

ლუქცია 1

ქიმიის ისტორიის პერიოდიზაცია; ქიმიის წყაროები უძველეს დროში; ქიმიური წარმოების აღმოცენება; “ქიმიური ხელოვნების წარმოქმნა”; უძველეს დროში ბუნებაზე თეორიული წარმოდგენა”.

ქიმიის ისტორიის ამოცანები:

- ქიმიის განვითარების დინამიკის ჩვენება;
- ქიმიის კავშირი სხვა მეცნიერებებთან, მათი ურთიერთდამოკიდებულება;
- ქიმიის განვითარების ლოგიკის ჩვენება და მისი მიმართება დღევანდელ ცოდნასთან;
- როდის წარმოქმნა ქიმია
- უძველეს დროში;
- უძველესი სახელმწიფოების განვითარების პერიოდში- მესოპოტამიაში, ძველ ეგვიპტეში, ალექსანდრიის აკადემიაში;
- ფლოგისტონის თეორიის პერიოდში (XVIII საუკუნე);
- ლავუაზიეს პერიოდიდან (1785-1789 წლები);
- ბოილის შრომებიდან (XVII საუკუნე).

ქიმიის ისტორიის პერიოდიზაცია

- წინააღმენიური პერიოდი- ცივილიზაციის დაწყებიდან -III საუკუნემდე;
- აღქიმიური პერიოდი -III-XV საუკუნეები;
- გაერთიანების პერიოდი XVI-XVIII საუკუნეები;
- რაოდენობრივი კანონების პერიოდი-1789-1860 წწ.;
- კლასიკური ქიმიის პერიოდი-1860 წ.-XIX საუკუნის ბოლო;
- თანამედროვე ქიმია- XX საუკუნის დასაწყისიდან დღევანდელ დღემდე.

ზოგიერთი მონაცემების მიხედვით სიტყვა “ქიმია” წარმოიშვა ჩვ წელ. აღრ-მდე 300 წელს. ყველაზე ხშირად მის წარმოშობას უკავშირებენ ძველ ეგვიპტეს- “ხემ”, რაც ნიმნავს “ბინდისფერს”, ან “შავს” (სავარაუდოდ მდინარე ნილოსის დაბლობის მიწის ფერის მიხედვით), ან ძველეგვიპტური სიტყვა “ხიუმა”- მიწა. ამ სახელწოდების არსია ეგვიპტური მეცნიერება.” ზოგიერთი ისტორიკოსები თვლიან, რომ სიტყვა “ქიმია” დაკავშირებულია (“წვენი”) და აღნიშნავს წვენების გამოხდის ხელოვნებას (დასაშვებია მადნეულიდან თხევად შენადნობებს). ასევე არსებობს ვერსია ამ სიტყვის წარმომავლობისა ძველი ჩინურიდან “კიმ”-“ოქრო”.

თანამედროვე სახელწოდება ”ქიმია” წარმოდგება გვიანი ლათინური სიტყვისაგან “Chimia” და არის ინტერნაციონალური სიტყვა: გერმანული Chemie, ფრანგული Chimie და ინგლისური “chemistry”. და სხვ.

ისტორია- გვამცნობს, რომ ათასწლეულების წინ, ადამიანმა პირველად შექმნა შრომის ხელოვნური იარაღი და დაამუშავა ქვა. დამუშავებული ქვა მან მიამაგრა ჯოხს და შექმნა პირველი ქვის ნაჯახი. მაგრამ თვით დამუშავებული ქვა რჩებიდა ქვად და ხე-ხედ. იყო ტყის ხანძრები და ადამიანები ამჩნევდნენ რომ ნივთიერების ბუნება იცვლებოდა. ქიმიური გარდაქმნის ამ შედეგმა, რომელიც არის მეცნიერების კვლევის საგანი, მიიღო სახელწოდება ქიმია.

როგორც კი ადამიანმა შესძლო ცეცხლის გაჩაღება და მისი შენარჩუნება, ანუ გაღვივება, მას მიეცა საშუალება განეხორციელებინა უკვე რამდენიმე ნივთიერების ქიმიური გარდაქმნა. ეს გარდაქმნები იყო წვის ან წვის შედეგად გამოყოფილი სითბოს გამოყოფის შედეგები.

ქიმიის ისტორიის თვალის გადავლება უძველესი დროიდან თანამედროვეობამდე საკმოდ რთულია თუ მას არ დავყოფთ პერიოდებად. თუმცა არანაირად არ შეიძლება ამ პერიოდების გადაფასება რადგან მეცნიერების დაყოფა მის ისტორიულ განვითარებაში არ შეიძლება, ვინაიდან ეს პერიოდები ერთმანეთს ერწყმის.

წინააღმდებრი პერიოდი- ცივილიზაციის დაწყებიდან III საუკუნემდე ჩვ. წ. აღ-ით.

ეს პერიოდი გამოირჩევა პრაქტიკული ცოდნის გაუცნობიერებლობით, რომელიც ტრადიციულად გადაეცემოდა თაობებს.

ნივთიერების შესახებ წარმოდგენის თეორიული და პრაქტიკული ასპექტები ვითარდებოდა ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად.

ნატურფილოსოფია- ნივთიერების წარმოშობის პრობლემების თეორიული განსჯა; ხასიათდება გარდა ფილისოფიური ქვისადმი მაგიური რწმენით, უკვდავების ელექსირის, ალკაზესტის, ან უნივერსალური გამხსნელის ძებნით;

ფილისოფიური ქვის ძიებასთან ერთად, უნივერსალური ხსნარის მიღება იყო ალქიმიკოსების ერთ-ერთი მიზანი. ამ ხსნარის საშუალებით ალქიმიკოსებს იმედი ჰქონდათ, რომ ბუნებრივად და ხელოვნურად მიღებული ნივთიერებებისაგან გამოყოფდნენ ოქროს.

აგრეთვე ხასიათდება მითების შექმნით.

ალქიმიური პერიოდი ასევე შეიძლება დავყოთ ქვეპერიოდებად, რომლებიც აღინიშნება იმ “ხალხების” სახელწოდებებით, რომლებიც მონაწილეობდნენ (ანუ პრაქტიკოსობდნენ) ჩვეულებრივი (ანუ არაკეთილშობილი) მეტალების ოქროდ ან ვერცხლად “გარდაქმნაში”. ამგვარად არის ალქიმია ბერძნული, ეგვიპტური, არაბული, ახალი და გვიანი შუა საუკუნეების, ნატურალური მაგიის და ა.შ.

მთავარი შედეგები:

- ექსპერიმენტული ქიმიის ჩასახვა;
- ნივთიერებაზე ცოდნის დაგროვება;
- პირველი ქიმიური თეორიების შექმნა;
- მისტიკური ფილოსოფიის უნიკალური
- სისტემა.

გარდამავალი პერიოდი; იგივე გაერთიანების, ქიმიის მეცნიერებად ჩამოყალიბების პერიოდი XVI-XVIII სს.

ქიმია ჩამოყალიბდა როგორც დამოუკიდებელი მეცნიერება, რომელიც ექსპერიმენტულად იკვლევს სხეულების შედგენილობას.

მთავარი შედეგები:

ქიმიის მთლიანი რაციონალიზაცია, მისი გათავისუფლება ნატურფილოსოფიური და ალქიმიური შეხედულებებისაგან ელემენტებზე, როგორც გარკვეული თვისებების მატარებლებზე.

ექსპერიმენტის დაფუძნება-ექსპერიმენტული მეთოდების გამოყენება; ქიმიური მოვლენების შესწავლისადმი ერთნაირი მიდგომა; ნივთიერების შესახებ პრაქტიკული ცოდნის გაღრმავება.

პერიოდი იყოფა 4 ქვეპერიოდად: იატროქიმია, პნევმატიკური ქიმიის პნევმოქიმიის), ფლოგისტონის თეორიისა და ლავუაზიეს ანტიფლოგისტონური თეორიის.

იატროქიმიის ქვეპერიოდი - რომელიც მთავრდება XVIII საუკუნის მეორე ნახევარში, ხასიათდება პარაცელსის შრომებით და ქიმიის იდეურად გაერთიანებით მედიცინასთან, რომელსაც უყურებდნენ როგორც უნივერსალურ მეცნიერებას. ამ ქვეპერიოდის მიმდინარეობისას ჩაისახა ზუსტად გამოყენებითი ქიმია, იმიტომ რომ ვითადებოდა მეტალურგია, მინის და ფაიფურის წარმოება, გამოხდის ხელოვნება და ა.შ.

პნევმოქიმიის პერიოდი (აირების ქიმია) ხასიათდება აირების კვლევით, აირადი სხეულების და ნაერთების აღმოჩენით, ბოილის გარდა პნევმოქიმიასთან დაკავშირებულია კავენდიშის, პრისტლის, ბლეკის, ფონტანას და სხვების სახელები.

ფლოგისტონის თეორიის ქვეპერიოდი თითქმის ემთხვევა პნევმოქიმიის ქვეპერიოდს, იგი ხასიათდება ფლოგისტონის თეორიის ფართოდ გავრცელებით, რომელიც შეიქმნა XVII და XVIII სს. გეორგ შტალის მიერ წვისა და მეტალთა გამოწვის მოვლენების ასახსნელად. წარმოდგენა ფლოგისტონზე, რომლის წინამორბედიც იყო ბეხერის “მსუყე მიწის” თეორია, ძალიან სწრაფად გავრცელდა და ბატონობდა თითქმის მთელი საუკუნე. ისეთი გამოჩენილი ადამიანები, როგორებიც იყვნენ პრისტლი და ბლეკი, ისე იყვნენ შეპყრობილი ფლოგისტონის იდეებით, რომ ვერ აცნობიერებდნენ მათ მიერ მიღებული და შესწავლილი ჟანგბადის როლს წვის და გამოწვის მოვლენებში.

ანტიფლოგისტონური თეორიის (ჟანგბადური თეორია) ქვეპერიოდი ხასიათდება ლავუაზიეს ნოვატორული შრომებით, რომლემაც არა მარტო შეისწავლა წვა და მეტალთა გამოწვა, არამედ ნათელი გახადა სხვებისათვის ჟანგბადის როლი ამ მოვლენებში და ამით დაანგრია ფლოგისტონის თეორიის საფუძვლები. ასევე შემოიტანა მტკიცე განსაზღვრა ელემენტის ცნებაში და ექსპერიმენტულად დაასაბუთა ნივთიერების შენახვის კანონი.

ძალიან მნიშვნელოვანია გაერთიანების პერიოდი ქიმიაში, რომელიც მოიცავს ამ ოთხ ქვეპერიოდს, იმიტომ რომ ამ პერიოდთანაა დაკავშირებული ქიმიის, როგორც ცალკე მეცნიერების ჩასახვა და განმტკიცება.

რაოდენობრივი კანონების პერიოდი 1789-1860 წწ.

მოიცავს XIX საუკუნის პირველ სამოც წელს და ხასიათდება დალტონის თეორიის, ავოგადროს ატომურ-მოლეკულური თეორიის აღმოცენებით და განვითარებით. ასევე, ატომური მასების განსაზღვრის ექსპერიმენტული მეთოდების შემუშავებით, ზუსტი ატომური წონების დადგენით და დამკვიდრებით, კანიცაროს ატომური რეფორმების შემუშავება და ზუსტი ფორმულირება ძირითადი ცნებებისა: ატომი, მოლეკულა, ექვივალენტი.

ძირითადი შედეგები:

- ქიმიური ატომისტიკის ფორმირება;
- ქიმიის ძირითადი რაოდენობრივი

- კანონზომიერებების აღმოჩენა- სტექიომეტრული
- კანონების;
- ქიმიის გარდაქმნა ზუსტ მეცნიერებად,
- რომელიც დამყარებულია არა მარტო
- დაკვირვებაზე, არამედ გაზომვაზეც.

კლასიკური ქიმიის პერიოდი – 1860 წლიდან XIX საუკუნის ბოლომდე.

თეორიის მიზანმიმართული განვითარება.

მიღწევები:

- ქიმიური ელემენტების პერიოდულობის სისტემა;
 - მოლეკულების ქიმიური აღნაგობის და ვალენტობის თეორია;
 - თერმოქიმია და ქიმიური თერმოდინამიკა;
 - ქიმიური კინეტიკა და კატალიზური პროცესების შესწავლა;
 - ქიმიის დიფერენციაცია, მისი ცალკეული შტოების გამოყოფა, რომელიც იძნდა დამოუკიდებელი მეცნიერების ნიშან-თვისებებს;
 - გამოყენებითი არაორგანული ქიმიის და ორგანული სინთეზის ბრწყინვალე შედეგები.
- თანამედროვე პერიოდი იწყება XIX 60-იანი წლებიდან და გრძელდება დღემდე.**

ეს არის ქიმიის ოქროს პერიოდი, რადგან საუკუნეზე ცოტა ხანში იყო შემუშავებული ელემენტების პერიოდული კლასიფიკაცია და ვალენტობაზე წარმოდგენა, არომატული ნაერთების თეორია და სტერეოქიმია. გადრმავდა ნივთიერებების აღნაგობის კვლევის თეორია. უდიდესი მიღწევები იყო სინთეზურ ქიმიაში. გარდა ამისა ამ პერიოდის მეღწევებია ქიმიური სწრაფვის კვლევა, ნერნსტის თეორემა, არენიუსის ელექტროლიტური დისოციაციის თეორემა, ქიმიური პროცესების თერმოდინამიკური ახსნა, რადიაქტიურობის აღმოჩენა და მატერიის შესახებ თეორიის შექმნა.

ატომური ფიზიკის აღმოცენება, ელემენტების იზოტოპიაზე წარმოდგენა, ბირთვულ რეაქციებზე, რომლებმაც თითქოს და აასრულეს ალქიმიკოსების ნატვრა და რომელიც უკეთესად გამოხატავს ელემენტების გარდაქმნის იდეას, რაგდან აქ ნივთიერება იყოფა ნაწილაკებად, ატომებზე მცირე ნაწილებად.

თანამედროვე პერიოდში ქიმიური გამოკვლევების არეალი მნიშვნელოვნად გაფართოვდა, ისე რომ ქიმიის ცალკეულმა მიმართულებებმა –არაორგანული, ორგანული, ფიზიკური, ბიოქიმია, აგროქიმია, გეოქიმია და ა.შ. შეიძინეს ცალკეული მეცნიერებების ნიშნები. სწორედ ამიტომ ამ პერიოდის ისტორიკოსების წინაშე იდგა ამოცანა გამოეყოთ ეს პერიოდი ქიმიური თეორიების საერთო პერიოდისაგან.

მთავარი შედეგები:

- ელემენტების და მათი ნაერთების თვისებების პერიოდულობის მიზეზების დადგენა;
- ვალენტური ძალების ბუნების ახსნა და ქიმიური ბმის შესახებ თეორიის ჩამოყალიბება.
- პრინციპულად ახალი ანალიტიკური მეთოდების, უპირველესად ფიზიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მეოდების ჩამოყალიბება.

- ნივთიერების რეაქციული შესაძლებლობის, შედგენილობის და სტრუქტურის შესწავლის შესაძლებლობის მნიშვნელოვანი ზრდა.

სულ უფრო და უფრო მჭიდრო თანამშროიმლობა სხვა საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებთან და ინტერდისციპლინური კვლევების განვითარება. სუპრამოლეკულური ქიმია, ნანოქიმია, ბიოქიმია.

კაცობრიობა ჯერ კიდევ ქვის ხანაში იმყოფებოდა, ჩვენ წელთ აღრიცხვამდე 8000 წელს, ძირეულად შეიცვალა საკვების მოპოვების წესი.

მესაქონლეობის და მიწათმოქმედების განვითა-რებასთან ერთად, წარმოიქმნა პირველი დასახლებები და ქალაქები. აქედან დაიწყო ცივილიზაცია (*civitas* (ლათ)-ქალაქი, სახელმწიფო). ადამიანმა დაიწყო მეტალების ათვისება (სიტყვა სავარუდოდ წარმოიქმნა ბერძნულიდან “ძებნა”). ქიმიური ცოდნის დაგროვება ყველაზე ხშირად უკავშირდება მეტალურგიის წარმოშობას და განვითარებას. მაგრამ კუსტარული ქიმია ამ დროს უფრო მეტად იყო განვითარებული. მეტალურგიის პარალელურად ვითარდებოდა საღებავების დამზადების და ღებვის ტექნიკა, მინის და კერამიკის დამზადება. მეტალურგიასთან ერთად ქიმიის შემდგომი განვითარების საფუძველი იყო ფარმაცია.

პირველი მეტალები, რომლებსაც ადამიანმა ყურადღება მიაქცია, იყო ბუნებრივი სპილენძი და ოქრო. ამავდროულად ისინი გვხვდებოდა იშვიათად და ძირითადად გამოიყენებოდა სამკაულების დასამზადებლად. სპილენძის მინერალებიდან მიღების ტექნოლოგია შემუშავებულია ჩვ. წ. აღ. 4000 წელს (სინას ნახევარკუნძულის ტერიტორიაზე (მდებარეობს უვიატესა და ისრაელს შორის) და თანამერდოვე ერაყში. ყველაზე უძველესი სამკაულები ითვლიან 9200-8750 წელს ჩვ. ერამდე, ისინი ნაპოვნია მდინარე ტიგროსის ამაღლებაში ნეოლითურ დასახლებაში. ნაკეთოებები, რომლებიც ნაპოვნი იყო ეხლანდელი თურქეთის ტერიტორიაზე, თარიღდება 6400-5700 წლებში ჩვ.წ. აღრ.-მდე. ხოლო 3000-წლისათვის ჩვენს ერამდე, დაიწყო ბრინჯაოს დნობა-სპილენძის და კალას შენადნობი, რომელიც სპილენძზე მტკიცა.

მეტალურგია:

- სპილენძი- ჩვ.წ.აღ-მდე ~9000 წ.
- თყვია - ჩვ.წ.აღ-მდე ~7000 წ.
- ბრინჯაო — სპილენძის შენადნობი სხვადასხვა ქიმიურ ელემენტთან, უმთავრესად ლითონთან: კალასთან (კალიანი ბრინჯაო), ალუმინთან (ალუმინიანი ბრინჯაო), ბერილიუმთან (ბერილიუმიანი ბრინჯაო) და სხვა. ბრინჯაოს არ უწოდებენ მხოლოდ სპილენძისა და თუთიის (თითბერი), აგრეთვე სპილენძისა და ნიკელის შენადნობებს (სპილენძიანი შენადნობები). უძველესია კალიანი ბრინჯაო. მისი დამზადება და გამოყენება ადამიანმა ჯერ კიდევ ახ. წ.-მდე 3000 წლის წინ იცოდა (ბრინჯაოს ხანა). შუა და გვიან ბრინჯაოს ხანაში სპილენძს სხვადასხვა რაოდენობით უმატებდნენ დარიშხანს, სტიბიუმს, ტყვიას, თუთიას, მაგრამ ყველაზე გავრცელებული მაინც კალიანი ბრინჯაო იყო.
- დარიშხანი- ჩვ.წ.აღ-მდე ~5000 წ.
- კალა - ჩვ.წ.აღ-მდე ~5000 წ.

- ოქრო- ჩვ.წ.აღ-მდე ~3000 წ.
- რკინა- ჩვ.წ.აღ-მდე ~2000 წ.
- ვერცხლისწყალი- ჩვ.წ.აღ-მდე ~1500 წ.
- უძველესი დროის შვიდი მეტალი:
- სპილენძი, ტყვია, კალა, რკინა, ოქრო, ვერცხლი, ვერცხლისწყალი;

2000 წელს ჩვ.წ. აღ-მდე მცირე აზიაში დაიწყეს რკინის გამოდნობა. დედამიწისეული რკინა (არამეტეორიტული) ცნობილი იყო სამხრეთ კავკასიის ხალხებისათვის უკვე ჩვ.წ.აღ-მდე 2100 წელს. სუფთა რკინა ძალიან მაგარია, მაგრამ დნობის მომენტში იმდენ ნახშირორჟანგს იერთებდა, რომ იქმნებოდა ფოლადის შრე. ფოლადის მიღება განმეორებით მომენტად ითვლება უკვე მეტალურგიის და საზოგადოების განვითარებაში.

ქიმიური ტექნოლოგიის სხვა მიღწევები

კერამიკის დამზადება:

ტერაკოტა-(იტალიური- terra cotta)(გამომწვარი თიხა)

მაიოლიკა-(იტალიური- მაიოლიცა.) გამომწვარი თიხა, რომელიც დაფარულია გაუმჭვირი ჭიქურით და ნახატით. დაფარულია ტყვიის ოქსიდებით, რკინით, სპილენძით.

მინის დამზადება

პირველად მინის ნაკეთობა დამზადებულია ჩვ.წ.აღ-მდე III ათასწლეულში. (მესოპოტამია, ეგვიპტე, პალესტინა);

ფერადი მინის მასობრივი წარმოება ხდებოდა ძველ ეგვიპტეში, ასევე -საღებავების წარმოება და ქსოვილების ღებვა; ტყვიის გამოყვანა, პარფიუმერიის და კოსმეტიკის წარმოება, ფარმაცია

ალექსანდრე მკედონელის სიკვდილის შემდეგ მისი იმპერია დაიშალა. (ჩვ.წ. აღ.) მაგრამ ბერძნების გავლენა კიდევ გრძელდებოდა ახლო და შორი აღმოსავლეთის ფართო ტერიტორიებზე. მაკედონელის ერთ-ერთი მხედართმთავარი პტოლემეოსი გაბატონდა ეგვიპტეში.

მეცნიერული ცოდნა ამ პერიოდში განვითარების უმაღლეს მწვერვალს მიუახლოვდა და ჩვ.წ. წელ. აღ-მდე 250 წელს ალექსანდრიაში ჩამოყალიბდა მეცნიერებათა აკადემია. ამ აკადემიის წევრები იყვნენ ეკვლიდე, პტოლემეოსი, არქიმედე და ასე შემდეგ. ამ აკადემიის მუშაობა როლზე შეიძლება წარმოდგენა ვიქენიოთ იქედან გამომდინარე რომ მის ბიბლიოთეკაში ინახებოდა 700 000 ხელნაწერს.

ალექსანდრიის აკადემია არსებობდა თითქმის 640 წლამდე, რომელიც შემდეგ დანგრეულ და გადამწვარი იქნა დამპყრობლების -არაბების მიერ. მისი მეცნიერული მემკვიდრეობიდან ჩვენამდე არაფერს მოუღწევია. ამ მემკვიდრეობის გარკვეული ნაწილი გადამუშავებულ იქნა არაბების მიერ და გადავიდა ევროპულ ასპარეზზე შემდგომ ესპანელების მიერ დაპყრობის გამო. მეორე მხრივ ეგვიპტერელების მეცნიერულმა ცოდნამ გაუნა ევროპაში ჯერ კიდევ საბერძნეთიდან. ამრიგად, ევროპული მეცნიერება (ძირითადად ალქიმია) მთელი მისი ძირით დაკავშირებულია ეგვიპტესთან.

ეგვიპტეში დასახლდა ბევრი მეცნიერი და მეწარმე, ბერძნები, რომლებიც ფლობდნენ ეგვიპტელი ხელოსნების და ქურუმების ცოდნას და პრაქტიკულ გამოცდილებას, დიდი

წვლილი შეიტანეს ანტიკური ხელოსნობის ტექნიკის განვითარებაში. ეგვიპტეში ამ ისტორიულმა პერიოდმა მიიღო სახელწოდება “ელინისტური”, რომელშიც შერწყმულია ორი კულტურის ცოდნა- ეგვიპტელების და ძველი ბერძნების.

ეგვიპტეში დასახლებულ დამპყრობელ ბერძნებს- ელინებს, ხელი მიუწვდათ დიდი ხნის დაგროვილ პრაქტიკულ ცოდნაზე და გამოცდილებაზე, რომელიც ეხებოდა ძვირფასი მეტალების და ქვების გადამუშავებას. თვითონ ბერძნებმა ეგვიპტეში მოიტანეს ასვე თავიანთი ცოდნა და გამოცდილება რომელიც ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში დააგროვეს. პტოლემეოსმა როგორც უკვე აღვნიშნეთ შექმნა პლატონის მსგავსი მეცნიერების აკადემია, რომელმც თითქმის 1000 წელი იარსება.

ალექსანდრიის აკადემიის არსებობა არის ერთ-ერთი მნიშვნელობანი გვერდი მეცნიერების განვითარების ისტორიაში. აქ იყო საკმაოდ ბევრი გამოგონება და მიღწევა მედიცინის, სამხედრო ტექნიკის, ფიზიკის და მექანიკის სფეროში.

ელინისტური პერიოდის სამრეწველო ტექნიკა შეიძლება დავახასიათოთ როგორც ანტიკური პერიოდის ტექნიკის განვითარების უმაღლესი საფეხური. აქ ყვაოდა ისეთი ხელობა როგორიც იყო მეტალთა საბადოების გადამუშავება, მეტალების და შენადნობების წარმოება და გადამუშავება. სამღებრო ხელოვნება, სადაც უფრო დიდი ასორტიმენტი გამოიყენებოდა ვიდრე ძველ ეგვიპტეში, სხვადასხვა კოსმეტიკური და ფარმაცევტიული პრეპარატების დამზადება. ამ პერიოდის ლიტერატურული მემკვიდრეობიდან ფართოდაა ცნობილი “ლეიდენის პაპირუსი”, სადაც აღწერილია იმ პერიოდის სამრეწველო ხელოვნების სხვადასხვა საიდუმლოებანი. გარკვეულ წარმოდგენას იმ პერიოდის ხელოსნურ ხელოვნებაზე გვაძლევს გაი პლინი სეკუნდის ნაწარმოები ”ბუნებისმეტყველების ისტორია”. ეს არის თავისებური ენციკლოპედია. პლინი ასახელებს საკმაოდ დიდი რაოდენობით მინერალებს, რომელიც როგორც დამხმარე მასალები ემსახურება ქიმიურ საწარმოო ტექნიკას: ალმასი, გოგირდი, კვარცი, ბუნებრივი სოდა, თაბაშირი, აზბესტი, ცარცი, სხვადასხვა ძვირფასი ქვები და ასევე მინა. მრავალ ქიმიკატებსა და მასალებს შორის პლინი იხსენიებს მეტალებს, რომლებიც წარმოიქმენბიან დედამიწის წიაღში სითბოს ზემოქმედებით და ის ნელ-ნელა “სრულყოფილი ხდება”. უფრო დეტალურად მის ნაშრომებში საუბარია ოქროზე, შემდგომ კი ვერცხლზე.

იგი აგრეთვე ახსენებს სპილენძს, რკინას, კალას, ტყვიას, ვერცხლისწყალს, მარილებს, ჟანგეულებს და მეტალთა სხვა შენაერთებს. პლიუნიმ იცის ასევე ორგანული ნივთიერებები: ნავთობი, წებო, სახამებელი, შაქრისმსგავსი ნივთიერებები, ცვილი, ასევე რამდენიმე მცენარეული საღებავი კრაპი, ინდიგო და სხვ.

ამ ნივთიერებების აღწერის დროს იგი ეყრდნობოდა ქიმიკოს-მეწარმეთა გამოცდილებას და ინფორმაციას. გარდა ამისა პლინი ძალიან თამამად ავრცელებდა ბევრ ფანტაზიასა, შეუმოწმებელ და დაუსაბუთებელ მომენტებს. რომის კულტურის განვითრების ეპოქა, მათ შორის სამრეწველო, არ იყო ხანგრძლივი. ძლიერი იმპერიის დაშლასთან ერთად ხდებოდა დეგრადაცია და მეწარმეობის მთლიანი დაცემა.

ანტიკური ნატურფილოსოფია

ჩვ წ. აღ-მდე VII საუკუნე

კონფუცი-ჩინელი ფილოსოფოსი. მისმა სწავლებამ დიდი გავლენა იქონია ჩინეთსა და აღმოსავლეთ აზიაზე. მისი ნამდვილი სახელია – კუნი, მაგრამ ლიტერატურაში ხშირად მოხსენიებულია, როგორც კუნ-ცზი, კუნ ფუ-ცი (“მასწავლებელი კუნი”) ან უბრალოდ ცზი – “მასწავლებელი”. (ამის მიზეზია ის, რომ კონფუცი უკვე 20 წლის ასაკში ცნობილი მასწავლებელი იყო).

ლეგენდის თანახმად, მისი დაბადება იწინასწარმეტყველა მარტორქამ.

მართალია, ის ღარობ ოჯახში დაიბადა, მაგრამ მან შეძლო მიეღო შესანშნავი განათლება. 19 წლის ასაკში დაქორწინდა. ეყოლა ერთი ვაჟი და ორი ქალიშვილი. 527 წელს მას დედა გარდაეცვალა. მას შემდეგ მან გააგრძელა თავის კარიერა, მასწავლებლის რანგში.

კონფუცის სკოლაში სხვადასხვა ფენის წარმომადგენელები სწავლობდნენ – არისტოკრატებიც და უიღბლო ადამიანებიც.

ლაო-ძი — ძვ.წ. VI საუკუნის ერთ-ერთი უდიდესი ჩინელი ფილოსოფოსი, რომლის ვინაობა ზუსტად დადგენილი არ არის. თავად სიტყვა „ლაო-ძი“ ნიშნავს მოხუც ფილოსოფოსს, მასწავლებელს. ამ ადამიანზე ათასგვარი ლეგენდა დადის. ამბობენ, რომ სიცოცხლის მიწურულს მან ხარზე ამხედრებულმა დატოვა სამშობლო ჩინეთი და გადაიხვეწა. ამის შემდეგ მასზე არაფერი სმენიათ. ლაო-ძიმ კაცობრიობას დაუტოვა ფილოსოფიური თხზულება სახელად „დაო დე მინი“. ამ თხზულებამ საფუძველი ჩაუყარა ჩინეთის რელიგიურ-ფილოსოფიურ მიმდინარეობას დაოსიზმს. თავდაპირველად დაოსიზმი მხოლოდ ფილოსოფიური მიმდინარეობა იყო, მაგრამ ახ.წ. მეორე საუკუნეში წარმომაშვა რელიგია რომელსაც ასევე დაოსიზმი უწოდეს.

ინდოეთში ტიან-ტან ბუდა- ძვ. წ. V საუკუნეში თანამედროვე ნეპალში ინდოეთის საზღვართან, მდინარე განგის ხეობაში, სამეფო ოჯახში დაიბადა ვაჟი, რომელსაც სახელად სიდჰართა დაარქვა. ჯერ კიდევ შობამდე ბრძენებმა უწინასწარმეტყველეს, რომ თუ ბავშვი სასახლის კედლებსა და ეზოს გალავანს არ დატოვებდა, მსოფლიოს მბრძანებელი გახდებოდა, თუ არა და, მისგან დიდი წმინდანი, ახალი რელიგიის მოძღვარი გამოვიდოდა.

როცა დაიბადა, ახალშობილი მოხუცებულმა ბრძენმა მოინახულა და დაადასტურა ბრაჰმანების წინასწარმეტყველება: ეს ბავშვი სწორედ ის არის, ვინც ქვეყანას ახალ რელიგიას მოუტანსო. ასიტამ გაიხარა მისი ხელვისგან, მაგრამ დანაღვლიანებული წავიდა, რადგან ძალზე მოხუცი იყო და იცოდა, რომ ვერ მოესწრებოდა ამ დღეს.

მამა უფლისწულს განმარტოებაში ზრდიდა, რათა სასახლის გარდა ამ ქვეყანაზე სხვა ცხოვრების შესახებ არაფერი სცოდნოდა. ცდილობდა, წუთისოფლის ვაება და ბოროტება მას არ შეხებოდა. თექვსმეტი წლისას მეფის ასული შერთეს ცოლად და შვილიც შეეძინა.

ერთ დღეს სიდჰართამ ეტლიდან ქუჩაში მშვილდივით მოხრილი ადამიანი დაინახა, რომელიც ძლივს მოძრაობდა ხელჯოხის დახმარებით, და განცვიფრდა, ეს რა არისო? მეტლემ უთხრა: ნუ გიკვირს, ეს სიბერეა, რომელიც ყველა დაბადებულის ხვედრიაო. შინ დაბრუნებული სიდჰართა წაღვლიან ფიქრებს მიეცა.

ერთ დღესაც მან სწორებისაგან დაუძლურებული კაცი დაინახა და გაიგო სწორების შესახებ, რომელიც ყველა ადამიანს ემუქრება.

მესამედ სიდპართამ დაინახა გაუნძრევლად მწოლიარე ადამიანი, რომელიც სადღაც მიჰყავდათ. როდესაც იკითხა, უთხრეს ეს მკვდარია, ყველა დაბადებულის ხვედრი ეს არისო. ბოლოს სიდპართამ თავგადაპარსული, ყვითელ სამოსელში გახვეული კაცი დაინახა და, როდესაც იკითხა, ეს ვინდა არისო, უთხრეს ეს არის ასკეტი (განდეგილი), რომელიც ხეტიალობს ამქვეყნად, რათა ჭეშმარიტებას მიაგნოს და ამ წუთისოფლის ცოდვა-ბრალის საიდუმლო ამოხსნასო, ადამიანები იხსნას ამქვეყნიური სატანჯველისაგანო. მიატოვა 29 წლის სიდპართამ სასახლე, მშობლები, ცოლი, შვილი და მოხეტიალე ასკეტის გზას დაადგა. შვიდი წელი იხეტიალა სიდპართამ, ბევრი მოძღვარი და ბრძენი მოინახულა, მაგრამ მათმა სიბრძნემ არ დააკმაყოფილა: ვერ დაინახა მათ ნააზრევში ჭეშმარიტება, რომელიც ადამიანებს ხსნას მოუტანდა. ვერც ასკეტურმა ცხოვრებამ ვერ დაანახა ხსნა. ბოლოს, ერთი ლეღვის ხის ძირას დაჯდა ფეხმორთხმული და ჭეშმარიტების გამოცხადებას დაელოდა.

