

# ელექტრონიკის შესავალი

## 1. კურსის წინასიტყვაობის მაგივრად

თანამედროვე სამყარო წარმოდგენილია ელექტრული და ელექტრონული ხელსაწყოების, კომპიუტერების, საინფორმაციო ქსელების, ტელევიზიის, ოპტიკურ-ბოჭკოვანი, რადიო, ფიჭური და კოსმოსური კავშირგაბმულობის სისტემების, რობოტების, უზუსტესი გაზომვებისა და მრავალი სხვა მიღწევის გარეშე, რომლებმაც შეცვალეს ადამიანთა ცივილიზაციის სახე ბოლო რამდენიმე ათწლეულის განმავლობაში.

ახალი თაობები ახალი ტექნიკური “სასწაულების” შექმნის მოწმეები და მონაწილეები გახდებიან. ადამიანის შემოქმედებითი ნიჭი და ძალა ყოველდღე ქმნის ახალ ტექნოლოგიურ<sup>1</sup> რეალობას, ეუფლება მიკრო<sup>2</sup> და მაკრო<sup>3</sup> კოსმოსის<sup>4</sup> საიდუმლოებას.

ეს პროცესი უხსოვარი დროიდან მოდის. საუკუნეები და თაობები დასჭირდა კაცობრიობას ბუნების იმ კანონზომიერებების წყების აღმოსაჩენად, რომელიც დღეს სკოლაში ისწავლება. მეცნიერებისა და ტექნიკის თითოეულ დარგს ამა თუ იმ სახით გააჩნია ისტორიული საწყისი, განვითარების ეტაპები, სახელები. დარგის ცოდნის დაუფლება ყოველთვის თავისებურ ისტორიულ ექსკურსს<sup>5</sup> წარმოადგენს ჩვენს შორეულ თუ ახლო წარსულში.

გავიაროთ ერთად ელექტრონიკის ეს გზა.

თუმცა არსებობს შეხედულებაც, რომ საგნის ისტორიის ცოდნა ზედმეტი ტვირთია, სტუდენტს, თითქმის ცნობარის სახით, უნდა მიეწოდოს მხოლოდ ის “ამონაკრეფი”, რომელიც ესაჭიროება მას მომავალ პროფესიულ საქმიანობაში. ასეთი მოდგომა ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებას, დაგვიჯერეთ, მშრალ და უგემურ “კერძად” აქცევს.

თანამედროვე ელექტრონიკა – ელიტარული საინჟინრო საგანია. სიტყვა ინჟინერი ლათინური ingenium –იდან მოდის, რაც ნიშნავს “გონებამახვილური გამოგონება”, და თავისი არსით წარმოადგენს ახლის შექმნას ადამიანის ცხოვრების ყველა სფეროში. სიტყვა ელიტა ლათინური electus-იდან მოდის და ნიშნავს რჩეულს, შერჩეულ საუკეთესო მაწილს, ჯგუფს. განათლება, თავისთავად, ღრმა, რთული და ზოგადად ძნელად განსამარტი ცნებაა. ძალიან ზოგადად შეგვიძლია ვთქვათ, რომ განათლება წარმოადგენს მუდმივად მომქმედ ხერხს, გადავცეთ ერთმანეთს და განსაკუთრებით ახალ თაობებს, უნარები და ცოდნა, რომელიც ადამიანთა ერთობლიობას ესაჭიროება, და მოთხოვნილია მის მიერ. ცოდნის ბუნება ისეთია, რომ მისი “მატარებელი” ადამიანების რაოდენობა მცირეა. წინასწარ, დაბადებიდან, შეუძლებელია ცოდნის დაუფლების ნიჭის აღმოჩენა. განათლების მიღების პროცესში თქვენ ეს აღმოჩენაც უნდა გააკეთოთ, განათლების მიღება სწორედ საუკუნეების მანძილზე დაგროვილი ცოდნის დაუფლებაა. დაგროვილი ცოდნა კი შეიძლება დაიკარგოს თუ მისი სრულყოფა, განზოგადოება და გადაცემა არ ხდება. ან თუნდაც რატომღაც განათლებულ ადამიანთა რიცხვი ცოტა? იქნებ ზედმეტიც კია, ოღონდ ნაწილობრივ განათლებულების?

