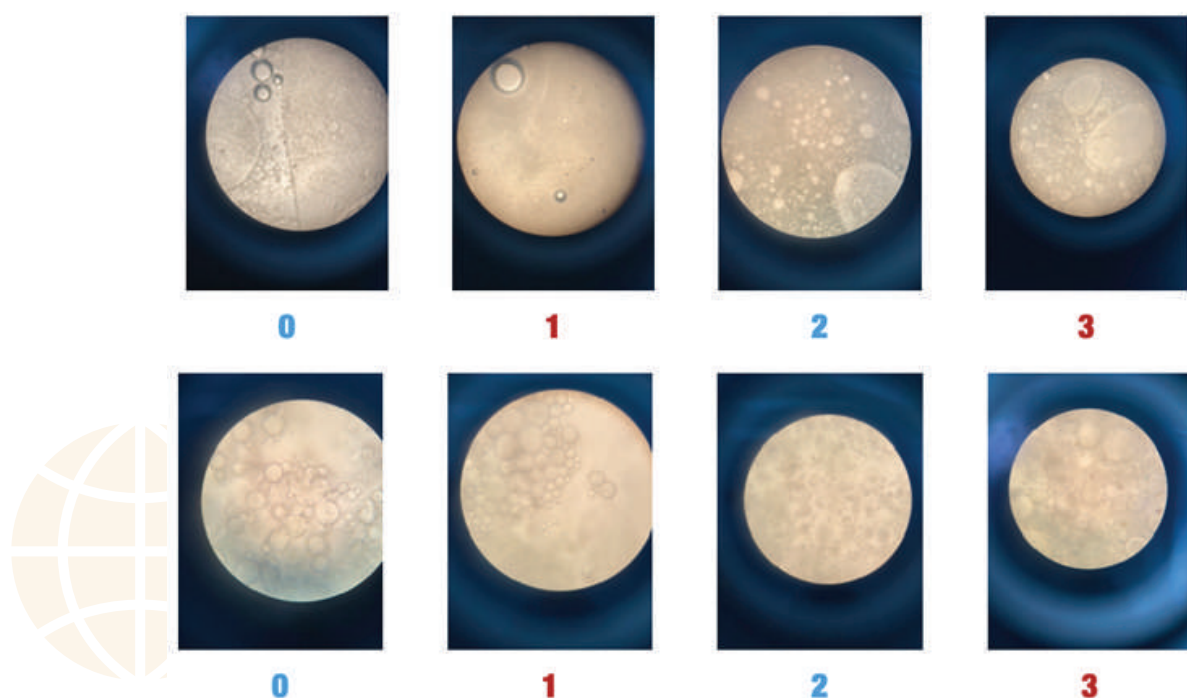


The qualitative observations of this part of the investigation are presented below. Initial and final colors of the solutions were recorded, as well as the location of the dye (whether it was found in the solution, foam, or both).

		Observations
Sample under observation	Shampoo 0	Initial color: transparent yellow Final color: transparent yellowish grey Ink location: solution only
	Shampoo 1	Initial color: yellowish white Final color: silver Ink location: solution and foam
	Shampoo 2	Initial color: light green Final color: greenish grey Ink location: solution and foam
	Shampoo 3	Initial color: white Final color: dark silver Ink location: solution and foam

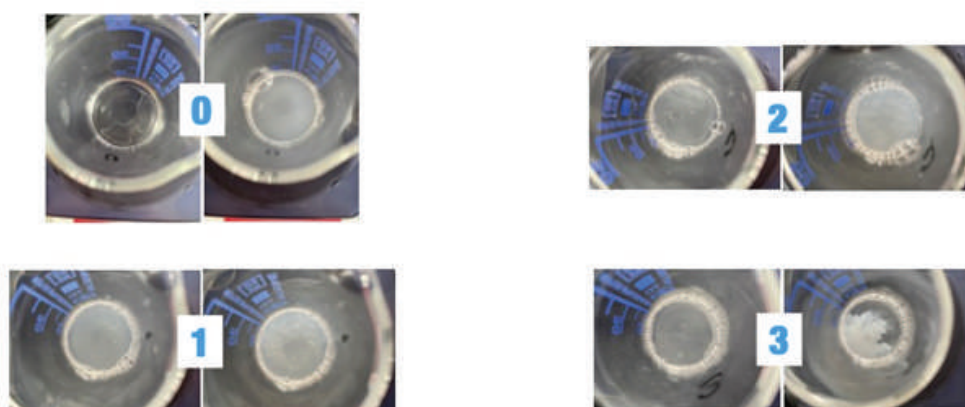
More drastic color changes and the presence of color in both, the solution and the foam, would indicate high contaminate dispersion, indicating higher effectiveness of the shampoo. In this case, shampoo number 1 changed the color the least, therefore it was deemed as the most ineffective shampoo. It was followed by shampoos numbers 3, 2 and 0, where shampoo number 0 was the most effective.

