საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია

ქართული ენციკლოპედიის ი. აბაშიძის სახელობის მთავარი სამეცნიერო რედაქცია

თხევადი კრისტალები

თხევადი კრისტალები, ორგანული ნივთიერებები ან ნარევები, რომელთა შემადგენელი მოლეკულები არის წაგრძელებული ან ბრტყელი და გარკვეულ ტემპერატურულ ან კონცენტრაციულ ინტერვალში მათთვის დამახასიათებელია როგორც სითხის (დენადობა), ისე მყარი სხეულის თვისებები (მოლეკულების განლაგების გარკვეული წესრიგი, ფიზ. პარამეტრების ანიზოტროპია და სხვ.). თერმოტროპული თხევადკრისტალური ფაზა თერმოდინამიკურად სტაბილური შუალედური მდგომარეობაა მყარ სხეულსა და სითხეს შორის და დაიმზირება გარკვეულ ტემპერატურულ ინტერვალში. როცა თხევადკრისტალური მდგომარეობის არსებობა დამოკიდებულია ნარევის ერთ-ერთი კომპონენტის კონცენტრაციაზე, მათ ლიოტროპულ თ. კ-ს უწოდებენ. მიღებული კლასიფიკაციით, თ. კ. იყოფა ორ კლასად: ნემატურ (N) და სმექტიკურ (S) თ. კ-ად. N თ. კ-ს ახასიათებს მოლეკულების ორიენტაციული მოწესრიგებულობა, S თ. კ-ს კი, დამატებით – მოლეკულების ფენოვანი წყობაც. S თ. კ-ის ტიპებს შორის ყველაზე უფრო გავრცელებულია სტრუქტურულად მარტივი A და C ტიპები. თუ N თ. კ-ის მოლეკულებს აქვთ ოპტ. აქტივობა (ქირალობა) ან თუ არაქირალურ ნემატიკებს ემატება რაიმე სახის ქირალური მოლეკულები მიიღება სივრცულად მოდულირებული ჰელიკოიდური (სპირალური) სტრუქტურა, რ-ის პერიოდი (სპირალის ბიჯი) ასეული ნმ-დან უსასრულობამდე ფარგლებშია და მგრძნობიარეა გარეშე ზემოქმედების (ელექტრ., სითბური) მიმართ. ასეთ თ. კ-ს ქირალურ ნემატიკებს (N*) ან ქოლესტერულ თ. კ-ს (Cholesteric - Ch) უწოდებენ. ჰელიკოიდური სტრუქტურა გააჩნიათ, ასევე, ქირალურ სმექტიკურ C ტიპის (SC*) თ. კ-ს. არსებობს აგრეთვე თხევადკრისტალური პოლიმერები. თხევადკრისტალური სტრუქტურა აქვს ბიოლ. წარმოშობის მრავალ ნივთიერებას.

თ. კ-ის აღმომჩენად მიიჩნევენ ავსტრიელ ბოტანიკოსს ფ. რაინიტცერს (1888). თ. კ-ის კლასიფიკაციის ავტორია ფრანგი მეცნიერი ჟ. ფრიდელი (1922); თ. კ-ზე ელექტრ. და

მაგნ. ველების გავლენის შესწავლაში მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა სანქტ.-პეტერბურგის სკოლამ (XX ს. 30-იანი წწ.) ვ. ფრედერიკსის ხელმძღვანელობით. გერმანელმა მეცნიერებმა ვ. მაიერმა და ა. ზაუპემ შექმნეს თ. კ-ის მოლეკულურ-სტრუქტურული თეორია (XX ს. 50-იანი წწ.). თ. კ-ის თეორიულ და ექსპერიმენტულ კვლევაში და მათ სინთეზში დიდი წვლილი შეიტანეს ფრანგმა მეცნიერმა ჟ. პ. დე ჟენმა (ნობელის პრემია, 1991) ამერიკელმა გ. ბრაუნმა, ინგლისელმა ჯ. გრეიმ, რუსმა მეცნ. ი. ჩისტიაკოვმა და სხვ.