<sup>1</sup> ტექნოლოგია

<sup>2</sup> მიკრო

<sup>3</sup> მაკრო

<sup>4</sup> კოსმოსი

<sup>5</sup> ექსკურსი

დაგროვილი ცოდნის მოცულობის ზრდასთან ერთად სრულად მისი “მატარებლებისა” და მით უფრო “გადამცემების” რიცხვი მცირდება. თუ მომავალში აირჩევთ ჩვენ სპეციალობას, ამ კურსის განმავლობაში საკუთარ თავში უნდა აღმოაჩინოთ მკვლევარი და გამომგონებელი. შევეცდებით ამაში დაგეხმაროდ.

დამწყები სტუდენტი ერთდროულად რამდენიმე ამოცანას ასრულებს –

- ავსებს ცოდნის მარაგს – იმახსოვრებს ფაქტებს, სხვადასხვა დროს აღმოჩენილ კანონზომიერებებს, სწავლობს მისთვის ახალ სიმბოლურ ენებზე ბუნებისა და ტექნიკის კანონზომიერებების გამოხატვას;
- სწავლობს სხვადასხვა მოვლენებში ერთიანი საწყისების დანახვას, ფაქტების უკან ზოგადი კანონზომიერებების დანახვასა და აღმოჩენას, ერთიან მწყობრ *სისტემაში* ცოდნის მოყვანას;
- სწავლობს თუ როგორ უნდა ისწავლოს თვითონ, დამოუკიდებლად, რა ხერხებს უნდა მიმართოს ამ ჩამონათვლის პირველი ორი პუნქტის სწრაფად და მაქსიმალური შედეგიანობით შესრულებისათვის.

ჩვენ შევეცდებით ამ შესავალ კურსში სამივე ამოცანის შესრულებაში დაგეხმაროთ. მეცნიერებამ და ტექნოლოგიამ ზუსტად ეს გზა გაიარა და მისი ისტორია მრავალ მისაბამ მაგალითს შეიცავს. თითოეული თქვენთაგანი, ვიდრე სპეციალისტად, მკვლევარად, პროფესიონალად და დამოუკიდებელ პიროვნებად ჩამოყალიბდება, ინფორმაციის და გამოცდილების ნაკლებობის გამო, ეძებს ქცევის მისაბამ მოდელს. ეს ადამიანის ბუნებრივი თვისებაა. მეცნიერების და ტექნოლოგიის ისტორია მრავალ მისაბამ მაგალითს შეიცავს, რომელიც დაგეხმარებათ დაეუფლოთ დარგს და ისწავლოთ ამოცანების გადაჭრა, გავიმეორებ, აღმოაჩინოთ საკუთარ თავში მკვლევარი და გამომგონებელი.

### დავალება 1.

უკვე მიაქციეთ ყურადღება, რომ ჩვენ არ ვიძლევით ფართოდ გამოყენებადი ტერმინების განმარტებას – ეს საქმე თქვენ მოგანდეთ, რადგან უკვე სკოლიდან უნდა მოსულიყავით ამ სიტყვების ცოდნის მარაგით. თუ ეს მარაგი მცირეა, ან არ გაგაჩნიათ – გადაუდებლად შეუდექით საკუთარი *საინფორმაციო*<sup>7</sup> სისტემის შექმნას, განმარტებითი ლექსიკონები, ენციკლოპედიები, ინტერნეტი თქვენს განკარგულებაშია. აუცილებლად გაარკვიეთ ტერმინის პირველადი მნიშვნელობა იმ ენაზე, რომელზეც პირველად გაჩნდა ტერმინი (როგორც წესი ბერძნული ან ლათინური). ტერმინის შინაარსი უფრო ნათელი და ადვილად გასაგები გახდება. აღმოაჩინეთ, აგრეთვე, რომ ზოგიერთი ტერმინი მოვლენის, მოვლენის აღმომჩენის ან გამომგონებლის სახელია, ზოგჯერ კორპორაციის, რომელმაც პირველმა დაიწყო ამა თუ იმ სახელწოდებით ცნობილი პროდუქციის წარმოება.

**მაგალითად** - საყოველთაოდ ცნობილი ქსეროქსი:

ბერძნული ფუძეები *xeros* – მშრალი და *graphos* – წერა, ერთად აღნიშნავენ ქსეროგრაფიის, ანუ მშრალი წერის ფიზიკურ პროცესს. ხელსაწყოს გამომგონებელმა ჩესტერ კარლსონმა დაარქვა მას ქსეროქსი. ქსეროკოპირება საინტერესო და თვალსაჩინო ელექტრონული პროცესია. ელექტრობაზე ელემენტარული წარმოდგენაც კი საკმარისია პროცესის არსის გასაგებათ.