For measuring oil-emulsification properties, drops of vegetable oil were added to the samples, and the sizes of the oil bubbles were inspected using a microscope. The size of the oil bubbles would be considered to be proportional to micelle effectiveness. Here are the pictures from the investigation. The first set of pictures were taken at a magnification of 10x, while the second set of pictures were taken at a magnification of 100x.



Shampoos number 0 and 2 were considered to be highly effective in terms of oil-emulsification, while shampoos number 1 and 3 were unacceptable, because shampoo number 1 had too few oil bubbles and the size of these bubbles was relatively small, while the number oil bubbles present in shampoo number 3 was too high. This indicated that shampoo number 1 would not be able to remove sufficient amount of sebum, while shampoo number 3 would remove too much of sebum, therefore neither of those would be preferred.

Sulfates are substances that can extremely irritate eyes and the scalp and can remove protein and natural oils from hair, hence it is seen as a negative asset to shampoos. To measure the presence of sulfates, BaCl₂ test was used, which would cause a precipitate to form in the presence of sulfates due to the reaction $H_2SO_4 + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4 + 2HCl$. The pictures of the samples before and after adding BaCl₂ are presented below:



It was observed that shampoo number 1 had the least concentration of sulfates, while shampoo number 3 had the highest concentration of sulfates. This means that shampoo number 1 was the best in this criteria, while shampoo number 3 did not qualify as a preferable shampoo for the consumers.

As demonstrated above, shampoos are extremely necessary for the health of hair shafts, yet they can also have some detrimental effects on the hair shafts and the scalp, therefore choosing the right shampoo is an extremely important process, as it can determine hair health. Anti-hair loss shampoos have properties that would qualify them as safe shampoos, therefore they do not cause any additional harm to the hair shafts and truly help the regeneration of hair.

Works Cited

- "Anatomy, Hair Follicle - StatPearls - NCBI Bookshelf." National Center for Biotechnology Information, 14 Oct. 2021, www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470321/
#:~:text=The%20matrix%20is%20the%20part,the%20hair%20shaft%20with%20color. Accessed 2 June 2022.
- Boyd, Christopher. "What Chemicals Are in Your Shampoo?" Chemservice News, 2 June 2014, www.chemservice.com/news/what-chemicals-are-in-your-shampoo/. Accessed 2 June 2022.
- Consumer Chemistry: Properties of Shampoo. Aldon Corporation, Accessed 2 June 2022.
- "Hair Structure." Design Essentials, designessentials.com/hair-structure/
#:~:text=The%20medulla%2C%20also%20referred%20to,does%20not%20have%20a%20medulla. Accessed 2 June 2022.
- "Hair Structure." Harley Street Hair Clinic, 11 Feb. 2021, [www.hshairclinic.co.uk/hair-loss/all-a-b-out-hair/hair-structure#:~:text=The%20cortex%20%E2%80%93%20the%20middle%20layer,as%20protection%20to%20the%20cortex](http://www.hshairclinic.co.uk/hair-loss/all-a-b-out-hair/hair-structure#:~:text=The%20cortex%20%E2%80%93%20the%20middle%20layer,as%20protection%20to%20the%20cortex.). Accessed 2 June 2022.
- Hoffman, Matthew. "Hair (Human Anatomy): Image, Parts, Follicle, Growth, Problems, and More." WebMD, 10 May 2010, [www.webmd.com/skin-problems-and-treatments/picture-of-the-hair#:~:text=The%20hair%20bulb%20forms%20the,at%20different%20times%20of%20life](http://www.webmd.com/skin-problems-and-treatments/picture-of-the-hair#:~:text=The%20hair%20bulb%20forms%20the,at%20different%20times%20of%20life.). Accessed 2 June 2022.
- "The Inner Root Sheath and the Men Associated with It Eponymically." PubMed Central (PMC), Jan. 2011, www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3129131/
#:~:text=The%20inner%20root%20sheath%20(IRS,cells%20of%20the%20follicular%20bulb. Accessed 2 June 2022.
- Johnson, Jon. "Sulfate in Shampoo: What to Know." Medical and Health Information, www.medicalnewstoday.com/articles/327013. Accessed 2 June 2022.
- . "Sulfate in Shampoo: What to Know." Medical and Health Information, [www.medicalnewstoday.com/articles/327013#:~:text=Sulfates%20help%20a%20shampoo%20to,dry%20and%20prone%20to%20irritation](http://www.medicalnewstoday.com/articles/327013#:~:text=Sulfates%20help%20a%20shampoo%20to,dry%20and%20prone%20to%20irritation.). Accessed 2 June 2022.
- Kingsley, Anabel. "The Hair Structure." <https://www.philipkingsley.co.uk/>, 11 Apr. 2022, [www.philipkingsley.co.uk/hair-guide/hair-science/the-hair-structure.html#:~:text=The%20Hair%20Shaft,and%20claws%20are%20composed%20of](http://www.philipkingsley.co.uk/hair-guide/hair-science/the-hair-structure.html#:~:text=The%20Hair%20Shaft,and%20claws%20are%20composed%20of.). Accessed 2 June 2022.
- "Outer Root Sheath." Embryonic Development Database - LifeMap Discovery, [discovery.lifemap-sc.com/in-vivo-development/hair/outer-root-sheath#:~:text=The%20outer%20root%20sheath%20\(ORS,gland%2C%20responsible%20for%20hair%20lubrication](http://discovery.lifemap-sc.com/in-vivo-development/hair/outer-root-sheath#:~:text=The%20outer%20root%20sheath%20(ORS,gland%2C%20responsible%20for%20hair%20lubrication.). Accessed 2 June 2022.

