



## საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია

ქართული ენციკლოპედიის ი. აბაშიძის სახელობის მთავარი სამეცნიერო რედაქცია

---

### კვანძთა თეორია

კვანძთა თეორია, მათემატიკური თეორია, რომელიც შეისწავლის კვანძების ტიპებს, მათი ერთმანეთისგან განსხვავების (კლასიფიცირების) შესაძლებლობებსა და მეთოდებს, ასევე კვანძებთან დაკავშირებული იდეების გამოყენებას მათემატიკასა და სხვა მეცნიერებებში (ფიზიკაში, ბიოლოგიაში და სხვ.).

კვანძებს უძველესი დროიდან იყენებენ მეზღვაურები, მეთევზეები, მშენებლები, ალბინისტები, მქსოველ-მქარგავები, ქირურგები და სხვ. ანტიკური ხანიდან კვანძები ითვლებოდა სირთულის, "ჩახლართულობის" სინონიმად, მას მისტიკური მნიშვნელობაც ენიჭებოდა. კვანძები გამოიყენებოდა საჭურვლის შესამკობად, ორნამენტებისათვის არქიტექტურულ ძეგლებზე, ხელნაწერებში, სამოსსა და სამკაულზე და სხვ. ე. წ. კვადრატული კვანძი ამშვენებდა მერკურის (ვაჭართა და მოგზაურთა მფარველი ღვთაება) კვერთხს. ამ კვანძს რომაელები "ნოდუს ჰერკულეს" – ჰერაკლეს კვანძს უწოდებდნენ. გადმოცემის თანახმად, ჰერაკლე ატარებდა თავისივე მოკლული ლომის ტყავს, რ-ის წინა თათებს ასეთი კვანძით კრავდა. ლეგენდარული „გორდიას კვანძი" ალექსანდრე მაკედონელმა მახვილით გაკვეთა... ცნობილია 700-ზე მეტი კვანძის გამოსახულება.

მათ. კვანძების არსებითი მახასიათებელია „გადანებებული" ბოლოები. მათ. კვანძის გახსნა მას შეკრულ რგოლად აქცევს. კ. თ-ს ენათესავება (და აზოგადებს მას) ხლართების თეორია, რ-იც იხილავს ერთმანეთში გადახლართული ( ერთმანეთზე გადაბმული) დამოუკიდებელი კვანძების ერთობლიობას. კ. თ. ჩაისახა XIX ს. 60-იან წლებში. თანამედროვე კ. თ. ფართოდ იყენებს ტოპოლოგიურ მეთოდებს. XX ს. ბოლოს და XXI ს. დასაწყისში მისი გამოყენება დაიწყო ფიზ. მოვლენების აღსაწერად ველის კვანტურ თეორიაში, ელემენტარული ნაწილაკებისა და ბირთვის ფიზიკაში, მაგნეტიზმში,

ჰიდროდინამიკაში, ქიმიაში, მოლეკულურ ბიოლოგიაში, გენეტიკაში და სხვ.

კ. თ-ის მთავარი ამოცანაა ორი მოცემული კვანძისთვის გაირკვეს, შესაძლებელია თუ არა ერთი გადავიყვანოთ მეორეში რაიმე მოძრაობით თოკის განყვეტის ანდა გადანებების გარეშე (ანუ ე. წ. იზოტოპური გარდაქმნებით), კერძოდ, შეიძლება თუ არა მოცემული კვანძის (ხლართის) გახსნა. ამ პრობლემაზე მუშაობდნენ კ. ფ. გაუსი (გერმ.), ა. პუანკარე (საფრ.), ასევე ჯ. ალექსანდერი (აშშ), ე. არტინი (გერმ.), ჯ. კონვეი (ინგლ.), ვ. ჯონსი (ახ. ზელანდია) და სხვ. კვანძთა (ხლართთა) არაიზოტოპურობის დასამტკიცებლად განიხილავენ ე.წ. იზოტოპურ ინვარიანტებს – ისეთ სიდიდეებს, რ-ებიც არ იცვლება იზოტოპური გარდაქმნებისას, თანაც სხვადასხვაა მოცემული ორი კვანძისთვის. ასეთ ინვარიანტებს მიეკუთვნება, მაგ., კვანძის ე.წ. წესიერ შეღებვათა რაოდენობა; ე.წ. ალექსანდერის (1923), კონვეის (1969), ჯონსის [ერთი ცვლადისა (1984) და ორი ცვლადისა (1987)] მრავალწევრები და სხვ. იზოტოპურ ინვარიანტს ეწოდება სრული, თუ ის სხვადასხვაა ნებისმიერი არაიზოტოპური კვანძებისათვის. პრობლემის ამოხსნის დღეისთვის (2018) ცნობილი ალგორითმი (ვ. ჰაგენი, გერმ.) იმდენად რთულია, რომ მისი რეალიზება კომპიუტერთაც კი შეუძლებელია.

ს ა ქ ა რ თ ვ ე ლ ო შ ი კვანძების და ხლართების გამოსახულებები მრავლად გვხვდება საეკლესიო და საერო არქიტ. ძეგლების ჩუქურთმებში, ხელნაწერებში, ძველებურ იარაღზე. ქართვ. ოსტატები პრაქტიკულად იყენებდნენ კვანძებისა და ხლართების ისეთ გარდაქმნებს, რ-თა მათ. თეორია და ღრმა შინაარსი მხოლოდ უკანასკნელ ათწლეულებში გაირკვა. მაგ., ლ. კაუფმანმა (აშშ) ააგო კვანძის მანამდე ცნობილი ინვარიანტები ახ. მეთოდებით, მაგრამ მალევე გაირკვა, რომ კაუფმანის მიერ ნაპოვნი და გამოყენებული თანაფარდობა პრაქტიკულად ცნობილი ყოფილა და გამოიყენებოდა ნეოლითური ხანის ორნამენტების შემქმნელთა მიერ. ე. ვიტენმა (აშშ) კ. თ. გამოიყენა ე. წ. ტოპოლოგიური ველის კვანტური თეორიის (ტვკთ) ასაგებად (1990 მიენიჭა ფილდსის მედალი). მ. ატიამ (ინგლ.; საქართვ. ეროვნული მეცნ. აკად. უცხოელი წევრი) ვიტენის მოდელზე დაყრდნობით შექმნა (1989) აქსიომატური ტვკთ. კ. თ-ის საფუძველზე დ. ვაშაყმაძემ (1984) აღწერა ელემენტარულ ნაწილაკთა ზოგიერთი თვისება და გარდაქმნათა პროცესები. ი. თავხელიძემ განაზოგადა კ. თ. 2- და 3-განზომილებიანი მრავალსახეობებისთვის და იპოვა კვანძების და მათი განზოგადებების ანალიზური აღწერის მეთოდები.

შესაძლოა მოიძებნოს კავშირები კ. თ-სა და კვანტური სიმების თეორიას შორის.

ლიტ.: А т ь я М., Геометрия и физика узлов, пер. с англ., М., 1995;5; L i c k o r i s h W. B. R., An introduction to knot theory, N.- Y., 1997; T a v k h e l i d z e I., On Some Properties of Ribbon Links Generated by Generalized Mobius-Listing Surfaces GMLnm, «Journal of Mathematical Sciences», 2013, vol. 191, N 6.

**ი. თავხელიძე**

**ი. ლომიძე**

---