- ე.წ. ფოტოგამტარი (*photoconductor*<sup>8</sup>) უარყოფითად იმუხტება მაღალი ძაბვით.

<sup>6</sup> სისტემა

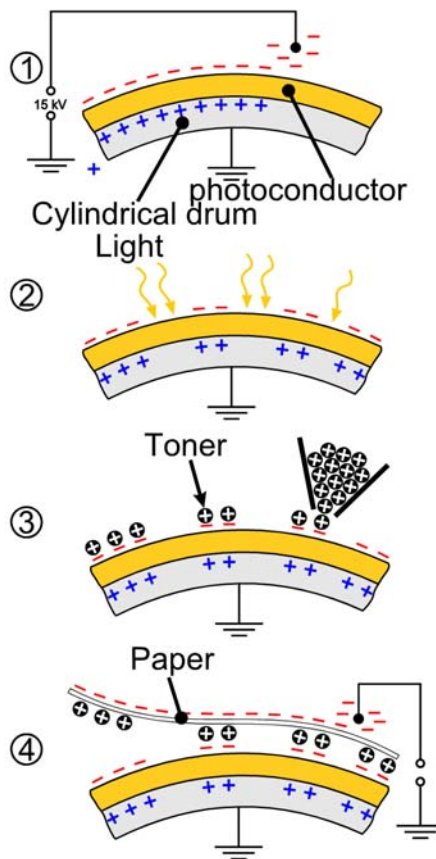
<sup>7</sup> საინფორმაციო

<sup>8</sup> photoconductor

- სინათლის ზემოქმედებით შესაძლებელია განათებული ადგილების განმუხტვა.
- დადებითად დამუხტული საღებავის ნაწილაკები ეკრობიან ფოტოგამტარს იმ ადგილებში, სადაც არ მოხდა მისი განათება.
- შესაძლებელია ამ დადებითად დამუხტული ნაწილაკების გადატანა უარყოფითად დამუხტულ ქაღალდზე.

ფიზიკამ თავისი “საქმე” შეასრულა, დანარჩენი გამომგონებლისა და ტექნიკის საქმეა. დავუმატებთ, რომ გამოსახულება ქაღალდზე *ფიქსირდება*<sup>9</sup> თერმული, ანუ სითბური დამუშავების შედეგად – საღებავი დნება და ეკრობა ქაღალდს.

თუ თქვენ იგრძენით სიამოვნება ფიზიკური პროცესის გაგების, მისი სიმარტივის და სილამაზის გამო, ხვდებით, თუ რამდენად რთულია ამ პროცესის განხორციელება “რკინაში”, ანუ ხელსაწყოს სახით და იგრძენით პატივისცემა ინჟინრების მიმართ, რომლებმაც შექმნეს ქსეროხის თანამედროვე სახით, ჩათვალეთ, რომ ჩვენ წარმატებით გავივლით ამ კურსს. მრავალი, პირველი შეხედვით საიდუმლო, ასევე მარტივად გასაგები ხდება, როგორც ბუნების მოვლენების ერთობლიობა და ადამიანის საინჟინრო ნიჭის (გაიხსენეთ გონებაბახვილური გამოგონებების შექმნის უნარის) შერწყმის შედეგი.



ნახატი 1.1

თქვენს პირად ინფორმაციულ სისტემაში, უკეთესია, არა მარტო სიტყვების განმარტება დააფიქსიროთ, არამედ ფორმულის სახით ჩაწეროთ, მაგალითად *კულონის კანონი*<sup>10</sup> და სხვა, რაც დაგაინტერესებთ. გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ ასეთი წესით საკუთარ თავზე მუშაობას ბევრი სიკეთე მოაქვს.

<sup>9</sup> ფიქსირება


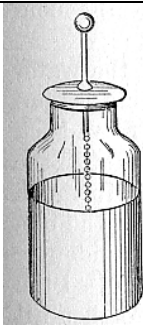



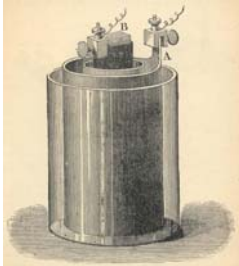

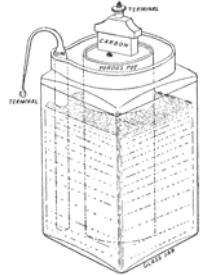
<sup>10</sup> კულონის კანონი

თანამედროვე საუნივერსიტეტო სწავლების საკრედიტო სისტემა ითვალისწინებს სტუდენტის საგანზე დამოუკიდებელ სამუშაოს. ჯერჯერობით დაგეგმილია დამოუკიდებელი მუშაობის ამ ფორმით.