"Please Wait... | Cloudflare." ResearchGate | Find and Share Research, www.researchgate.net/figure/The-structure-of-hair-integrated-in-the-skin_fig3_349931700. Accessed 2 June 2022.

Plog, Jan P. "Which Shampoo is Right for You? Testing Polymers to Find Out." *Advancing Materials*, 23 Apr. 2021, www.thermofisher.com/blog/materials/which-shampoo-is-right-for-you-testing-polymers-to-find-out/. Accessed

"Sebaceous Gland." *Encyclopedia Britannica*, www.britannica.com/science/sebaceous-gland#:~:text=sebaceous%20gland%2C%20small%20oil%2Dproducing,the%20surface%20of%20the%20skin. Accessed 2 June 2022.

Swift, Fran. "Skin Anatomy." *Johns Hopkins Medicine*, Based in Baltimore, Maryland, 5 Oct. 2015, www.hopkinsmedicine.org/neurology_neurosurgery/centers_clinics/cutaneous_nerve_lab/patients/

[skin_anatomy.html#:~:text=Arrector%20Pili%20Muscle%20%2D%20This%20is,up%20straight%2%20on%20the%20skin](http://www.hopkinsmedicine.org/neurology_neurosurgery/centers_clinics/cutaneous_nerve_lab/patients/skin_anatomy.html#:~:text=Arrector%20Pili%20Muscle%20%2D%20This%20is,up%20straight%2%20on%20the%20skin).

Undefined. "Role of Hair Papilla Cells on Induction and Regeneration Processes of Hair Follicles." *PubMed*, Accessed 2 June 2022.

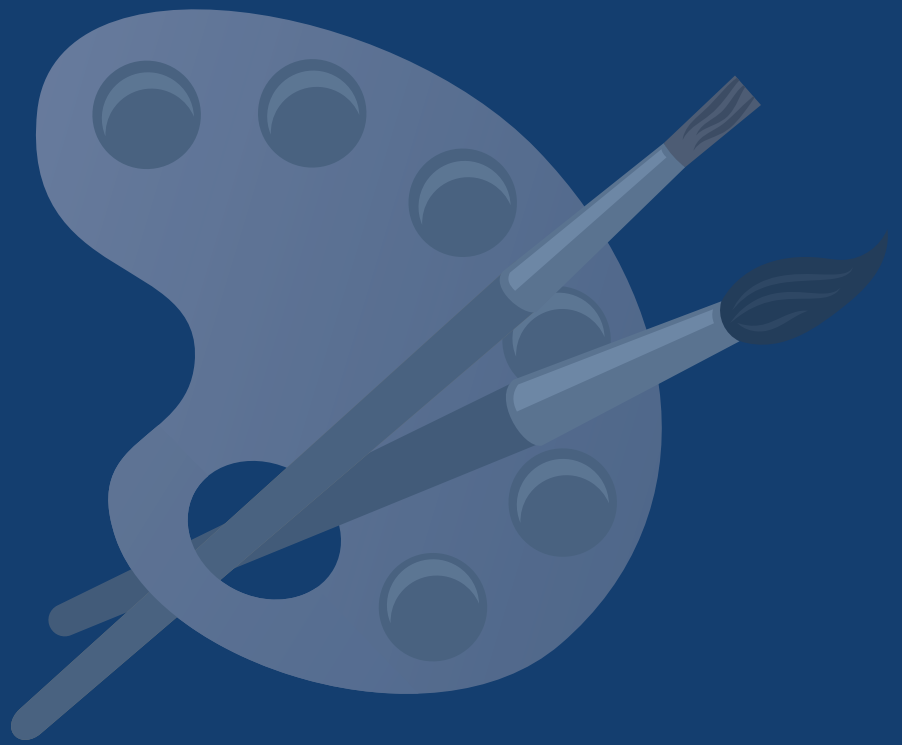
"An Update on the Role of the Sebaceous Gland in the Pathogenesis of Acne." *PubMed Central (PMC)*, Jan. 2011, www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3051853/
#:~:text=Sebum%20lubricates%20the%20skin%20to,