მართლაც, სიდპართამ მიიღო ჭეშმარიტების გამოცხადება, რამაც სახე გაუსხივოსნა, სიდპართას ბუნება სრულიად გარდაიქმნა - ეს გამოღვიძებას ჰგავდა. ამიტომ ეწოდა მას ბუდა, რაც ნიშნავს „გამოღვიძებულს“ და „გასხივოსნებულს“. ამის შემდეგ ორმოცი წლის განმავლობაში ბუდა დადიოდა ინდოეთის ქალაქებში და ქადაგებდა თავის მოძღვრობას. მას უამრავი მიმდევარი გამოუჩნდა და ინდოეთის ფარგლებს გასცდა. ღრმად მოხუცებული კი იგი გარდაიცვალა, მიაღწია რა ნირვანას.

სპარსეთში ზოროასტრი , იგივე ზარატუსტრა (ზარათუშტორა)

ზარათუშტრა (ირან., ბერძნ. Ζωροαστρί) - ძველი სპარსული რელიგიის რეფორმატორი — ზოროასტრიზმის დამაარსებელი და წინასწარმეტყველი. მეცნიერებაში დადგენილია, რომ ზარათუშტრა ისტორიული პირია. ავესტაში არის ცნობები მის გვარზე, ქალიშვილსა და მეგობრებზე. ზარათუშტრას ცხოვრებისა და მოღვაწეობის დროს ზუსტად არ არის ცნობილი. ვარაუდობენ, რომ იგი ცხოვრობდა ძვ. წ. X საუკუნესა და VI საუკუნის I ნახევარს შორის პერიოდში. სადაცოა ზარათუშტრას სამშობლოს საკითხიც. მკვლევართა უმრავლესობა ფიქრობს, რომ ზარათუშტრა ცხოვრობდა და მოღვაწეობდა აღმოსავლეთ ირანში. ზოროასტრული ტრადიციით კი მისი სამშობლო აზერბაიჯანია. ზარათუშტრას მიაწერენ გათების (ავესტის უძველესი ნაწილი) შექმნას. დასაშვებია, რომ ზარათუშტრა იყო არიული რელიგიის ქურუმი და თავის ახალ მოძღვრებაში შეინარჩუნა არიული რელიგიის ინსტიტუტები და მრავალი რელიგიური ტერმინი. გათბის მიხედვით, ზარათუშტრას მოძღვრებას მის სამშობლოში წარმატება არ ჰქონია, იგი გაქცეულა და თავი შეუფარებია ქავი (მეფე) ვიშტასპას კარზე. ვიშტასპამ და მისმა ქვეშევრდომებმა მიიღეს ახალი რელიგია და ხელი შეუწყვეს მის გავრცელებას. „მცირე ავესტაში“ ზარათუშტრა უკვე მითურ პიროვნებად, ღმერთკაცად გვევლინება.

ძველი საბერძნეთი-თალესის სკოლის ფილოსოფოსები;

თალეს მიღეთელი:

თალესი დაიბადა მიღეთში (ახლანდელ თურქეთში) ძვ.წ.აღრ.624 წელს და იქვე გარდაიცვალა ძვ. წ. აღრ. 546 წელს. თალესი იყო პირველი ბერძენი ფილოსოფოსი და

მათემატიკოსი. ის იყო ბერძნული ფილოსოფიის დამფუძნებელი. სავარაუდოდ ის ანაქსიმანდრეს მასწავლებელი იყო. ის თვლიდა, რომ საწყისი ელემენტი, რისგანაც შეიქმნა მსოფლიო იყო წყალი. ასევე მან მნიშვნელოვანი ცლილება მოახდინა, როდესაც თქვა, რომ ყველაფერს საფუძვლად უდევს უბრალო ფიზიკური წესები. მან ასევე წამოაყენა აზრი რომ ვარსკვლავები იყო სხვა მსოფლიოები. თალესმა ამით ბიძგი მისცა სხვა ფილოსოფოსებს, რაციონალიზმის პოზიციიდან ემსჯელათ ციური სხეულების ბუნებაზე. ამან გამოიწვია სწრაფი ზრდა აზრისა სხვა სამყაროების არსებობაზე. თალესმა ასევე იწინასწარმეტყველა მზის დაბნელება ბაზ. წ. 585 წელს. თალესის არც ერთ ხელნაწერს ჩვენამდე არ მოუღწევია, რის გამოც ჩვენ ვეყრდნობით იმას რაც სხვებმა დაწერეს მასზე და მის ნაშრომებზე. პროკულუსი წერს რომ თალესი ახალგაზრდობაში წავიდა ეგვიპტეში და რაც ისწავლა ყველაფერი შეიტანა ბერძნულ მათემატიკაში და ფილოსოფიაში.

ინდოეთის, ტიბეტის და ჩინეთის სახელმწიფოები, რომლებიც არსებობდნენ უძველეს დროს, თითქმის არ მონაწილეობდნენ პოლიტიკურ მოვლენებში, რომლებიც მიმდინარეობდა ხმელთაშუაზღვის აუზის მიმდებარე ტერიტორიებზე. ამ ტერიოტირებზე კულტურის და სამრეწველო ტექნიკის განვითარება მიმდინარეობდა თუ იზოლირებულად არა, ყოველ შემთხვევაში მთლიანად დამოუკიდებლად. მიუხედავად იმისა რომ სავაჭრო ურთიერთობა ჩინეთის, ეგვიპტეს და ინდოეთს შორის უდაოდ არსებობდა. ხელოსნობა ინდოეთში აღმოცენდა

უძველეს დროში ჩვ. წ. აღ-მდე. მაგრამ მასზე შეიძლება იმსჯელო მხოლოდ არქეოლოგიური ძეგლების შესწავლის საფუძველზე.

უძველესი დროის ჩინელმა ხელოსნებმა ასევე დიდ წარმატებებს მიაღწიეს. როგორც ძველი მსოფლიოს სხვა ქვეყნებში, ჩინეთშიც ფართოდ გავრცელდა ქსოვლების ღებვა. ამ მიზნით შექმნილი იყო უამრავი სხვადასხვა საღებავი და ასევე დაწერის მიზნით –ჩინური ტუში. ძალიან მნიშვნელოვან და დიდ მიღწევად ითვლებოდა ქაღალდის, დენთის და ფაიფურის გამოგონება. ხოლო 105 წელს გამოიგონეს ქაღალდის წარმოება სხვადასხვა ნივთებისგან: მერქანის, ტილოების, ძველი ქსელების და ა.შ. ეს მეთოდი შემდგომ დახვეწილ იქნა და ფართო გამოყენება პორვა ასევე სხვადასხვა ქვეყნებშიც. 751 წელს ქაღალდის ჩინური წესით წარმოება სამრეწველო მაშტაბით განხორციელებულ იქნა ქ. სამარყანდში.

ასევე ჩინეთში, ალბათ, გუტენბერგამდე მრავალი ასეული წლებით ადრე წიგნის ბეჭდვის საშუალება. უფრო უძველეს დროს ჩინეთში ფართოდ გამოიყენებოდა ფეირვერკების მოსაწყობი საშუალებები. აქედან გამომდინარე პიროტექნიკოსებისათვის ცნობილი იყო დენთის შედგენილობა სელიტრა, (სელიტრა -ტრივიალური დასახელება მინერალებისათვის, რომლებიც შეიცავენ ტუტე და ტუტემიწა მეტალების ნიტრატებს (მათ შორის მათ კრისტალჰიდრატებსაც) და და ამონიუმს. სახელწოდება სავარაუდო წრამოსდგება ლათინურიდან *sal nitrum*), ნახშირი, გოგირდი, რომელიც ასევე სამედიცინო პრაქტიკაშიც გამოიყენებოდა. 861 წელს ერთმა ჩინელმა მეწარმემ აღწერა დენთის შემადგენლობა. 8 საუკუნის განმავლობაში დენთს იყენებდნენ საომარი მიზნებისათვის, მაგრამ ყველაზე პრიმიტიული ბამბუკის ჯოხი, რომელიც დატენილ იყო დენთით და ტყვიით, გამოიყენეს მხოლოდ XII საუკუნეში. მიუხედავად იმისა, რომ ჩინელები ძალიან

მაგრად ინახავდნენ დენთის საიდუმლოს, მაინც მათმა საიდუმლომ XIII საუკუნეში გაჟონა ევროპაში, ხოლო შემდეგ ასწლეულში გაჩნდა ცეცხლსასროლი იარაღი.

განსაკუთრებით დიდ წარმატებას მიაღწიეს ჩინელმა მეწარმეებმა კერამიკული ნაკეთობების წარმოებაში. ჩვ. წ. აღ-მდე 200 წელს ჩინეთში აკეთებდნენ ფაიფურის ნაკეთობებს. დაახლოებით მე-7 საუკუნეში შემოტანილი იყო სპეციალური გამოსაწვავი ღუმელები ფაიფუ-რისათვის და ამ მომენტიდან დაიწყო მისი მასიური წარმოება. ამრიგად, მრავალი საუკუ-ნების მანძილზე ქიმიკოს-მეწარმეების დაგროვილი გამოცდილება დაედო საფუძვლად ჩვენი წინაპრების მიერ სხვადასხვა ნივთიერებებთან და მათ პრაქტიკულ გადამუ-შავებასთან გაცნობას რათა მათ დაეკმა-ყოფილებინათ თავიანთი მოთხოვნილება და პრაქტიკული ამოცანები. თუმცა ყველა უძველესი დროის მეცნიერს არ აინტერსებდა ქიმიური გარდაქმნების პრაქტიკული მხარე.

უკვე 600 წლისათვის ჩვ.წ.აღ-მდე, ბერძნები, რომელთა მეცნიერულმა აზრმა წინ გაუსწრო მრავალ მოგვიანებით გაკეთებულ მეცნიერულ აღმოჩენებს, მიაქციეს ყურადღება სამყაროს ბუნებას და მის შემადგენელი ნივთიერებების სტრუქტურას. ბერძნ მეცნიერებს ანუ “ფილოსოფოსებს” (სიბრძნის მოყვარულებს) ძირითადად აინტერსებდათ ნივთიერებების და პროცესების არსი. ისინი ეძებდნენ პასუხს კითხვაზე- “რატომ”? ანუ სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ ბერძნები პირველად დაინტერესდნენ იმითი, რასაც დღეს ქვია ქიმიური თეორია.

ეს თეორია იწყება ბერძნი ფილოსოფოსით თალესით, რომელიც ცხოვრობდა 640-546 წლებში ჩვენს ერამდე. ეხლანდელი თურქეთის ტერიტორიაზე. ის ს ვავდა შეკითხვას: გადადის თუ არა ნებისმიერი ნივთიერება სხვა ნივთიერებაში (როგორც მოცისფრო ქვა-აზურიტი გადადის წითელ სპილენში), და თუ ყველა გადადის, მაშინ ხომ არ არის ყველა ნივთიერება ერთი და იგივე ნივთიერების სხვადასხვა ვარიანტი? ამ შეკითხვაზე თალესი პასუხობდა მტკიცებით, რადგან მხოლოდ ასე, მისი აზრით შესაძლებელი იყო გარემომცველი სამყაროს აღწერა. ახლა კი რჩებოდა გასარკვევი რომელი იყო ეს ძირითადი ნივთიერება თუ ელემენტი. უნდა აღინიშნოთ, რომ სიტყვა “ელემენტი”- არის ლათინური სიტყვა განუსაზღვრელი წარმოშობის. ბერძნები არ იყენებდნენ ამ სიტყვას, მაგრამ რადგან ეს არის თანამედროვე ქიმიის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ცნება, მისი გვერდის ავლა შეუძლებელია, იმ შემთხვევაშიც კი, როცა საუბარია ძველ ბერძნებზე.

თალესმა გადაწყვიტა, რომ ეს ელემენტი არის წყალი. რადგან მის გარეშე შეუძლებელია სიცოცხლე. თალესის ეს თეორია, რაღაც საწყისის არსებობის შესახებ, მიღებულ იქნა უფრო გვიანი პერიოდის ფილოსოფოსებისათვისაც, საკამათო რჩებოდა მხოლოდ ის, რომ არის თუ არა ასეთი –წყალი.

შემდეგ ასწლეულში, ძველი ბერძნი ფილოსოფოსი ანაქსიმენი (585-525 წწ ჩვ. ერამდე) მივიდა დასკვ-ნამდე, რომ სამყაროს საწყისი არის ჰაერი, რომელიც სამყაროს ცენტრის მიმართულებით იკუმშებოდა და წარმოქმნიდა ნივთიერების მყარ და მკვრივ სახე-სხვაობას-წყალი და მიწა.

ჰერაკლიტე, თავის მხრივ ფიქრობდა, რომ ყველაზე ცვალებადი სუბსტანცია, არის ცეცხლი - მუდმივად ცვლადი და ყველაფ-რის შემცვლელი.

სხვა ძველი ბერძენი ფილოფოსი – ემპედოკლი (490-430 წწ. ჩვ. ერამდე, ექიმი, სახელმწიფო მოღვაწე). ემპედოკლის შრომები დაწერილ იყო პოემის სახით. იყო დემოკრატიის მომხრე) გვთავზობდა 4 საწყისის არსებობას: ჰერაკლიტეს ცეცხლს, ანაქსიმენის ჰერს, თალესის წყალს და მიწას, რომელიც თვითონ შემოიტანა. ემპედოკლის თეორია ელემენტების შესახებ არაა დაკავშირებული ატომიზმთან და უკავშიდება კოსმოგენურობას.

პლატონი- 428-348 ჩვ.წ.აღ-მდე;

მატერიის 4 სახე-მიწა, წყალი, ჰერი და ცეცხლი. მატერიის სხვადასხვა ნაწილებს შეესაბამება გეომეტრიული სხეულები.

სამყაროს ოთხი საწყისის არსებობის იდეა (ელემენტები) -მიწა, წყალი, ცეცხლი და ჰერი, მხარს უჭერდნენ ანტიკურობის ისეთი უდიდესი ფილოსოფოსები, როგორიცაა პითაგორი, (570-500 ჩვ.წ.აღ-მდე) და პლატონი (428-348 ჩვ.წ.აღ-მდე). პლატონის ფიზიკური თეორია მოცემულია დიალოგში „თიმეი“. აიღო რა თავისი წინამორბედების წარმოდგენა მატერიის ოთხ სახეობაზე (მიწა, წყალი, ცეცხლი და ჰერი), ის თვლიდა რომ მათ ქონდათ ურთიერთგარდაქმნის უნარი. სხვადასხვა სახეობის ნაწილაკები წარმოადგენენ გეომეტრიულ სხეულებს. პლატონმა ახსნა მატერიის სახეობების თვისებები-სიმყარე, ლღობადობა, ჰერისმაგვარობა, ცეცლისმაგვარობა- მრავალკუთხედების გეომეტრიით. ბერძენი გეომეტრების მიერ დამტკიცებულ იქნა, რომ არსებობს მხოლოდ ხუთი სწორი მრავალკუთხედი: ტეტრაედრი, ოქტაედრი, კუბი, იკოსაედრი (გამოწეული ოცწახნაგოვანი) და დოდეკაედრი. ვინაიდან არსებული მატერიებიდან ყველაზე ნაკლებად მოძრავია მიწა, ე.ი. მას შეესაბამება კუბი, რომელიც ყველაზე მეტად უზრუნველყოფს ამ სიმდგრადეს. მატერიის სხვა სახეობების თვისებები განისაზღვრება შესაბამისი მრავალწახნაგოვანებით: ცეცხლს შეესაბამება- ტეტრაედრი, წყალს- ოქტაედრი, ჰერი-იკოსაედრი. ვინაიდან არ აღმოჩნდა ელემენტი, რომელსაც შეესაბამება მეტოდა დოდეკაედრი, პლატონმა გამოთქვა იდეა, რომ არსებობს მეხუთე ელემენტი, რომელიც ღმერთმა გამოიყენა, რათა შეექმნა ციური სხეულები.

პლატონის სხეულები გარკვეულ წილად შეძლება შევადაროთ ატომებს, თუმცა პლატონი კატეგორიულად უარყოფდა მათ დაყოფადობას. ელემენტები, პლატონის აზრით, წარმოდგენილია ციფრებით, რომლებიც იმყოფებიან მუდმივ პროპორციაში, ანუ წყალი შეეფარდება ჰერის, ისევე როგორც ჰერი წყალს და წყალი მიწას.

ეს სურათი გადაიკვეთა პითაგორის კვლევებთან, რომელიც ავითარებდა რეალური მოვლენების ახსნას მათემატიკური კანონზომიერებების საფუძველზე. მხოლოდ, პითაგორის შემთხვევაში, ფიზიკური მოვლენები შეცვლილი იყო რიცხვების მისტიკით. პითაგორის და მისი მიმდევრების იდეალი იყო პასიურად საგნის პირდაპირი აღქმა, ვიდრე აქტიური ექსპერიმენტი. ამასთან ერთად, ფიზიკური კონცეფციის განვითერებისათვის ძალიან მნიშვნელოვანი იყო პითაგორელების მიერ ოპერაციების განხორციელების შესაძლებლობა ფიზიკური სიდიდების საშუალებით და მათი გადაყვანა ზომებში და რიცხვებში.

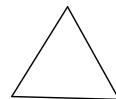
ემპედოკლის შეხედულებებს იზიარებდა **არისტოტელუ**, ძველი ბერძენი ფილოსოფოსი და მეცნიერი, რომელიც პლატონის აკადემიაში სწავლობდა, იგი იყო მაკედონელის

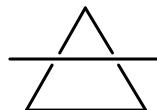
აღმზრდელი. 335 წელს ჩვ.წ.აღ მან დააარსა ათენში ფილოსოფიური სკოლა-ლიცეუმი. არისტოტელეს ნაშრომებმა მოიცვა იმ დროის ცოდნის ყველა სფერო.

არისტოტელე- 382-322 ჩვ.წ.აღ-მდე.

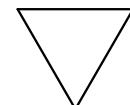
თავის ფილოსოფიაში ის ისწრაფოდა დაეპყრო თავისი წინამორბედების-ნატურფილოსოფოსების ყველა თეორიული მიღწევა. მან უარყო პლატონის თეორია უსხეულო ფორმებზე, მაგრამ მთლიანად ვერ შეძლო მისი მასწავლებლის იდეოლოგიის დაძლევა.

სითბო + სიმშრალე = ცეცხლი



 სითბო + ტენი = ჰაერი

სიცივე + ტენი = წყალი



იგი იხილავდა რა ბუნებას, როგორც ერთ მთლიანს, რომელიც მუდმივად მოძრაობაში და განვითრებაშია, ის ამტკიცებდა, რომ ყველაფრის საფუძველი არის პირველადი მატერია, მაგრამ ის პასიურია და არ შეუძლია თვითონ წარმოქმნას სხეულები. სხეულების წარმოქმნა არისტოტელეს მიხედვით ხდება “ფორმების” მიხედვით-განსაკუთრებულად მოქმედი საწყისისგან. საწყისი მატერიის თვისებებია პირველადი ურთიერთწინააღმდეგო ორი წყვილი: ცხელი-ცივი, მშრალი-სველი, რომლესაც თუ გავაერთიანებთ საწყის მატერიასთან მივიღებთ ელემენტებს ან სტიქიებს: მიწას, ჰაერს, წყალს, ცეცხლს. სხვადსხვა თვისებების გაცვლის შედეგად, ელემენტებს შეუძლიათ ურთიერთ გარდაიქმნან, ხოლო სხვადსხვა ელემეტების სხვადსხვა თანაფარდობით შერწყმა წარმოქნის თვისებრივ მრავალფეროვნებას დედამიწაზე.

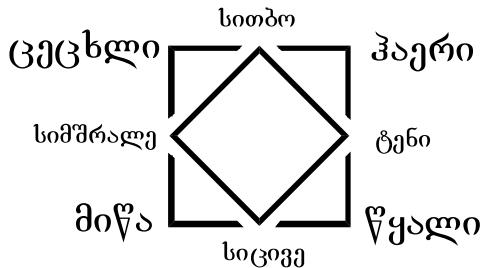
ელემენტების შეერთებისას სხვადასხვა თანაფარდობით, შეიძლება წარმოიქმნას რთული სხეულები სხვადასხვა თვისებებით. ასეთი ახალი ტიპის (ელემენტების სხვადასხვა თანაფარდობით) სხეულების წარმოქმნა არისტოტელეს მიხედვით არის **მიქსისის** შედეგი-ჭეშმარიტი შერევა (მექანიკურისგან განსხვავებით). არისტოტელეს თეორიაში მნიშვნელოვანი მომენტია ელემენტების ურთიერთგარდაქმნა. ეს შესაძლებელია, ვინაიდან ყოველი ელემენტი არსებობს ერთიანი პირველმატერიის მხოლოდ ერთ მდგომარეობაში (თვისებების განსაზღვრული შერწყმა). ერთი ელემენტის მეორედ გარდაქმნის შესაძლებლობა მოგვიანებით საფუძლად დაედო ალქიმიურ იდეას, მეტალების ურთიერთგარდაქმნის შესაძლებლობაზე (ტრანსმუტაცია).

ორი ურთიერთსაწინააღმდეგო ელემენტის წყვილის არსებობის გრაფიკული წარმოდგენა. ურთიერთწინააღმდეგობის კვადრატი.

ელემენტებს შეუძლიათ ურთიერთგარდაქმნა, რადგან ყოველი ელემენტი წარმოადგენს ერთიანი საწყისი მატერიის ერთ-ერთ მდგომარეობას. (ნიშან-თვისებების გარკვეული

შერწყმა). ახალი სხეულის წარმოქმნა (ნივთიერება) არის “მიქსისის” შედეგი, ანუ ელემენტების ნამდვილი შერწყმა, (მექანიკურისაგან განსხვავებით).

არისტოტელეს თეორიის კიდევ ერთი მომენტია მის მიერ გაკეთებული დაშვება მეხუთე ელემენტის არსებობაზე (ლათინურად *quinta essentialis*, ეთერი ან მოძრაობის საწყისი), რომლისგანაც შედგება ციური სხეულები. ვინაიდან ზეცისათვის დამახასიატებელია მუდმოვობა და სრულყოფილება, ისინი არ შეიძლება სედგებოდნენ იგივე ელემენტებისაგან, რისგანაც შედგება მიწიერი სხეულები („მთვარისქვეშეთის სამყარო“).



არისტოტელეს აზრით, სამყარო და აზროვნება ექვემდებარება ერთი და იგივე კანონებს. ამითომ მისი თეორია აგებულია ფორმალური ლოგიკის კანონებთან ზუსტ შესაბამისობაში, რომლის წარმოქმნის გამოც კაცობრიობა უნდა უმადლოდეს უშუალოდ მას (ზუსტად არისტოტელეს ფორმალურ ლოგიკაშია პირველად ნახსენები ურთიერთწინააღმდეგობის კვადრატი). არისტოტელეს სისტემას აქვს ძალიან მნიშვნელოვანი ნატურალოსოფიური მნიშვნელობა - ის შინაგანად არ არის წინააღმდეგობრივი, ანუ არცერთი შედეგი არაა წინააღმდეგობაში საწყის დაშვებასთან. ვინაიდან ანტიკური ფილოსოფიის სკოლების კამათში ზუსტად ლოგიკა იყო მთავარი ინსტრუმენტი (ნატურალოსოფოსების მიერ ემპირული მონაცემები გამოიყენებოდა მხოლოდ ილუსტრაციის მიზნით), არისტოტელეს თეორიამ დროთა განმავლობაში მოიპოვა ფართო აღიარება. განსაკუთრებით პოპულარული იყო იგი არაბებთან და შუასაუკუნეების ევროპაში. არისტოტელეს უდაო დამსახურება იყო ერთიანი, ყოვლისშემცველი, მიზნობრივი, მოწესრიგებული თეორიის შექმნა, რომელიც დაფუძნებული იყო მისი ცოდნის ლოგიკის სიტემაზე, რომელმაც დიდი გავლენა მოახდინა გვიანი პერიოდის ფილოსიფიური აზრის განვითარებაზე.

მთილანობაში არისტოტელეს მიმდევართა კოსმოლოგია, რომელიც ანაქსიმანდრისგან განსხვავებით, თვლიდა სამყაროს სრულყოფილად და საბოლოოდ, შეიძლება წარმოვიდგინოთ სემდეგი სახით. სამყაროს ცენტრის გარშემო (დედამიწის ცენტრი) განლაგებულია თანმიმდევრობით ოთხი ელემენტის სფეროებით სიმძიმის კლების მიხედვით-მიწა, წყალი, ჰაერი და ცეცხლი. შემდეგ მოყვებიან პლანეტები, რომლებიც მოძრაობენ დედამიწის ირგვლივ შემდეგი თანმიმდევრობით: მთვარე, მერკური, ვენერა, მზე, მარსი, იუპიტერი და სატურნი. ორბიტების გარეთ განლაგებულია უძავი ვარსკვლავების სფერო. პლანეტების მოძრაობა საკმაოდ ზუსტად იყო აღწერილი კლავდიუს პტოლემეოსის გეოცენტრულ სისტემაში 150 წ. ჩვ.წ. აღ.-ით ამ სისტემის თანახმად სამყაროში ცენტრალური ადგილი უჭირავს დედამიწას, რომლის გარშემოც ბრუნავენ მზე და სხვა პლანეტები. ასევე შესამჩნევია ანალოგია თანამედროვე შეხედულებებთან დედამიწის აღნაგობის შესახებ:

ლითოსფერო, ჰიდროსფერო, ატმოსფერო და მაგნიტოსფერო- ეს ყველაფერი არის დედამიწის სფეროები, წყლის სფეროები, ჰაერის და ცეცხლის სფეროები ემპედოკლის, პლატონის, პითაგორის და არისტოტელეს სისტემებში. ანტიკური ნატურფილოსოფიის ოთხი სტიქია ასევე შეიძლება ჩავთვალოთ ნივთიერების ოთხ აგრეგატულ მდგომარეობად- მყარი, თხევადი, აირადი და პლაზმური.

უნდა აღინიშნოს რომ ანტიკურ პერიოდში, პლატონი ითვლებოდა უფრო მნიშვნელოვან ფილოსოფოსად, ვიდრე არისტოტელე. თუმცა არისტოტელეს რეპუტაცია შუა საუკუნეების ფილოსოფიაში იყო ხელშეუხებელი, ასევე ქიმიის განვითარებაში, არისტოტელეს ნატურფილოსოფიამ „პლატონის სისტემა, განზავებული საღი აზრით“- შეასრულა მნიშვნელოვანი როლი. მნიშვნელოვანი, თუმცა არა მთავარი როლი არისტოტელეს თეორიის მრავალსაუკუნოვან ბატონობაში შეასრულა იმანაც, რომ იგი იყო ქრისტიანული ეკლესიის რჩეული.

ანტიკური ატომიზმი

სხვა მნიშვნელოვანი საკითხი, რომლითაც ბერძენი ფილოსოფოსები იყვნენ დაკავებულნი, იყო მატერიის გაყოფის საკითხი. ქვა, გახლეჩილი შუაზე, ან გადაქცეული ფხვნილად, რომელიც რჩებოდა ისევ ქვად, მისი ნაწილები შეიძლებოდა კიდევ დაგვექუცმაცებინა უფრო პატარა ნაწილებად. რა ზღვრამდე შეიძლება ასეთი დაყოფა იწარმოოს? და არსებობს თუ არა ზღვარი? ატომიზმის ფუძემდებელი საბერძნეთში იყო ლევკიპი და დემოკრიტე, მაგრამ როცა ისინი იმუშავებდნენ თავიანთ სისტემას, ბერძნული ფილოსოფიური აზრი უკვე ვითარდებოდა სამი სკოლის მიხედვით: იონურის-თალესის მეთურობით, ანაქსიმენის და ანაქსიმანდრის, პითაგორულის- პითაგორას მათემატიკად წოდებულის, და ელეის (ქალაქი ელეა იტალიაში. პარმენიდის მოწავლე იყო ზენონ ელეისელი)-ქსენოფანის და პარმენიდის მეთურობით.

იმ დროში ატომისტური თეორია დამყარებულ იყო რამდენიმე ძირითად პოსტულატზე:

- სიცარიელის არსებობა;
- არსებითის სიმრავლე;
- ცვლილების შესაძლებლობა;
- მოძრაობის არსებობა;

პირველი 2 პოსტულატი მოცემული იყო ელეის სკოლის მიხედვით, მესამე-პითაგორას და მეოთხე- ჰერაკლიტეს მიერ.

თეორიამ იმის შესახებ, რომ მატერია შედგება უმცირესი ნაწილაკებისაგან, და მისი დაყოფა შესაძლებელია მხოლოდ გარკვეულ ზღვრამდე, მიიღო ატომისტიკის წოდება, ან ატომისტიკის თეორიის დასახელება.

დემოკრიტე ფიქრობდა, რომ ყოველი ელემენტის ატომებს აქვთ განსაკუთრებული ზომები და ფორმები, და ზუსტად ამით განსხვავდება ელემეტები ერთმანეთისაგან. რეალური ნივთიერება, რომელსაც ჩვენ ვხედავთ და ვგრძნობთ, წარმოადგენს სხვადასხვა ელემენტის ატომებს, და ამ ნაერთის ბუნების შეცვლით, შეიძლება ერთი ნივთიერების გარდაქმნა მეორედ.

და მიუხედავად ამისა, ატომისტური კონცეფცია სრულიად არ გამქრალა. ძველი ბერძენი ფილოსოფოსი ეპიკურე (342-270 წწ. ჩვ ერამდე,) გამოიყენა ატომიზმი თავის თეორიაში და ეპიკურელებს ჰყავდა საკმაოდ ბევრი მიმდევრები შემდგომ საუკუნეშიც კი.

ერთ-ერთი მიმდევარი იყო ძველი რომაელი პოეტი **ტიტ ლუკრეციუს** კარი, 95-55 წწ. ჩვ ერამდე), ცნობილი როგორც ლუკრეციუსი. მან წარმოადგინა დემოკრიტეს და ეპიკურის ატომისტური შეხედულებები პოემაში “ნივთების ბუნების შესახებ”. მრავალთა აზრით ეს პოემა იყო საუკეთესო დიდაქტიკური, ოდესღაც დაწერილთა შორის. (რომლის მიზანია სწავლება).

მაშინ, როდესაც დემოკრიტეს და ეპიკურის შრომები დაიკარგა, რის შედეგადაც დარჩა მხოლოდ ნაწყვეტები და ციტატები, ხოლო ლუკრეციუსის პოემა მთილანად შენარჩუნებულია და შეინაჩუნა და მოიტანა ჩვენამდე ატომისტური იდეები, იქამდე , სანამდეც ბრძოლაში ჩაერთო სხვადასხვა მეცნიეული მეთოდები, რომლის შედაგადაც ატომიზმი მიყვანილ იქნა საბოლოო გამარჯვებამდე.

ყოველივე ეს ჟღერს განსაცვიფრებლად თანამედროვედ, მაგრამ დემოკრიტემ არ განამტკიცა თავისი თეორია ექსპერიმენტებით. ძველი ბერძენი ფილოსოფოსები საერთოდ არ იქ्यვნენ ექსპერიმენტებით დაკავებულნი, ისინი ჭეშმარიტებას ეძებდნენ კამათში, საწყისი მიზეზებისგან გამომდინარე.

უმეტესი ფილოსოფოსებისათვის, (განსაკუთ-რებით არისტოტელესათვის) მატერიალურ ნაწილაკის შესახებ მცნება, რომელიც არ შეიძლება დაიყოს უფრო მცირე ნაწილაკებად, აღმოჩნდა იმდენად პარადოქსული, რომელიც ვერ მიიღო ვერც ერთმა ფილოსოფოსმა. ატომისტური თეორია დარჩა არაპოპულარული 2 ათასწლეულის მანძილზე, დაემოკრიტეს შემდეგ, მის შესახებ თითქმის არავინ არ იხსენებდა.

ლექცია 2

ქიმიის ისტორიის ალქიმიური პერიოდი

ალქიმიის განვითარება, ალქიმიური პერიოდის განსაკუთრებულობა. ჯაბირის (გეტერისა) და ავიცენას შრომები როგორც შუალედი რგოლი ძველ სამყაროში ქიმიის საწყისა და დასავლეთის ალქიმიის შორის.

როგორ ბეკონი: ინგლისელი ფილოსოფოსი, თეოლოგი.