## 1. რითი და როგორ იწყებოდა დარგი

ისტორიკოსების ვარაუდით პირველი ელექტრული ხელსაწყო, ე.წ. “ბაღდადის ბატარეა” შექმნილი იყო 2000 წლის წინ. იგი ნაპოვნია ქ. ბაღდადის მახლობლად არქეოლოგიური გათხრების დროს (1936 წელს) და წარმოადგენს თიხის ქილას ფისის საცობით, რომელშიც გაყრილია რკინის დერო, რომელიც, თავის მხრივ მოთავსებულია სპილენძის მიღში. ქილაში ჩასხმული ძმარი აქცევს ამ “ხელსაწყოს” 1.1 ვოლტის ძაბვის მქონე ელექტრული დენის წყაროდ. რის გამო ხდება ბაღდადის ქილა დენის წყარო, ამას მოგვიანებით გავიგებთ, მაგრამ რაში იყენებდნენ ასეთ დენის წყაროს, არ ვიცით.

თუ შევეცდებით ელექტრული დენის წყაროს შექმნის მაგალითზე წარმოვიდგინოთ თუ როგორ ვითარდებოდა ფიზიკა და გამომგონებლის აზრი გასული 2000 წლის განმავლობაში, ვნახავთ, რომ ცდა და ცოდნა ერთმანეთს გვერდიგვერდ მიჰყვებოდა. ყოველი ახალი ცდა (ექსპერიმენტი<sup>11</sup>) იყენებდა უკვე დაგროვილ ცოდნას და ავსებდა არსებული ცოდნის მარაგს. ვითარდებოდა წარმოდგენა ქიმიურ პროცესებზე, ელექტრულ მასალადმცოდნეობაზე და მასობრივი წარმოების ტექნოლოგიაზე. ერთი კონსტრუქცია ცვლიდა მეორეს, უმჯობესდებოდა და სხვადასხვა დროს გამოჩნდებოდა მეცნიერებისა და ტექნოლოგიის ასპარეზზე როგორც იმ დროისათვის დახვეწილი ნიმუში. ამით სრულდებოდა ერთი ეტაპი და იწყებოდა ახალი. ისტორიამ შემოგვინახა რამდენიმე ასეთი ეტაპური ნიმუში და გამომგონებლის სახელი. როგორც წესი თითოეულ ეტაპზე ნაპოვნი იყო თვისობრივად ახალი მიდგომა, ელექტრობის თვისებების ახალი გამოვლენა, ახალი ქიმიური რეაქცია ან სხვა რაიმე სიახლე, რომელიც კვლევის ახალ ასპარეზს დაგვანახებდა.








			
0	1745	1800	1836
			
1839	1841	1859	1866

<sup>11</sup> ექსპერიმენტი

- დაახლოებით 0000 წ. ბაღდადის ქილა.
- 1745 წ. ლეიდენის ქილა, პიტერ ვან მუსენბროეკი (Musschenbroek) (1692–1761).
- 1800 წ. ვოლტას სვეტი, ალესანდრო ვოლტა (Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta) (1745–1827).
- 1836 წ. დანიელის ელემენტი, ჯონ ფრედერიკ დანიელ (John Frederick Daniell) (1790–1845).
- 1839 წ. გროუვის ელემენტი, უილიამ რობერტ გროუვი (William Robert Grove) (1811–1896).
- 1841 წ. ბუნსენის ელემენტი, რობერტ ვილჰელმ ბუნსენი (Robert Wilhelm Bunsen) (1811–1899)
- 1859 წ. პლანტეს აკუმულატორი, გასტონ პლანტე (Gaston Plante) (1834-1889)
- 1866 წ. ლეკლანშეს ელემენტი, ჟორჟ ლეკლანშე, (Georges Leclanché) (1839 - 1882).

ისტორიამ შემოგვინახა სხვადასხვა კონსტრუქციის აღწერა, ნახატი, ნახაზი, ზოგჯერ თვით ხელსაწყო.

ითვლება, რომ ფოტოგრაფია<sup>12</sup> გაჩნდა 1839 წელს. ამ დრიდან ჩვენ გადვინა ამ ტექნიკური ეპოქას<sup>13</sup> მონაწილეთა პორტრეტები<sup>14</sup>, თუმცა ფერწერამ შემოგვინახა ადრინდელი პერიოდის მკვლევართა და გამომგონებელთა სახეები.