%2D%20and%20anti%2Dinflammatory%20function. Accessed 2 June 2022.

"What Are Micelles?" *BeautyEuro*, 14 Aug. 2019, www.beauty-euro.com/2019/how-to-do/micelles-the-newest-way-to-cleanse-your-skin/. Accessed 2 June 2022.

"What is the Best PH for Your Hair?" *Minnesota School of Cosmetology*, 23 Jan. 2021, www.mscollege.edu/blogs/hair/what-is-the-best-ph-for-your-hair/

#:~:text=The%20proper%20pH%20balance%20prevents,alkali%20products%20helps%20maintain%20acidity.&text=Using%20shampoos%2C%20conditioners%2C%20and%20other,hair%20affects%20the%20pH%20balance. Accessed 2 June 2022.



სელოვნება

პოსტიმპრესიონიზმის გავლენა თანამედროვე ხელოვნებაზე

მე-19 საუკუნის შუა წლებიდან დაწყებულმა ტექნიკურმა პროგრესმა მკვეთრად შეცვალა გარემოც და ადამიანთა ცხოვრების წესიც, ხელოვნებამ ცვლილებებს ახალი ფორმებით უპასუხა.

მე-19 საუკუნის მეორე ნახევრიდან პარიზი ხელოვნების მექად იქცა. ამ პერიოდში ჯერ კიდევ აქტუალურია კლასიციზმის იდეალები, ის თემები, რომლებიც ანტიკური სამყაროდან მოდიოდა. საზოგადოებაც შესაბამისად აღფრთოვანებას გამოხატავდა პუსენისა და დავიდის მიმდევრების ნამუშევრების დავალიერებისას.

სწორედ ამ გარემოში ჩაისახა იმპრესიონიზმი რომლებმაც თავიანთი პირველი გამოფენა კაპუცინების ბულვარზე გამართეს ნადარის სახელოსნოში, სადაც პრესამ მათ დაცინვით კლოდ მონეს ნამუშევრის სახელწოდებიდან „მზის ამოსვლა. შთაბეჭდილება“, „შთაბეჭდილების მხატვრები“ ანუ იმპრესიონისტები უწოდა.



იმპრესიონისტებმა ახლებურად დაინახეს საგნები და მოვლენები, ეს იყო საგნისგან ან მოვლენისგან მიღებული შთაბეჭდილების ასახვა. იმპრესიონისტების ნამუშევრებში იგრძნობა როგორი ენერგიით არის შექმნილი, ადვილად დაინახავ ფუნჯის მონასმებს. ამით იმპრესიონისტებმა უნებურად ხატვის მომენტი გაგვიზიარეს. იმპრესიონისტების მხატვრობამ არა მხოლოდ ხატვის შედეგი გაგვიზიარა, არამედ ხატვის პროცესი გაგვიმხილა, თვალსაჩინო გახადა არამართო ის რასაც ხატავენ, არამედ როგორ ხატავდნენ. სახვითი ენის მნიშვნელობის წინ წამოწევამ თანამედროვე მხატვრებს უბიძგა, რომ დაევიწყებინათ ძველი ტრადიციები და ამ მიმართებით გაეგრძელებინათ ძიება, უარი ეთქვათ რეალური სამყაროს ასახვაზე და ნამუშევრის მთავარ გმირებად ფერი, ხაზი და ფორმა ექციათ.