XX ს. 70-იანი წლებიდან დაიწყო თ. კ-ის ფართომასშტაბური შესწავლა და გამოყენება, რასაც ხელი შეუწყო ელექტრო- და თერმოოპტ. ეფექტების აღმოჩენამ, აგრეთვე ტექნოლოგიების განვითარებამ. თ. კ-ის მართვისათვის საკმარისია მცირემოდებული ძაბვა (1–5 ვ) და, შესაბამისად, მცირე ენერგია. შედეგად, თ. კ-ის ფართოდ იყენებენ მრავალ ტექ. სამეცნ. კვლ. და სამომხმარებლო ხელსაწყოში – მობილურ ტელეფონებში, ტელევიზორებში, ციფრულ ფოტო- და ვიდეოკამერებში, საზომ ხელსაწყოებში, საათებში, კომპიუტერულ დისპლეებში და სხვ.

საქართველოში თ. კ-ის შესწავლა მიმდინარეობს 1972-იდან საქართვ. მეცნ. აკად. კიბერნეტიკის ინ-ტში (2006-იდან –სტუ-ის კიბერნეტიკის ინ-ტი). უმთავრესად შეისწავლება სპირალური სტრუქტურის მქონე თ. კ.; დადგენილია მრავალკომპონენტიან თხევადკრისტალურ სისტემებში სპირალური სტრუქტურის წარმოქმნის მექანიზმი და მისი კავშირი შემადგენელი მოლეკულების აღნაგობასთან, ზემოლეკულური სტრუქტურის მახასიათებლებსა და ამ სტრუქტურებზე გარე ძალების ზემოქმედებასთან. ეს შედეგი მიიღეს ფიზიკოსებმა გ. ჭილაიამ, ს. არონიშიძემ და სხვ., ქიმიკოსებმა კ. ჯაფარიძემ, ზ. ელაშვილმა და სხვ. აღსანიშნავია, რომ პირველი გამოკვლევა სპირალური სტრუქტურების ინდუცირებისათვის არათხევადი კრისტალური დანამატების (მენთოლისა და ტიგოგენინის წარმოებულების) გამოყენების შესახებ, გამოაქვეყნეს კიბერნეტიკის ინ-ტის მეცნიერებმა (გ. ჭილაია, ზ. ელაშვილი) თსუ-ის მეცნიერებთან (გ. ძოწენიძე და სხვ.) თანამშრომლობით. დადგენილია, რომ ორიენტაციული მოწესრიგებულობის პარამეტრი ერთი და იგივეა ქოლესტერულ და ნემატურ თ. კ-ში; ქირალურ სმექტიკურ თ. კ-ში დამზერილია ბრეგის დიფრაქცია, ინდუცირებული წრიული დიქროიზმი და სინათლის შთანთქმის ჩაქრობა – ბორმანის ეფექტი და განსაზღვრულია დიელექტრიკული შეღწევადობის ტენზორი.

თ. კ-ის გამოყენება ხელსაყრელია ინფორმაციის გამომსახავ და გადამცემ მოწყობილობებში მოხმარებული სიმძლავრის სიმცირის გამო. მნიშვნელოვანი წარმატებები მიღწეულ იქნა სპექტრის ფართო უბანში შეუფერხებლად, თანაბრად და უწყვეტად გადაწყობადი საღებარდამატებული ქოლესტერული თხევადკრისტ. ლაზერების კვლევაში (გ. ჭილაია, გ. პეტრიაშვილი, ა. ჭანიშვილი).

თ. კ-ის პრაქტ. გამოყენების მიმართულებით ჩატარებული კვლევის შედეგად მიღებულია გამოსახულების გარდამქმნელების ახ. ტიპი: ლითონი–დიელექტრიკი–ნახევარგამტარი – თ. კ., რ-თა მახასიათებლები არსებულ ანალოგებს აღემატება. ამ შედეგებისთვის მეცნიერთა ჯგუფს (ს. არონიშიძე, კ. ვინოკური, ზ. ელაშვილი, დ. სიხარულიძე, გ. ჭილაია, კ. ჯაფარიძე) მიენიჭა საქართველოს სახელმწ. პრემია მეცნ. და ტექ. დარგში (1989).

ლიტ.: ჭ ი ლ ა ი ა გ., თხევადი კრისტალები, თბ., 2016; Б е л я е в В., Ч и л а я Г., Жидкие кристаллы в начале XXI века, ИИН, МГОУ, М., 2015; Д е Ж е н П., Физика жидких кристаллов, М., 1977; C h i l a y a G., Induction of chirality in nematic phases, «Revue de Physique Appliqué» 1981, v. 16, N15; C h a n d r a s e k h a r S., Liquid crystals, Cambridge, 1992; B l i n o v L. M., C h i g r i n o v V. G., Electrooptic effects in liquid crystal materials, N.Y., 1994.

გ. ჭილაია