?			
	Piter Musschenbroek	Alessandro Volta	John Daniell
			
William Grove	Robert Bunsen	Gaston Plante	Georges Leclanché

ეს მხოლოდ ერთი, დღეს ფართოდ წარმოდგენილი ელექტრული ხელსაწყო – მუდმივი დენის წყაროს ისტორიაა ძალიან მოკლე, თითქმის არაფრის მთქმელი ნარკვევია. დღეს ჩვენს გარშემო არსებულმა ყველა ელექტრულმა ხელსაწყომ

<sup>12</sup> ფოტოგრაფია

<sup>13</sup> ეპოქა

<sup>14</sup> პორტრეტი

არანაკლებ საინტერესო ისტორია გაიარა. თანამედროვე სარეცხი მანქანა გაცილებით რთულ ელექტრონიკას შეიცავს ვიდრე პირველი კოსმოსური ხომალდი. ციფრულმა ფოტოგრაფიამ სულ ათი წელია რაც ფართოდ დაიწყო სამყაროს დაპყრობა. შევიგრძნოთ და მივეჩვიოთ, რომ ჩვენ სწრაფად ცვალებად ტექნიკურ სამყაროში ვცხოვრობთ.

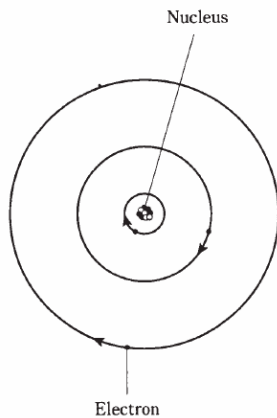


დღეს ამ სახითაა ცნობილი მუდმივი დენის წყაროები, პართდ გამოიყურება უამრავ დარგში, ტევადობით და სხვა ტექნიკური პარამეტრით წარმოუდგენლად გაასწრო პირველ ნიმუშებს.



2009

ძნელი წარმოსადგენია, მაგრამ ფაქტია, რომ ჩვენ სახელოვან წინაპრებს, დარგის ფუძემდებლებს, წარმოდგენა არ გააჩნდათ ელექტრონზე – ელემენტარულ ნაწილაკზე, რომელიც ამ მოვლენების მთავარი მომქმედი გმირია. მათ არც რაიმე, სინამდვილესთან ახლოს მყოფი წარმოდგენა გააჩნდათ ატომურ და მოლეკულურ სტრუქტურებზე.

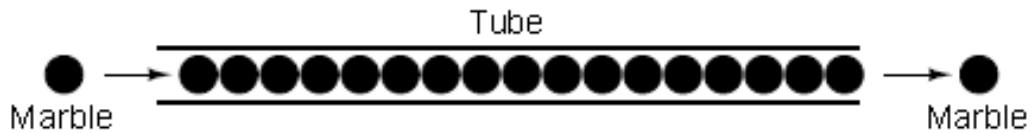


ნახატი 1.2. ატომის სტრუქტურა. ატომის ბირთვი შეიცავს მძიმე ელემენტარულ ნაწილაკებს პროტონებს და ნიტრონებს, რომელთა რაოდენობა განსაზღვრავს მის ფიზიკურ და ქიმიურ თვისებებს. ბირთვის გარშემო, ე.წ. ელექტრონულ შრეებზე იმყოფებიან მსუბუქი ნაწილაკები – ელექტრონები.

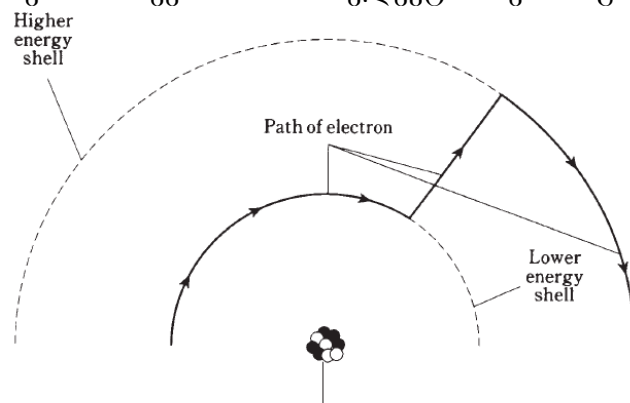
ელექტრული და ელექტრონული ინჟინერიის ნებისმიერი სახელმძღვანელო იწყება ატომის<sup>15</sup> სტრუქტურის აღწერით, თუმცა ეს სტრუქტურა არავის უნახავს თვალთ და არ შეხებია ხელით (ანუ მიუწვდომელია ადამიანის სენსორული<sup>16</sup> სისტემისათვის, ჩვენი შეგრძნების სისტემისათვის). მიუხედავად ამისა ჩვენ წარმატებით ვიყენებთ ამ წარმოდგენას – მოდელებს<sup>17</sup>), რომელიც შეიქმნა უფაქიზესი და გონებამახვილური ფიზიკური ექსპერიმენტების შედეგად.