მე-18-მე-19 საუკუნის მიმდინარეობებს - კლასიციზმს, რომანტიზმს, რეალიზმს, იმპრესიონიზმს მათი საერთო მახასიათებლების გამო ეწოდათ სახელები. იმპრესიონისტების შემდეგი თაობის, პოსტიმპრესიონისტების შემოქმედება იმდენად განსხვავდება ერთმანეთისგან, იმდენად ინდივიდუალური და თავისებურია, მათ ერთნაირი მახასიათებელი არ მოეძებნებათ. პოსტიმპრესიონიზმის ნამუშევრებში ჟანრს ჯერ კიდევ ამოიცნობ. როგორ გაურჩევლადაც არ უნდა გამოსახონ მათ საგანი, მაინც მიხვდები პორტრეტია თუ ნატურმორტი, მაგრამ ამ მხატვრობის ფერწერის მიზანი არაა რეალური სამყაროს ასახვა. ამიერიდან უკან იხევს შინაარსი. კვლევის საგანი ხელოვნების საწყისი მიზანი, ფერი, ხაზი და ფორმა ხდება. მათი ხელოვნება თავად ხელოვნებას წამოსწევს წინ!

ხელოვნება იქმნება ხელოვნების ენის სამყაროს წამოსაჩენად და არა საგნობრივი სამყაროს წარმოსაჩენად. პოსტიმპრესიონისტები სამყაროს თავიანთი თვალთ გვანახებენ, გვანახებენ როგორ აღიქვამენ და როგორ განიცდიან.

ისტორიამ აჩვენა, რომ პოსტიმპრესიონისტებმა ძლიერი რგოლი შეკრეს ხელოვნების მიმდინარეობათა ჯაჭვში. ამ ძიებებში მათ მხატვრების შემდგომი თაობები უერთდებიან. ანრი ტულუზ ლოტრეკი ფრანგი არისტოკრატების ოჯახში დაიბადა. მისი შემოქმედების მთავარი თემა პარიზული ბოჰემის ღამის ცხოვრება ხდება. ფერმწერი მკვეთრი ხელოვნური განათებით ინტერესდება და ამას, ასევე მკვეთრად ასახავს ნამუშევრებში. მისი სურათები გამოირჩევა სილათით, კონტურები, ხაზები, ფერები თითქოს ცეკვავენ, ისეთი მოძრავი და დენადია. ლოტრეკის შემოქმედება მეცხრამეტე საუკუნის პარიზული ცხოვრების რიტმს არის აყოლილი.

ლოტრეკამდე აფიშა უბრალო ტექსტური ბეჭდური პროდუქცია იყო. ლოტრეკმა კი, ის ხელოვნების რანგში აიყვანა და რადგან მისი აფიშები კონტრასტული, მკვეთრი ფერებით, მსხვილი სილუეტებით იქცევენ ყურადღებას და იმ პერიოდის პარიზის ბოჰემურ ცხოვრებას ასახავენ. ლოტრეკის მრუდი, მოქნილი ხაზები არ ნუვოს, იგივე მოდენის სტილს ეხმიანება.

ასეთივე დენადი, „მოცეკვავე ხაზებითა“ სავსე არ ნუვოს სტილის ნამუშევრები. არ ნუვო- ს, ამ სტილს, ასე საფრანგეთში უწოდებენ. ეს სახელი პარიზში მდებარე გალერიის - maison de l'art nouveau-ს მიხედვით ეწოდა. ყველა ენაზე გადათარგმნილ სახელწოდებას ერთი საერთაშორისო სახელი აერთიანებს „modern“ ი, რაც ახალ ხელოვნებას ნიშნავს

ახალი სტილი ორნამენტების სიმდიდრით და მრუდი ხაზების დინამიკით გამოირჩეოდა. არტ ნუვოს ესთეტიკის ჩამოყალიბებაში დიდი წვრილი მიუძღვის იაპონური მხატვრობის ნატიფ ხაზებს და დეკორაციულ სიბრტყეს.



ამ სტილის ერთ-ერთი თვალსაჩინო წარმომადგენელია გუსტავ კლიმტი.