მისი აზრით :

«ალქიმია ეს არის მეცნიერება, იმის შესახებ, თუ როგორ მოვამზადოთ გარკვეული შენაერთი ანუ ელექსირი Al-Iksir (ბერძნულიდან და ნიშნავს “მშრალს”), რომელსაც, თუ მივუმატებთ არაკეთილშობილ მეტალებს, ისინი გადაიქცევიან სრულყოფილად» .

ალქიმიური პერიოდის ერთი შეხედვით შეფასება საკმაოდ რთულია. რაც უმთავრესად განპირობებულია ალქიმიის პერიოდის დიდ ხანგრძლივობასთან, (ის გრძელდებოდა ათას წელზე მეტხანს), მაგრამ უმთავრესად იმ პრობლემის სირთულით, რომელიც არ იქნა დაძლეული. III საუკუნიდან დაწყებული, დაახლოებით 1000 წლის მანძილზე, ალქიმიკოსები დაკავებული იყვნენ არა მარტო ოქროს მიღებით, არამედ სიცოცხლის ელექსირის და უნივერსალური გამხსნელის (ალკაზესტის) მოძიებით. დაკავებული იყვნენ რა მომხიბვლელი იდეით, შეექმნათ დიდი სიმდიდრე, ალქიმიკოსების ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე გადაჭრილ იქნა მრავალი მნიშვნელოვანი პრობლემა.

ამიტომ ალქიმიური პერიოდის მანძილზე მიღებულია ინფორმაცია მრავალი პროცესის შესახებ, სხვადასხვა მოთხოვნადი პროდუქტების მიღების მეთოდების შესახებ, რომელიც შემდგომში დანერგილ იქნა დიდი მასშტაბებით სახელოსნოებში.

აღმოსავლეთის ქვეყნებთან ვაჭრობამ ევროპელებს საშუალება მისცა გაცნობოდნენ არა მარტო სხვა კონტინენტის სოფლის მეურნეობის პროდუქტებს, არამედ მათ ტექნიკურ მიღწევებსაც. მაგალითად, მინისაგან დამზადებულ ნაკეთობებს, კერამიკას, ფაიფურს, ბროლს, საღებავებს და შორეული აღმოსავლეთის ქსოვილს, შთამბეჭდავ ფეირვერკებს, რომელმაც დენთის აღმოჩენამდე მიგვიყვანა.

ოქროს დამზადების მცდელობა, რომელიც მრავალი საუკუნის განმავლობაში მიმდინარეობდა, არ შეიძლება შეფასდეს ალქიმიის მომხრეთა გაუცნობიერებლობით და ეშმაკობით. მხედველობაში უნდა ვიქონიოთ ასევე იმ საუკუნეების პოლიტიკური ისტორია, მცირე

სათავადოების წარმოქმნა, ფულის აუცილობლობა სავაჭრო მიმოცვლისათვის, ანუ ეკონომიკური ფაქტორის გავლენა, რომელი აიძულებდა მმართველებს აღქიმიური ცდებისადმი დადებით განწყობას.

აღქიმიკოსებმა მართალია ვერ შესძლეს ფილოსოფიური ქვის აღმოჩენა, მაგრამ აღმოაჩინეს იმდენი პროცესი და იმდენი რეაქცია, რამაც ხელი შეუწყო ახალი მეცნიერების ჩამოყალიბებას.

თვალსაჩინო პიროვნებები რომლებიც მოღვაწეობდნენ ამ პერიოდში:

აღბერტი დიდი:

იგივე (აღბერტ-ფონ-ბოლშტედი): 1196-1206-1280 წწ. ფილოსოფოსი, მეცნიერი, თეოლოგი.

მისი ციტატა :

“აღქიმია არის ხელოვნება, რომელიც მოგონებულია აღქიმიკოსების მიერ.

მისი საშუალებით მინერალებში არსებული მეტალები, რომლებიც დაზიანებულნი არიან ჯადოთი, აღდგებიან, ხოლო არასრულყოფილინი –ხდებიან სრულყოფილი.”

ამ პერიოდში ხდება ეგვიპტელი ქურუმების პრაქტიკული ცოდნის და ბერძნული ნატურფილოსოფიის გაერთიანება;

აგრეთვე ეგვიპტელი ქურუმების “წმინდა საიდუმლო ხელოვნების” ელინიზაცია: პრაქტიკული ცოდნა იმენს “თეორიულ ბაზას” სამყაროს 4 ელემენტი-სტიქიის სახით.

ნატურფილოსოფიის მისტიფიკაცია, ნატურფილოსოფიური წარმოდგენები იკვეთება მაგიასთან და მისტიკასთან.

ბერძნულ-ეგვიპტური აღქიმიური პერიოდის ერთ-ერთი წარმომადგენელი იყო **ბოლოს-დემოკრიტოსი** (დაახლოებით 200 წ. ჩვ.წ.აღ.-მდე) ანუ **ფსევდო დემოკრიტე**: თავის ნაშრომებში ბოლოსი ახსენებდა დემოკრიტეს და ამიტომ მას უწოდეს ბოლოს-დემოკრიტოსი ანუ ფსევდო დემოკრიტე. მან მთელი თავისი ცხოვრება მიუძღვნა იმ დროის ქიმიის ყველაზე მნიშვნელოვან საკითხს- ერთი მეტალის მეორე მეტალში გარდაქნას, (ტრანსმუტაცია), კერძოდ ტყვიის ან რკინის ოქროდ გარდაქმნას.

ნაშრომი “ფიზიკა და მისტიკა.” (ალექსანდრიული პერიოდის “ფიზიკა”) რომელიც 4 ნაწილისგან შედგებოდა, ეძღვნებოდა მაშინდელი კვლევის მწვერვალს - ოქროს და ვერცხლს, ძვირფას ქვებს და თავისი არსით წიგნი იყო დაშიფრული საწარმოო რეცეპტების კრებული.

ოთხი ელემენტის თეორიის თანახმად დედამიწაზე სხვადასხვა ნივთიერებები განსხვავდებიან ელემენტების მსგავსებადობის ხასიათის მიხედვით. ეს ჰავა შეიძლება

მიღებული ყოფილიყო ატომისტიკური შეხედულებებისაგან დამოუკიდებლად. ვინაიდან ელემენტები ერევიან როგორც ატომები და როგორც ერთი ნათესავი ნივთიერება. მართლაც, წარმოდგენა იმის შესახებ, რომ თვითონ ელემენტები ურთიერთცვლადია, არ იყო საფუძველს მოკლებული. თავისუფლად შეიძლებოდა დაშვება იმისა, რომ წყალი აორთქლებისას გადადის ჰაერში, რომელიც თავისმხრივ გადადის წყალში წვიმის დროს. ხე გაცხელებისას გარდაიქმნება ცეცხლად და ორთქლად და ა.შ.

ათასი წლის განმავლობაში ქიმიკოსები თავდადებულად ცდილობდნენ მოეძიათ ოქროს მიღების საშუალება. ზოგიერთები მივიდნენ იმ დასკვნამდე, რომ უფრო მარტივი იყო თავის მოჩვენება, რომ მათ ეს შესძლეს, ვინაიდან ეს მათ აძლევდა ძალაუფლებას, და ამაღლებდა მათ რეპუტაციას. ასეთი “თაღლითობა” გრძელდებოდა თანამედროვე პერიოდამდე.

ბოლოსი თავის შრომებში დეტალურად აღწერდა ოქროს მიღების მეთოდებს, მაგრამ ეს იყო თაღლითობა. მაგალითად, შეიძლებოდა მისი თქმით შეგელლო სპილენძი მეტალურ თუთიასთან და მიგეღო ლატუნი- რომელიც იყო ყვითელი ფერის. ალბათ, იმ დროის მეცნიერთათვის ოქროსფერი მეტალის მიღება ნიშნავდა თვით ოქროს მიღებას.

ასევე კიდევ ერთი წარმომადგენელი ალექსანდრიული ალქიმიური პერიოდისა იყო **ზოსიმ პანოპოლიტი (ზოსიმი პანოპოლიტიდან)**-

ბერძენ-ეგვიპტელი ალქიმიკოსი, რომელიც ითვლება ალქიმიის ერთ-ერთ დამფუძნებლად (დაახლოებით 300 წელი ჩვ.წ.-აღ.-მდე.).

მან შემოგვთავაზა ალქიმიის 2 ასპექტი:

ტექნოქიმია და ოქროს წარმოება, მეტალების გასუფთავება, მოოქროვება, ამაღამირება და ა.შ;

მისტიკური ფილოსოფია; კოსმოსის შემეცნება ქიმიური პრაქტიკის საშუალებით.

თვალსაჩინო ნიმუშები, რომელიც მიძღვნა იმ პერიოდს არის:

“კლეოპატრას ქრიზოპეა” – ეს არის რთული სიმბოლური გამოსახულება და ის თავისმხრივ არის დაშიფრული ტრაქტატი ავტორის მიერ, გადმოცემით მისი ავტორია ეგვიპტის დედოფალი კლეოპატრა.

გამოსახულება გაკეთებულია X ან XI საუკუნეში და მოტანილი ზოსიმ პანოპოლიტის ალქიმიური ტრაქტატიდან (300 წ.) მანუსკრიპტი ინახება ვენეციის ნაციონალურ ბიბლიოთეკაში. გამოსახულება შეიცავს კოსმოსური პრინციპების სიმბოლოებს, ქიმიური ნივთიერებებს და აპარატურას.

გამოსახულების სახელი – ქრიზოპეა (ბერძნულიდან-ოქრო) არის ასევე ტეტრასომატის (ოქროს დამზადების პროცესი ბერძნულ-ეგვიპტულ ალქიმიაში, რომელიც 4 სტადიისგან შედგება), ამიტომ ვარაუდობენ რომ გამოსახულებაზე დაშიფრულია ძველი ალექსანდრიული რეცეპტი სპილენძის გადაქცევისა ან ვერცხლისწყლად ან ოქროდ. გარდა ამისა, ეს მხოლოდ ვარაუდს ემყარება, კლეოპატრას ქრიზოპეის გამოსახულება უპირველეს ყოვლისა ატარებს ფილოსოფიურ მისტიკურ აზრს.

„ზურმუხტის დაფა „(ლათ. Ταβულα — დოკუმენტი, რომელიც ლეგენდის მიხედვით დატოვებულ იქნა ჰერმეს ტრისმეგისტის მიერ ზურმუხტის ფირფიტაზე, ეგვიპტური სამარხის შიგნით მისივე საფლავზე ნაპოვნი აპოლონიუს თიანელის მიერ (3- ჩვ.წ.აღ-მდე. - 97-ჩვ.წ.აღ-ით.); მეორე ვერსიით-ნაპოვნი ალექსანდრე მაკედონელის მიერ. ყველაზე გავრცელებლული ვერსია წარწერებისა “ზურმუხტის დაფზე’ გვაცნობს, რომ, მასზე დაწერილია ალქიმიური რეცეპტი “უდიდესი სამუშაოსი“ ანუ ფილოსოფიური ქვის მიღებისა.

დაფის ლათინური ვერსია ცნობილი იყო ჯერ კიდევ შუა საუკუნეებში. პირველად ტექსტი გამოქვეყნებულ იქნა 1541 წელს, ტრაქტატში “ალქიმიის შესახებ”. ამის შემდეგ ტექსტი ბევრჯერ გამოქვეყნდა.

ასევე ნაპოვნი იყო “დაფის” ორი ვერსია არაბულად, მაგრამ სავარაუდო ბერძნული პირველი წყარო ნანახი არ იყო.

ხელოვნური ოქროს მომზადების პროცესი აღწერილი ბერძენ-ეგვიპტელი ალქიმიკოსების მიერ “ტეტრასომატის” მეთოდით.

ტეტრასომია (σωμα – სხეული). საწყისი შენადნობი მზადდება კალის, ტყვიის, სპილენძის და რკინისაგან. შენადნობის ზედაპირს აქვს შავი ფერი

აგრიოპეა (αργυρωτ – ვერცხლი; ποεω – კეთება). სტადია წარმოადგენს “ტეტრასომატის” გათეთრების პროცესს მისი შედნობით დარიშხანსა და ვერცხლისწყალთან.

ქრიზოპეა (χρυσωτ – ოქრო). «ვერცხლთან», რომელსაც ვლებულობთ აგრიოპეის შედეგად, ამატებენ გაწმენდილ გოგირდს და ”გოგირდის წყალს” და ასევე ოქროს.

ოოზისი (ιωσιτ – გარე ფენის მოშორება,). ქრიზოპეის შენადნობის შეღებვა ოქროსფერ ტონებში კრისტალჰიდრატებით ან ორმაგი მარილებით გარე ფენის მოხსნის საშუალებით. გარე ფენის მოშორება ხდებოდა ნელი გაცხელებით სპეციალურ ხელსაწყოში “კეროტაკისი” - მოოქროვება.

ეგვიპტე იყო ალქიმიის აკვანი. ეგვიპტელებმა თავისი ათასწლიანი კულტურით შექმნეს პირობები მისი განვითარებისათვის. ჯერ კიდევ ალქიმიის წინა პერიოდში მეტალთა მიღება, ფულისათვის და ძვირად ღირებული სამკაულისათვის. შენადნობების მიღება გასაიდუმლოებული იყო და ხელმისაწვდომი იყო ვიწრო კასტისათვის. ქრისტიანობის გავრცელებამდე არც საბერძნეთში და არც რომში ალქიმიური გამოკვლევები არ მიმდინარეობდა.

აღსანიშნავია, რომ არისტოტელეს ფიზიკამ ალექსანდრიის სკოლას გადასცა იდეა ერთი ელემენტის მეორე ელემენტად გარდაქმნის შესახებ (ტრანსმუტაცია). ამიტომ, დიდი ხნის შემდეგ მას შემდეგ რაც ქურუმთა კასტამ ეგვიპტეში გაასაიდუმლა ძვირფასი მეტალების მიღების მეტალურ-გიული ოპერაციები, მოახდინა აღნიშნული პრაქტიკის მისტიკურ-სპეკულანტური შეფუთვა.

ოქროს და ვერცხლის იმიტაციის დამზადება— ლეიდენის პაპირუსი (ზემო ეგვიპტის დედაქალაქი, ჩვ.წ. აღიცხვით III საუკუნე.) 1828 წელს მიყიდეს ლეიდენის (ნიდერლანდები) უნივერსიტეტის ბიბლიოთეკას. მასში მოცემული იყო ოქროს იმიტაციის 15 რეცეპტი; სტოკჰოლმის პაპირუსი (3 საუკ.) ნაპოვნია 1830 წელს (სტოკჰოლმის მეცნიერებათა აკადემიის ბიბლიოთეკა)

ოქროს “გამრავლების” რეცეპტი:

«აიღე თუთიის ოქსიდის ნარევი, რომელიც შეიცავს ტყვიის და სპილენძის ოქსიდებს, Gaul misy (გალიური მასა?? – ნაწილობრივ დაჟანგული ქალკოპირიტი CuFeS₂), სინოპის წითელი (ჰემატიტი-რკინის მადანი, წითელი ფერის, ფართოდ გავრცელებული რკინის მინერალი) და ტოლი რაოდენობით ოქრო. როდესაც ოქრო გალლვება, დაამატე ეს ინგრედიენტები, აურიე ოქრო და ის გაორმაგდება.»

“გასაყიდი” ოქროს რეცეპტი:

«აიღე სპილენძის ოთხი ნაწილი, აზემი (ელექტრუმ) (ოქროს და ვერცხლის შენადნობი) ორი ნაწილი, ოქრო -ერთი ნაწილი. ჯერ გაადნე სპილენძი, მერე აზემი, მერე ოქრო.»

-)/ Gold-ოქრო
-)/ Electrum-ოქროს და ვერცხლის შენადნობი
-)/ Silver-ვერცხლი
-)/ Cooper-სპილენძი
-)/ Iron- რკინა
-)/ Lead-კალა

J Blue stone, or Sapphire-საფირი

ჯერ კიდევ წინაალქიმიურ პერიოდში ცნობილი მეტალები განიხილებოდა, როგორც ჭეშმარიტი “ელემენტები”, ემპედოვლეს ფილოსოფიაში ოთხი ელემენტის მსგავსად. უფრო მეტიც, ვინაიდან ოქრო მოიპოვებოდა სპილენძის საბადოებში, ჩათვალეს რომ ის წარმოიშვებოდა სპილენძისაგან. ოქროს რაოდენობა სპილენძის საბადოებში არასოდეს არ იყო დიდი და მხოლოდ ღმერთებს შეეძლოთ გაეზარდათ “გარდაქმნის” მასშტაბები. ამიტომ მეტალურგიული პრაქტიკის ალქიმიური ხასიათი დაექვემდებარა რწმენას, ასტროლოგიას და მაგიას. რიცხვი 7 იყო მაგიური - რასაც საუკუნობით ასწავლიდა პითაგორას მისტიკური ფილოსოფია.

ცნობილი ელემენტებიც ასევე იყო 7. ჩვენი წელთაღრიცხვის პირველ ასწლეულში გავრცელდა წარმოდგენა იმის შესახებ, რომ ოქრო დაკავშირებულია მზესთან, ვერცხლი - მთვარესთან, სპილენძი - ვენერასთან, რკინა - მარსთან, ტყვია - სატურნთან, კალა - იუპიტერთან და ვერცხლისწყალი - მერკურთან.

შესაბამისად წარმოიშვა მეტალების აღნიშვნა სიმბოლოებით და დასახელებები, რომელიც პასუხობდა ციურ მნათობებს. ცდა გვიჩვენებდა, რომ ვერცხლისწყლის გადადენისას მიიღება ნარჩენი, კუბი ოქროს ან ვერცხლის ხოროლკას მსგავსი. აქედან კეთდებოდა დასკვნა, რომ ვერცხლი გარდაიქმნება კეთილშობილ მეტალებად და ის არის თხევადი ვერცხლი,, რომელიც გარდაიქმნება მყარ მასალად.

ქიმიური და ფიზიკური გარდაქმნები აიხსნებოდა მითოლოგიური სიუჟეტებით.

მნიშვნელოვანი ალქიმიური სიმბოლოები



- მთვარე-ვერცხლი-ორშაბათი;



- ცეცხლი (ელემენტი)



- მერკური-ვერცხლისწყალი-

ოთხშაბათი;

ფილოსოფიური



- ჰაერი (ელემენტი)



- ვენერა- სპილენძი- პარასკევი;



- წყალი (ელემენტი)



- მზე-ოქრო- კვირა;



- მიწა (ელემენტი)



- მარსი-რკინა-სამშაბათი;



- გოგირდი, ფილოსოფიური
გოგირდი



- იუპიტერი-კალა-ხუთშაბათი;



- მარილი, ფილოსოფიური
მარილი



– სატურნი-ტყვია-შაბათი.



– უდიდესი საქმე (ტრანსმუტაცია)



– ელიქსირი (ფილოსოფიური ქვა)



– უდიდესი საქმის დასრულება

იყო კი მთელი ალქიმიის მიზანი ფილოსოფიური ქვის გამნოგონება?? ლეონარდო და ვინჩი დასცინოდა ალქიმიის ცრუ და დამღუპველ ხელოვნებას და მის მიმდევრებს.

მეველი ალმოსავლეთის შეუდარებელი ექიმი ავიცენა, რომელიც თავის პრაქტიკაში იყენებდა ბევრ ალქიმიურ პრეპარატს, თავს იკავებდა ალქიმიით საქმიანობისაგან, ვინაიდან ის არ ეთანხმებოდა ალქიმიკოსების იდეას რომ ერთი მეტალი გარდაიქმნება მეორედ. მეორე, აგრეთვე ცნობილი ექიმი პარაცელსი თვლიდა, რომ ალქიმიის ამოცანა არის წამლების დამზადება. მსგავსი პოზიციები ალქიმიის მიმართ, მხოლოდ უფრო მკაცრი და შეურიგებელი, გვხვდება ბევრი 16-19 საუკუნეების ქიმიკოსებს შორისაც. თუმცა ბევრი იმ დროინდელი ცნობილი ქიმიკოსი ამაყად თვლიდა თავის თავს ალქიმიკოსად.

ფილოსოფიური ქვის მიღების მარათონში ვითარდებოდა ქიმიური პროცესების ცოდნა და ვითარდებოდა ექსპერიმენტული ქიმია. ამავდროულად ბერძენმა და არაბმა ალქიმიკოსებმა გააუმჯობესეს კუპელაციის მეთოდით (ფრ. სიტყ. coupelle –დაყოფა, ტყვიის ჟანგვითი შელღობა კეთილშობილ მეტალებთან- ოქრო, ვერცხლი, მათი სუფთა სახით გამოყოფის მიზნით. მეთოდი დამყარებულია იმაზე, რომ არაკეთილშობილი მეტალები გაცხელებისას იუანგებიან ჰაერზე, ხოლო კეთილშობილი- არ იცვლება) ოქროს გასუფთავების მეთოდი (ოქროთი მდიდარი მადნის გაცხელებით ტყვიასთან და სელიტრასთან (სხვადსხვა ნიტრატები) და დაიწყეს ოქროს ამალგამას (მეტალების შენადნობი ვერცხლისწყალთან) გამოყენება მოოქროვებისთვის. ვერცხლის გამოყოფა მადნის შედნობის მეთოდით ტყვიასთან ერთად ფართოდაა გავრცელებული, რაზეც გვამცნობენ პლინი და სხვა ზოგიერთი ალექსანდრიელი მწერლები. ამრიგად, ფართოდ მიმდინარეობდა მადნებიდან მეტალების გამოყოფა.

ასევე განვითარდა ჩვეულებრივი მეტალების მეტალურგია. ვერცხლისწყალს ფართოდ იყენებდნენ ოქროსა და ვერცხლის გამოსაყოფად მადნეულიდან. ასევე ცნობილი იყო ვერცხლისწყლის გამოყოფა ვერცხლისწყლის სულფიდიდან (HgS) გადადენის მეთოდით და კალომელისაგან (Hg_2Cl_2), მისი გადადენით ჩამქრალი კირის ($Ca(OH)_2$) და ნატრიუმის ტუტის თანაობისას. ეგვიპტელი ალქიმიკოსები სხვა მეტალებს სუფთა სახით უბრალოდ არ იცნობდნენ. ასევე სრულყოფა იგრძნობოდა კერამიკულ წარმოებაში და მინის წარმოებაში. ამ პერიოდში

მზადდებოდა ჭურჭელი გამომწვრი თიხისაგან დამზადებული, ამავდროულად მას ფარავდნენ ჭიქურით, რომელიც დამზადებული იყო ტყვიის და კალის ნაერთისაგან. საღებრებისაგან ცნობილი იყო ინდიგო, პურპური და სხვა.

ეგვიპტელმა ალქიმიკოსებმა აღმოჩინეს ნიშადური, რომელსაც ნაწილობრივ იპოვებდნენ “ამონის” (ღმერთი) ოაზისში, ნაწილობრივ იპოვებდნენ ცხოველური შარდისგან.

ოაზისი (გვიანდ. ლათ. *oasis* < ბერძნ. *oasis* თავდაპირველად რამდენიმე დასახლებული ადგილის სახელწოდება ლიბიის უდაბნოში), ხემცენარეებით ან ბუჩქნარითა და ბალანით შემოსილი ნაკვეთები, აგრეთვე ინტენსიური მიწათმოქმედების რაიონები უდაბნოსა და ნახევარუდაბნოს სარწყავ მიწებზე. ოაზისი მეზობელ რაიონებთან შედარებით უფრო ნესტიანი ადგილია, რაც გამოწვეულია გრუნტის წყლის მაღალი დონით, წყაროების სიუხვით, მდინარეების პერიოდული ადიდებით, ხელოვნური რწყვით. ოაზის უწოდებენ აგრეთვე ყინულისაგან თავისუფალ ადგილს ანტარქტიდაში. ოაზისური მეურნეობა, დღეს მიწათმოქმედების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფორმაა.

ბერძენ-ეგვიპტელი ალქიმიკოსების პრაქტიკული მიღწევები:

მეტალების ამალგამირების მეთოდის აღმოჩენა (აღწერილია დიოსკორიდის მიერ (1 საუკ. ჩვ.წ. აღრ-ით);

ვერცხლისწყლის გამოყენება ოქროს და ვერცხლის გამოსაყოფად მაღნეულიდან;
ოქროს ამალგამის გამოყენება მოოქროვებისათვის;
ოქროს გასუფთავება კუპელირების მეთოდით-მაღნეულის გაცხელება ტყვიისა და სელიტრას (ტუტემეტალების ნიტრატების შემცველი მინერალების ტრივიალური სახელი) თანაობისას.

მაკროკოსმი და მიკროკოსმი- ერთ-ერთი უძველესი ნატურფილოსოფიური კონცეფცია, რომელიც გამოხატულია კოსმოგენური მითოლოგაში (“სამყაროს პირველი ადამიანი”) (პირველი ადამიანი, ანუ კოსმიური სხეული- მითიურ ეთიკურ და რელიგიურ ფილოსოფიურ ტრადიციებში ან თროპომისტიზირებული მოდელი სამყაროსი. ამ წარმოსახვას საფუძვლად უდევს წარმოდგენა სამყაროს წარმოქმნისა სხეულის ნაწილებიდან.), რომლის სხეულიდან წარმოიქმნა მიწა, ძვლებიდან-ქვები, სისხლისგან-მდინარე, თმებისგან-ხეები, სუნთქვისგან –ქარი და ა.შ არაბული ალქიმია

640 ჩვ.წ. აღრ-ით. –მოხდა ეგვიპტის დაპყრობა არაბების მიერ.

VII-IX სს არაბი ქიმიკოსების გამოჩენა;

670 წ.-მოხდა არაბების პირველი გაცნობა ქიმიასთან – «ბერძნულ ცეცხლთან» (კონსტანტინოპოლის აღებისას);

ბიზანტიის იმპერია ბრძოლებში იყენებდა იარაღს სახელწოდებით “ბერძნული ცეცხლი”, რომელიც წყლის დასხმისას კიდევ უფრო ძლიერდებოდა. ის განსაკუთრებით ეფექტური იყო საზღვაო შეტაკებებისას. მისი დამზადების ზუსტი რეცეპტი დაკარგულია, თუმცა ვარაუდობენ, რომ მზადდებოდა ნახშირის, გვარჯილასა და გოგირდისაგან.

VII საუკუნეში მსოფლიო ასპრეზზე გამოჩდნენ არაბები. იქამდე ისინი ცხოვრობდნენ არაბეთის ნახევარკუნძულის უდაბნოში იზოლირებულად.

პირველი ათასწლეულის მეორე ნახევარში გამოჩდნენ რა ახალი რელიგიით-ისლამით, დაიწყეს დაპყრობითი სვლები და დაიპყრეს დასავლეთ აზის და ჩრდილოეთ აფრიკის მნიშვნელოვანი ნაწილი. 641 წელს ისინი შეიჭრნენ ეგვიპტეში და მალე დაიკავეს ეს ქვეყანა, რამდენიმე წლის შემდეგ იგივე ბედი ეწვია სპარსეთსაც. ჩამოყალიბდა უზარმაზარი არაბული იმპერია.

ძველ ხელისუფალთა მიბაძვით, არაბმა ხალიფებმა ასევე დაიწყეს მეცნიერების მფარველობა და VII-IX საუკუნეებში გამოჩნდნენ პირველი არაბი ქიმიკოსები. სიტყვა “ქიმია”-ს მათ დაუმატეს არაბულისთვის დამახასიათებელი წინსართი “ალ”. ევროპელებმა გვიან “ისესხეს” ეს სიტყვა არაბერბისგან.

ამის შედეგად ევროპულ ენებშიც გაჩნდა ტერმინი “ალქიმია” და ”ალქიმიკოსი”. ტერმინს “ალქიმია” ეხლა იყენებენ, როცა საუბრობენ ქიმიის ისტორიის პერიოდზე, რომელიც მოიცავს დაახლოებით ორ ათასწლეულს, დაწყებული 300-დან 1600-წლამდე.

პირველად არაბები ქიმიას გაეცნენ საკმაოდ უცნაური მეთოდით. 670 წელს, არაბეთის ფლოტის გემები, რომლებიც ებრძოდნენ ქალაქ კონსტანტინოპოლს (ახლანდელი სტამ-ბულის, რომელიც იყო ყველაზე ძლიერი ქალაქი ქრის-ტიანული სამყაროსი იმ დროში), იყო დამწვარი “ბერძნული ცეცხლით” –ქიმიური ნარევით, წვის შედეგად წარმოიქმნა ძლიერი ცეცხლი, რომელსაც წყალი არ აქრობდა.

* ბიზანტიის იმპერია ბრძოლებში იყენებდა იარაღს სახელწოდებით “ბერძნული ცეცხლი”, რომელიც წყლის დასხმისას კიდევ უფრო ძლიერდებოდა. ის განსაკუთრებით ეფექტური იყო საზღვაო შეტაკებებისას. მისი დამზადების ზუსტი რეცეპტი დაკარგულია, თუმცა ვარაუდობენ, რომ მზადდებოდა ნახშირის, გვარჯილასა და გოგირდისაგან.

300-1100 წლების ევროპული ქიმიის ისტორიის ფურცლები ფაქტობრივად ცარიელი იყო. 650 წლის შემდეგ ბერძნულ- არაბული ალქიმიის განვითარება მთლიანად კონტროლდებოდა არაბების მიერ ხუთი საუკუნის მანძილზე. ამ პერიოდოს ნაკვალევი შემორჩენილია ქიმიურ ტერმინებში არაბული ფუძით- ალკალი (ტუტე, ფუძე), ალკოჰოლი (სპირტი) და ა.შ.

არაბული ალქიმიის თეორიული საფუძველი იყო –არისტოტელეს თეორია ოთხ ელემენტზე.

აიუბ ალ რუხავი-ალქიმიკოსი (769-835 წწ) გვამლევს საკმაოდ ბინდით მოცულ განმარტებებს მეტალთა თვისების შესახებ-ოქრო შეცავს უფრო მეტ ტენს, ვიდრე ვერცხლი, ამიტომ ის უფრო ადვილად ჭედადია, ოქრო ყვითელია, ხოლო ვერცხლი- თეთრი, რადგან პირველი შეიცავს უფრო მეტ სითბოს, ხოლო მეორე უფრო მეტ სიცივეს. სპილენძი მშრალია მეტად ვიდრე ოქრო და ვერცხლი, და მისი ფერი უფრო მოწთალოა ვიდრე ოქროსი და ვერცხლის, რადგან ის უფრო თბილია. კალა უფრო ტენიანია, ვიდრე ოქრო და ვერცხლი, ასევეა ტყვიაც. ამით შეიძლება აიხსნას, თუ რატომ ლლვებიან ისინი უფრო მეტად ცეცხლზე. ყველაზე მეტი ტენი ვერცხლისწყალშია, ამიტომ ის წყლის მაგვარია და ორთქლდება ცეცხლზე. რაც შეეხება რკინას, ის უფრო მიწიერია და მშრალი ვიდრე დანარჩენები,.... და მასზე მნელად მოქმედებს ცეცხლი და არ ლლვება, თუ ლლობადი ძალა მასთან ახლო შეხებაში არაა."

მეტალების ძირითადი თვისებები, რომელიც აღწერილია არაბი ალქიმიკოსების მიერ და რომელიც უნდა ახსნას თეორიამ: წვადობა, მეტალური ბზინვარება, ჭედადობა, ფერი, სიმკვრივე და ლლობის ტემპერატურა.

აბუ მუსა ჯაბირ იბნ ხაიანი (721-815), ცნობილი ევროპაში მოგვიანებით გებერის სახელით. ის ცხოვრობდა არაბული იმპერიის ყველაზე უმაღლესი განვითარების პერიოდში.

მისი შრომებია:

-)/ "თეორია სრულყოფილებაზე და მეტალების გაკეთილშობილების უმაღლეს ხელოვნებაზე",
-)/ "წიგნი ფილოსოფიურ ღუმელებზე",
-)/ "წიგნი საწამლავებზე"
-)/ "წიგნი სამოცდაათი" (70 თავი)

ჯაბირის მრავალრიცხოვანი შრომები დაწერილია საკმაოდ გასაგები ენით. (თუმცა მრავალი წიგნი, რომელიც მან მიიწერა თვითონ, შეიძლება დაწერილ ყოფილიყო სხვა ქიმიკოსების მიერ).

ჯაბირმა აღწერა ნიშადურის სპირტი და აჩვენა, როგორ მოვამზადოთ ტყვიის თეთრი საღებავი, რომელიც არის შედგენილობის მიხედვით მარილი (მინერალური საღებავი ტყვიის საფუძველზე, ძირითადი კომპონენტია ტყვიის კარბონატი). ის გამოირჩევა თავისი სუფთა თეთრი ფერით და დაფარვის დიდი შესაძლებლობით. სწორედ ეს საღებავი ამ თვისების გამო გამოიყენება ძალიან დიდი რაოდენობით. მხოლოდ ამერიკის შეერთებული შტატები იყენებს მას 60000 ტონას 1 წლის მანძილზე. ის ხდიდა ძმარს, რომ მიეღო ძმარმჟავა- იმ დროს ყველაზე ძლიერი მჟავა. მან მოახერხა მიეღო აზოტმჟავას სუსტი ხსნარი.

მეტალუგის წარმოშობის გოგირდ-ვერხლისწყლის თეორია;

ჯაბირმა შეისწავლა მეტალების ტრანსმუტაცია და ამ გამოკვლევებმა მოახდინა ძლიერი გავლენა ქიმიკოსების შემდგომ თაობაზე.