ატომური<sup>18</sup> ფიზიკის ამ წარმოდგენაზე “დგას” თანამედროვე მეცნიერება. შეიძლება ითქვას, რომ ჩვენ გამოვიცანით ატომების აგებულება, ჩამოვაყალიბეთ წარმოდგენა, შევამოწმეთ იგი მრავალი ცდით და ვსარგებლობთ ამ მოდელით. მეტიც, დეტალურად შევისწავლეთ მისი შემადგენელი ნაწილების თვისებები და მათზეც შევქმენით წარმოდგენა ადამიანისათვის ჩვეული, ალსაქმელად მარტივი სიტყვებით, სიმბოლოებით, ნახაზებითა და ნახატებით.

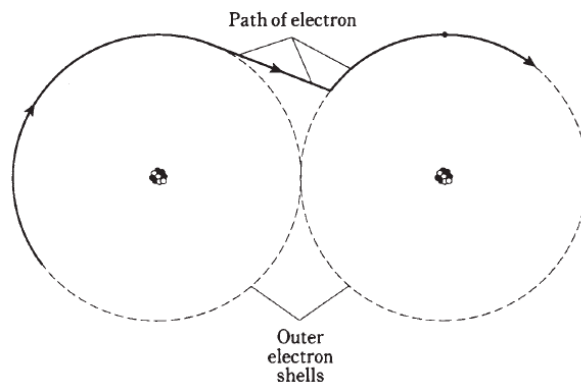
შეგვიძლია გამარტივებული სახით წარმოვიდგინოთ ელექტრული დენი როგორც მცირე ნაწილაკების დალაგებული, მოწესრიგებული მოძრაობა მილის მსგავს გამტარში.



შეგვიძლია უფრო ღრმად ჩავიხედოთ მოვლენათა არსში ვისაუბროთ ატომების ელექტრონულ გარსებზე, და იგივე მოვლენა წარმოვადგინოთ როგორც მეზობელი ატომების შრეებს შორის ელექტრონებით გაცვლის პროცესი.



ნახაზი 13



ნახაზი 14

<sup>15</sup> ატომი  
<sup>16</sup> სენსორი  
<sup>17</sup> მოდელი  
<sup>18</sup> ატომი

ყოველ ასეთ შემთხვევაში ჩვენ ვქმნით და, როგორც გვიჩვენებს ცდა და გამოცდილება, წარმატებით ვსარგებლობთ წარმოსახვითი წარმოდგენებით და გადავცემთ ერთმანეთს ინფორმაციას<sup>19</sup> კავშირგაბმულობების სხვადასხვა საშუალებების გამოყენებით.

## 2. რეალობის ელემენტები – ინფორმაცია – რეალობის გარდაქმნა

მეტად სასარგებლო იქნება, თუ თავიდანვე შევთანხმდებით და მივიღებთ რამდენიმე განმარტებას, რომელიც მოგვცემს ზოგად წარმოდგენას კვლევის, სწავლის და საინჟინრო საქმიანობის პროცესებზე დაგვეხმარება ერთიანი მიდგომით, გააზრებულად გავიაროთ კურსი.

**შეთანხმება 1. ადამიანი ბუნებით მკვლევარია, სწავლის და კვლევის პროცესები წარმოადგენენ რეალობის ინფორმაციული მოდელების შექმნის პროცესს**

რეალობის შესასწავლად გვჭირდება ინსტრუმენტები<sup>20</sup>:

- თვალი;
- ყური;
- უკვე არსებული ცოდნა;
- დამზერითი და გამზომი ხელსაწყოები;

მიღებული ცოდნის (ინფორმაციის) დასაფიქსირებლად გვჭირდება:

- ენა, როგორც მოვლენების ბგერითი ასახვის საინფორმაციო სისტემა;
- დამწერლობა - ენის კოდირების, სიმბოლოებით გამოხატვის სისტემა;
- უკვე არსებული ცოდნა;
- ინფორმაციის მატარებელი საშუალებები.