პოლ გოგენმა ევროპულ ფერწერაში ტროპიკული ეგზოტიკა შემოიტანა. გოგენის ტექნიკას „კლუაზონიზმი“ სახელით არის დამკვიდრებული. გოგენის მხატვრობა თავისი ფერადი ლაქებით და მსხვილი კონტურებით შემოსაზღვრულ ფორმებში ჩასხმული ფერებით იძენს დეკორაციულ ეფექტს. ტაიტიზე გადასახლებამ შთააგონა გოგენი, სწორედ ამიტომ არის მისი ნამუშევრები შესრულებული ლოკალური ფერებით. გოგენის ნამუშევრები, მკვეთრი, ლოკალური ფერებით გამოირჩევა, მუდმივად მზით გაჭერებული ფერები, ფერედოვანი კონტრასტები წარუშლელ შთაბეჭდილებას ტოვებს მნახველზე. გოგენის მხატვრობამ საფუძველი დაუდო მხატვრობის ახალ მიმდინარეობა - ფოვიზმს.



ფოვისტევემა აიტაცეს მისი მხატვრობის ძირითადი მახასიათებლები და გამოფენა მოაწყეს 1905 წელს პარიზში, გამოფენამ დიდი აჟიოტაჟი გამოიწვია, რადგან გამოყენებული ფერები რომლებიც საგნის რეალურ გადმოცემას ემსახურებოდა სულ სხვა დატვირთვა მიიღო. წითელი მდინარეები და იისფერი ქუჩები, წითელ-ყვითელ-მწვანე სახეები. ერთმა კრიტიკოსმა მათ დამცინავად ველურებ უწოდა. „fov“ (fouves) - ფრანგულად ველურს ნიშნავს, მათ ეს სახელი სამუდამოდ შერჩათ. ფოვისტების შთგონების წყარო პოსტიმპრესიონისტები ვან გოგი და გოგენი იყვნენ, რომლებიც სუბიექტურად აღქმულ, ინტესიურ ფერებს ანიჭებდნენ უპირატესობას. სწორედ მათ ნამუშევრებში დაინახეს ფოვისტებმა, რომ ფერი შეიძლება ენერგიული და აქტიური იყოს და უფრო მეტად გაამძაფრეს. ფოვისტებმა თავად ფერი აქციეს ენერგიად.

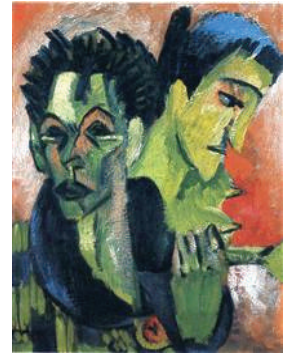
ჰოლანდიელმა ვინსენტ ვან გოგმა ხატვა 27 წლისამ დაიწყო, მან ფრანსუა მილესა და იაკონური ხელოვნების გავლენა განიცადა. დღეს ძნელად თუ მოიპოვება ადამიანი ვინც მის თუნდაც ერთ ნამუშევარს არ იცნობდეს. ამის მიზეზი ცოცხალი კოლორიტი, მსუყე, პასტოზური მონასმებით შევსებული სივრცეა. ვინსენტის საყვარელი შეხამება - ლურჯი და ოქროსფერი, კონტრასტულიცაა და ჰარმონიულიც, როგორც მზე და ცა. რაც შეეხება ვან გოგის ფერწერის „სავიზიტო ბარათს“, ეს მონასმია. იმპასტოს ტექნიკით დადებული მონასმი, რიტმული, ჩქარი, ხან ჩახვეული საოცარ მღელვარებას იწვევს, სწორედ ეს განაპირობებს მხატვრის ნამუშევრების ექსპრესიას, სურათებიდან ენეგია, განცდები, ალტაცემა მოდის.



მაშინ, როდესაც საფრანგეთში ფოვიზმი წარმოიშვა, გერმანიაში შეიქმნა ორი გაერთიანება: „ხიდი“ და „ლურჯი მხედარი“. ვინსენტ ვან გოგთან ერთად, მათი კერპები იყვნენ გერმანული რენესანსის ფერმწერი მათიას გრიუნევალდი და მანიერისტი ელ გრეკო. ექსპრესიონიზმის მიმდინარეობაზე ასევე დიდი გავლენა იქონია აფრიკის, ოკეანეთისა და კოლუმბადელი ამერიკის ხალხურმა ხელოვნებამ. ეს ნაკეთობები ბუნების ძალებს და მიცვალებულთა სულებს განანსახიერებენ.