ჯაბირი ვარაუდობდა, რომ ვერცხლისწყალი იყო განსაკუთრებული მეტალი, რადგან მისი თხევადი ფორმის გამო ის შეიცავს ცოტა მინარევებს. ასევე საოცარი თვისებებით ხასიათდება გოგირდი: მას აქვს უნარი აალდეს (ამავდროულად ის ყვითელია როგორც ოქრო). ის თვლიდა, რომ 6 დანარჩენი მეტალი წარმოიქმნება ვერცხლისწყლის და გოგრდის შეანერთისაგან “მომწიფებული” დედამიწის წიაღში. უფრო რთულია ოქროს მიღება-ყველაზე სრულყოფილი მეტალი.

იმიტომ რომ მივიღოთ ოქრო, აუცილებელია ვიპოვოთ ნივთიერება, რომელიც მოახდენს მის მომწიფებას. ეს იყო ალ-იკსირ ანუ იგივე ფილოსოფიურო ქვა, მაგრამ ამავდოულად ევროპულ ენებში გამოჩნდა სიტყვა ელექტრი.

ყველა მეტალი იხსნება ვერცხლისწყალში ვერცხლისწყალი პირველადი მატერიაა,
რომლისგანაც შედგება მეტალუბი;

რეალური გოგირდი და ვერცხლისწყალი ნელ-ნელა გარდაიქმნა იდეალურად-ყველა მეტალის შემადგენელ ნაწილად.

ჯაბირის უმნიშვნელოვანესი ნაშრომები აღმოჩენილ იქნა მხოლოდ 1927-1929 წლებში. იმ დროის ალქიმიური მოსაზრებებისგან განსხვავებით, რომელიც დაწერილ იყო არისტოტელეს 4 ელემენტის თეორიაზე- სტიქიებზე, აქ ძირითადი ადგილი უჭირავს პრაქტიკული ოპერაციების აღწერას: აორთქლებას, გადადებას (გამოხდას), გახსნას, კრისტალიზაციას, აზოტმჟავას და აზოტმჟავა ვერცხლის იგივე თანამედროვე ენაზე ვერცხლის ნიტრატის (AgNO_3) –ის მიღება, სულფმა (HgCl_2), მეტალების გამოდნობა და ქსოვილების ლიტვა.

Հածորության պատճենահանձնություն

-“საჭიროა მხოლოდ იპოვოთ ბაყაყი, რომელიც ცოცხლობდა 10000 წელი, მერე უნდა დაიჭირო 1000 წლის დამურა, უნდა გააშრო ისინი, გამოაცალო შიგნეულობა და დააქუცმაცო როგორც ფხვნილი, შემდეგ უნდა გახსნა წყალში და მიიღო ყოველ დღე თითო სუფრის კოვზით".

არ-რაზი (IX-X სს.);

მეორე არაბი ალქიმიკოსი არ-რაზი (865-925), რომელიც გახდა ცნობილი ევროპაში სახელით რაზესი, მოღვაწეობდა ალქიმიაში და მედიცინაში. მან იგივე პოპულარობა მოიპოვა როგორც ჯაბირმა. მან დაწერა თაბაშირის მომზადების მეთოდიკა და თუ როგორ უნდა დაედოთ თაბაშირის ნახვევი მოტეხილი ძვლის ფიქსაციისათვის. მან შეისწავლა და აღწერა მეტალური სტიბიუმი Sb.

მისი შრომებია:

-)/ “საიდუმლოებათა წიგნი;”
-)/ “საიდუმლოებათა საიდუმლების წიგნი”;

მან მოახდინა ნაერთების კლასიფიკაცია:

-)/ მინერალური
-)/ მცენარეული
-)/ ცხოველური

არ-რაზი უფრო მეტად დაინტერსებული იყო მედიცინით, ვიდრე ჯაბირი,

ჯაბირი იკვლევდა გოგირდს, როგორც წვის პრინციპს, ვერცხლისწყალს, როგორც პრინციპულად განსაკუთრებულ მეტალს, არ-რაზიმ ამ ორ კომპონენტს დაამატა მესამე—სიმაგრის პრინციპი, ანუ მარილი (იგივე ფილოსოფიური მარილი). აქროლადი ვერცხლისწყალი და აალებადი გოგირდი წარმოქმნიდნენ მყარ ნივთიერებებს მხოლოდ მესამე კომპონენტთან— მარილთან ერთად.

ლაბორატორიული ოპერაციები:

დეკანტაცია, ფილტრაცია, გალღობა, დისტილაცია, სუბლიმაცია, ამალგამირება, გახსნა, კოაგულაცია.

არ-რაზის თეორიული შეხედულებანი:

ნივთიერებების თვისებები განისაზღვრება მისი შემადგენელი განუყოფელი ელემენტების ზომით— “ატომებით” და მათ შორის თავისუფალი ადგილით.;

მეტალები შედგებიან გოგირდის, ვერცხლისწყლის და “მარილისაგან”.

აღ-ხაზინი ხორეზმიდან 12 ს.

1121 წ – «წიგნი საწორებზე და სიბრძნეზე» -სასწორების სხვადასხვა კონსტრუქციები და აწონის პრინციპები;

მეტალთა სიმკვრივის ცხრილი (აწონის სიზუსტე 5 მგ.)

ალ-ბირუნი (973-1050 წწ.).

მეტალი	ბირუნის მონაცემები	თანამედროვე მონაცემები
ოქრო	19,05	19025
ვერცხლისწყალი	13,56	13059
ტყვია	11,33	11,34
ვერცხლი	10,43	10,42
სპილენძი	8,70	8,93
რკინა	7,87	7,86
კალა	7,31	7,28

იბნ-სინა (ავიცენა) აფშანიდან (ბუხარასთან ახლოს. (980 - 1037 წწ.).)

ყველაზე ცნობილი ექიმი იყო ბუხარელი იბნ-სინა (დაახლ. 980-1037 წწ.)უფრო მეტად ლათინური სახელით ავიცენა. იგი ასევე იყო ფილოსოფოსი, ბუნებისმეტყველი, პოეტი და მუსიკოსი. მისი შრომები ძალიან მნიშვნელოვანი იყო ექიმებისათვის საუკუნეების მანძილზე. ავიცენა იყო ერთადერთი ალქიმიკოსი, რომელსაც არ სჯეროდა სხვა მეტალებიდან ოქროს მიღებისა.

ავიცენა იყო ბოლო ძალიან მნიშვნელოვანი და დიდი მეცნიერი არაბული სამყაროსი, როცა დაიწყო დაცემის პერიოდი. მონღოლების მძარცველმა თავდასხმებმა დააჩქარა ეს პროცესი. მეცნიერული განვითარების ცენტრმა გადაინაცვლა ევროპაში.

ავიცენას მიღწევები:

წყლის გადადენა; HCl, H₂SO₄ და HNO₃, KOH და NaOH მიღება;

მისი ნაშრომები იყო «სამედიცინო მეცნიერების კანონი» 5 ტომად; მედიცინის მიღწევები, 811 სამკურნალო საშუალების აღწერა.

ალქიმიის II ეტაპი— ფიზიკურ-მისტიკური ალქიმია ევროპულ შუა საუკუნეებში- (XII-XVI სს).

ევროპული ალქიმია

ევროპის უძველესი უნივერსიტეტები;

1119 წ. – დაარსდა ბოლონიის უნივერსიტეტი;

1215 წ. – დაარსდა პარიზის (სორბონა)- ევროპაში პირველი ელიტარული უნივერსიტეტი: 4 ფაკულტეტი - ხელოვნების, სამართალმცოდნეობის, თეოლოგიის და მედიცინის.

1257 წ. – დაარსდა სორბონის კოლეჯი (დამაარსებელი მეფე ლუი IX-ს სულიერი მამა რობერ დე სორბონა (1201-1274).

Lectio - «კითხვა», **Disputatio** - «განსჯა»

1200 წლიდან დაწყებული, ევროპელმა მეცნიერებმა, წაიკითხეს რა წარსულის ალქიმიკოსების ნაშრომები ლათინურ ენაზე, შეძლეს წასულიყვნენ წინ მეცნიერების განვითარებაში. პირველი ევროპელი ცნობილი ალქიმიკოსი იყო ალბერტ-ფონ-ბოლშტედი, იგივე ალბერტ დიდი, გერმანელი ფილოსოფოსი და თეოლოგი. მისი წყალობით არისტოტელეს ფილოსოფია განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი გახდა გვიანი შუა საუკუნეებისა და ახალი დროისათვის.

როჯერ ბეკონი (1214-1292).

ალბერტ დიდის თანამედროვე იყო მონაზონი როჯერ ბეკონი (1214-1292 წწ), რომელიც ცნობილია პირველ რიგში თავისი მკვეთრად გამოხატული აზრით, რომ მეცნიერების პროგრესის საფუძველს წარმოადგენს ექსპერიმენტული ნამუშევრი და მასთან დაკავშირებული მათემატიკური მეთოდები. მაგრამ “ცდა” ბეკონის აზრით იყო არა მარტო თანამედროვე შეხედულების ექსპერიმენტი, არამედ მისტიკური შეხედულებები.

ბეკონი ეცადა დაეწერა ენციკლოპედია და თავის ნაშრომებში მოგვცა დენთის პირველი აღწერა. ხშირად მას იხსენიებენ როგორც დენთის გამომგონებელს მაგრამ ეს ასე არ არის.

შუა საუკუნეების ყველაზე ცნობილი ალქიმიკოსის სახელი უცნობი დარჩა. ის თავის შრომებს აწერდა ჯაბირის (გერბერის) სახელს, რომელიც მასზე ექვსი საუკუნით ადრე ცხოვრობდა. ეს ფსევდო ჯაბირი სავარაუდოდ იყო ესპანელი და ცხოვრობდა XIV საუკუნეში. ფსევდო-ჯაბირმა პირველმა აღწერა გოგირდმჟავა-დღევანდელი ქიმიის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ნაერთი. ასევე მან აღწერა თუ როგორ წარმოიქმნება ძლიერი აზოტმჟავა. გოგირდმჟავას და ძლიერ აზოტმჟავას ღებულობდნენ მინერალებისგან, მაშინ როცა ადრე ცნობილ მჟავებს, მაგალითად მმარმჟავას, იღებდნენ მცენარეული ან ცხოველური წარმოშობის ნივთიერებებისაგან.

) ცისარტყელის გაჩენის მიზეზების ახსნა;

-) წვის შესახებ;
 -) მეცნიერული წინასწარმეტყველებანი წიგნში ”დიდი გამოცდილება”:
 -) გემები ნიჩბების გარეშე; ეტლები ცხენების გარეშე; მფრინავი აპარატები; ლინზები;
- მას წამდა სიცოცხლის ელექსირის არსებობისა.

ძლიერი მინერალური მჟავების აღმოჩენა მაღნეულიდან რკინის წარმატებით მიღების შემდეგ 3000 წლით ადრე ამ მოვლენამდე, იყო ძალიან მნიშვნელოვანი მიღწევა. ძლიერი მინერალური მჟავების გამოყენებით ევროპელმა ქიმიკოსებმა შეძლეს განეხორციელებინათ ახალი რეაქციები და გაეხსნათ ისეთი ნივთიერებები, რომელსაც ბერძნები და არაბები უხსნადად თვლიდნენ, ვინაიდან მათთვის ყველაზე ძლიერი მჟავა იყო –ძმარმჟავა.

მინერალურმა მჟავებმა კაცობრიობას უფრო მეტი მისცა, ვიდრე შეეძლო მიეცა ოქროს. თუ ისწავლიდნენ ისინი ტრანსმუტაციით მიღებას, ის აღარ იქნებოდა იშვიათი და დაკარგავდა ფასს. მინერალური მჟავეების ფასი მით უფრო მაღალია, რაც უფრო მარტივად მოსაპოვებელია. მაგრამ მინერალური მჟავების აღმოჩენამ არ მოახდინა შთაბეჭდილება, ხოლო ოქროს ძებნა გრძელდებოდა.

ალბერტ დიდისა და როჯერ ბეკონის ნაშრომებში, ისევერ როგორც არაბი ალქიმიკოსების ნაშრომებში, მისტიციზმის წილი იყო უმნიშვნელო. ამავდროულად ევროპული ალქიმიისათვის მთლიანობაში მისტიკური ელემენტები მნიშვნელოვნად უფრო დამახასიათებელია, ვიდრე არაბულისათვის.

მისტიკური მიმდინარეობის ფუძემდებლად ითვლება ესპანელი ექიმი არნალდო დე ვილანოვი (1240-1313 წწ.) და რაიმუნდ ლული (1235-1313 წწ.). მათი შრომები ასევე მიძღვნილი იყო ტრანსმუტაციისადმი (უფრო მეტიც, ლული ამტკიცებდა, რომ მან მიიღო ფილოსოფიური ქვა და ოქრო), და განსაკუთრებული ყურადღება ექცეოდა მაგიურ ოპერაციებს, რომელიც საჭირო იყო სასურველი შედეგების მისაღებად.

მისტიკურ მიმდინარეობებს ძალიან თვალსაჩინო ადგილი ეკავა ევროპულ ალქიმიაში. ალქიმიკოს-მისტიკოსებმა ჩამოაყალიბეს თავიანთი მეცნიერების დამატებითი ამოცანები. საერთო საოდენობა ამოცანებისა რა საკვირველია უდრიდა შვიდს.

1. ელექსირის ან ფილოსოფიური ქვის მომზადება (*Lapis Philosoiphorum*);
2. ჰომუნკულუსის შექმნა; (ლათ. *homunculus* — ადამიანი) — შუა საუკუნეების ალქიმიკოსების წარმოდგენაში, ადამიანის მსგავსი არსება, რომელის მიღებაც შეიძლება ხელოვნური გზით
3. ალკაზესტის მომზადება – უნივერსალური გამხსნელი;

4. პალიგენეზი, ანუ მცენარეების ფერფლიდან აღდგენა;
5. მსოფლიო სულის მომზადება (*spiritus mundi*) – მაგისური სუბსტანცია, რომლის ერთ-ერთი თვისება იქნებოდა -ოქროს გახსნაის შესაძლებლობა;
6. კვინტესენციის გამოყოფა-მეხუთე ელემენტის, მეხუთე სტიქია, ეთერი, ელვის მსგავსი, ერთ ერთი ძირითადი სტიქიათა შორის (ელემენტებს);
7. თხევადი ოქროს მომზადება (*aurum potabile*), განკურნებისათვის ყველაზე სრულყოფილი საშუალება.

დასახული მიზნების განხორციელებისათვის საჭირო იყო თორმეტი ძირითადი ალქიმიური ოპერაციის გამოყენება. თითოეული შეესაბამებოდა გარკვეულ ზოდიაქურ თანავარსკვლავედს. ზუსტად მისტიკური მოსაზრებებით დარიშხანს და სტიბიუმს ალქიმიკოსები არ თვლიდნენ დამოუკიდებელ მეტალებად, ვინაიდან მათთვის აღარ იყო საკმარისი პლანეტები, რომელიც მაშინ მათი აზრით იყო მხოლოდ შვიდი. ალქიმიის და ასტრონომიის მისტიკურ კავშირს, ალქიმიკოსებისათვის უფრო დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა, ვიდრე ფაქტებს. მისტიციზმა და გასაუდუმლოებამ ევროპულ ალქიმიაში რა საკვირველია წარმოშვა თაღლითების დიდი რიცხვი.

მიუხედავად ამისა XIV-XV საუკუნეებში ევროპულმა ალქიმიამ მიაღწია მნიშვნელოვან წარმატებებს, აჯობეს რა არაბებს იმაში, რომ მათ შეიწავლეს ნივთიერების თვისებები. 1270 წელს ალქიმიკოსმა კარდინალმა ჯოვანი ფიდანცამ (1121-1274 წწ.), ცნობილი სახელით ბონავენტურა, ერთ-ერთი თავისი მცდელობის დროს მიეღო უნივერსალური გამხსნელი, მიიღო ნიშადურის ხსნარი აზოტმჟავაში (*aqua fortis*), რომელსაც ჰქონდა უნარი გაეხსნა ოქრო. (მეტალთა მეფე, სწორედ აქედანაა მისი სახელი – *aqua Regis*, იგივე სამეფო წყალი).

სიახლეები სხვადასხვა ნივთიერებებზე წარმოდგენილია XV საუკუნის ცნობილი ალქიმიკოსის ვასილი ვალენტინის ნაშრომებში, სადაც დეტალურადაა აღწერილი სტიბიუმი, თუთიის ნაერთები, ბისმუტი, ტყვია, კალა, კობალტი დვინის სპირტის და ძმარმჟავას მიღების მეთოდები და ა.შ.

ლეგენდარული ვასილი ვალენტინის გარდა, XV-XVII საუკუნეებში, ან ფილოსოფიური ქვის „მიღების“ გამო და ან თავისი შრომების გამო, ფართო პოპულარობით სარგებლობდნენ ბევრი ცნობილი ალქიმიკოსი: ნიკოლას ფლამელი, ალექსანდრე სეტონი, იოჰან ისაავ ჰოლანდი, მიხეილ სემივოი, ვენცელ ზეილერი და სხვები.

ნიკოლას ფლამელი- (1330—22 მარტი- 1418 წელი) ფრანგი ალქიმიკოსი, რომელსაც აწერდნენ „ფილოსოფიური ქვის“ და „სიცოცხლის ელექსირის“ მიღებას.

მისი სიკვდილის შემდეგ წარმოიშვა ლეგენდა, რომ თითქოს ნ. ფლამელმა იწინასწარმეტყველა თავისი სიკვდილი და ემზადებოდა მისთვის, და თითქოს დასაფლავებაც ინსცენირებული იყო, ხოლო ფლამელი თავის ცოლთან ერთად მიიმალა. ლეგენდა გრძელდებოდა და ხშირად ფლამელს მეუღლესთან ერთად „ხვდებოდნენ „სიკვდილის შემდეგ, მაგალითად 1761 წელს პარიზის ოპერაში სპექტაკლზე.“

1624 წელს გამოვიდა მისი ნაშრომების ინგლისური თარგმანი „ კეთილშობილი ქვის - ფილოსოფიურ ქვად წოდებულის საიდუმლო აღწერა“.

დღემდე შემორჩენილია ფლამელის სახლი პარიზში, რომელიც აგებულ იქნა 1407 წელს და ითვლება პარიზში ერთ-ერთ უძველეს ნაგებობად.

ორი საუკუნის შემდეგ მის საფლავი გახსნილ იქნა, სადაც არ აღმოჩნდა გვამი. XVII საუკუნის მოგზაური პოლ ლუკა მოგვითხრობდა უცნაურ შემთხვევაზე, რომელიც მას სერმთხვა. ერთხელ იგი სეირნობდა ბაღში, ქალაქ ბურსაში (თურქეთი) მეჩეთთან ახლოს. სერნობის დროს მან გაიცნო ადამიანი, რომელიც ამტკიცებდა, რომ არის ნიკოლას ფლამელისა და მისი მეუღლის საუკეთესო მეგობარი, რომლებსაც დაახლოებით სამი თვის წინ დაცილდა ინდოეთში. მისი სიტყვებით, ფლამელმა და მისმა მეუღლემ მოაწყვეს სიკვდილის ინსცენიერბა და გაიქცნენ შვეიცარიაში. თუ მისი სიტყვები მართალი იყო ფლამელი იმ დროისთვის დაახლოებით 300 წლის უნდა ყოფილიყო.

XVIII ს აუკუნეში მოხუცი ღვთისმსახური სირ მორსელი ამტკიცებდა, რომ ნახა ნიკოლას ფლამელი პარიზის ცენტრში არსებულ მიწისქვეშა ლაბორატორიაში მომუშავე. მისი სიტყვებით ლაბორატორია გამოყოფილი იყო გარე სამყაროსგან შვიდი კარებით.

1761 წელს ფლამელი მეუღლესთან ერთად შემჩნეულ იქნა პარიზის ოპერაში სპექტაკლზე და მათ ახლდათ შვილი, რომელიც ინდოეთში შეეძინათ.

1818 წელს პარიზში დახეტიალობდა ადამიანი, რომელიც ამბობდა რომ ის იყო ნიკოლას ფლამელი და 300000 ფრანკად გახსნიდა მის ყველა საიდუმლოს.

ალქიმიური იდეები ძალიან პოლულარული იყო საზოგადოებაში; ფილოსოფიური ქვის თვისებების სასწაულმოქმედებაში რწმენა იყო ურყევი. თუმცა XVI საუკუნის შუა პერიოდში ევროპულ ალქიმიაში შეიმჩნეოდა სწრაფად პროგრესირებადი დაყოფა. ერთის მხრივ - მისტიკური მიმართულება, რომლის წარმომადგენლებიც კვლავ ცდილობდნენ მეტალთა

ტრანსმუტაციის განხორციელებას მაგიის საშუალებით, ხოლო მეორეს მხრივ ძალებს იკრეფდა რაციონალური მიმდინარეობა. უკანასკნელისგან ყველაზე მნიშვნელოვანი იყო იატროქიმია და ტექნიკური ქიმია, რომლებიც თავის მხრივ გახდა გარდამავალი ეტაპი კლასიკური ქიმიიდან ახალი სამეცნიერო ქიმიისაკენ.

გადიოდა დრო და ალქიმია ბევრის მომცემის საწყისიდან აღორძინდა უკვე მესამედ (პირველად ბერძნებთან, მეორედ არაბებთან). ოქროს ძებნა გახდა ბევრი თაღლითის ამოცანა და სურვილი. თუმცა ისეთი მეცნიერები როგორებიც იყვნენ ბოილი და ნიუტონი, ვერ გაუძლეს ცდუნებას რომ წარმატება მოეპოვებინათ ამ სარბიელზე.

და ისევ, როგორც დიოკლეტიანუს დროს (დიოკლეტიან, გაი, ავრელიუს, ვალერი – რომის იმპერატორი 293—305 წწ.) აკრძალული იყო ალქიმიის შესწავლა. აკრძალვა გამოწვეული იყო 2 მიზეზით: არ შეიძლებოდა დაეშვათ ოქროს გაუფასურება (ვაი თუ ტრანსმუტაცია მომხდარიყო!!) და აუცილებელი იყო თაღლითობის წინააღმდეგ ბრძოლა.

პაპი იოან XXI ალქიმია გადასცა ანათემას (ბერძნ. Anathema - დაწყევლა, განკვეთა, დაწყევლა, შეჩვენება ქრისტიანულ ეკლესიაში. ქართულ ეკლესიაში ანათების შესატყვისას ზოგჯერ იხმარება „შერისხვა“).

პატიოსანი ალქიმიკოსები იძულებულნი იყვნენ დაემალათ თავიანთი საქმიანობა მაგრამ მიუხედავად ყველაფრისა თაღლითობა მაინც განვითარდა ალქიმიის ნიადაგზე. XIV საუკუნეში დასავლელი ალქიმიკოსები, რომელთა ინტერსები იყო ფილოსოფიური ქვის ძიება, დაუბრუნდნენ გოგირდისა და ვერცხლისწყლის თეორიას-რომელიც ამ ელემენტებს იხილავდა როგორც მეტალის შემადგენელ ძირითად ნაწილს. ასევე შემოიტნეს მესამე ნაწილიც-”მარილი-ფილოსოფიური მარილი, რომელსაც უნდა შეევსო დანარჩენი ორი ელემენტი. მიენიჭებინა ვერცხლისწყლისათვის გამყარების და ცეცხლგამძლეობის უნარი. მესამე ელემენტის შემოტანას უნდა გადაეჭრა მეტალის ოქროდ გადაქცევის პრობლემა. ამრიგად ალქიმიური კვლევების არეალი გაფართოვდა.

და ერთადერთი გზა ექსპერიმენტული მეთოდის ფორმირებისა, რომელიც ცნობილი იყო ამ პერიოდის ალქიმიკოსებისათვის, არ ითვალისწინებდა მეტალთა შესახებ თეორიის შესწორებას, რომელიც ასევე გადაეცა შემდეგ საუკუნეებს. რამდენიმე საუკუნე დაჭირდა იმას რომ ქიმია გამხდარიყო ნამდვილი მეცნიერება.

მოუხედავად ამისა არ შეიძლება უარვყოთ რომ დასავლურმა ალქიმიამ აღმოაჩინა ბევრი ქიმიური ნაერთი, მონახა საუკეთესო მეთოდები ერთი ნივთიერების მიღებისა და პირველად აღმოაჩინა სხვები.

ალქიმიკოსებს შეეძლოთ მიეღოთ:

-) ღვინისმჟავა კალიუმი;
-) პოტაში;
-) ეთერზეთები, ძლიერი მჟავები,
-) “სამეფო წყალი-aqua regis $\text{HNO}_3 + 3 \text{ HCl}$

პირველად აღწერილი იყო ფსევდო-ჯაბირის (გებერის მიერ).

(1270 წ. იტალიელი ალქიმიკოსი კარდინალი ჯოვანი ბონავენტურა)

ტექნიკის მიღწევები:

-) უფერო ფურცლოვანი მინა (სილიკატური, ნატრიუმის და კალციუმის შემცველი);
-) აგური;
-) ქალალდი (105 წ – ჩინეთი, VIII ს. ახლო აღმ.)
-) მადნების მოპოვება და დამუშავება;
-) დომენური პროცესი- რკინის აღდგენა მისი უანგებიდან, რომელიც მოიპოვება მადანში, შლაკებისგან მისი გასუფთავება და აღდგენილი რკინის ნაშირბადთან ურთიერთქმედება და თუჯამდე აღდგენა.
-) სპირტი;
-) დენთი;
-) ცეცხლსასროლი იარაღი.

დენთის პირველად აღმოჩენა: ჩინეთი – ექიმი სუნ სიმიაო (601-682 წწ.)

ევროპა – XIII შუაპერიოდი. – ფრანცისკანელი მონაზონი ბერტოლდ შვარცი;

როჯერ ბეკონმა – მოიხსენია დენთი თავის ტრაქტატში და შეცდომით იგი ითვლებოდა დენთის აღმომჩენად.

გვარჯილას წარმოება (ნიტრატები):

ცხელი წყლით გვარჯილას შემცველი მიწიდან მისი გამოტანა;

მიღებული ხსნარის დუღება; გაფილტვრა; კრისტალიზაცია; გადაკრისტალებით გასუფთვება;

ალქიმიის უარყოფითი მხარეები:

ალქიმიას თავიდანვე ქონდა მეტად სერიოზული უარყოფითი მხარეები, რომელმაც ბოლოს და ბოლოს ის ჩიხში შეიყვანა და გახდა დამასრულებელი შტო ბუნებისმეტყველების განვითარებაში. ჯერ ერთი ეს იყო საგნობრივი შეზღუდვა-მხოლოდ მეტალთა ტრანსმუტაცია; ყველა ალქიმიური ოპერაცია დაქვემდებარებული იყო ამ ძირითადი მიზნისადმი. მეორე მხრივ - მისტიციზმი(ბერძნ მუსტიკის — დაფარული, საიდუმლო,), ცოტა თუ მეტად დმახასიათებელი ყველა ალქიმიკოსისათვის.

მესამე მიზეზი იყო თეორიის დოგმატიზმი: არისტოტელეს თეორია, რომელიც საფუძვლად უდევს ტრანსმუტაციის იდეას, უსაფუძვლოდ იყო მიღებული სინამდვილედ.

და ბოლოს, თავიდანვე დამახასიათებელი აქიმიისათვის-გასაიდუმლოება- იყო სერიოზული წინააღმდეგომა ამ მეცნიერების განვითარებისათვის. მიუხედავად ამისა ალქიმიის სისუსტე და მისი კრიტიკა ტანამედროვე მეცნიერების გადმოსახედიდან არ ნიშნავს იმას , რომ ალქიმიკოსთა ხანგრძლივი შთამომავლობის შრომა იყო უაზრო და გამოუსადეგარი.

ალქიმიური პერიოდის მთავარი შედეგი იყო, ნივთიერებაზე დიდი რაოდენობით ცოდნის დაგროვების გარდა, ემპირული (ექსპერიმენტული) მიდგომა ნივთიერებების თვისებათა შესწავლისათვის. ალქიმიკოსების მიერ შემუშავებულ იყო გოგირდ-ვერცხლისწყლის თეორია(სამი პრინციპის თეორია), რომელიც მოწოდებულ იყო მეცნიერული შედეგების გავრცობისათვის. მთლიანობაში ალქიმიური პერიოდი იყო აუცილებელი გარდამავალი ეტაპი ნატურფილოსოფიასა და ექსპერიმენტულ ბუნებისმეტყველებას შორის.

ფილოსოფიური ქვის სიმბოლოები

მწვანე ლომი, სალამანდრა, მფრინავი არწივი, გომბეშო, დრაკონის კუდი და სისხლი, წინწკლებიანი პანტერა, ყვავის ნისკარტი, ცისფერი კალა, წითელი სამოსი, წითელი ელექსირი, თეთრი მეფე და დედოფალი, წითელი საქმრო და დედოფალი შროშანის ყვავილით, ოქროს საწმისი.

ხელისუფალთა დამოკიდებულება ალქიმიკოსების მიმართ

ალქიმიკოსების მფარველები:

იმპერატორი რუდოლფ II (1552-1612 წწ.), (გაბსბურგელი-ავსტრია);

ფერდინანდ III (1608-1657 წწ.), რომაულ-გერმანული იმპერია, იმპერატორი;

ლეოპოლდ I -რომის იმპერატორი(1640-1705 წწ.).

ალქიმიკოსების მტრები:

იმპერატორი დიოკლეტიანე (245-316 წწ.), მველი რომი: “განდევნილ იქნას რომიდან ყველა ალქიმიკოსი, ხოლო მათი ხელნაწერები დაიწვას”.

პაპი იოანე XXII: (1326 -1327 წწ.) – დოკუმენტი ალქიმიკოსების წინააღმდეგ.

კარლ V (საფრანგეთი: 1380 წ). – ალქიმიის აკრძალვა.

ჰენრიხ IV (ინგლისი: XIV დასაწყ.) ალქიმიკოსთა მოღვაწეობის აკრძალვა
თაღლითები ალქიმიაში:

ოოჰან ფონ რიხტჰერზინი: “გადააქცია ვერცხლისწყალი ოქროდ, მისი წინასწარ გახსნით ვერცხლისწყალში, მერე ააორთქლა ვერცხლისყწალი და დარჩა ოქრო.

მონაზონ-ალქიმიკოსი-ვენცელ ზაილერი – წითელი ფხვნილის საშუალებით თუთია გადააქცია ოქროდ, რომლისაგანაც ჭედავდნენ დუკატებს-ვენეციურ ოქროს მონეტებს- “ვენცელ ზაილერის ფხვნილის “მალით”. 1675 წელი.

ოტო ფონ პაიკულე-შვედი გენერალი;

ტურნეისერი-შვეიცარიელი, რომი, 20 ნოემბერი 1586 წ. „რკინის ლურსმნის გარდაქმნა“.

ჯუზეპე ბალზამო იგივე გრაფი კალიოსტრო ან გრაფი ფენიქსი - შარლატანი, ავანტიურისტი, მასონი, რომელსაც ჰქონდა შთაგონების საოცარი უნარი (1743 -1795 წწ.).

ქიმიკოს- ისტორიკოსები ალქიმიის შესახებ:

პიერ მარკერი (XVIII ს.): «მადლობა ღმერთს, ქიმიას ალქიმიასთან არაფერი საერთო არ აქვს».

ნ. ფიგუროვსკი (XX ს.): «ალქიმია არის უნაყოფო წამონაზარდი ქიმიის ცოცხალ ხეზე»

ლუი ფიგიო (XIX ს.): «ალქიმია არის ეხლანდელი ქიმიის დედა».

გერმან კოპი (XIX ს.): «ალქიმიური საქმიანობა არის მიზეზი და შემთხვევა ქიმიის განვითარებისათვის»

იუსტუს ლიბიხი (XIX ს.): «ალქიმია და იატროქიმია ჩვეულებრივი საფეხურია ქიმიის განვითრებაში. რომ დავრწმუნდეთ ფილოსოფიური ქვის უსარგებლობაში, საჭიროა შევისწავლოთ და დავაკვირდეთ, და ამაში მდგომარეობს ამ იდეის საოცარი გავლენა.»

ი.პ. ოსიპოვი (XIX ს.): «ალქიმიის მიერ მთავარი დანატოვარი მემკ-ვიდრეობა მდგომარეობს იმაში, რომ განვითრებულ იქნა ცდისადმი სიყ-ვარული და გავნითრებულ იქნა კვლევისადმი გამძლეობა».

რაბინოვიზი (XX ს.): «ალქიმია არ არის მეცნიერება, არც ხელოვნება, არც რელიგია, არც ფილოსოფია, არც ხელობა, ამავდროულად არის ყველაფერი ეს ერთად აღებული. ალქიმიკოსი იკვლევს ნივთიერებას და ერთდროულად ფიქრობს ნივთიერებაზე. თუ ქიმია არის ალქიმიის რგოლი, თვითონ ალქიმია- არის კულტურის მოვლენა ამ გამოთქმის ფართო მნიშვნელობით.