პირველყოფილი და თანამედროვე ადამიანის ინფორმაციული მატარებლები.

**კვლევის შედეგად რეალობა სისტემატურად “ხარისხდება” ორ კატეგორიად – რეალობის ელემენტებად და ინფორმაციად, რომელიც წარმოადგენს “აწყოების ინსტრუქციებს”**

მაგალითისათვის განვიხილოთ ძველებური საათი. საათი რეალობის ელემენტს წარმოადგენს. საათის ნაწილებიც რეალობის ელემენტებს წარმოადგენენ. მკვლევარი თანმიმდევრულად შეისწავლის საათის ყველა ნაწილს, მათ

<sup>19</sup> ინფორმაცია  
<sup>20</sup> ინსტრუმენტი

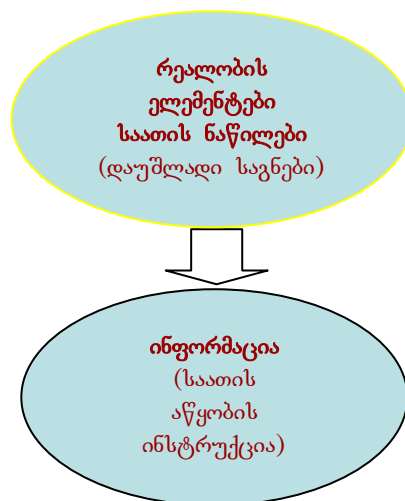


ურთიერთგანლაგებას, გამოარკვევს დანიშნულებას, დაადგენს მთლიანი სისტემის მუშაობის პრინციპს და დააფიქსირებს ამ ინფორმაციას სიტყვებით, რიცხვებით, ნახატებითა და ნახაზებით იმდენად ზუსტად, რომ შესაძლებელი უნდა გახდეს ამ “ინსტრუქციით” ახალი საათის აწყობა, ანუ რეალობის ახალი ელემენტის შექმნა. ეს ინფორმაცია შეგვიძლია გადავცეთ სხვადასხვა საინფორმაციო არხების გამოყენებით (ფოსტით, ელექტრონული ფოსტით, გამოვუშვათ წიგნის სახით და მიმღები მხარე ნახავს ამ ინფორმაციას, მაგალითად, ბიბლიოთეკაში, და სხვა). თუ კვლევა სრულყოფილია, შესაძლებელია არა მარტო ასეთივე საათის აწყობა, არამედ ახალი, შეცვლილი სახით, რეალობის ელემენტის შექმნა, რომელიც შეასრულებს იგივე ფუნქციას<sup>21</sup> და, შესაძლებელია უკეთესად ვიდრე მისი პროტოტიპი<sup>22</sup>. სწორედ აქ იწყება ინჟინერია, ანუ ახლის, სასარგებლო გონებამახვილური რეალობის ელემენტის შექმნა.

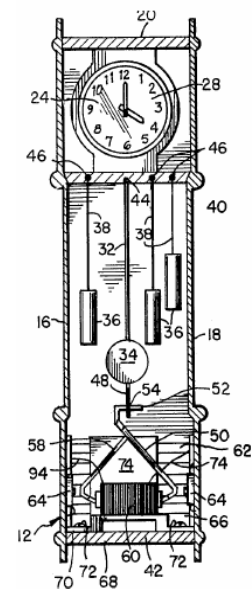
თუ საქმე ეხება ბუნების მოვლენის კვლევას, ბუნებაში არსებული კანონზომიერებების აღმოჩენას – ცოტა რამ იცვლება ამ სქემაში. ჩვენ დეტალურად ვსწავლობთ და ავღწერთ ამ კანონზომიერებას. შემდგომში, შევიძლიად ეს კანონზომიერება გაითვალისწინოთ, ან გამოიყენოთ რეალობის ახალი ელემენტის შექმნის დროს.



ძველებური საათი



კვლევის პროცესი



სათის აწყობის ინსტრუქცია

შესაძლებელია, შემდგომი, უფრო დრმა კვლევის შედეგად რეალობა კვლავ “დახარისხდეს” ორ კატეგორიად – მაგალითად, მიკროსამყაროს<sup>23</sup> ელემენტებად (მოლეკულები, ატომები) და ინფორმაციად იმ ნივთიერების შესახებ, რომლისაგან შესდგება რეალობის ელემენტი, რომელსაც წინა კვლევის დროს ვიხილავდით როგორც დაუშლად ელემენტს, და ეს წარმოდგენა სრულიად საკმარისი იყო. მაგალითად საათის კონსტრუქციებისას არ არის აუცილებელი საფუძვლიანად ვიცოდეთ მისი კბილანების ატომური სტრუქტურის თავისებურებანი. საკმარისია კბილანის მასალის იმ თვისებების განსაზღვრა, რომლებიც საკმარისია კბილანის ფუნქციის შესასრულებლად.