ჯგუფის- „ხიდის“ წევრი იმპრესიონისტი მხატვრები - კირხნერი, ნოლდე და სხვები მეტი გამომსახველობისთვის ხშირად ფორმას ანგრევენ, უტრირებას და სტილიზაციას მიმართავენ. გამიზნული დეფორმაცია შინაგანი გრძობების მძაფრად დაძაბულობას გამოსახავს, ეს განცდა მე-20 ე საუკუნის პირველ მეოთხედში, როგორც ევროპული

ინტელიგენციის ტრაგიზმის გამოხატულება, პირველი მსოფლიო ომის შედეგია. ექსპრესიონიზმი მის აბსურდობის წინააღმდეგ ბუნტია. ექსპრესიონიზმის ხელვლების ცენტრშია განწირულობა, შიში, სასონარკვეთა, სულის ტკივლი, შფოთვა, უიმედობა, დეპრესია, იმედგაცრუება. მათ თვალწინ სამყარო ინგრეოდა, მახინჯდებოდა, სახვითი ენაც შესაბამისი უნდა ყოფილიყო.



ექსპრესიონისტების მიზანია, მარტოსული, უსუსური და მიუსაფარი ადამიანის ტკივლი დაგანახონ. კირხერის წვეტიანი, ტეხილი ფორმები მნახველში მძაფრ ემოციას იწვევენ. ორმა მეგობარმა ვასილ კანდისკიმ და ფრანკ მარკმა გადაწყვიტეს გამოეცათ თანამედროვე ხელოვნებისადმი მიძღვნილი ალმანახი. „ორივეს გვიყვარდა ლურჯი ფერიმ, მარკს ცხენები, მე კი მხედრები“ ასე დაერქვა გაერთიანებას ლურჯი მხედარი. მეოცე საუკუნის დასაწყისში პარიზის პარალელურად გაჩნდა ხელოვნების მეორე ქალაქი- მიუნჰენი. აქ სხვადასხვა კუთხიდან წამოსული მხატვრები აკადემიურ ხატვას სწავლობდნენ, სწორედ მიუნჰენში, მათი ძალისხმევით, საბოლოოდ დაინგრა აკადემიური მხატვრობის იდეალები. ლურჯი მხედრის წევრებმა თავდაყირა დააყენეს არსებული ტრადიციები და გზა გაუხსნეს ხელოვნებაში თვითგამოხატვის სრულიად ახალ, თავისუფალ ფორმებს.

ყველაასათვის ცნობილი სურათის „კივილის“ ავტორმა, ნორვეგიელმა მხატვარმა ედვარდ მუნკმა თავის დღიურში ჩაწერა: „ერთ საღამოს ბილიკს მივუყვებოდი. ცალ მხარეს ქალაქი სჩანდა, მის ქვემოთ- ვიწრო ყურე. ვიყავი დაღლილი და ავდმყოფი, ბუნების გამჭოლ კივილს ვგრძნობდი...“. მუნკის მგრძნობიარე, ემოციურმა ხასიათმა მისი შემოქმედების ექსპრესიული სტილი განაპირობა. მისი სურათები ტკივილს, ტრაგიზმს, განწირულობას გამოხატავენ.

პოლ სეზანი თავდაპირველად იმპრესიონისტთა გაერთიანებაში იყო, თუმცა შემდგომ მისმა მხატვრულმა ძიებებმა ის პოსტიმპრესიონიზმთან დააკავშირა. მიუხედავად იმისა, რომ მან რამდენიმე გამოფენაც კი მოაწყო იმპრესიონისტებთან ერთად, სეზანი არასოდეს იზიარებდა სრულად მათ მისწრაფებებს. მას აინტერესებდა ფერების არა მუდმივი ცვალებადობა და შუქ-ჩრდილის შემთხვევითი ეფექტები, არამედ ფერადოვანი გამის კანონზომიერი შეფარდებები და საგანთა მატერიალურობა.



სეზანისთვის სამყარო მოცულობები და მასებია. მან საკუთარ თავს წაუყენა უსაზღვროდ რთული ამოცანა – ტილოზე გადმოსცეს ფერებით ასახული საგნობრიობა, ხელშესახებობა, თვითგანმტკიცება მასალისა, სიღრმეში გავრცობილი მასივისა – მატერიალურობა სამყაროსი.

მას შემდეგ რაც იმპრესიონისტებმა მთელი სასურათო სიბრტყე აითვისეს, ნახატი მთლიანად დატვირთული ჩნდება, სეზანი კი გარკვეულ პერსპექტივას იმუშავებს საკუთარი შემოქმედებისთვის, მისთვის, როგორც ამას ლეონარდო და ვინჩი ამბობდა სურათი ცენტრისკენ უნდა იყოს მიმართული, თუმცა ეს არ გამოისახება მის ნახატებში იმდენად რამდენადაც საგრძნობია მისი ენა და მატერიალურობა.