ალექსის როლი ქიმიის განვითარებაში

სუფთა პრაქტიკიდან შეიძლება წარმოიქმნას მხოლოდ პრაქტიკა, პრაქტიკის უარყოფა, ჩიხში შემავალი გზაა. (ძვ. ბერძ. ფილოსოფია). ანუ მეცნიერება = პრაქტიკა + აზროვნება მეცნიერულ - ქიმიური სურათი სამყაროსი - არის ალექსიმის კანონზომიერი განვითარების შედეგი.

ლექცია 3

გარდამავალი (ქიმიის გაერთიანების) პერიოდი, იატროქიმია და მისი შედეგები. “ტექნიკური” ქიმიის განვითარება პარაცელსის შრომებში და სხვ. აღორძინების ეპოქის ატომისტიკა და მეტაფიზიკა.

როგორც ადრე იყო ნათქვამი, გარდამავალი (ქიმიის გაერთიანების) პერიოდი მოიცავს ოთხ ქვეპერიოდს, რომელიც ასევე მოიცავს სამ ასწლეულს, რომლის მანძილზეც შეიმჩნევა მცდელობა რომ ქიმიას ერთიანი თეორიული შინაარსი მიეცეს. ეს არის ხანგრძლივი პერიოდი, რომლის გავლის შედეგად ქიმია ჩამოყალიბდა და დამკვიდრდა როგორც ერთიანი და დამოუკიდებელი მეცნიერება.

XIII საუკუნის ბოლოს ევროპაში დაიწყო ეგრედ წოდებული აღორძინების პერიოდი, რომელმაც გამოიწვია მნიშვნელოვანი ცვლილებები საზოგადოებრივი ცხოვრების ყველა სფეროში.

აღორძინების ახალი იდეების გავრცელებას ხელს უწყობდა მრეწველობის და ვაჭრობის სწრაფი განვითარება, მოგზაურობა შორეულ ქვეყნებში მამაცი ზღვაოსნების მიერ. საბუნებისმეტყველო მეცნიერების სფეროში აღსანიშნავია მეცნიერ-ნოვატორების გამოჩენა.

ევროპული საზოგადოებაში წარმოიქმნა ანტიკური ბერძნული და რომაელი ფილოსოფოსებისა და მწერლების ნაწარმოებებისადმი, რომლებიც აკრძალული იყო ეკლესიის მიერ. იტალიის მდიდარ რესპუბლიკებში-ფლორენცია, ვენეცია, გენუა, ასევე თვითონ რომშიც კი ჩამოყალიბდა ანტიკური კულტურის მოყვარულთა წრეები. გაჩნდა უძველეს ავტორთა მრავალრიცხოვანი სიები. ძველი ლიტერატურული შემოქმედებისადმი ინტერესი მაღე გავრცელდა ხელოვნებაზე, არქიტექტურასა და ფილოსოფიაზე.

ევროპაში დაიწყო ანტიკური ლიტერატურის, ხელოვნებისა და არქიტექტურის აღორძინების პერიოდი (იგივე რენესანსი), რომელსაც მოჰყვა ახალი პერიოდის დასაწყისი სოციალურ ისტორიაში.

უდიდესი მიღწევები იყო აღორძინების პერიოდის კულტურის ისტორიაში წიგნის ბეჭდვა (1440 წ), XV საუკუნის შუა პერიოდამდე არსებობდა მხოლოდ ხელნაწერი წიგნები, რაც ძალიან ძვირი ღირდა. წიგნის ბეჭდვის შემოღებამ შესაძლებელი გახადა წიგნის გამრავლება ბევრ ეკზემპლარად, რაც ასევე ხელს უწყობდა განათლების განვითარებას.

აღორძინების პერიოდში მოხდა უდიდესი გეოგრაფიული აღმოჩენები. საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებში აღორძინების პერიოდი ხასიათდებოდა რიგი მეცნიერ-ნოვატორების გამოჩენით, რომლებმაც თავიანთი ნაშრომებით შეარყიეს პერიპათეტური და სქოლასტური ფილოსოფია. 1542 წელს ნიკოლაი კოპერნიკმა უარყო ეკლესის მიერ აღიარებული პტოლემეონის (2 ს.) ძველი გეოცენტრული სისტემა და შემოიტანა ახალი ჰელიოცენტრული სისტემა. კოპერნიკის სწავლებამ განვითარება ჰქოვა გალილეო გალილეის (1564—1642 წწ) და იოჰან კეპლერის (1571—1630 წწ) აღმოჩენებში, რომლითაც საფუძველი ჩაეყარა თეორიულ ასტრონომიას. შესამჩნევი წარმატებები იყო მიღწეული მატემატიკაში, მექანიკაში და

სხვა

მეცნიერებებში.

კულტურის განახლება, რომელიც გამოვლინდა იტალიაში XII საუკუნის ბოლოდან, რენესანსი ხელოვნებაში (XIV-XVI სს) დაკავშირებული სხვადასხვა მოთხოვნილებებთან, მაგ.: შალის და აბრეშუმის წარმოება, პრობლემებთან, რომელიც გამოწვეულია საომარ ხელოვნებასთან დაკავშირებით, ამერიკის აღმოჩენა და სავაჭრო მოღვაწეობის გაფართოვება, კომპასის აღმოჩენა და სხვა უამრავი ფაქტორები პროგრესისა, გამომჯდავნდა საზოგადოების ცხოვრების ცვლილებაში, გამოჩნდა ჯერ იტალიაში, შემდეგ დასავლეთ და ცენტრალურ ევროპაში. მათ მოაბრუნეს მეცნიერული კვლევები ახალი მიმართულებით, რომელიც განსხვავდებოდა ძველისაგან.

ქიმიამ იგრძნო და ასევე განიცადა ახალი ცხოვრების გავლენა, გამოეყო ძველ ალქიმიას და მოიპოვა კვლევების გარკვეული თავისუფლება. იატროქიმიის აღმოცენებამ XVII საუკუნეში იტალიაში ალქიმიამ დაკარგა უკვე თავისი

მნიშვნელობა რომელიც მას ქონდა წინა საუკუნეებში. იგივე შეიძლება ითქვას ძველ ევროპულ ქვეყნებზე, სადაც წარმატებით ვითარდებოდა ქიმია.

ლეონარდო დი სერ პიერო და ვინჩი;

(სოფ. ანკიანო, ქალაქი ვინჩის ახლოს,) — დიდი იტალიელი მხატვარი ფერმწერი და მეცნიერი, (ანატომი, მათემატიკოსი, ფიზიკოსი, ქიმიკოსი) ბრწყინვალე წარმომადგენელი ტიპისა “უნივერსალური ადამიანის”, იტალიური რენესანსის იდეალი. მას უწოდებენ ჯადოქარს და ეშმაკის მსახურს, იტალიელ ფაუსტს და ლვთიურ სულს. მან წინ გაუსწრო თავის დროს რამდენიმე საუკუნით.

სიცოცხლის მანძილზევე ლეგენდების გარემოცვაში, დიდი ლეონარდო არის ადამიანური აზროვნების უსაზღვრო მისწრაფების სიმბოლო.

წარმოადგენდა რა რენესანსის პერიოდის “უნივერსალური ადამიანის” იდეალს, ლეონარდო შემდგომ ტრადიციებში წარმოდგება როგორც პიროვნება, რომელიც მკვეთრად გამოხატავს ეპოქის ძიების შემოქმედებით დიაპაზონს. ის არის უმაღლესი აღორძინების ეპოქის დამფუძნებელი.

მშობლები იყვნენ 25 წლის ნოტარიუსი პიერო და მისი შეყვარებული, გლეხის ქალი კატერინა. სიცოცხლის პირველი წლები ლეონარდომ გაატარა დედასთან, ვინაიდან მისმა მამამ მალე შეირთო მდიდარი და დიდგვაროვანი გოგო, მაგრამ ეს ქორწინება უშვილო აღმოჩნდა და პიერომ თავისი სამი წლის შვილი წაიყვანა აღსაზრდელად. დედასთან განშორების გამო ლეონარდო მთელი ცხოვრება ცდილობდა მის სახის შექმნას თავის შედევრებში. ამ დროს იგი უკვე ბაბუასთან ცხოვრობდა.

იმ დროისთვის იტალიაში უკანონოდ გაჩენილ შვილებსაც ეპყრობოდნენ როგორც კანონიერ მემკვიდრეებს. ქალაქი ვინჩის მცხოვრებმა ძალიან ბევრმა გავლენიანმა ადამიანმა მიიღო მონაწილეობა ლეონარდოს შემდგომი ბედის ჩამოყალიბებაში.

როცა ლეონარდო იყო 13 წლის, მისი დედინაცვალი გარდაიცვალა. მამამ ხელმეორედ შეირთო ცოლი მაგრამ კვლავ დაქვრივდა. მან იცოცხლა 77 წელი, იყო

ოთხჯერ დაქორწინებული და ჰყავდა 12 შვილი. მამა ცდილობდა ლეონარდო ეზიარებინა „საოჯახო“ პროფესიისათვის, მაგრამ უშედეგოდ, ლეონარდოს არ აინტრესებდა საზოგადოების კანონები.

ლეონარდოს არ ჰქონდა თანამედროვე გაგებით გვარი; „და ვინჩი“ აღნიშნავს უბრალოდ იმას, რომ ის წარმოშობით იყო ქალაქი ვინჩიდან. მისი სრული იტალიური სახელი- *Leonardo di ser Piero da Vinci* ნიშნავს ლეონარდო, ბატონი სენ-პიეროს შვილი

გამოგონებები:

ეს არის მისი როგორც რეალური, ასევე მიწერილი გამოგონებების ნუსხა:

- | პარაშუტი;
- | სასროლი იარაღის მრგვალი ჩამკეტი;
- | ველოსიპედი;
- | ტანკი;
- | მსუბუქი გადასატანი ხიდები არმიისათვის;
- | პროჟექტორი;
- | კატაპულტა;
- | რობოტი;
- | ორლინზიანი ტელესკოპი.

ლეონარდო-ქიმიკოსი:

1509-1512 წწ – მან მოახდინა აცეტონის სინთეზი ძმარმჟავადან;

გამოიგონა ჰაერის საანალიზო მოწყობილობები; ორმაგი კედლიანი დისტილატორი, რომელიც ცივდება წყლის ნაკადით; ლაქები, სარებავები, წებო, ხელოვნური ქვები, მარგალიტი.

1805 წ., აცეტონის სინთეზის განმეორება 1805 წ.,

დისტილატორის შექმნა-XIX საუკუნეში (უ. ლიბიხი).

რენესანსის ეპოქის შედეგი:

- | ამ პერიოდის მნიშვნელოვანი მოვლენები იყო:

-) წიგნის ბეჭდვა: ჩინეთი – XVIII საუკუნე ; რუსეთი – XVI საუკუნე – ივან ფიოდოროვი (1510-1583);
-) გეოგრაფიული აღმოჩენები;
-) მეცნიერ-ნოვატორების გამოჩენა -
 1. ნიკოლაი კოპერნიკი-ჰელიოსისტემის ფუძემდეელი;
 2. გალილეო გალილეი (გამოიგონა ტელესკოპი);
 3. იოჰან კეპლერი (კეპლერის კანონებზე დაყრდნობით ისააკ ნიუტონმა მსოფლიო მიზიდულობის თეორია შექმნა);
 4. ჯორდანო ფილიპო ბრუნო – ერეტიკოსობის გამო კოცონზე დაწვეს 1600 წელს. (ერეტიკოსი-ერესის მიმდევარი. ერესი-რელიგიური მოძღვრება, რომელიც ეწინააღმდეგება გაბატონებული რელიგიის საეკლესიო დოგმატებს; მწვალებლობა. გაბატონებული ან საყოველთაოდ მიღებული შეხედულებისაგან, წესისაგან გადახვევა, განდგომა);

იატროქიმია

(«იატროს» - ექიმი (ბერძნ.).

პრაქტიკული ქიმიის განვითარების ერთ-ერთი მიმართულება, დაწყებული უძველესი დროიდან, იყო სხვადასხვა მინერალური ნაერთების ფარმაციაში და კოსმეტიკაში გამოყენება. უძველესი დროის და შუა საუკუნეების ექიმების ნაწარმოებებში გვხვდებოდა როგორც მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის პრეპარატების აღწერა, ასევე გვხვდება ქიმიური საშუალებებიც (მაგ. ავიცენას შრომებში). თუმცა XVI საუკუნემდე ასეთი საშუალებების მიღება მეტად შეზღუდული იყო. აღორძინების პერიოდში ანტიკური ნაწარმოებების მიმართ ინტერესი ასევე გავრცელდა მედიცინაზეც.

1525 წელს გამოჩნდა ჰიპოკრატეს ნაშრომთა პირველი გამოცემა (ცხოვრობდა დაახლოებით 400 წელს ჩვ.წ. აღ-მდე). ბევრი ექიმები ამ ცნობილი მეცნიერ-ექიმის ავტორიტეტის ზეგავლენით, იყენებდნენ მის მითითებებს (ასევე სხვა ძველი ავტორების მითითებესაც) ავადმყოფობის მკურნალობისათვის უმარტივესი

საშუალებებით-თაფლით, სხვადასხვა ნახარშებით, ღვინით და ა.შ. უგულებელყოფდნენ რა საუკუნენახევრიან გამოცდილებას, რომელიც დაგროვდა მედიცინაში ჰიპოკრატეს შემდეგ.

უმველესი დროის მკურნალობის პრიმიტიული მეთოდებისაკენ დაბრუნება არსებითად იყო რეაქციული და ცხადია გამოიწვია მოწინავე ექიმების პროტესტი XVI საუკუნეში.

ყველაზე აქტიური და თვალსაჩინო პროტესტანტი ძველი მეთოდებისაკენ უსაფუძვლო დაბრუნებისა, რომელიც ამუხრუჭებდა მედიცინის შემდგომ განვითრებას, იყო თეოფრასტ პარაცელსი (1493—1541 წწ), მედიცინის რეფორმატორი.

მისი სრული სახელი იყო ფილიპ აურეოლ თეოფრასტ ბომბასტ გოგენგეიმი ან „პარაცელსი“, რომელიც ნიშნავდა „ზეკეთილშობილს“, უფრო ზუსტად „ცელსზე აღმატებულს“ - (აველ კორნელიუს ცელსი (1 ს. ჩვ.წ.აღ.-მდე) ცნობილი ძველი რომაელი ექიმი- პოპულარიზატორი და ენციკლოპედისტი, რომელიც ცხოვრობდა ჩვენი წელთაღიცხვის დასაწყისში), სახელი რომელიც მიითვისა თვითონ.

თეოფრასტ პარაცელსი იყო იატროქიმიის ფუძემდებელი. შვეიცარიელი ექიმის შვილი, რომელიც იყო ალქიმიკოსი და რომელიც ამტკიცებდა, რომ “ქიმიის ძირითადი და ნამდვილი ამოცანა არაა ოქროს დამზადება, არამედ მდგომარეობს წამლების დამზადებაში”. იგი დაიბადა ეტცელში, შვეიცარიაში, მედიცინას სწავლობდა ბაზელში და გარდაიცვალა ზალცბურგში.

გახდა რა ექიმი, პარაცელსი უკმაყოფილო იყო სკოლაში მიღებული ცოდნისა და თითქმის გაწმილებული დარჩა მედიცინით, რომელმსაც იმ დროს არ ჰქონდა საშუალება, რომ „მოერჩინა უბრალო კბილის ტკივილი“. მან გადაწყვიტა თავისი ცოდნა გაემდიდრებინა თვითგანათლებით. ამ მიზნით მან შემოიარა მთელი ევროპა, მოინახულა ასევე „სათათრეთი“ და ეგვიპტეც. მოგზაურობის დროს იგი ეწვეოდა არა მარტო უნივერიტეტებს და სამედიცინო სკოლებს, არამედ უმთავრესად მიისწრაფვოდა შეესწავლა დაავადებათა განკურნების ხალხური

მეთოდები. აგროვებდა ცნობებს ყველაზე გავრცელებული წამლების შესახებ. ქალქიდან ქალქში გადასვლისას, იგი სიცოცხლისთვის საშუალებებს იპოვებდა მკითხაობით, ვარსკვლავებზე წინასწარმეტყველებით და დაავადებათა განკურნებით.

1515 წელს მან ფლორენციაში მიიღო მედიცინის დოქტორის ხარისხი. მედიცინის ახალი სისტემის შექმნისას, პარაცელსი ეყრდნობოდა ექიმების დაკვირვებების შედეგებს, აფთიაქარების, ალქიმიკოსების და დალაქებისაც კი, მათი მოგზაურობის დროს შეგროვილ მასალას.

დაახლიებით 1523 წელს პაეაცელსი დაბრუნდა სამშობლოში, ბაზელში ცნობილი ექიმის რეპუტაციისთ, რომელსაც შეეძლო განეკურნა ისეთი დაავადებებიტოპოტიცაა წყალმაკი და პადაგრა.

1526 წელს ქ. ბაზელის სენატმა პარაცელსს შესთავაზა დაეკავებინა უნივერისტეტში ბუნებრივი ისტორიისა და მედიცინის კათედრა. პარაცელსმა მიიღო ეს წინადადება და დაიწყო თავისი კურსის კითხვა გერმანულ ენაზე, დაარღვია ამით მეცნიერთა წმინდა ტრადიცია გამოეყენებინათ მხოლოდ ლათინური ენა. მან პირველივე ლექციაზე საზეიმოდ დაწვა გალენისა და ავიცენას შრომები, იმ მიზეზით რომ თითქოს „მისი ფეხსაცმელები უკეთესად აზროვნებდნენ მედიცინაში“ ვიდრე უძველესი დროის ეს ორი განთქმული ავტორიტეტი .

ყოველივე ამან ცხადია გამოიწვია მისი კოლეგა-პროფესორიების აღშფოთება და გაღიზიანება, რომლებიც მტკიცედ ემხრობოდნენ ძველ ტრადიციებს. მალე მისი უკიდურესად ქედმაღლობისა და კონფლიქტურობისა, მან იჩხუბა ერთ-ერთ ცნობილი გვარის წარმომადგენელ ბაზელელთან, შეურაცყოფა მიაყენა მოსამართლებს, რომლებიც არჩევდნენ ამ უთანხმოებას და რათა თავი დაეღწია დევნისათვის, ბაზელიდან გაიქცა გერმანიაში. აქ იგი ეწეოდა მოუწესრიგებელ ცხოვრებას, გადადიოდა რა ერთი ქალაქიდან მეორეში, რამდენიმე მისდამი ერთგულ მოსწავლეებთან ერთად. იგი გარდაიცვალა უკიდურეს სიღარიბეში 48 წლის ასაკში ზალცბურგის საავადმყოფოში

პარაცელსი იყო არა მარტო ექიმი, არამედ -ქიმიკოსიც. მრავალფეროვანი მინერალური ნივთიერებებიდან, რომლებიც ცნობილი იყო მის დროში, იგი ეძებდა ახალ სამკურნალო საშუალებებს, რომლებსაც იგი იყენებდა გარეგანი ავადმყოფობების სამკურნალოდ, ხოლო შემდგომში დაიწყო მათი გამოყენება შინაგანი დაავადებების განსაკურნებლად.

იგი ერთდროულად დაკავებული იყო როგორც ქიმიით, ასევე მედიცინით და თავის თავს დაარქვა იატროქიმიკოსი. „ნამდვილად მე ვარ იატროქიმიკოსი,- წერდა იგი,- რადგან ვიცი მედიცინაც და ქიმიაც“. თავის მრავალრიცხოვან ნაშრომებში პარაცელსი ეხებოდა როგორც თეორიული ალქიმიის უამრავ საკითხს, ასევე სხვადასხვა მონაცემებს მინერალურ ნაივთიერებებზე და მათ თვისებებზე, უმთავრესად კი მათ გამოყენებას როგორც სამკურნალო საშუალებებს.

მეტალთა საწყისებთან დაკავშირებით, პარაცელსი ემხრობოდა ვასილი ვალენტინს. უკანასკნელმა, როგორც ცნობილია, მეტალთა ძირითად საწყისად ჩათვალა ვერცხლისწყალი, გოგირდი და მარილი (tria prima -სამი საწყისი“).

თუმცა ვასილი ვალენტინისგან განსხვავებით, პარაცელსმა გაავრცელა სწავლება სამ ელემენტზე -ცოცხალ ორგანიზმებზეც და ამით უარყო ძველი, არისტოტელესული წარმოდგენები შემადგენელ ორგანიზმ-ელემენტებზე-თვისებებზე. მკვეთრად გაილაშქრა რა ძველი, გალენური (გალენი-ძველი რომაელი ექიმი რომელიც ცხოვრობდა 2 საუკუნეში ჩვ.წ. აღ-ით, გალენური წამლები-მიღებული იყო მექანიკური შერევით, ან დუღებით, განსხვავებით ქიმიური პრეპარატებისაგან), მეთოდებით მკურნალობის წინააღმდეგ, რომელიც მხოლოდ მცენარეული წვენების გამოყენებაზე იყო დაფუძნებული, (და შესაბამისად არისტოტელეს თეორიაზეც), პარაცელსმა საპირისპიროდ წარმოადგინა ორგანიზმში ქიმიური პროცესების თეორია, რომლის საფუძველზეც ყველა დაავადება გამოწვეულია ორგანიზმში ქიმიური პროცესების დარღვევის გამო, ასევე სამი საწყისის თანაფარდობის დარღვევით, რომლისგანაც მისი წარმოდგენით შედგება ყველა ორგანიზმი.

ესე იგი, პარაცელსის მიხედვით, ავადმყოფობის მიზეზს წარმოადგენდა სამი კომპონენტიდან (გოგირდი, ვერცხლისწყალი და მარილი) ერთ-ერთის ან მეტობა ან ნაკლებობა, რომლებსაც შეესაბამება თვისებები: აქროლადობა, წვადობა, სიმყარე. ეს სამი ელემენტი შეადგენს მაკროკოსმის (სამყაროს) საფუძველს, მაგრამ მიეკუთვნება ასევე მიკროკოსმს (ადამიანს), რომელიც წარმოქმილია სულისგან და სხეულისგან.

შემდგომ ავადმყოფობის მიზეზების გარკვევაზე გადასვლისას, პარაცელსი ამტკიცებს, რომ ციება და ჭირი წარმოიშვება ორგანიზმში გოგირდის ნაკლებობით, ვერცხლისწყლის ნაკლებობით წარმოიშობა დამბლები, ხოლო მარილის ნაკლებობას შეიძლებოდა გამოეწვია ნაწლავთა დაავადებები. შემდეგ ის ახასიათებს სხვა დაავადებებს, რომელსაც აწერს ამა თუ იმ სამი ელემენტის ნაკლებობას. მიზეზებს შორის ის მიუთითებს ასევე “ტარტრატს” (ღვინისმჟავას მარილები) (ღვინისმჟავა კალიუმის მარილი რომელიც შეიცავს მცენარეულ საღებარ ნივთიერებებს და ა.შ სხვა მინარევებს, ცნობილი იყო ალქიმიური პერიოდიდან და გამოიყენებოდა პოტაშის მომზადებისათვის. ამ მიზნით მას ახურებდნენ ორგანიკის სრულ მოცილებამდე), რომელიც იწვევს დანალექების ასე შემდეგ (თირკმლის ქვა) წარმონაქმნებს, რომლებიც ილექტიან ღვინის კასრში დანალექის მსგავსად.

ამ ძირითადი ნივთიერებების გარდა ცოცხალ ორგანიზმში, პარაცელსის წარმოდგენით, არსებობს ყველა ფუნქციის სულიერი რეგულატორი, რომელსაც მან “არქეი” უწოდა (ბერძნულიდან “საფუძველი, მართვა”). როცა ეს ფუძე ავადდება, ირღვევა წონასწორობა და თავს იჩენს ავადმყოფობა, რომელსაც ებრძვის წამალი ან მაგია.

პარაცელსი თვლიდა, რომ ყველაზე ეფექტური მკურნალობისათვის არის მხოლოდ ქიმიური გზით დამზადებული წამლები. ამ საშუალებებიდან იგი პირველ ადგილზე აყენებდა „კვინტესენციას“, (quinta essentia-მეხუთე არსება“)- ერთგვარი სასწაულმოქმედი საშუალება, რომელსაც იგი იღებდა მეცნარეებისგან და მინერალებისაგან.

ქიმიური პრეპარატებიდან პარაცელსი იყენებდა სტიბიუმის შემცველ პრეპარატებს (Sb). რომელიც შემდგომ გახდა ფართოდ გავრცელებული და ცნობილი საშუალება XVI საუკუნეში, შემდგომ კი გოგირდს, დარიშხანის და ვერცხლისწყლის შემცველ პრეპარატებს, სპილენძის კუპოროსს (სპილენძის სულფატის კრისტალჰიდრატი, იგივე შაბიამანი), ტყვიის შაქარი და რამდენიმე სხვა საწამლავს და ძლიერმომქმედ მინერალურ ნივთიერებას. დიდი მნიშვნელობა ენიჭებოდა მძიმე დაავადებების კურნალობაში „ოქროს ტინქტურას“ (aurum potabile — „სასმელი ოქრო“), რომელიც იყო რაღაც ოქროს წითელი კოლოიდური ხსნარი.

თუმცა, რეკომენდირებდა რა ახალი საშუალებებით მკურნალობას და ამით მიუთითა ქიმიის დამატებითობის ახალი გზები, რომელითაც იგი ემსახურებოდა მედიცინას, პარაცელსმა ვერ შეძლო უარი ეთქვა ბევრ მისტიკურ-ასტროლოგიურ და ალქიმიურ რწმენებზე და ტრადიციებზე. უმეტესი მისი სამკუნალო საშუალებები ყოვლად გაუგებარი იყო.

მნიშვნელობა, რომელსაც პარაცელსი ანიჭებს ქიმიას, გამომდინარეობს მისი მსჯელობიდან, რომ მედიცინა დამყარებულია ოთხ საფუძველზე: ფილოსოფიაზე, ასტრონომიაზე, ქიმიაზე და კეთილდღეობაზე. ქიმია წინ უნდა მიდიოდეს მედიცინასთან ერთად, რადგან ეს კავშირი მიგვიყვანს ორივე მეცნიერების განვითარებასთან-ასეთია პრინციპი, რომელსაც იზიარებდნენ ყველა იატროქიმიკოსები. პარაცელსი წარმოდგა ფარმაცევტული ქიმიის ფუძემდებლად, რომელმაც პირველმა დაიწყო ოპიუმის და ვერცხლისწყლის პრეპარატების გამოყენება, ასევე დიდი წვლილი შეიტანა სტიბიუმის და დარიშხანის ნაერთების, მინერალური მჟავების და ღვინის სპირტის შესწავლაში.

მიუხედავად პარაცელსის ფანტაზიებისა და მისტიკური წარმოდგენებისა, იგი იყო მისი დროის ერთ ერთი განათლებული ქიმიკოსი . მას შეეძლო ნივთიერების ცნობა და ახსნა, რომ განსხვავება შაბსა (ერთ-ერთი-($KAl(SO_4)_2 \bullet 12H_2O$)...) და კუპოროსებს შორის არის ის რომ შაბი შეიცავს მიწას, ხოლო კუპოროსი მეტალს.

თავის შრომებში მან მოიტანა ცნობები, ბევრ ნივთიერებასა და სხვადასხვა ქიმიურ ოპერაციებზე და, როგორც ჩანს, პირველმა აღწერა თუთიის თვისებები.

მეტალთა უმნიშვნელოვანეს თვისებად პარაცელსი თვლიდა ჭედადობას და ამ თვისების გამო იგი ყოფდა მეტალებს ჭეშმარიტად და ნახევარმეტალებად. მოკლედ, მეტალთა „შედგენილობაზე“ მას ჰქონდა თავისი ფანტასტიკური წარმოდგენები: „ იცოდეთ, რომ ყველა შვიდი მეტალი წარმოშობილია მატერიის სამეულისაგან, კერძოდ ვერცხლისწყლის, გოგირდისა და მარილისაგან, თუმცა ისინი განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან და აქვთ სხვადასხვა შეფერილობა“.

„ამგვარად, ჰერმესმა თქვა სრულიად სწორად, რომ შვიდი მეტალი იყო წარმოშობილი და შერეული სამი სუბსტანციისგან; ამის მსგავსად ამ სუბსტანციებისგან იყო შედგენილი ტინქტურა და ფილოსოფიური ქვა“. მან ამ სამ სუბსტანციას დაარქვა სული, სულიერება და სხეული. თუმცა არ მიუთითა როგორ უნდა გაგვეგო ან რას გულისხმობდა ამის მიღმა.

შესაძლებელია მან იცოდა სამი საწყისის შესახებ მაგრამ არ გამოთქვა თავისი აზრი. მაგრამ იმისთვის რომ სწორად იყოს გაგებული ეს სამი სუბსტანცია, და უფრო კონკრეტულად სული, სულიერება და სხეული, აუცილებელია იმის ცოდნა, რომ ისინი აღნიშნავენ სხვა არაფერს, თუ არა სამ საწყისს: ვერცხლისწყალი, გოგირდი და მარილი, რომლისგანაც შეიქმნა შვიდი მეტალი. ვერცხლისწყალი არის სპირტი (spiritus-“სული”), გოგირდი-„სულიერება“(anima) და მარილი - „სხეული“(corpus)».

პარაცელსმა დატოვა უამრავი ნაწარმოები როგორც სამედიცინო, ასევე ალქიმიური, ასტროლოგიური, ფილოსოფიურ-მისტიკური. ამ ნაშრომების დიდი ნაწილი გამოჩნდა მხოლოდ მისი სიკვდილის შემდეგ. სავარაუდოდ ბევრი წიგნი არის პარაცელსის მიერ ნაკარნახები მისი მოსწავლეებისათვის დაუსრულებელი მოგზაურობის დროს გერმანიაში მისი სიცოცხლის უკანასკნელ წლებში. ბევრი ნაშრომი დაწერილია ერთობ ბუნდოვანი ენით და გადატვირთულია მისტიკით და ფანტაზიებით. ნაშრომებს შორის არის წიგნი სათაურით - „აზოტი“, ან „სიცოცხლის ხე და ძაფი“. რიგი ნაშრომებისა ეძღვნება ალქიმიას და ვერცხლისწყლის ფიქსაციის

აღწერას, მეტალთა ტრანსმუტაციას, „ტინქტურის“ და ფილოსოფიური ქვის მომზადებას. პარაცელსს სწამდა ფილოსოფიური ქვის არსებობის და მეტალთა ტრანსმუტაციის.

XVI და XVII საუკუნეებში ფართოდ იყო გავრცელებული პარაცელსის დიდი წარმატების შესახებ ლეგენდები ოქროს მიღებაზე, არაკეთილშობილ მეტალთა ტრანსმუტაციის მეთოდით, განსაკუთრებით ვერცხლისწყლის.

პარაცელსის მოღვაწეობა სხვადასხვანაირად ფასდება მისი თანამედროვეებისა და ექიმებისა და ქიმიკოსების შემდგომი თაობების მიერ. ერთნი მას თვლიდნენ მედიცინის და ქიმიის უდიდეს რეფორმატორად, მეორენი კი-პირიქით, მას შარლატანსა და უზრდელს უწოდებდნენ, მიუთითებდნენ რა მისი აზრებისა და თეორიების არათანმიმდევრულობაზე, საღი აზრის ბევრ საწინააღმდეგო მტკიცებაზე, ასევე უზომოდ ქედმაღლობაზე და საკუთარი თავის ქება-დიდებაზე. ისტორიულ-სამეცნიერო ნაშრომებში აქამდე შესაძლებელია ამ ორივე განსხვავებული შეხედულების შეხვედრა.

უდაოა, რომ პარაცელსმა დიდი გავლენა მოახდინა მედიცინისა და ქიმიის განვითარებაზე, გაამდიდრა თავისი მოღვაწეობით და პრაქტიკული შრომით ფარმაცია, რომელიც იმ პერიოდში ერთობ დარიბი იყო. პარაცელსის დიდი დამსახურება ალქიმიის წინაშე არის ის, რომ მან ექიმების ყურადღება მიმართა სამკურნალოდ ქიმიური საშუალებებისაკენ და ამით ბევრ ექიმს უბიძგა სერიოზულად მოეკიდათ ხელი ქიმიისათვის. იგი ალქიმიის მთავარ ამოცანად თვლიდა წამლების დამზადებას. პარაცელსის მიერ დაფუძნებული ახალი მიმართულება ქიმიაში-იატროქიმია- განვითარდა მისი ევროპელი მიმდევრების მიერ მათ ნაშრომებში, ასევე რუსეთშიც XVI და XVII საუკუნეებში, სადაც ძირითადად გათავისუფლდა მისი ნაშრომები მედიცინის დარგში ზედმეტობისაგან და ბევრი მისტიკისა და ფილოსოფიური ქვის აღმართებისაგან.

პარაცელსის თეორია- ხუთი ფაქტორი, რომელიც ახდენს ადამიანზე ზემოქმედებას

1. ციური არსება (კოსმოსი)
2. შხამიანი არსება;
3. ბუნებრივი არსება (მინერალების ზემოქმედება);
4. სულიერი არსება (სხვა ადამიანების ზემოქმედება);
5. უმაღლესი არსება (ღმერთი).