<sup>21</sup> ფუნქცია  
<sup>22</sup> პროტოტიპი  
<sup>23</sup> მიკროსამყარო

კვლევისა და გამოგონების პროცესები მსგავსია, მეთოდებისა და მიდგომების ერთსა და იმავე ელემენტებს შეიცავენ

კვლევითი ამოცანა იმითი განსხვავდება სასწავლო ამოცანისაგან, რომ კვლევის შედეგი წინასწარ ცნობილი არ არის

ზუსტად ამ გზით, ამ წესით, ნაბიჯ-ნაბიჯ თითქმის ორი საუკუნის განმავლობაში, ერთის მეორით ცვლით, იქმნებოდა რეალობის ელემენტი, რომელსაც ვიცობთ თანამედროვე ელექტრო და ელექტრონული ხელსაწყოების კვების წყაროს სახით. ასე მოქმედებდა ალესანდრო ვოლტა, და მრავალი სხვა მკვლევარი და ინჟინერი, რომლებმაც შექმნეს ეს საოცრება, რომელსაც იმდენად მივიჩნევთ, რომ ხშირად ველარც კი ვამჩნევთ.

ამ გზაზე, ერთდროულად, იქმნებოდა სიმბოლოების, ცნებების, წესების ენა, რომლის საშუალებით, მრავალი შეთანხმების შედეგად, მკვლევარები ინჟინრები გადასცემდნენ ერთმანეთს ინფორმაციას, ანუ აღწერდნენ რეალობას. ეს პროცესი დღესაც გრძელდება, შემოგვაქვს ახალი ცნებები, იქმნება ახალი რეალობა.

გარკვეულ ეტაპზე იქმნება ვითარება, როდესაც შესაძლებელი ხდება ფაქტობრივი მასალის ერთად თავმოყრა, ერთად დანახვა და განზოგადოება, ანუ რეალობის თვისებების სრულად აღწერა გარკვეული შუალედური მეორეხარისხოვანი დეტალების გამოტოვებით. ისინი პირდაპირ გამომდინარეობენ ზოგადი დებულებებიდან როგორც ბუნებრივი შედეგი.

ეს ისეთი ეტაპია, როდესაც იქმნება დარგის თეორია. თეორიის არსებობა ნიშნავს დარგის წარმოდგენების სრულ წესრიგში მოყვანას. როგორც წესი, თეორია იძლევა დარგის სწავლების სრულყოფილ საშუალებას. თეორიის მცოდნე ადვილად ხსნის კერძო ამოცანებს, როგორც ზოგადი თეორიის კერძო შემთხვევებს.

რა თქმა უნდა, ჩამოყალიბების გზაზე თეორია განიცდის არაერთ ცვლილებას. “სიმწიფე” მიიღწევა მაშინ, როდესაც ყველა რაოდენობრივი თანაფარდობა აღიწერება მათემატიკის ცნებების მკაცრი ენით. თუ მათემატიკურად ფორმულირებული კანონზომიერებები იძლევიან მათემატიკური მეთოდების საშუალებით ამ კანონზომიერებების უფრო ღრმა გამოკვლევისა და ახალი თვისებების აღმოჩენისა – თეორია სრულყოფილია. თუ ეს თეორიული აღმოჩენა დასტურდება ექსპერიმენტით – ეს თეორიის ნამდვილ ტრიუმფად შეიძლება ჩაითვალოს.

სწავლის მეთოდოლოგია ითვალისწინებს თანამედროვე თეორიის შესწავლასა და მის გამოყენებას პრაქტიკულ მაგალითებზე. უნივერსიტეტში, ზუსტ და საბუნებისმეტყველო ფაკულტეტზე სწავლების პროცესი ითვალისწინებს თანამედროვე მეცნიერების ენის ათვისებასა და დღესათვის არსებული იმ თეორიების საფუძვლების შესწავლას, რომლებიც ქმნიან თანამედროვე წარმოდგენას ჩვენს გარშემო არსებული რეალობის შესახებ და იძლევიან ამომწურავ წარმოდგენას რომელიმე ვიწრო სპეციალობის შესახებ, და ამ მიმართულებით მუშაობის ჩვენას.