1904 წელს პოსტიმპრესიონისტი პოლ სეზანი მეგობარს ურჩევს „ ეცადე ასახო ბუნება ცილინდრის, სფეროს, კონუსის საშუალებით“ . თითქოს სეზანი საგანს თლის, უნდა რომ მისი კონსტრუქცია გვაჩვენოს. სეზანის მიგნებით აღტაცებული პაბლო პიკასო და მისი მეგობარი ჯორჯ ბრაკი იდუის განვითარებას შეუდგნენ, ერთი სახელოსნო იქირავეს და ფერწერული ექსპერიმენტების ჩატარება დაიწყეს, ისევე როგორც მეცნიერები ლაბორატორიაში, ისინი ცდილობდნენ რომ შეესწავლათ და ამოეცნოთ სამყარო, მათ სრულიად შეცვალეს სამყარო. ფრაგმენტებათ დაშალეს საგნის ფორმა და ერთ ნამუშევარში გააერთიანეს ხედვის ბევრი წერტილი, კიდევ უფრო შორს წავიდნენ ყველა იმ მიმართულებით, რასაც სეზანის გვიანი პერიოდის შემოქმედებაში ეთაყვანებოდნენ. პიკასოს მეგობრები საყვედურობდნენ რადგან ვერ იგებდნენ რატომ ანგრევდა ფორმებს და „ამახინჯებდა“, სწორედ აქედან შექმნა პიკასომ ახალი მხატვრული ენა- კუბიზმი.



კუბიზმი ნამდვილი გადატრიალება იყო სამყაროს აღთმაში. საუკუნეების განმავლობაში ევროპულ მხატვრობაში გაბატონებული იყო ხედვის ერთი წერტილი. კუბიზმმა სამყარო ერთდროულად რამდენიმე რაკურსით დაგვანახა. პიკასო უარს ამბობს ტრადიციულ პერსპექტივაზე. კუბიზმს აინშტაინის ფარდობითობის თეორიას ადარებენ ხოლმე. შეიძლება აინშტაინის თეორიას არანაირი გავლენა არ ჰქონია კუბიზმზე, მაგრამ ნიშანდობლივია, რომ ეს ორი აღმოჩენა ერთია. ანალიტიკური კუბიზმი არის კუბიზის ადრეული სტადია, მისი მიზანია დაშალოს, დაანაწევროს ობიექტი ცალკეულ ელემენტებად და ახლებურად ააწყოს გამოსახულება. ანალიტიკური კუბიზმის ნამუშევრებში ფერი არის მნიშვნელოვანი. ამიტომ ამ პერიოდის ფერწერა მონოქრომულია და რუხის და ყავისფრის ტონებით შემოიფარგლება. კუბიზის მომდევნო სტადია „სინთეტიკური კუბიზმი“-ს სახელითაა ცნობილი. სინთეზი სხვადასხვა საგნის თუ მოვლენის გაერთიანებას ნიშნავს. სწორედ აქ შეიქმნა პირველი კოლაჟები.

პოსტიმპრესიონიზმა ადამიანებს მისცა განსხვავებულის აღთქმის უნარი, დაარღვია ტრადიციები და დაგვანახა სამყარო სხვა თვალთ. პოსტიმპრესიონიზმი არის ფერწერაში ერთ ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი მოვლენა რის შედეგადაც მოხდა სხვადასხვა ფერწერული განხრის განვითარება, გამოიწვია აზრთა სხვადასხვაობა , მაგრამ სრულიად გადაატრიალა სამყარო და ყველანაირ ჩარჩოს გაცდა.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ვენტური ლიონელი „მანედან ლოტრეკამდე“, ნაკადული“ თბილისი 1984
2. <https://www.tate.org.uk/art/art-terms/i/impressionism>
3. <https://www.history.com/topics/art-history/impressionism>
4. https://www.metmuseum.org/toah/hd/poim/hd_poim.htm
5. <https://mymodernmet.com/post-impressionism/>
6. <https://www.theartstory.org/movement/art-nouveau/history-and-concepts/>
7. <https://www.theartstory.org/movement/fauvism/>
8. <https://www.theartstory.org/movement/expressionism/>
9. <https://arttube.ru/tvorchestvo-gruppy-most/>
10. <https://www.wassilykandinsky.ru/blauereiter.php>
11. <https://www.theartstory.org/movement/cubism/>