პირველი ევროპელი რომელმაც აღწერა აურა, იყო პარაცელსი. ის მივიდა დასკვნამდე, რომ არსებობს ერთგვარი ძალა – "შიდა და გარეგანი ემანაციები, რომელიც მსგავსია მანათებელი სფეროსი" (მუნა). პარაცელსს სურვილი ჰქონდა ეს მოვლენა გამოეყენებინა პრაქტიკაში. როგორც მაგნიტური ზემოქმედების ძალა სხვადასხვა დაავადების დიაგნოზირებისა და მათ სამკურნალოდ. მაგრამ 1528 წელს სამღვდელოებამ ეს სწავლება აღიარა ერეტიკოსობად.

დღევანდელი მონაცემები აურის შესახებ: ემანაცია- რელიგიურ-ფილოსოფიური ტერმინი; აღნიშნავს ღვთაებრივი საწყისიდან სამყაროს მთელი მრავალფეროვნების გამოშლას, გამოსხივებას.

პარაცელსის ნოვატორობა

ახალი შეხედულება მედიცინაზე – ”ადამიანური სხეულის რეტორტა” მკურნალობისათვის ქიმიური ნივთიერებების გამოყენება: სტიბიუმის, დარიშხანის, გოგირდის, ვერცხლისწყლის, კალის შაქრის, შაბიამნის, კოლოიდური ოქროს პრეპარატების გამოყენება;

1. დაკვირვება და კვლევა;
2. ანალიზის ხელსაწყოების სრულყოფა.

პარაცელსის აღქიმიზმი

1. ნეოპლატონიზმთან მიჯაჭვულობა;

(ნეოპლატონიზმი – თეორიული მოაზროვნეების ჰეტეროგენული სკოლების ფილოსოფიური და რელიგიური სწავლების საერთო სახელწოდება, ისინი

ცდილობდნენ განევითარებინათ და შეერწყათ ბერძენ ფილოსოფ პლატონის მეტაფიზიკური იდეები).

2. ვერცხლისწყალი, გოგირდი, მარილი-ადამიანის ორგანიზმის შემადგენელი ნაწილები (ვერცხლისწყალი სული, გოგირდი- სული, მარილი-სხეული);
3. 5 მოვლენა –არისტოტელეს 5 ელემენტი;
4. სიცოცხლის ელექსირის არსებობის რწმენა (600 წელი);
5. პლანეტის და მეტალების მსგავსება;
6. ალქიმიური ტერმინოლოგია –”არქეის” სული (კუჭში).

ანდრეი ლიბავი (XVI - XVII სს.)

გერმანელი ექიმი-ალქიმიკოსი,

XVI საუკუნის მეორე ნახევრისა და XVII საუკუნის დასაწყისის ერთ-ერთი თვალსაჩინო იატროქიმიკოსი იყო ანდრეი ლიბავი (1550—1616 წწ.). ახალგაზრდობაში იგი სწავლობდა ფილოსოფიას, ისტორიასა და მედიცინას იენის უნივერისტეტში და მიიღო დოქტორის ხარისხი. გარკვეული პერიოდი იყო მასწავლებელი ილმენაუში და კობურგში, ისტორიისა და პოეზიის პროფესორი იენაში; 1591 წლიდან 1607 წლამდე -როტენბურგში ქალაქის ექიმი, ხოლო შემდგომ იყო სკოლებისა და გიმნაზიების ინსპექტორი კობურგში.

თავისი ცხოვრების მანძილზე ლიბავი ეწეოდა ფართო ლიტერატურულ მოღვაწეობას და დაგვიტოვა რიგი ნაშრომები მედიცინაში, ალქიმიასა და მეტალურგიაში, ლიბავი კრიტიკულად უდგებოდა ძლიერმომქმედი საშუალებებით მკურნალობას, რომელიც შემოიტანა პარაცელსმა, ასევე უკანასკნელის თეორიებს და ფანტასტიკას. თუმცა ღრმად და შემოქმედებითად სწავლობდა ქიმიას უპირველს ყოვლისა მედიცინაში მინერალური ნივთიერებების გამოყენების კუთხით. მან პირველმა აღწერა მარილმჟავას მიღება, კალის ტეტრაქლორიდი, ამონიუმის სულფატი და ”სამეფო წყალი”-მარილმჟავას და აზოტმჟავას ნარევი. იგი იყო ნამდვილი ექსპერიმენტატორი. ის თვლიდა, რომ

მინერალური ნივთიერებები შეიძლება გამოიცნო კრისტალების ფორმის მიხედვით, რომლებიც მიიღება აორთქლების შედეგად.

ლიბავის ნაშრომებიდან ქიმიის ისტორიაში განსაკუთრებით კვალი დატოვა ქიმიის გაფართოვებულმა კურსმა, სათურით „ალქიმია“ (1597 წ.). ეს კურსი კარგად ასახავს იატროქიმიის პერიოდის ქიმიურ-პრაქტიკულ ცოდნას . ლიბავი თავის კურსში არ ეხებოდა ქიმიის თეორიულ საკითხებს, არამედ მოგვაწოდა მონაცემები, რომელიც საჭირო იყო ქიმიკოსისათვის, რომელიც მუშაობდა ლაბორატორიაში, და ასევე სასარგებლო იყო პრაქტიკოსი ექიმისათვის.

ლიბავის კურსი იყოფა ორ ნაწილად. პირველში მოცემულია ცნობები ქიმიურ ჭურჭელზე და აპარატურაზე, გამახურებელ ხელსაწყოებზე, ასევე მოცემულია მონაცემები უმნიშვნელოვანეს ქიმიურ ოპერაციებზე. აქვე აღწერილია და ილუსტრირებულია ნახატებით და ნახაზებით პროექტი „იდეალური ქიმიური ლაბორატორია“. ლაბორატორია ლიბავის აზრით უნდა იყოს განლაგებული ცალკე შენობაში, რომელიც განკუთვნილია ქიმიური სამუშაოებისათვის.

პროექტში გათვალისწინებულია ლაბორანტებისთვის დიდი შენობა, კაბინეტები სამუშაოს ხელმძღვანელებისათვის, სპეციალური შენობა ღუმელებისათვის და გამახურებელი ხელსაწყოებისათვის, ოთახები დისტილაციისათვის და ა.შ. ასევე ღვინის სარდაფიც კი.

ალქიმიას ლიბავი მიიჩნევს „როგორც ხელოვნებას გამოიტანო სრულყოფილი მაგისტერიუმი (ფილოსოფიური მიმდინარეობა კათოლიკურ ეკლესიაში) და სუფთა ესენციები (გამოყოფა) სერეული სხეულებიდან“. ყოველივე ეს საჭიროა მედიცინისათვის, მეტალურგიისა (ან მეტალთა ტრანსმუტაციისათვის) და ყოპველდღიური ცხოვრებისათვის. ალქიმია ლიბავის თანახმად, შედგება ორი ნაწილისგან: ენხერია („გადაცემა“), ან ოპერაციების და მეთოდების აღწერა, და ქიმია, ან ნივთიერებების აღწერა, მათი მიღება და მათი მრავალფეროვანი თვისებების აღწერა. ლიბავის ეს კურსი დიდი ხანი გამოიყენებოდა, როგორც ძირითადი სახელმძღვანელო ქიმიის შესასწავლად მედიცინის ფაკულტეტზე და

გამოიყენებოდა პრაქტიკოსი ექიმების მიერ. მაგრამ მიუხედავად პრაქტიკული ქიმიური ცნობების დიდი სიმდიდრის მიუხედავად, რომელიც ლიბავის მოჰყავდა „ალქიმია“-ში, იგი არ შეიძლება ჩავთვალოდ მხოლოდ ქიმიკოს-პრაქტიკოსად. ლიბავი იყო ღიად ალქიმიის მხარდამჭერი და იზიარებდა მირითად ალქიმიურ პრინციპებს

და

ფანტაზიებს.

ვან გელმონტი (XVI - XVII სს.)

შემდეგი წარმომადგენელი იატროქიმიისა ვან გელმონტი (1577 – 1644 წწ.)

გამოიკვლია აირები (პნევმოქიმია);

„ქაოსი“ – ფლამანდიურად „აირი“.

უარყოფდა გოგირდ-ვეცხლისწყლის თეორიას, მაგრამ ტრანსმუტაციის ცდებს მაინც ატარებდა.

თოპან ბატისტ ვან-გელმონტი დაიბადა ბრუსელში, ლუვენში მიიღო თეოლოგიური და სამედიცინო განათლება და ნაწილობრივ სწავლობდა „კაბალას“ (ივრითი. , «რაღაცის მიღება, რაღაცას მიეცე»), – რელიგიური-მისტიკური მიდინარეობა იუდაიზმში).

გახდა რა ექიმი და დაწვლილებით შეისწავლა პარაცელსის და სხვა იატროქიმიკოსების შრომები, ასევე იგი იყო მდიდარი ადამიანი, მიეკუთვნებოდა თავადურ ოჯახს, ვან-გელმონტი გაემგზავრა ევროპაში ათწლიან მოგზაურობაში, რათა სრულყოფილი გაეხადა თავისი ცოდნა მედიცინაში. მან მოინახულა ალპები, შვეიცარია, ესპანეთი, საფრანგეთი და ინგლისი.

1609 წელს მან მიიღო მედიცინის დოქტორის ხარისხი. შემდგომი ცხოვრების დიდი ნაწილი მან მიუძღვნა გამოკვლევებს თავის საკუთარ ლაბორატორიაში, რომელიც განლაგებულ იყო მის სახლში. ვან-გელმონტს მიეკუთვნებოდა ბევრი ნაშრომი. მთავარი მათ შორის გამოქვეყნებულ იყო მისი შვილის ფრანცისკის მიერ მხოლოდ მისი სიკვდილის შემდეგ 1646 წელს. ხოლო მოგვიანებით 1682 წელს გამოქვეყნებულ იქნა ვან-გელმონტის საშრომთა სრული კრებული («Opera omnia»).

ვან-გელმონტი იყო ფართოდ განათლებული და ნიჭიერი მეცნიერი. თუმცა მის წარმოდგენებში და კვლევების მიმართულებებში გასაოცრად ერწყმოდა ერთმანეთს ნოვატორობა და მისტიკა, რომელიც უერთდებოდა ფანტაზიებს და რწმენებს, რომელსაც უაზროდ ამტკიცებდნენ ალქიმიკოსები და ჯადოქრები. ეს დამახასიათებელი იყო იატროქიმიის სკოლის ბევრი წარმომადგენლისათვის.

როგორც ქიმიკოსი, ვან-გელმონტი იყო ძალიან ცნობისმოყვარე. მას აინტრესებდა სხვადასხვა საკითხები როგორც თეორიული, ასევე პრაქტიკული ქიმიიდან, განსაკუთრებით-იატროქიმიის.

ქიმიის შემდგომი განვითრებისთვის ძალიან მნიშვნელოვანი იყო ვან-გელმონტის გამოკვლევები, რომელიც ეძღვნებოდა აირებს. ამ კვლევებმა საფუძველი ჩაუყარა აირების ქიმიის განვითრებას, ან, იმას თუ როგორ ეწოდა მას მომავალში პნევმატური ქიმია (ბერძნულიდან - „აირი“, „სული“). როგორც იატროქიმიკოსი, სწავლობდა და ხსნიდა რა პროცესებს, რომელიც მიმდინარეობდა ცხოველურ ორგანიზმებში, უმეტესად დუღილის მოვლენები, ვან-გელმონტი დაინტერესდა დუღილის შედეგად მირებული აირადი პროდუქტებით. მანამდე ქიმიკოსებს და ექიმებს არ ჰქონიათ არავითარი წარმოდგენა აირებზე. ყველა აირი, რომელსაც ისინი შემთხვევით იღებდნენ, თვლიდნენ სუფთა ჰაერად ან „გაფუჭებულად“, რომელსაც არ ჰქონდა წონა. სუნს კი ხსნიდნენ ნაწილაკების მინარევით ჰაერში. ვან-გელმონტმა პირველმა შემოიტანა მეხნიერებაში ცნება „აირი“, რომელიც შემდგომში გახდა ნივთიერებათა დიდი ჯგუფია საწყისი ცნება. ეტიმოლოგიურად ((ბერძნ. ოსμიς, θεῖομάριοτέბα, სიტყვის ნამდვილი მნიშვნელობა, ლიგიς მოძღვრება) ამ სიტყვას უპირისპირებენ, როგორც ამას ვან-გელმონტიც აკეთებდა, ბერძნულ სიტყვას „ქაოსი“, ამასთანავე რამდენიმე ქიმიის ისტორიკოსი მიუთითებს იმაზე, რომ სიტყვა „ქაოსი“ კარგად გამოხატავს აირადი ნაწილაკების მოუწესრიგებელ მოძრაობას. ხან, თუმცა, მიეთითება, რომ ტერმინი „აირი“ წარმოშობილია ჰოლანდიურისიტყვისგან *gisten* („ხეტიალი“).

ვან გელმოტი, მისმა საუკეთესო კვლევებმაც კი ვერ იხსნეს სულის არსებობის რწმენისაგან, ნიმფები და სილფები (ნიმფები (ძვ.ბერძ. სუმფαι, ლათინურ.. *nymphae* – საპატარძლოები) -ძველბერძნულ ფილოსოფიაში ცოცხალი სტიქიური ძალების ქალწულად განსახიერება; სილფები – შუა საუკუნეების ფორკლორში ჰაერის სულები. არსებები პირველად აღწერილ იქნა პარაცელსის მიერ როგორც ჰაერის სტიქიის სული), თითქოს მნიშვნელოვან როლს თამაშობდნენ სიცოცხლის პროცესებში. მას ასევე სჯეროდა თვითჩასახვის, ამბობდა რომ თუ ფქვილიან კასრში ჩავაგდებთ ჭუჭყიან პერანგს, მასში თავისთავად ჩაისახებიან თაგვები.

ვან-გელმონტს, XVII საუკუნის პირველი ნახევარის ერთ-ერთ უდიდეს და ნიჭიერ მეცნიერს, ახასიათებდა უცნაური შერწყმა ნოვატორული და უკიდურესად რეაქციული შეხედულებებისა, რომელიც დამახასიათებელი იყო იატროქიმიური პერიოდის მეცნიერ-ქიმიკოსების დიდი ნაწილისათვის. ეს პერიოდი იყო გარდატეხითი ქიმიის განვითარებაში. მიუხედავად მცდელობისა, თუმცა ძალიან მოკრძალებული, ექსპერიმენტული კვლევის გზით ქიმიური გარდაქმნების საიდუმლოს და სხვა და სხვა მოვლენების ახსნისა ქიმიის გადმოსახედიდან, ამ პერიოდში მეცნიერთა შეგნებაზე ჯერ კიდევ დიდი ზეგავლენას ახდენდა სქოლასტური (IX-X საუკუნეებიდან ერთ-ერთი წამყვანი ღვთისმეტყველური ფილოსოფიური მიმდინარეობა ევროპაში, რომელშიც შეჯერებული იყო კათოლიციზმისა და არისტოტელეს იდეები) ფილოსოფია, რომელიც ეყრდნობოდა იმ პერიოდში გამეფებულ რელიგიურ- მისტიკურ იდეოლოგიას. მხოლოდ მნიშვნელოვნად გვიან, ევროპაში ღრმა სოციალური გარდაქმნების ეპოქაში, შესაძლებელი გახდა ამ ტრადიციების, რწმენისა და შეხედულებების დაძლევა ახალი აღმოჩენებისა და ექსპერიმენტული განვითარების საფუძველზე, განსაკუთრებით ქიმიურ-ანალიზური მიმართულებით.

XVII საკუაუნის პირველი ნახევარი იყო იატროქიმიური სკოლის აყვავების ეპოქა.

უკვე დასახელებული უმთავრესი წარმომადგენლების გარდა, იატროქიმიური მიმართულების გამოჩენილი წარმომადგენლები იყვნენ სილა, ტურკე დე მაიერნი, ლიბავი, კროლი, ვან ვინზიტი, სილვი და სხვები. აფთიაქების და ლაბორატორიების როლი განსაკუთრებით გაიზარდა იატროქიმიური მიმართულების ბატონობის პერიოდში. იატროქიმიკოსებმა ყურადღება მიაქციეს ისეთ მოვლენებს, როგორიცაა მაგალითად მსგავსება წვას, მეტალების დაწვას და სუნთქვას შორის, ასევე ისწავლეს სხვადასხვა პრეპარატების დამზადება, რომლებიც მნიშვნელოვანია ფარმაციისათვის.

ამ რიცხვში იყო არა მარტო სტიბიუმის, დარიშხანის, ვერცხლისწყლის, რკინის და ა.შ რომლებმაც ფართო გამოყენება ჰპოვეს მედიცინაში, და ასევე ისეთები როგორიცაა ”რკინის ტინქტურა”- (ლათ. ტინქტურა, ხსნარი სპირტში ან ეთერში) თხევადი წამლები, რომლებიც შეიცავენ რკინას, “ლანდანუმი”- რთული პრეპარატები, რომლის მთავარ შემადგენელია ოპიუმი და ა.შ.

ერთ-ერთი თვალსაჩინო მიმდევრები ვან-გელმონტისა, რომლებმაც დაასრულეს ქიმიის განვითრების იატროქიმიური პერიოდი იყვნენ ტაქენი და სილვი.

ფრანსუა დელებო სილვი (1614—1672 წწ) წარმოსდგებოდა ფრანგული ოჯახიდან, რომელიც რელიგიური ომების პერიოდში გადავიდა გერმანიაში. ახალგაზრდობაში ის სწავლობდა ბუნებისმეტყველებას და მედიცინას და შემდგომ ხანგრძლივი პერიოდი იყო პრაქტიკოსი ექიმი ხანაუში, ლეიდენში, ამსტერდამში. 1658 წელს მან დაიკავა მედიცინის კათედრა ლეიდენის უნივერსიტეტში, სადაც რჩებოდა სიცოცხლის ბოლომდე. მისი მოღვაწეობის შედეგად ლეიდენის

სილვის ეკუთვნოდა ზოგიერთი აღმოჩენა და ახალი იდეა მედიცინის დარგში. როგორც იატროქიმიკოსი, მან მნიშვნელოვნად სრულყო ორგანიზმის ფუნქციის შესახებ ქიმიური თეორია, ნაწილობრივ ამოიღო იქედან ფანტასტიკის და მისტიკის ელემენტები.

სილვიმ უარყო ცნობილი არქეის არსებობა- რომელიც მართავდა საჭმლის მომნელებელ პროცესებს და მიუთითა წვენების გადამუშავებაში ნერწყვის, ნაღვლის

წვენის მნიშვნელოვანი როლი. მან ასევე განავრცო ვანმ-გელმონტის სწავლება ნაღვლის წვენის მუავიანობაზე და ფერმენტების როლზე. სუნთქვის პროცესი სილვის მიხედვით ძალიან გავს წვის პროცესს და დამოკიდებულია ტემპერატურაზე და ჰასუნთქვის სიხშირეზე.

სილვი მიეკუთვნებოდა იატროქიმიკოსებს საკმაოდ უკიდურესი შეხედულებებით. მას სწამდა მეტალთა ტრანსმუტაციის და ფილოსოფიური ქვის სასწაულმომქმედი ძალის. ამასთან ერთად ის პრაქტიკაში ფართოდ და მამაცურად იყენებდა სამედიცინო პრაქტიკაში მინერალური წარმოშობის ძლიერმომქმედ საშუალებებს: ვერცხლის ნიტრატი (ლიაპისი), სულფატები, ვერცხლისწყლის მარილებს-კალომელი და სულემა, სტიბიუმის პრეპარატებს და სხვა.

სილვი თვლიდა, რომ მედიცინა უნდა იყოს სხვა არაფერი, თუ არა მხოლოდ გამოყენებითი ქიმია. ქიმიისთვის იგი ვერ ხედავდა სხვა დანამატს, გარდა მედიცინისა.

ოტო ტაქენი:

იატროქიმიის სკოლის ერთ-ერთი ბოლო წარმომადგენელი იყო სილვის მოსწავლე ოტო ტაქენი (დაახლოებით 1620—1699 წწ). ტაქენი დაიბადა ვესტფალიაში (ჩრდილო-დასავლეთ გერმანია) და ლემგოში (გერმანია) სწავლობდა ვაჭრობას და სააფთიაქო საქმეს.

გარკვეული პერიოდი იგი მუშაობდა აფთიაქარის ასისტენტად კილეში, დანციგში და გერმანიის სხვა ქალაქებში. 1644 წელს გადასხლდა იტალიაში, სადაც სწავლობდა მედიცინას და პადუეში მიიღო მედეიცინის დოქტორის ხარისხი. სემდეგ იგი ცხოვრობდა ვენეციაში, სადაც კმას ჰქონდა სამედიცინო პრაქტიკა და ლიტერატურული

მოღვაწეობა.

მხარს უჭერდა და ავითარებდა რა თავისი მასწავლებლის შეხედულებებს მედიცინასა და ქიმიაში, ტაქენი თავისი ნაშრომებით ხელს უწყობდა ქიმიური ცოდნის განვითარებას. ტაქენიმ ძირითადი ყურადრება გაამახვილა მინერალური

ნაერთების ქიმიაზე, მან პირველმა მიუთითა, რომ მარილები არის მჟავასა და ფუძის ურთიერთქმედების პროდუქტი. „ყველა მარილები-წერდა იგი-, სესდგებიან რომელიღაც მჟავისა და რომელიღაც ფუძისაგან... ამ ორი უნივერსალური პრინციპისგან შედგება მსოფლიოს ყველა სხეული“.

ტაქენიმ შემოიტანა ქიმიურ პრაქტიკაში ზოგიერთი რეაქტივი მინერალების შემადგენელი ნაწილების თვისებითი განსაზღვრისათვის. ამასთან ერთად იგი აწარმოებდა რაოდენობრივ ანალიზსაც.

ტაქენი შეიძლება ჩავთვალოთ ანალიზური ქიმიის ერთ-ერთ ფუძემდებლად. ამასთან ერთად მის ნაშრომებში საკმაოდ დიდი ყურადრება ექცევა სამედიცინო საკითხებს.

იატროქიმიკოსებმა აღმოაჩინეს ასევე რთული ეთერი- “კრისტალჰიდრატების შემცველი ზეთოვანი ნაერთი” (1560 წ.), ამონიუმის აცეტატი და ა.შ. მათ შემოიტანეს წარმოდგენა მჟავიანობაზე და ტუტიანობაზე, დაიწყეს ექსპერიმენტების ჩატარება.

ტაქენი, სილვი, ვან გელმონტი და სხვები სარგებლობდნენ სხვადასხვა დალექვის და ხსნარში მეტალთა აღმოჩენის ფერადი რეაქციებით. ამ მიზნით იყენებდნენ ტუტის ხსნარებს (ჰიდროჟანგები, კარბონატები) და მუხის კაკლების ნაყენი. იატროქიმიკოსები ჯერ კიდევ ძალიან შორს იყვნენ ნამდვილი სისტემატური ანტიკური ანალიზის მეთოდებისაგან, მაგრამ უკვე ხვდებოდნენ ამგვარი მეთოდების არსებობის აუცილებლობაში. ცოტა მოგვიანებით ბოილმა შეძლო გადაეჭრა ეს ამოცანა შექმნა ნამდვილი თვისებითი ანალიზური ქიმია სამეცნიერო საფუძველზე.

მიუხედავად იმისა, რომ არაბმა ალქიმიკოსებმა მისცეს მნიშვნელოვანი ბიძგი ფარმაციის განვითარებას და მის ორგანიზაციას, ისინი არ იცნობდნენ ნამდვილ ფარმაცევტულ ქიმიას, რომელიც შეიძლება ითქვას ჩამოაყალიბეს იატროქიმიკოსებმა. პარაცელსის “არექეი” თანდათან იძენდა იატროქმიკოსებთან თანამედროვე ფარმაცევტული პრეპარატების “აქტიური საწყისის” ნიშნებს და ამიტომ ის იყო გზამკვლევი სხვადასხვა წამლების მომზადებისათვის.

მიზეზებს, რომლებიც ხელს უწყობდა აღმოჩენებს და სამეცნიერო წარმატებებს, არ შეეძლოთ არ მოეხდინათ გავლენა ტექნიკურ ქიმიაზე, რომლის ელემენტებიც მის ძირითად მიმდინარეობაში შეძლება მოინახოს XVI და XVII საუკუნეებში. ეს ორ საუკუნეებში ხდება სისტემატიური აღწერა ტექნიკის ზოგიერთი დარგისა, რომელიც ეძღვნება არა მარტო ტრადიციული მეთოდების განვითრებას, არამედ ქიმიური პროცესების გასაგებ აღწერას ფანტასტიკური ენის გამოყენების გარეშე. შეიძლება ითქვას, რომ გუტენბერგის აღმოჩენამ (წიგნის ბეჭდვა) განაახლა ქიმიური ლიტერატურა არა მარტო ენის მიხედვით, არამედ შინაარსითაც.

ჩვენამდე მოღწეული ტრაქტატებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია შემდეგი: ბირინგუჩი: ”პიროტექნიკაზე” (1540), პიკოლპასო: ”სამი წიგნი თიხის ხელოვნებაზე” (1557-1580), აგრიკოლა: ”სამთო საქმეზე და მეტალურგიაზე” (1530-1546), როსეტი: ”კრებული ღებვის ხელოვნებაზე” (1540), პორტა: ”ნატურალური მაგია” (1558), ნერი: ”მინის წარმოების ხელოვნებაზე” (1612). ეს ნაშრომები ფასეულია არა მარტო იმიტომ, რომ მისი ავტორები, თავისუფლები იყვნენ ალქიმიური ძიების მიზნისაგან, არამედ სპეციალდებოდნენ პრაქტიკული მოღვაწეობის ცალკეულ დარგებში. ამიტომ გადაჭარბების გარეშე შეიძლება ითქვას, რომ ამ ნაშრომებში ჩადებულია ტექნიკური ქიმიის საფუძვლები.

გეორგ აგრიკოლა (1494-1555) ან გეორგ ბაუერი («მიწათმოქმედი»)

ბაუერი, უფრო ცნობილია აგრიკოლის სახელით, დაინტერსებული იყო მინერალოგიით და მისი მედიცინასთან კავ-შირით. ასეთი კავშირის აღმოჩენის მცდელობები (ისევე როგორც ერთიანობა ექიმი-მინეროლოგი) დამახასიათებელია იმ პერიოდის ქიმიისათვის და შემდგომი 2 ასწლეულისათვის.

ფილოსოფოსი, ლინგვისტი, მასწავლებელი, ექიმი (მინერალებით მცურნალობა), გეოლოგი, მეტალურგი, ისტორიკოსი.

შეაგროვა უამრავი მასალა მეტალთა მადნების მოპოვებისა და დამუშავების შესახებ, მინერალებისა და მეტალების ანალიზი (“12 წიგნი მეტალებზე”), ეს წიგნი დაწერილია გასაგებ ენაზე, მაღაროს მოწყობილობების ილუსტრაციებით, მაშინვე

გახდა პოპულარული, და ითვლება ასევე ჩვენი დროის კლასიკურ ნამუშევრადაც. ლანძღავდა ალქიმიკოსებს, მაგრამ სიცოცხლის ბოლოს თვითონ ეძებდა ფილოსოფიურ ქვას.

საინტერესოა ის, რომ აგრიკოლას ნაშრომის ერთადერთი თარგმანი ინგლისურ ენაზე, გამოქვეყნებული 1912 წელს ორიგინალიდან ილუსტრაციებით გაკეტებულ იქნა ამერიკის პრეზიდენტის გერბერტ გუვერის მიერ (რომელიც პროფესიით სამთო ინჟინერი იყო). ეს იყო ყველაზე მნიშვნელოვანი ნაშ-რომი ქიმიური ტექნოლოგიაში, რომელიც გამოჩნდა 1700 წელს. მისი გამოცემის შემდგე მინეროლოგია აღიარებულ იქნა როგორც მეცნიერება. (ყველაზე ფასეული წიგნი მეტალურგიაში და ზოგად გამოყენებით ქიმიაში აგრიკოლამდე, თვლიდნენ მონა-ზონის თეოფილის წიგნს, სავარაუდოდ ბერძენის, რომელიც ცხოვრობდა დაახლოებით X საუკუნეში).

იტალიელი ინჟინერი ვანოჩო ბირინგუჩო (XV – XVI სს.)

1540 წ – «პიროტექნიკა», მიძღვნილი მეტალებისადმი, მეტალურგიის პროცესსა და საჩამომსხმელო საქმეს (ვატიკანის მთავარი ჩამომსხმელი). აკრიტიკებდა ტრანსმუტაციის იდეას.

იოჰან რუდოლფ გლაუბერი(1604-1668), გერმანია, საფრანგეთი.

მუავების მიღების ახალი მეთოდები:

-) H_2SO_4 , HNO_3 , HCl , კონც. ძმარმჟავა და “სამეფო წყალი”; მრავალი მარილის აღმოჩენა, მათ შორის გლაუბერის $\text{Na}_2\text{SiO}_4 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$;
-) ფენოლის გამოყოფა და გამოყენება (კარბოლის მჟავა);
-) მინის წარმოება (ხარშვა).

იგი იყო ერთ-ერთი თვალსაჩინო წარმომადგენელი ქიმიის ახალი მიმდინარეობისა. განათლებით იყო ექიმი, მუშაობდა სხვადასხვა ქიმიური ნაერთების მიღების მეთოდების სრულყოფაზე. გლაუბერს შეეძლო მიეღო ძლიერი გოგირდმჟავა კრისტალჰიდრატების და თუთიის სულფატის გადადენით. რეტორტაში რჩება მეტალური ჟანგი. მან იცოდა რომ გოგირდმჟავას საშუალებით

შეიძლებოდა მიეღო სხვა მუავები, იმიტომ რომ მას შეუძლია გამოიტანოს მარილებიდან მეტალი. ამ საიდუმლოს ის დიდი ხანი ინახავდა.

კონცენტრირებულ აზოტის მუავას (სპირიტუს ნიტრი) გლაუბერმა მიიღო სელიტრას გადადენით გოგირდმუავას თანაობისას. მუავებით მოქმედებდნენ ჟანგეულბზე, რომლებსაც ზოლას (უწვადი ნარჩენი) უწოდებდნენ ან კარბონატები. მიღებულ პროდუქტებს აძლევდნენ საკმაოდ უცნაურ სახელებს. იმისათვის რომ მივიღოთ სუფთა კრისტალები, გლაუბერმა გახსნა ის რამდენჯერმე წყალში, ხოლო შემდეგ ტოვებდა დასაკრისტალებლად. როცა წარმოქმნილი კრისტალების სისუფთავე მას უკვე აწყობდა მთლიანად, ის აცილებდა მას ხსნარს და ათავსებდა ქილაში.

გლაუბერისთვის ცნობილი იყო კიდევ ერთი მუავას მიღების საიდუმლო, რომელსაც ის “სპირიტუს სალის” (მარილმუავას). უფერო, მახრჩობელა აირი მკვეთრი სუნით, რომელიც ბურთულებივით გამოიყოფა რეტორტადან, მიმღებში შთაინთქმებოდა წყლით და წარმოქმნიდა უფერო მოყვითალო ხსნარს. ნარჩენს რეტორტაში გლაუბერი ხსნიდა წყალში და ტოვებდა დასაკრისტალებლად. მან მიიღო გამჭვირვალე უფერო კრისტალები, რომელსაც დაარქვა “სალ გლაუბერი”. ნატრიუმის სულფატს ჩვენ ეხლაც ვემახით გლაუბერის მარილს. მარილმუავას საშუალებით გლაუბერმა ბევრი ცნობილი მეტალების კრისტალები მიიღო.

სუფრის მარილის ნარევის გახურებისას აზოტმუავასთან გლაუბერმა მიიღო ყვითელი-მოყავისფრო სითხე, რომელსაც ალქიმიკოსები უწოდებდნენ “სამეფო წყალს”. ის იყო კონცენტრირებული, მოქმედებდა უფრო ძლიერად, ვიდრე სითხე, რომელიც მიიღებოდა იმ დროისათვის ყველასთვის ცნობილი მეთოდით-აზოტმუავას და ამონიუმის ქლორიდის გაცხელებით. “სამეფო წყალზე” გალუბერი წერდა: “ მას აქვს ისეთი ძალა, რომ შეუძლია გახსნას ყველა მეტალი და მინერალი, მთვარის და გოგირდის გარდა”. ოქროს ხსნარის დუღებით, გლაუბერმა მიიღო მუქი ყავისფერი სამქლორიანი ოქროს კრისტალები

უფრო მოგვიანებით, ქვანახშირის მშრალი გადადენის დროს, გლაუბერმა გამოყო ქვანახშირის ფისი, დაამატა იქ მარილმჟავა და ისევ გააცხელა. რეტორტის მოხრილი მილიდან დაიწყო გადმოდენა სითხემ, რომელსაც ქონდა სასიამოვნო სუნი და ძალიან სწრაფად ქროლდებოდა. მეორე ფრაქციად შორდებოდა სითხე, რომელიც კანს ძალიან აღიზიანებდა და გლაუბერმა გადაწყვიტა რომ მისგან კარგი წამალი გამოვიდოდა. სითხე, რომლმაც მკვლევარის ყურადღება მიიპყრო შეიცავდა ფენოლს. მისი საშუალებით გლაუბერი დიდი წარმატებით მკურნალობდა სხვადსხვა კანის დაავადებებს.

გამჭვირვალე სითხე, რომელიც გლაუბერმა მიიღო გადადენის დასაწყისში, არ შეისწავლა, რადგან მას არ მოუხდენია შესამჩნევი გავლენა ადამიანის ორგანიზმზე. მან არ იცოდა რომ ეს იყო ბენზოლის და ტოლუოლის ნარევი. მან აღწერა მისი მიღების მეთოდი მაგრამ რეცეპტში ბოლოს დაწერა, რომ რადგან ის არანაირ გავლენას არ ახდენს ადამიანის ორგანიზმზე, მისი შესწავლა სხვებისთვის მიმინდიაო”. ეს “სხვები” იყვნენ ფარადეი, რომელმაც 200 წლის მერე შეისწავლა ბენზოლი.

გლაუბერის ლაბორატორია გამოირჩეოდა ჩვეულებრივი სააფთიაქო ლაბორატორიისაგან. ყველგან იდგა დიდი ღუმელები, შუშის რეტორტები და მიმღებები. მარილები, მჟავები და სითხეები, რომლებიც მიიღებოდა გამოხდის შედეგად, გლაუბერი ასხამდა დიდ ბოთლებში, ინახავდა სკივრებში, ხან კი ჩვეულებრივ ტომარაში. მათზე იყო უცნაური წარწერები, იმათთვის ვისაც არ ესმოდა, “სპირიტუს სალის” (მარილმჟავა), ოლეუმ ალუმინის (ალუმინის სულფატის ხსნარი), სალ ტარტარი (ღვინისმჟავას კალიუმის მარილი. გლაუბერის ლაბორატორია გავდა ქიმიური სახელოსნოს. ის თითქოს დიდი ქიმიური ქარხნის სახე იყო.

შუშის რეტორტები ხშირად ტყდებოდა, და იცოდნენ რა რომ გლაუბერს ბევრი ფული ქონდა, მინამბერები მას რეტორტებში ძალიან ძვირს ახდევინებდნენ. ამან აიძულა იგი რომ მინაბერის საქმეც ესწავლა. მინისახარშ ღუმელთან მუშაობისას,

გალუბერმა შეამჩნია, რომ სხვადასხვა ნივთიერებების დამატებისას, მინის ფერი იცვლებოდა. მუშაობა დასრულდა შედეგიანად.

ის ძალიან ლამაზი ფერის მინებს ღებულობდა მაგრამ ესეც აღარ ახარებდა გლაუბერს. მავნე ნივთიერებებთან მუშაობისას მთელი ცხოვრების მანძილზე, მისი ჯანმრთელობა გაუარესდა. 1660 წელს ფეხების ნაწილობრივი დამბლა დაემართა. ლაბორატორიაში მუშაობა ჩაკვდა: დამხმარეებმა დატოვეს მეცნიერის სახლი. შემდეგ წელს გლაუბერმა მოახერხა თავისი სამუშაოს 7 ტომის დაბეჭდვა, სადაც მან აღწერა თავისი ყველა დაკვირვება და ნაშრომები. 1668 წელს გარდაიცვალა სრულ მარტოობაში.

ტექნიკური ქიმიის განვითარების ერთ-ერთი პრობელმა მდგომარეობდა არა მარტო მიღებული პროდუქტის გამოკვლევაში, არამედ საწყი-სი ნივთიერებების კვლევაშიც. ამან განაპირობა ანალიზური ქიმიის წარმოქმნა, როგორც აუცი-ლებელი დამხმარე ქიმიკოსისთვის მისი კვლევების პროცესში. არ შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ XVI საუკუნეში არსებობდა ნამდვილი ანალიზური მეთოდები. ცნობილი იყო არაორგანული ნივთიერებების ზოგიერთი რეაქციები, რომლებიც გაცხელებით მიმდინარეობდა მაგრამ არ იყო მიმდინარეობა სწორად ახსნილი. მიუხედავად ამისა, იატროქიმიკოსებმა გარკვეული წვლილი შეიტანეს, შეიმუშავეს რა რაოდენობრივი ქიმიური ანალიზის გარკვეული მეთოდები. ასე, მაგალითად ვერცხლის დალექვა მარილმჟავათი.

ნიკოლა ლემერი (1645-1715)

ექიმი, აფთიაქარი, ქიმიის მასწავლებელი;

ფართოდ ცნობილი სახელმძღვანელოს სახელმძღვანელოს „ქიმიის კურსი”-ს ავტორი (1675 წ.).

ლემერის სახელმძღვანელო იწყებოდა ქიმიის საგნის განსაზღვრით: „ქიმია არის ხელოვნება, რომელიც გვასწავლის როგორ გავყოთ სხვადასხვა ნივთიერებები, რომლებსაც შეიცავს შერეული სხეულები. შერეული სხეულების ქვეშ იგულისხმება

ისინი, რომლებიც წარმოიქმნებიან ბუნებაში, სახელდობრ: მინერალები, მცენარეული და ცხოველური სხეულები“.

შემდგომ ლემერი ასახელებდა „ქიმიურ საწყისებს“, ანუ სხეულების ძირითად შემადგენელ ნაწილებს. რაღაც „უნივერსალური სულის“ შემდეგ (რომელსაც ავტორი აღიარებს როგორც „ცოტა მეტაფიზიკურს“), ლემერი ცეცხლის ანალიზის საფუძველზე გამოყოფდა ნივთიერების ხუთ ძირითად მატერიალურ საწყისს: სპირტი (სხვანაირად „ვერცხლისწყალი“), ცხიმი (სხვანაირად „გოგირდი“), მარილი, წყალი („ფლეგმა“) და მიწა. პირველი სამი საწყისი- აქტიურია, წყალი და მიწა - პასიური.

ლემერი, თუმცა აღმნიშნავდა, რომ ეს სუბსტანციები ჩვენთვის არის „საწყისი“ იმდენად, რამდენადაც ქიმიკოსებმა ვერ შეძლეს ამ სხეულების შემდგომი დაშლა; ცხადია, რომ ეს საწყისები თავის მხრივ შეიძლება იყოს დაყოფილი უფრო მარტივებად. ამგვარად, რაც მიიღება საწყისად- ეს არის შერეული სხეულების დაყოფის შედეგად მიღებული სუბსტანციები. ისინი დაცილებულია იმდენად, რამდენადაც ამის საშუალებას იძელვა მეთოდი, რომელსაც ფლობენ ქიმიკოსები. ლემერმა მიიღო ბორის მჟავა; იგი იყო ალქიმიის მოწინააღმდეგე – მისი ნაშრომია «ხელოვნება შესაძლებლობის გარეშე».

იგი იყო ნაერთების და პროდუქტების გამოკვლევის აუცილებლობის მომხრე, რომელსაც ვიყენებთ ცხოვრებაში და ტექნიკაში, განაპირობა მრავალრიცხოვანი საწარმოო ლაბორატორიების საჭიროება. საკმარისია გავიხსენოთ შესაძლებლობაზე და ცოდნაზე განვასხვაოთ ნამდვილი ოქრო მისი სხვა შენადნობებისაგან ან ყალბისაგან, რომელიც ცნობილი იყო უძველეს დროში.

ასე მაგალითად, პლინი ამტკიცებს, რომ რომაელებმა იცოდნენ სიონჯის ქვა ოქროს შენადნობის დასახარისხებლად.

ანალიზური ლაბორატორიების გავრცელებას ხელს უწყობდა ფარმაცია, რომელიც მაშინ იატროქიმიკოსების გავლენით სულ უფრო და უფრო

ვითარდებოდა რაციონალურ საფუძვლებზე. პირველ პერიოდში ქიმიის სხვადასხვა მიმართულებების წარმოქმნას ხელს უწყობდა სწორედ ფარმაცია.

უნდა აღვნიშნოთ ამ ეპოქის ზოგიერთი მოაზროვნის ატომისტიკის წარმოდგენები –. 1348 წელს პარიზში ნიკოლა დოტრეკურს სასჯელის მიხედვით უარი უნდა ეთქვა გარკვეულ წარმოდგენებზე, რომელიც გავრცელებული იყო ნეოპლატონიზმთან ერთად, მათ შორის ამისგანაც “ბუნებრივ მოვლენებში არ არის სხვა არაფერი, თუ არა ატომების მოძრაობა, რომლებიც ერთდებოდნენ და იშლებოდნენ”. ნეოპლატონიზმის წარმომადგენელთა შორის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი წარმომადგენელი **ნიკოლაი კრებსი, მას ასევე ეძახდნენ კუზანსკის** (1401-1464), შეადგინა ვრცელი ტრაქტატი ატომიზმზე. მან პირველმა მიუთითა ატომის ფარდობითობის ცნებაზე. მაგრამ ის ვინც დეტალურად განავითარა ატომისტიკა ეს იყო ჯორდანო ბრუნო (1548-1600).

ბრუნოს თეორიის მიხედვით ყველა სხეული შედგება ატომებისაგან, რომლებსაც ის ასევე უწოდებდა უმცირესებს. მთელი ცოცხალი სამყარო არის ამ პირველადი ელემენტების შენაერთი. ატომებს შორის შეიძლება იყოს ურთიერთქმედება, შერევა, ოღონდ ბრუნოს აზრით მხოლოდ ფიზიკურ ასპექტში. ანუ მოვლენა, რომელიც აერთებს და შლის ამ ნაწილაკებს. ნივთიერების დაყოფასთან დაკავშირებით, ბრუნო არისტოტელესგან საწინააღმდეგოდ ამტკიცებდა, რომ დაყოფა არ შეიძლება გაგრძელდეს უსასრულოდ. ამის საფუძვლად ბრუნომ შემოიტანა წარმოდგენა ატომებს შორის ეთერის ან ვაკუუმის, მსოფლიო სულის არსებობა, რომელიც აღწევდა ყოველ სხეულში. ბრუნოს ეთერი იყო ცა, უსასრულო სივრცე, უცვლელი და დაუშლელი, როგორც უმცირესი. ასეთი სპირიტუალისტიკური საწყისი (სული, ნებისყოფა, აქტიური ძალა) თანხმობაშია ამ წამებულის პანთეისტიკურ შეხედულებებთან თავისუფალ აზრზე.

კუზანსკის ანალოგიურად, ბრუნო ამტკიცებდა შემეცნების პირობითობას და მისი შრომები არ განადგურდა მთლიანად, არამედ გაავლო ბილიკი, რომლესაც მივყვართ ანტიკურობიდან XVII ს-ის მეცნიერული აღორძინებისკენ.

XVII ს. –ხდება ქიმიური ტექნოლოგიის ჩასახვა: მინერალური მუჟავების წარმოება: მუჟავები, სოდა, პოტაში, საპონი. და ა.შ.

ალქიმიის მისტიკური მხარე | ემანუილ სვედბერგის და კარლ ეკარსტკაუზენის ოკულტიზმი .

უკანსკნელი ალქიმიკოსი ავგუსტ სტრინბერგი (1849-1912)

-) დრამატული ნაწარმოების 14 ტომი,
-) რომანების 5 ტომი,
-) ნოველების 9 ტომი,
-) დღიურების 5 ტომი,
-) “სამეცნიერო” ნაწარმოებების 7 ტომი.

მისი აზრით «საწყისი ნივთიერება» - წყალბადი,

ხოლო ოქრო მიიღება სპილენძის, ოქროს, კალის, ვერცხლის-წყლის და ა.შ მარილების შერევით.

XVII-XVIII საუკუნეების საზღვარზე მეცნიერული ქიმია იყო მხოლოდ თავისი განვითრების გზის დასაწყისში; უმნიშვნელოვანესი წინააღმდეგობები , რომლებიც კიდევ დასაძლევი იყო, წარმოადგენდა ალქიმიურ ტრადიციებზე უფრო ძლიერს (არც ბოილი, არც ლემერი არ უარყოფდნენ ტრანსმუტაციის პრინციპულ შესაძლებლობას), მცდარი შეხედულებები მეტალთა გამოწვაზე დაშლის მიზნით და ატომიზმის სპეკულანტური ხასიათი.

შუალედური გამოცდის საკითხები

1. ქიმიის ისტორიის პერიოდიზაცია და პერიოდების აღწერა.
2. ქიმიის განვითარება ანტიკურ ხანაში (ძვ. ეგვიპტე).
3. ანტიკური ნატურფილოსოფია აღმოსავლეთში (ჩინეთი, ინდოეთი, სპარსეთი).
4. ბერძენი ნატურფილოსოფოსები.
5. ანტიკური ატომიზმი.
6. ალქიმიური პერიოდის ზოგადი დახასიათება. ალქიმიკოსთა მიზნები.
7. «ნიადაგი» ალქიმიის ჩასახვისათვის. ბერძნულ-ეგვიპტური ანუ ალექსანდრიული ალქიმია.
8. არაბული ალქიმია.
9. ევროპული ალქიმია.
10. ალქიმიის როლი ქიმიის განვითარებაში და მისი უარყოფითი მხრეები. ალქიმიური სიმბოლოები. თაღლითები ალქიმიაში. მონარქთა დამოკიდებულება ალქიმიის მიმართ. ქიმიის ისტორიკოსები ალქიმიის შესახებ.
11. გარდამავალი პერიოდი. ლეონარდო და ვინჩი.
12. გარდამავალი პერიოდი. პარაცელსი
13. გარდამავალი პერიოდი. ვან გელმონტი.
14. გარდამავალი პერიოდი. ანდრეი ლიბავი, გეორგ აგრიკოლა.
15. გარდამავალი პერიოდი. იოჰან რუდოლფ გლაუბერი.

ლექცია 4

ქიმიის განვითარება

XVII საუკუნის მეორე ნახევარსა და XVIII საუკუნის პირველ ნახევარში

გარდამავალი პერიოდი, პნევმოქიმია, ბოილის “ქიმიური ფილოსოფია”, ბოილის თანამედროვეები. XVII საუკუნის ექსპერიმენტული ქიმია და ატომისტიკა. ფლოგისტიკა, ბეხერის და შტალის დუალისტური წარმოდგენები, ლომონოსოვის კორპუსკულარული თეორია.

იატროქიმიამ მნიშვნელოვანი სარგებელი მოუტანა ქიმიას, რადგან ებმარებოდა ალქიმიისაგან გათავისუფლებაში და გააფართოვა ინფორმაციები სასიცოცხლოდ აუცილებელ ნაერთებზე, რითიც დადებითი გავლენა მოახდინა ფარმაციაზე. მაგრამ ხანგრძლივი დროის განმავლობაში იატროქიმია იყო ტვირთი ქიმიის განვითარებისათვის, იმიტომ რომ ზღუდავდა მის კვლევების არეალს. ფარმაცია მთლად ქიმია არ არის, ამიტომ, იატროქიმიას არ შეეძლო მთლიანად გადაეჭრა რთული პრობლემა, რომელიც იდგა ჩვენი მეცნიერების წინ მისი ფორმირების პერიოდიში. ეს ჩანს იქედან, რომ იატროქიმიკოსებთან ერთად, ბევრმა ტექნიკური ქიმიის მოღვაწემ აირჩია აბსოლუტურად განსხვავებული გზა, დანერგეს რა ქიმია ცხოვრებაში და ჩააყენეს ის ადამიანის სამსახურში.

თუმცა ტექნიკურ ქიმიას, განსაკუთრებით იმ პერიოდში, არ შეეძლო არც დასმა და არც როგორც მეცნიერების-ქიმიის ამოცანების და პრობლემების გადაწყვეტა. და აი სხვადასხვა გზებით გამოდიოდნენ ასპარეზზე მკვლევარები, რომლებიც XVII და XVIII საუკუნეებში თავიანთი აღმოჩენებით განაპირობებდნენ ქიმიაში პირველი თეორიების ჩამოყალიბებას.

XV-XVI საუკუნეებში ევროპაში დაიწყო ვაჭრობისა და მატერიალური წარმოების დიდი ზრდა. XVI საუკუნისთვის ევროპაში ტექნიკა გავიდა შესამჩნევად უფრო მაღალ დონეზე, ვიდრე ანტიკური მსოფლიოს განვითარების პერიოდში. ამასთან ერთად

ცვლილებები ტექნიკურ მეთოდებში უსწრებდა მის თეორიულ გააზრებას. XVI საუკუნის ტექნიკური გამოგონებები და ზღვაოსნობის ბრწყინვალე მიღწევები (რომელმაც გადაწყვიტა დიდხანს მიმდინარე ფინანსური კრიზისი, რომელიც გამოწვეულ იყო ძვირფასი მეტალების დეფიციტით), ერთდროულად აყენებდნენ მეცნიერების წინაშე ახალ პრობლემებს, რომელსაც ადრე არსებული მეცნიერება ვერ წყვეტდა. ტექნიკის შემდგომი სრულყოფა მუხრუჭდებოდა ეპოქის მთავარი წინააღმდეგობის გამო - წინააღმდეგობა ამ დროის ტექნოლოგიური ცოდნის გაცილებით მაღალი დონის მიღწევა და თეორიული ბუნებათმცოდნეობის მკვეთრი ჩამორჩენა.

აღორძინების პერიოდში ფილოსოფიისა და ბუნებათმცოდნეობის განვითრებამ ღრმა კრიზისისკენ წაიყვანა არისტოტელეს „მსოფლიოს სურათი“ და დასახა ამოცანა შემუშავებულიყო რეალობის ამსახველი ფიზიკური კონცეფცია ხოლო ტექნიკური პროგრესის მოთხოვნილებამ მიგვიყვანა მეცნიერული ექსპერიმენტის საფუძვლების შექმნამდე. ევროპაში ახალი ფილოსოფიური სისტემების სწრაფ შექმნას ხელს უწყობდა ასევე რეფორმაცია, რომელიც დაიწყო XVI საუკუნეში.

სოციალურ-ეკონომიკური და ტექნიკური ფაქტორების შერწყმამ გამოიწვია საზოგადოებრივ შეგნებაში ძვრა, გააძლიერა ახალი თეორიის შემუშავების საჭიროება, რომელიც უარყოფდა ავტორიტეტის როლს (როგორც რელიგიური დოქტრინები, ასევე ანტიკური თეორიები), და აფუმნებს სამეცნიერო მტკიცებულების პრიოროტეტს. XVII საუკუნის დასაწყისში გამოჩნდა ფილოსოფიური ნაწარმოებები, რომელებმაც არსებითი გავლენა მოახდინა ბუნებისმცოდნეობის განვითრებაზე. ინგლისელმა ფილოსოფოსმა როჯერ ბეკონმა მოგვაწოდა თეზისი, რომ მეცნიერულ დისკუსიაში გადამწყვეტი დასკვნა უნდა გაკეთდეს ექსპერიმენტის საფუძველზე.

მეჩვიდმეტე საუკუნე ფილოსოფიაში გამოირჩევა ასევე ატომისტური შეხედულებების განვითრებით. მათემატიკოსი (ანალიზური გეომეტრიის ფუძემდებელი და ფილოსოფოსი რენე დეკარტი, რომელიც ასევე ცნობილია როგორც კარტეზი, ამტკიცებდა, რომ სხეულები შედგებოდნენ სხვადასხვა ფორმის და ზომის

კორპუსკულებისაგან; კორპუსკულების ზომა უკავშირდება ნივთიერების თვისებებს. ამავდროულად დეკარტი თვლიდა, რომ კორპუსკულები იყოფა და შედგებიან ერთიანი მატერიისგან. დეკარტი უარყოფდა დემოკრიტეს წარმოდგენებს ატომების განუყოფადობაზე, რომელიც მოძრაობდა სიცარიელეში, რომ არ დაეშვა მნიშვნელოვანი სიცარიელის არსებოდა. კორპუსკულარული იდეებს, რომელიც ძალიან უახლოვდებოდა ეპიკურეს ანტკიურ წარმოდგენებს, გამოთქვამდა ფრანგი ფილოსოფოსი პიერ გასენდი. ატომთა ჯგუფები, რომლებიც წარმოქმნიდა ნაერთებს, გასენდი უწოდებდა მოლეკულებს (ლათ. *moles* – გროვა). გასენდის კორპუსკულარულმა წარმოდგენებმა დიდი აღიარება ჰპოვა ბუნებისმეტყველებს შორის.

წინააღმდეგობის გადაჭრის ინსტრუმენტი, ტექნოლოგიის მაღალ დონესა და ბუნების შესახებ ცოდნის უკიდურესად დაბალი დონეს შორის, გახდა XVII საუკუნის ახალი ექსპერიმენტული ბუნებისმეტყველება.

უდიდესი წარმატებები XVII საუკუნეში მიწეულ იქნა ფიზიკის, მექანიკის, მათემატიკისა და ასტრონომიის დარგში. გალილეო გალილეიმ არა მარტო დააარსა კლასიკური მექანიკა, არამედ შემოიტანა ფიზიკაში აზროვნების ახალი ფორმა, რომელიც სრულად იყენებდა ექსპერიმენტულ მეთოდს.

გალილეო გალილეი (1564-1642 წწ).

იგი იყო იტალიელი ფიზიკოსი, მექანიკოსი, ასტრონომი, ფილოსოფოსი და მათემატიკოსი, რომელმაც დიდი ზეგავლენა მოახდინა თავისი დროის მეცნიერებაზე. პირველმა გამოიყენა ტელესკოპი ციური სხეულების დაკვირვებისათვის და გააკეთა რიგი უმნიშვნელოვანესი ასტრონომიული აღმოჩენები. გალილეი-არის ექსპერიმენტული ფიზიკის დამფუძნებელი. თავისი ექსპერიმენტებით მან უარყო არისტოტელეს მსოფლმხედველობა (მეტაფიზიკა-ბერძ. თა მეთა თა ფუსიკა — «ის, რაც არის ფიზიკის შემდეგ“) — ფილოსოფიის ნაწილი, რომელიც იკვლევს სამყაროს პირველსაწყისს-რეალობა, მსოფლიო, ყოფიერება).

ცხოვრების მანძილზე ცნობილი იყო როგორც აქტიური მომხრე მსოფლიოს ჰელიოცენტრული სისტემის, რამაც მიიყვანა გალილეი კათოლიკურ ეკლესიასთან სერიოზულ კონფლიქტამდე.

გერმანელმა ასტრონომმა **იოჰან კეპლერმა** ((1571-1630 წწ. - მათემატიკოსი, ასტრონომი, ოპტიკოსი, ასტროლოგი. მზის სისტემის პლანეტების ბრუნვის კანონების პირველად აღმოჩენი) 1609 წელს შესაბამისობაში მოიყვანა ასტრონომიური მონაცემების საფუძველზე ჰელიოცენტრული სისტემა, რომელიც 1543 წელს შემგვთავაზა **ნიკოლაი კოპერნიკმა** (1473- 1543 წწ., პოლონელ-პრუსიელი ასტრონომი. ხანგრძლივი კვლევა-ძიების შედეგად დაამტკიცა, რომ სამყაროსა და პლანეტების ცენტრი მზეა. დედამიწაც, როგორც საერთო პლანეტა, ბრუნავს მზის გარშემო. ამ აღმოჩენით საფუძველი ჩაეყარა ჰელიოცენტრულ სისტემას (ბერძნ. ‘ήλιος. „ჰელიოს“ ნიშნავს მზეს, ლათ. centrum „ცენტრუმ“ — ცენტრს). კოპერნიკი ვერ მოესწრო თავისი წიგნის გამოცემას, ხოლო როდესაც მისი ნაშრომი დაიბეჭდა, კათოლიკურმა ეკლესიამ ის აკრძალულ წიგნთა სიაში შეიტანა და რომელიც პირველადი სახით შეიცავდა ბევრ უზუსტობას.

კეპლერის კანონები:

1. ყოველი პლანეტა მიმოიქცევა მზის ირგვლივ ელიფსურ ორბიტაზე რომლის ერთ-ერთ ფოკუსში მზე იმყოფება;
2. მზისა და პლანეტის შემაერთებელი მონაკვეთი დროის ტოლ შუალედებში ტოლი ფართობის ფიგურებს შემოწერს;
3. კეპლერის მესამე კანონი (1619 წ.):

პლანეტების გარშემოქცევის პერიოდთა კვადრატების შეფარდება ორბიტის დიდი ნახევარღერძების კუბებთან მუდმივი სიდიდეა.

ევანჯელისტა ტორიჩელიმ, ბლეზ პასკალმა, ოტო ფონ გერიკემ XVII საუკუნის შუა პერიოდში ჩაატარეს თავისანთი ცნობილი ცდები ვაკუუმისა და ატმოსფერული წნევის შესწავლისათვის.

ფრანგი ბლეზ პასკალი (19.06.1623—19.08.1662) —მათემატიკოსი, ფიზიკოსი, ლიტერატორი და ფილოსოფოსი. თავის წიგნებში “აზრები” და „ქრისტიანული რელიგიის აპოლოგია“, პასკალი წერდა ადამიანის ტრაგედიაზე, რომელიც იყო უსასრულობის ორ უფსკრულს შორის და არარაობაზე. ყოფის საიდუმლოებების შემეცნებისათვის და ადამიანის შველისათვის სასოწარკვეთისაგან, პასკალი გამოსავალს ხედავდა ქრისტიანობაში. ის ამბობდა, რომ არ შეიძლება დანამდვილებით უარყო ან აღიარო ღმერთი, მაგრამ შეიძლება ადამიანმა აირჩიოს ამ ორი ვერსიიდან თავისათვის მისაღები ერთ-ერთი. ღმერთის არსებობის ვერსიის აღიარებისას ადამიანი იძენს იმედს და საფუძველს ცხოვრებაში არსებობისათვის. თუ ეს ვერსია არ არის სწორი, ადამიანი არაფერს არ აგებს.

ოტო ფონ გერიკე (1602 — 1686) გერმანელი ფიზიკოსი, ინჟინერი და ფილოსოფოსი.

გარკვეული პერიოდი იყო მუშაობდა ინჟინრად შვეციაში. 1646 წლიდან იყო მაგდებურგის ბურგომისტრი. 1650 წელს გამოიგონა ვაკუუმური ტუმბო და თავისი გამოგონება გამოიყენა ვაკუუმის და ჰაერის როლის შესწავლაში წვის და ადამიანის სუნთქვის პროცესისათვის. 1654 წელს განახორციელა ცნობილი ექსპერიმენტი „მაგდებურგის ნახევარსფეროები“, რომლითაც დაამტკიცა ჰაერის წნევის არსებობა; დაადგინა ჰაერის სიმკვრივე და წონა, უნარი ხელი შეეწყო წვისათვის და ბგერის გამტარობა.

1657 წელს გამოიგონა წყლის ბარომეტრი, რომლის საშუალებითაც 1660 წელს ორი საათით ადრე იწინასწარმეტყველა მოსალოდნელი ქარიშხალი, ამგვარად, ისტორიაში შევიდა როგორც ერთ-ერთი პირველი მეტეოროლოგი.

1663 წელს გამოიგონა ერთ-ერთი პირველი ელექტროსტატიკური გენერატორი, რომელიც დენს იღებდა ხახუნით, 1672 წელს აღმოაჩინა, რომ დამუხტული სფერო სიბნელეში ანათებს და ირხევა (პირველმა აღმოაჩინა ლუმინესცენცია). ამის გარდა, მის მიერ იყო აღმოჩენილი ერთპოლარულად დამუხტული საგნების ელექტრული განზიდვის მოვლენა.

ქრისტიან ჰიუგენსმა შექმნა სინათლის ტალღური თეორია და შეიმუშავა ოპტიკის ძირითადი კანონები.

ახალმა ბუნებისმეტყველების მცოდნეობამ წარმოქმნა ახალი ორგანიზაციის ფორმები- შექმნილ იყო სამეცნიერო საზოგადოებები და მეცნიერებათა აკადემიები. ჯერ კიდევ 1560 წელს იტალიერმა ბუნებისმეტყველმა ჯოვანი ბატისტა დელა პორტამ დაიწყო თავის სახლში რეგულარული შეკრებების ჩატარება, რომელსაც დაარქვა ბუნების საიდუმლების აკადემია.

XVII საუკუნეში გაჩნდა ოფიციალურად დაფუძნებული აკადემიები შესაბამისი ორგანოებით და სტატუსით;

1662 წ. – ლონდონის სამეფო საზოგადოება— Royal Society

1666 წ. – პარიზის ზუსტ მეცნიერებათა აკადემია;

1603 წ. –«საზრიანთა აკადემია» – რომი

1652 წ. – «ბუნებათმკვლევართა აკადემია» – «ლეოპოლდინა» – გერმანია

1657 წ. – «კვლევების აკადემია» - ფლორენცია

XVII საუკუნის სხვა თვალსაჩინო უვრობელი მეცნიერები:

ტიხო დე ბრაგე- (1546-1601 წწ.) დანიელი ასტრონომი, ასტროლოგი და აღორძინების პერიოდის ალქიმიკოსი. პირველმა ევროპაში დაიწყო სისტემატური და მაღალხარისხოვანი ასტრონომიურლი დაკვირვებები, რის საფუძველზეც კეპლერმა შემოიტანა პლანეტების ბრუნვის კანონები.

გოტფრიდ ვილჰელმ ლეიბნიცი (1646-1716 წწ.);

გერმანელი ფილოსოფოსი, ლიგიკოსი, მექანიკოსი, ფიზიკოსი, იურისტი, ისტორიკოსი, დიპლომატი, გამომგონებელი და ენათმცოდნე. ბერლინის მეცნიერებათა აკადემიის დამაარსებელი და პირველი პრეზიდენტი. ფრანგული მეცნიერებათა აკადემიის უცხოელი წევრი.

უმნიშვნელოვანესი სამეცნიერო მიღწევები:

-) ნიუტონისგან განსხვავებით, ლეიბნიცმა შექმნა მათემატიკური ანალიზი-დიფერენციალური და ინტეგრალური გამოთვლები უმცირესობისკენ მისწრაფევის საფუძველზე;
-) ლეიბნიცმა შექმნა კომბინატორიკა (მათემატიკის ნაწილია)-როგორც მეცნიერება;
-) საფუძველი ჩაუყარა მატემატიკურ ლოგიკას;
-) აღწერა ორობითი სისტემა ციფრებით 0 და 1;
-) მექანიკაში შემოიტანა ცნება “ცოცხალი ძალა” (მსგავსი თანამედროვე კინეტიკური ენერგიის ცნება) და ჩამოაყალიბა ენერგიის შენახვის კანონი.
-) ფსიქოლოგიაში წამოაყენა გაუცნობიერებელი „პატარა პერცეფციები“ (პერცეფცია- ობიექტური სამყაროს, სინამდვილის ასახვა გრძნობის ორგანოების საშუალებით; აღქმა) და განავითარა სწავლება გაუცნობიერებელი ფსიქიური ცხოვრების შესახებ .

ინგლისელი ისაკ ნიუტონი (1643-1727);

მან აღმოაჩინა კლასიკური მექანიკის კანონები და მსოფლიო მიზიდულობის კანონი. მისი ფუნდამენტური შრომა „ნატურალური ფილოსოფიის მათემატიკური საწყისი“, (1687 წ) გაავრცო არა მარტო ავტორის გამოკვლევები, არამედ წინამორბედების ცდებიც, რომლის შედეგიც გახდა მსოფლიოს ერთიანი მექანიკური სურათის შექმნა რომელიც ბატონობდა თითქმის XIX და XX ასწლეულების საწყისამდე. ყველა ეს და სხვა ბრწყინვალე აღმოჩენები აღიარებულია როგორც პირველი სამეცნიერო რევოლუცია, რომლის შედეგიც გახდა ახალი ბუნებისმეტყველების დაკვიდრება, რომელიც სრულად იყო დაფუძნებული ექსპერიმენტულ მონაცემზე. ბუნებიმეტყველების მცოდნეობის საფუძველი ხდება ექსპერიმენტულ კვლევებში რაოდენობრივი გაზომვების პრინციპი. ეს გამოხატულებას პოულობს თავის სხვადასხვა გასაზომი ხელსაწყოების გამოგონებაში- ქრონომეტრი, თერმომეტრი, არეომეტრი, ბარომეტრი სასწორები და სხვა.

ფრენსის ბეკონი –ქიმიური მეთოდის შემქმნელი

ფრენსის ბეკონი (1561 - 1626) – ინგლისელი ფილოსოფოსი და პოლიტიკური მოღვაწე. მან ქიმია ჩართო მეცნიერებათა რიცხვში, რომელიც ქმნიდა სამყაროზე წარმოდგენებს. ემპირიზმის ფუძემდებელი.

ემპირიზმი (ბერძ.ემპერია გამოცდილება) — თეორია, რომელიც ცდას აღიარებს შემცნების ერთადერთ წყაროდ.

ქიმია- ფრენსის ბეკონის აზრით რაციონალიზებული ალქიმიაა, რომლემაც სწორად ახსნა სითბოს ბუნება, როგორც მოძრაობის ფორმა.

ინდუქციური მეთოდი: მოვლენების შესწავლა ცდების საშუალებით. სისტემატური, წინასწარ მოფიქრებული ექსპერიმენტით. თვითონ ატარებდა ცდებს და უარყოფდა ტრანსმუტაციის იდეას.

პნევმოქიმია;

პნევმოქიმიის ფუძემდებელი იყო **ვან-გელმონტი**, რომელმაც არა მარტო შემოიტანა ცნება აირი, არამედ საფუძველი ჩაუყარა პნევმატურ ქიმიას თავისი დაკვირვებებით ჰაერისაგან განსხვავებულ “ტყის აირზე”, რომელიც მიიღებოდა ჩაუმქრალ კირზე (CaO) მჟავების ზემოქმედებით, მაჭარის დუღილისას და ლუდის დამზადებისას, ასევე ნახშირის წვისას. ეს დაკვირვებები გაკეთებულია XVII საუკუნის პირველ ნახევარში. როცა აირები, რომლებიც გამოიყოფოდნენ ლაბორატორიული ექსპერიმენტის შედეგად, განიხილებოდა ჰაერის სხვადასხვაობად და ქონდათ დიდი მნიშვნელობა.

ქიმიკოსებმა (ქიმიკოს-პნევმატიკოსები), რომლებიც მუშაობდნენ აირებთან, ჩამოაყალიბეს ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მიმართულება, რომლებმაც, ძალიან სწრაფად უფრო გაუცნობიერებლად ვიდრე გაცნობიერებით, თავიანთ მიზნად დაისახეს ნაერთების შესწავლა აირად მდგომარეობაში. აირების ქიმიურმა შესწავლამ შესაძლებელი გახადა აირის ტემპერატურის, მოცულობის და წნევის დამიკდებულების ფიზიკური კანონების აღმოჩენისა: წნევის გავლენა აირის მოცულობაზე დადგენილ იქნა ბოილის 1660 წელს და მარიოტის 1677 წელს, უფრო მოგვიანებით ვოლტას (1792) და გეი-ლუსაკის მიერ დადგენილ იქნა ტემპერატურის

გავლენა. ეს კანონები გეი-ლუსაკის კანონთან ერთად აირების შერევისას მოცულობით დამოკიდებულებაზე, არის პნევმოქიმიის საფუძველი, ანუ მეცნიერებისა რომელიც შეისწავლის ნივთიერებებს აირად მდგომარეობაში. ამჟამად, პნევმატოლოგიას არ განიხილავენ როგორც ცალკეულ შტოს ბუნებისმეტყველებაში, იმიტომ რომ ის გაერთიანდა ორ მნიშვნელოვან მეცნიერებაში- ფიზიკა და ქიმია, მაგრამ სხვაგვარი ვითრება იყო XVII-XVIII საუკუნეებში.

XVII საუკუნის მეორე ნახევარში მიმდინარე მეცნიერული რევოლუციის შედეგი გახდა ახალი-სამცნიერო ქიმიის სექმნა. მეცნიერული ქიმიის დამაარსებლად ტრადიციულად ითვლება რომერტ ბოილი.

რობერტ ბოილი

რობერტ ბოილი- (1627-1691) ირლანდიელი ქიმიკოსი, ქიმიაში შემოიტანა ფრენსის ბეკონის მეთოდი, გამოიგონა აპარატები აირების შესაგროვებლად, აღმოაჩინა აირების კანონები.

1661 წ. - “ქიმიკოს-სკეპტიკოსი” (The Sceptical Chymist)

ალქიმია | ქიმია (ალქიმიიდან ქიმიისაკენ)

მიუთითა ექსპრიმენტის გარკვეულ როლზე, კატეგორიულად მოითხოვდა ზუსტ გაზომვებს.

ქიმიკოსებისდან, რომლებიც მოღვაწეობდნენ XVIII საუკუნეში, უნდა ვახსენოთ შემდეგი სახელები: **ბლეკი**, რომელმაც უფრო დაწვრილებით შეისწავლა “ტყის აირი”, რომელმაც მას მისცა სახელი ”დამაკავშირებელი ჰაერი” მის შესაძლებლობიდან გამომდინარე, რომ შთანთქმული იყო კონცენტრირებული ტუტების და ჩამქრალი კირის მიერ; **კავენდიში**, რომელმაც პირველად (1766 წ.) აღწერა წყალბადი, ანუ “წვადი აირი” და უფრო დაწვრილებით შეისწავლა ატმოსფერული და “შემაკავშირებელი ჰაერი”; **დანიელ რეზერფორდი**, რომელმაც ჰაერიდან გამოყო აზოტი (1772 წ.); პრისტლი, რომელმაც აღმოაჩინა ჟანგბადი (1774 წ.); შეელე, რომელმაც პრისტლისგან დამოუკიდებლად აღმოაჩინა და შეისწავლა ჟანგბადი; **ლავუაზიე**, რომელმაც შეისწავლა ჟანგბადი და გაარკვია მისი ჭეშმარიტი როლი აალების, წვის და სუნთქვის

პროცესებში; ფონტანა, რომელმაც ერთ-ერთმა პირველმა გამოიყენა აირების გასაზომი აპარატები, აღმოაჩინა წყლის ორთქლი და განახორციელა 1766 წელს მნიშვნელოვანი კვლევები “სელიტრის აირზე” (აზოტის ოქსიდები).

იზიარებდა რა პროგრესულ შეხედულებებს ბუნებისმეტყველებაში, ბოილი მტკიცედ იყო დარწმუნებული, რომ სამართლიანია მხოლოდ ისეთი თეორიული წარმოდგენები, რომლებიც მტკიცდება დაკვირვებებით და ცდებით. გარდა ამისა, ის თვლიდა, რომ მეცნიერებას სარგებლობა უნდა მოქონდეს წარმოებისათვის.

ბოილის ასეთი იდეები ემთხვეოდა ინგლისური ბურჟუაზიის აზრებს. ამ იდეებს იზიარებდნენ ზოგიერთი სხვა მოწინავე ინგლისელი მეცნიერები, თუმცა არა ყოველთვის ღიად, რადგან უხდებოდათ თავიანთი მოლვაწეობის დამალვა რეაქციული ეკლესიისაგან. რეგულარულად ხვდებოდნენ რა ერთი ექიმის სახლში, ისინი ბჭობდნენ საბუნებისმეტყველო-მეცნიერულ აღმოჩნებზე და დაკვირვებებზე. ბოილი იყო ამ “საიდუმლო კოლეგიის” ინიციატორი, რომლისგანაც შემდგომ ჩამოყალიბებულ იქნა სამეფო საზოგადოება- ქვეყნის მეცნიერებათა აკადემია.

ბოილის ნაშრომია ქიმიაში მისი წიგნი “ქიმიკოს-სკეპტიკოსი”, რომელიც გამოქვეყნდა 1661 წელს ინგლისურ ენაზე ანონიმურად. ამ ნაშრომში ბოილმა, მრავალრიცხოვანი ექსპერიმენტული მონაცემებიდან გამომდინარე, შეძლო ეჩვენებინა რომ ძირითადი შეხედულებები მისი დროის ქიმიისა უნდა გადაიხედოს და მოყვანილ უნდა იქნას ექსპერიმენტული შედეგებთან თანხმობაში. ალქიმიური და იატროქიმიური პერიოდების ქიმიური ცოდნის განვითარება მდგომარეობდა ნივთიერების გარდაქმნის შესწავლაში. ის არ ეწინააღმდეგებოდა ანტკიურობიდან მომდინარე ელემენტის განსაზღვრებას. მაგრამ როცა ბოილის შრომებში დაიწყო ნივთიერების ნამდვილი შედგენილობის ქიმიური გარდაქმნების კანონების შესწავლა, ქიმიკოსები შეეჯახნენ ძველი წარმოდგენების შეზღუდვას.

ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე, ბოილმა პირველ რიგში გაილაშქრა სამი საწყისის და ოთხი სტიქია-ელემენტის წინააღმდეგ, როგორც ყველაფერის საწყისისა. მისი აზრით ელემენტად შეიძლება ჩაითვალოს ნივთიერება,

რომელსაც არ აქვს შემადგენელი ნაწილები და არ იშლება. ეს კრიტერიუმი ბოილმა მიიღო ქიმიური ელემენტის განსაზღვრისთვის იმიტომ, რომ იმ დროში ელემეტად ითვლებოდა ის რომელიც წვის დროს არ იცვლებოდა.

ელემენტის განსაზღვრა ბოილის მიხედვით: “სხვადასხვა სუბსტანციები, რომლებიც შეიძლება მივიღოთ მყარი სხეულებიდან, ან რისგანაც ეს უკანსკნელნი შედგებიან... - შეიძლება ვუწოდოთ ელემენტი.”

თუმცა ბოილს არ დაუსახელებია არცერთი ელემენტი: მეტალებს ის არ თვლიდა ელემენტებად, ფიქრობდა რომ ისინი შედგებიან “ძირითადი მეტალისგან”.

წიგნის დასაწყისში ბოილი სვავს ხუთ კითხვა-პრობლემას, რომელთა კრიტიკული ანალიზიც ქმნის მთელ მის შედგენილობას:

-) არის თუ არა ცეცხლი ყველა სხეულის უნივერსალური ანალიზატორი?
-) არის თუ არა ნამდვილად ამგვარად მიღებული გახურების პროდუქტები ელემენტები ან საწყისები?
-) პროდუქტების რიცხვი, რომლებსაც ვიღებთ ამ მეთოდით და აღიარებენ ელემენტებად, უდრის 3 ან 4-ს?
-) ნამდვილად შეიძლება რომ ვერცხლისწყალს, გოგირდს და მარილს დავარქვათ ელემენტები?
-) არსებობს კი სართოდ რეალური ელემენტები ან საწყისები?

მრავალრიცხოვანი ცდებით ბოილმა დაამტკიცა, რომ ცეცხლი არ შეიძლება განიხილოს როგორც სხეულის უნივერსალური ანალიზატორი, რომელიც მათ შლის ელემენტებად. ამიტომ, წვის პროდუქტები (კალცინაციის) არ შეიძლება ჩაითვალოს ელემეტებად ან საწყისად. მთავარ და თითქმის ერთადერთ მეთოდად ნივთიერებათა ანალიზისა (უპირატესად მცენარეული და ცხოველური წარმოქმნისა) იმ დროისათვის ითვლებოდა მათი გაცხელება ნელ-ნელა მატებადი ტემპერატურის დროს მიმღებიან რეტორტაში. მაში აგროვებდნენ მშრალი გამოხდის პროდუქტებს: მარტივად აქროლებად წვად სითხეს (ვერცხლისწყალს ან სპირტს) არაწვადი, წყლისმაგვარი ხსნარი (ფლეგმა), ზეთისმაგვარი აალებადი სითხე (“გოგირდი” ან

ზეთი). არაწვად ნარჩენს აძევებდნენ წყლით, ხსნად ნაწილს უწოდებდნენ “მარილს”, უხსნადს “მიწას”.

ბოილმა ასევე დაამტკიცა, რომ ნივთიერებები, რომელსაც ის იკვლევდა, სულ არ იშლებოდნენ სამ ან ოთხ უფრო მარტივ ნივთიერებებად. მაგალითად ოქრო ან ვერცხლი. მაგალითად, თუ ჩვენ ვიმოქმედებთ ოქროზე სამეფო წყლით, ხოლო ვერცხლზე, სპილენძზე და ვერცხილსწყალზე- აზიტმჟავათი, ჩვენ ვხედავთ თუ როგორ ქრებიან ეს მეტალები, ხოლი მათი კორპუსკულარები, მჟავაში გახსნილები, უნდა იქნან შენარჩუნებულნი ცვლილების გარეშე, რადგან ამ ხნარებიდან შეიძლება კვლავ მივიღოთ საწყისი მეტალები.

არისტოტელეს და პარაცელსის მოძველებული აზრების მაგივრად, ბოილმა შეიმუშავა საკუთარი თეორია, რომელიც ემყარებოდა ატომისტიკურ წარმოდგენებს. ბოილის თეორიის მიხედვით გარემომცველი მსოფლიო შედგება კორპუსკულარების დიდ რიცხვისაგან- ერთიანი პირველადი მატერიის უმცირესი ნაწილაკებისაგან, განსხვავებულები ზომის, ფორმის და მასის მიხედვით. ეს კორპუსკულაკები – მოძრაობის მატარებლები, ერთდებოდნენ რა და იშლებოდნენ, წარმოქმნიან რაოდენობრივად განსხვავებულ “სხეულებს”, ისეთ სხეულებს, როგორიცაა წყალი, რკინა, ვერცხლისწყალი, მიწა და ა.შ.

სანამ ქიმიკოსები დაკავებულნი იყვნენ მხოლოდ ხსნარების და მყარი ნივთიერებების შესწავლით, ამ თეორიის მართებულობის დამტკიცება საკმაოდ რთული იყო და ბოილის დროს, ეს დამტკიცებები არანირად არ იყო უფრო მეტი ვიდრე დემოკრიტეს დროს. ხსნარები და მყარი ნივთიერებები იკუმშება მხოლოდ ძალიან მცირედ. თუ ეს ნივთიერებები შედგებიან ატომებისაგან (მატერია დისკრეტულია) ხოლო ატომები ურთიერთქმედებენ ერთმანეთს შორის, და მათი მეტად დაახლოება აღარ შეიძლება.

თუ ხნარები და მყარი ნივთიერებები შეადგენენ ერთიან ნივთიერებას, მაშინ ძალიან ძნელია მათი შემჭიდროვება. ამიტომ, დამტკიცება, რომ ხსნარები და მყარი

ნივთიერები შედგებიან ატომებისგან, იყო ძალიან ძნელი. როგორ დაემტკიცებინათ რომ ატომები არსებობდნენ?

მყარი ნივთიერებებისგან და ხსნარებისგან განსხვავებით, ჰაერი, როგორც ძველ დროს აკვირდებოდნენ, ბოილმა თავის დროზე დაამტკიცა, რომ ძალიან ადვილად იკუმშება. ($PV=K_0nS^{\frac{1}{3}}$) თუმცა ბოილს არ უთქვამს რომ თავისი თეორია მართებულ იყო მხოლოდ მუდმივი ტემპერატურის დროს. ამის ახსნა შეიძლებოდა მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ დავუშვებდით, რომ ჰაერი შედგებოდა უმცირესი ატომებისაგან, რომლებიც დაშორებულ იყო სიცარიელით. ჰაერის შეკუმშვა, ამ შემთხვევაში განპირობებულია ატომთა შორის სიცარიელის არსებობის ხარჯზე.

თუ აირი (ჟაოსი) შედგება ატომებისაგან, მაშინ თავისუფლად შეიძლება დავუშვათ, რომ ხსნარიც და მყარი ნივთიერებაც შედგება ატომებისგან. თუ წყალს გავაცხელებთ, ის დუღს და ქმნის ორთქლს. ორთქლს აქვს ჰაერის მაგვარი თვისებები. მაგრამ, თუ წყალი ორთქლისმაგვარ მდგომარეობაში შედგება ატომებისაგან, რატომ არ შეიძლება ის შეიცავდეს ატომებს თხევად ან მყარ მდგომარეობაში? (ყინულის სახით) თუ ეს სამართლიანია წყლის შემთხვევაში, რატომ არ შეიძლება ის იყოს სამართლიანი მატერიის ყველა სახეობისათვის?

ამგვარი მსჯელობის შედეგად, თავისი ორიათასწლიანი ისტორიის მანძილზე ატომიზმა პირველად მოიპოვა მომხრეები. მაგრამ, მიუხედავად ამისა, ატომის განსაზღვრება მაინც გაუგებარი რჩებოდა. ატომებზე არაფრის თქმა არ შეიძლებოდა გარდა იმისა, რომ, ისინი არსებობენ, და მათი საშუალებით უფრო მარტივად შეიძლება აიხსნას აირების ქცევა.

ბოილის პრინციპები ნამდვილად ახალი იყო (შეიძლება ითქვას, რომ ის აუცილებელი იყო ატომების ქიმიური თეორიის შესაქმნელად, და მას კვლავ ვხვდებით დალტონის თეორიაში) მაგრამ ეს არ აღმოჩნდა საკმარისი მეცნიერული თეორიის ასაგებად, იმიტომ რომ არ არსებობდა ატომური მასის განსაზღვრება. ბოილმა ძველი მეცნიერებისგან ისესხა განმარტება უნივერსალური მატერისაა. სხეულები აღმოცენდებიან ამ უნივერსალური მატერიიდან, რომელსაც აქვს სამი

ძირითადი თვისება: ფორმა, სიდიდე და მოძრაობა “აკრიდენციის” (ფილოსოფიური ტერმინი, ლათ. ომელიც აღნიშნავს შემთხვევას, შემთხვევითს, არარსებულს) საშუალებით, ომელთა შორის პირველი ადგილი მოძრაობას მიეკუთვნება. აკრიდენციები არის პირველადი და მეორადი, კორპუსკულებიც შეიძლება იყოს პირველი და მეორე რიგის. პირველადი კორპუსკულები შეიძლება ელემენტის არსია, ანუ სხვადასხვა სახეობის სხეულების უშუალო დასწყისი. მათი შეერთებით წარმოიქმნება ქიმიური ნივთიერება ან ნარევი.

თავისი კორპუსკულარული კონცეფციის დახმარებით, ბოილმა ახსნა მატერიის აგრეგატული მდგომარეობა. აირადი მდგომარეობა, ომელიც დამახასიათებელია ძირითადად ჰაერისთვის, ომელიც შედგება სხვადასხვა ფორმის ნაწილაკებისგან, განსაზღვრავს მის სიმკვრივეს. სითხის კორპუსკულები ეხებიან ერთმანეთს მხოლოდ რამდენიმე რამდენიმე ადგილას თავის ზედაპირზე და ამიტომ მოძრაობებს თავისუფლად., მაშინ როდესაც მყარ სხეულებში ისინი შეერთებულნი არიან ერთმანეთთან იმდენად მტკიცედ, რომ არ შეუძლიათ ერთმანეთის მიმართ გადადგილება. მყარი მდგომარეობა ბოილის მიხედვით შესაძლებელია კორპუსკულების სიმკვრივის გამო, რომლებიც არიან დაახლოებულ და მოსვენებულ მდგომარეობაში.

ბოილის მრავალმხრივი ექსპერიმენტული მუშაობის კიდევ ერთი ასპექტი იყო ნივთიერებების გასუფთავების ახალი მეთოდების ჩამოყალიბება. მან ასევე აღმოაჩინა, რომ ზოგიერთი მცენარის წვენი, იას და ლაკმუსის, ...ლიქენის (ხავსურა).....იცვლიან შეფერილობას მჟავების და ტუტეების ზემოქმედებით. ამით მან პირველმა შემოიტანა ქიმიაში ცნება მჟავურ-ფუძური ინდიკატორების შესახებ. ბოილის პრაქტიკული ნაშრომები მნიშვნელოვნად მიძღვნილი იქნა სხვადასხვა ნივთიერებების ანალიზის მეთოდების სრულყოფას. მან აჩვენა, რომ ამიაკი გამოიყოფა ნაერთიდან “კალციუმის ოქსიდის რძე” და შეიძლება აღმოჩენილ იქნას მარილმჟავას საშუალებით. ანალიზის მიზნით ის ასევე იყენებდა მეტალთა მარილების სხვადასხვა შეფერილობას და ნალექების წარმოქმნას, მათ შორის

ფერადსაც. ბოილის ნაშრომებში აღწერილმა მრავალრიცხოვანმა დაკვირვებებმა საფუძველი ჩაუყარა ანალიზურ ქიმიას.

თუმცა ბოილის კორპუსკულარულ ქიმიაში არ იყო ატომური მასის ცნება. ელემენტის ცნების ძალიან დიდი კონკრეტიზაციის და დაზუსტების შედეგად, ეს თეორია არ გახდა ექსპერიმენტული ქიმიისათვის აუცილებელი. ეს დაკავშირებული იყო პირველ რიგში რაოდენობრივი პრინციპების არ არსებობასთან, რომელიც საშუალებას იძლეოდა ატომური მასის განსაზღვრისა. თუმცა ბოილი იყო ექსპერიმენტული მეთოდების მიმდევარი, ის იქცეოდა ორნაირად: ერთი მხრივ მის ნაშრომებისათვის დამახასიათებელია სიახლე, მაგრამ ზოგ შემთხვევაში აქვს სქოლასტიკური შეფერილობა.

XVII საუკუნეში, ბოილის გარდა იყვნენ სხვა ატომისტებიც, თუმცა არ უწყობდნენ ხელს ქიმიის განვითარებას მაგრამ მაინც იმსახურებენ მოხსენიებას. ეს ატომისტები იყვნენ ფილოსოფოსები, ექიმები, ფიზიკოსები. ატომისტიკის მიმდინარეობის უკეთესი დახასიათებისათვის, გასხვავებენ მეტაფიზიკურ ატომიზმს, საბუნებისმეტყველო- ისტორიულს და ფიზიკურს.

მეტაფიზიკური ატომიზმი XVII ს-ში წარმოდგენლ იქნა გასენდის, კორდემუას და კადვორსის სახით. პირველი მათგანი ცნობილი იყო როგორც ნატურფილოსოფოსი. დანარჩენი ორი ნაკლებ ცნობილია. ისინი უშვებდნენ ნივთიერების დაყოფას ატომებამდე, რომლებიც მოძრაობენ სულიერი ძალებით.

ედმ მარიოტი (1630-1684)- ფრანგი ქიმიკოსი: იგივე კანონი, მხოლოდ ბოილისგან დამოუკიდებლად 1676 წელს აღმოჩინა. ხაზი გასუვა ტემპერატურის მუდმივობას) ეწოდება ბოილ-მარიოტის კანონი.

მრავალი წარმომადგენლებიდან ბუნებრივი-ისტორიული ატომიზმიდან უნდა მოვიხსენიოთ ბასო, ზენერტი, მანიანი. ყველა ესენი იყვნენ ექიმები, რომლებიც იმყოფებოდნენ იატროქიმიური თეორიის ზემოქმედების ქვეშ. თუმცა ისინი არ იყვნენ ექსპერიმენტატორები და არ შეუტანიათ რეალური წვლილი ქიმიის განვითარებაში. ბასომ, მაგალითად გააფართოვა ატომისტური კონცეფცია, დაუშვა

რომ, ნივთიერებების წარმოქმნა ხდება ელემენტების შეერთების გზით, ხოლო იგივე ნივთიერებების დაშლა, ხდება გარკვეული ფიზიკური მიზეზით. ამგვარად, არაპირდაპირი ფორმით გამოთქვამს აზრს, რომ ელემენტები, რომლებიც მონაწილეობენ ნაერთის წარმოქმნაში, რჩებიან უცვლელნი და შეიძლება მიღებულ იქნან დაშლის პროცესში.

ზენერტის ნაშრომები გვიჩვენებს, რომ ის მთლიანად არ გათავისუფლდა სპირიტუალისტური მსოფლმხედველობიდან.

პიერ გასენდი- “ცხოვრებაზე, ზნეობაზე და ეპიკურის შეხედულებებზე” 1647წ.

“მოლეკულა”- ”მასა “

დანიელ ზენერტი - (1572-1637): “არისტოტელეს ელემენტები შედგებიან ატომებისაგან”.

ასევე ფიზიკური ატომიზმის წარმომადგენლები იყვნენ: ვან გორლი, უნგიუსი, დიგბი. გორლი ამბობდა, რომ ერთგვაროვანი სხეულები შედგებიან მსგავსი ატომებისაგან, არაერთგვაროვანი- არამსგავსისაგან. უნგიუსის თეორია მსგავსი იყო ბოილის თეორიისა. დიგბი ემხრობოდა კორპუსკულარულ-კინეტიკურ თეორიას, რომლის ჩარჩოებშიც მანმექანიკური წარმოდგენების დახმარებით, მან ახსნა ნივთიერების შეგრძნებითი-აღქმითი თვისებები. კორპუსკულა დიგბისთვის არის რეალობა: ძალა რომელიც იწვევს გამკვრივებას და გაჭრას, მოქმედებს მექნიკურად.

დომენიკო გულიელმინი-ბოლონიელი მათემატიკოსი. მან თავის ნაშრომში “მსჯელობა მარილების შესახებ”- (1705) რაციონალურად გამოიყენა კორპუსკულარული თეორია კრისტალთა ფორმის ახსნისათვის. ის გამოდის ძველი შეხედულებების წინააღმდეგი კრისტალებზე და ამტკიცებს, რომ ისინი წარმოიქმნება მოლეკულური ძალების ზემოქმედებით, რომელიც ექვემდებარება უცვლელ კანონებს. ამ გზით გულელმინიმ საფუძველი ჩაუყარა კრისტალოგრაფიას.

ზემოთხსენებული გვარების რაოდენობრივი სიმცირე მეტყველებს იმაზე, რომ ატომისტიკამ XVII საუკუნეში არ მიიღო მეცნიერული სახე და იფარგლებოდა აბსტრაქტული აგებულებებით. თუმცა, მისი დამსახურებაა ის, რომ მან შეინარჩუნა

ნივთიერების დისკრეტულობის პრობლემა მეცნიერული კვლევისათვის და არაპირდაპირი გზით აჩვენა ასეთი თეორიის გამოყენება არ იყო მართებული ქიმიური პრობლემების გადასაჭრელად. გარდა ამისა მიღწეულ იქნა კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი შედეგი-ელემენტის განსაზღვრა, რომლეთანაც მივიღნენ ბოილის საშუალებით. ქიმია ამ ცნებას ყოველთვის გამოიყენებს ამის შემდეგ, რადგან ის ძალინ საჭიროა მოვლენათა გასაგებად, რომელიც გამოწვეულია სხვადასხვა სხეულებს შორის რეაქციებით.

პარიზი, 1625 წ- გამოქვეყნდა კანონი ატომური მოძღვრების მიმდევართა ფიზიკური დასჯის შესახებ.

1630 წ. შეიქმნა ნიუკასლის წრე (ინგლისი).

XVII საუკუნეში ატომიზმი იყო აბსტრაქტული - არ შეეძლო აეხსნა ელექტრობა, სითბო და ა.შ. სხვა მოვლენები.

ატომიზმი XVII საუკუნეში იყო მექანიკური (ნიუტონის მექანიკის გავლენა). მატერია ერთიანია, სხეულების თვისებრიბი განსხვავება განპირობებულია შემადგენელი ატომების ფორმით და ზომით. ატომებს არ აქვთ თვისებითი ნიშნები, ისინი ერთდებიან მექანიკური საშუალებებით.

მოძღვრება “მონადებზე”

გოტფრიდ ვილგელმ ლეიბნიცი (1646-1711) – ფილოსოფოსი და მატემატიკოსი:

მატერიის საფუძველია სულჩადგმული მონადები ან „ღვთიური გამოსხივება“.

მონადა (ბერძ. ერთეული) -აღნიშნავდა ერთეულს ან ერთიანს, როგორც განუყოფელს.

მონადიზმი, რომელიც მან შექმნა სიცოხლის ბოლოს, რათა მხარი დაეჭირა მარტივი სხეულების მეტაფიზიკისათვის. მონადოლოგია იხილავს ატომებს არა ფიზიკური, არამედ მეტაფიზიკური გაგებით.

წვის და ჟანგვის პროცესების შესწავლა.

შტალის ფლოგისტონის თეორია

მეჩვიდმეტე საუკუნე, როცა აღმოცენდა ექსპერიმენტული მეთოდი და დაიწყო მექანიკის განვითარება გალილეის და ნიუტონის შემწეობით, ასევე ნაყოფიერი იყო

ქიმიისთვის, იმიტომ რომ ექსპერიმენტულმა მეთოდმა გავლენა მოხდინა ყველა საბუნებისმეტყველო მეცნიერებაზე და იმოტომაც, რომ ბოილის შრომებმა მოიპოვა ფართო აღიარება, შემოიტანა რა ახალი მიმდინარეობა ქიმიური კვლევაში. სამწუხაროდ, მისმა თანამედროვეებმა და მისმა წინაპრებმაც, ვერ შეძლეს შეფასებინათ ინგლისელი მეცნიერის მიერ გატარებული ზღვარის- “ელემენტს”, “ნაერთს” და “ნარევს” შორის აქტუალობა. თუმცა, ქიმიის განვითარებისთვის ნაყოფიერი აღმოჩნდა მისი ძირითადი აზრი, რომ ქიმიური კვლევა მიმართული უნდა იყოს ძირითადად ქიმიური რეაქციის და ნივთიერების შესწავლაზე, რომლებიც ღებულობენ მასში მონაწილეობას.

წინამდებარე პერიოდებში ალქიმიკოსები და იატროქიმიკოსები ცდილობდნენ აეხსნათ პროცესები, რომელიც მიმდინარეობდა წვის დროს, მეტალთა გამოწვის და სუნთქვის დროს. მაგრამ ამ პროცესების არსი რჩებოდა გამოუცნობი ექსპერიმენტული კვლევებისათვის. ზუსტად ეს პროცესები გახდა ერთიანი თეორიის ჩამოყალიბების მიზეზი, რომელმაც მოიცვა ყველა მოვლენა, რომელიც მიეკუთვნება მატერიის გარდაქმნას და ცნობილია ფლოგისტონის თეორიის სახელით.

ფლოგისტონის თეორიის აღმოცენება;

-) საწვავის პრობლემა, რომელიც დადგა ტყეების განადგურების შედეგად;
-) მეტალურგიული მრეწველობის განვითარება;
-) საჭიროა უფრო დარიბი მადნების გამოყენება და მეტალთა დანაკარგის შემცირება ნამწვის სახით.
-) ორთქლის მანქანის გამოგონება.

ტერმინი “ფლოგისტოსი” (აალებადი) უკვე გამოყენებულია ექიმების მიერ, რომლებიც უკვე იყენებდნენ ამ ტერმინს სასუნთქი გზების ანთებადი მდგომარეობის მისათითებლად. ზენერტი, ასევე ვან-გელმონტი იყენებდნენ ამ ტერმინს, ისე რომ განსაკუთრებულ მნიშვნელობას არ ანიჭებდნენ მას. თეორიის ფუძემდებლისთვის, შტალისთვის, ფლოისტონი არის ყველა წვადი სხეულის ძირითადი შემადგენელი ნაწილი, რომელიც გამოიყოფა წვისას ან გამოწვისას. XVIII საუკუნის ქიმიკოსები

თავიანთ ძირითად ამოცანად თვლიდნენ, რომ იზოლირება მოქმდინათ ჰიპოტეტური ფლოგისტონისა. მაგრამ, რადგან ფლოგისტონი არ არსებობს, ამ მცდელობებმა გენიოსი ლავუაზიეს წყალობით, იმავე საუკუნეში ჩამოაყალიბა ახალი ქიმია. ცდები, რომელიც მიმართული იყო ფლოგისტონის თეორიის მიხედვით, არ იყო ქიმიისთვის უნაყოფო, იმიტომ რომ ექსპერიმენტული მონაცემები რჩება სამუდამოდ რა ხდება სხვა თეორიის საფუძველი.

ფლოგისტონის თეორიის აღმოცენების წინაპირობები

1525 წელს მარტო გერმანულ საბადოებზე მუშაობდა 100 ათასი კაცი, კიდევ ათეული ათასი წვავდნენ ნახშირს და ადნობდნენ მეტალს.

1 ტონა რკინის მისაღებად ხარჯავდნენ 6 ტონა ხის ნახშირს და 30 ტონა შეშას.

ორთქლის მანქანის გამოგონებამ (1698, ინჟინერი თომას სევერი) იყო სამრწველო რევოლუციის დასაწყისი: ადაიანმა მიიღო მანქანა, რომელსაც შეეძლო გაეკეთებინა ქვეყანაზე არსებული ყველა რთული სამუშაო. თუმცა, ცეცხლის არც თუ ჩვეულებრივმა გამოყენებამ ორთქლის მანქანაში, გამოიწვია ქიმიკოსების ინტერესი წვის პროცესისადმი.

რატომ იწვის ზოგი ნივთი და ზოგი არა? ძველი ბერძნების წარმოდგენით, რასაც შეუძლია რომ დაიწვას, შეიცავს თავის თავში ცეცხლის ელემენტს, რომელიც შესაბამის პირობებში შეიძლება გამოთავისუფლდეს. ალქიმიკოსები ზუსტად ამ მსჯელობას იზიარებდნენ, რომ ნივთიერებები რომლებიც იწვოდნენ, შეიცავდნენ ელემენტს “სულფურს”, (თუმცა არაა აუცილებელი რომ შეიცავდეს თვითონ გოგირდს).

1669 წელს გერმანელმა ქიმიკოსმა იოჰან ბეხერმა (1635-1682) ეცადა მიეცა რაციონალისტური ახსნა წვის მოვლენისათვის. მან დაუშვა, რომ მყარი ნივთიერებები შედგებიან სამი სახის “მიწისაგან”: მინისმაგვარი (ქვიშა, ქვები, მიწა და მთის სახეობები), სიმშრალის, სიმტკიცის და სიმყარის განმასახიერებელი, და მიწა-ვერცხლისწყლისმაგვარი (აქროლადობის, ერთდროულად სიმძიმის - რომელიც არის ვერცხლისწყალში, მეტალებში და სხვ.) ერთ-ერთი ამ სახეობებიდან, “მსუყე მიწად”

წოდებულია, ბეხერმა მიიღო წვადობის პრინციპად. ბეხეროს თეორია საწყის სხეულებთან დაკავშირებით-მიწებზე, წარმოადგენდა პარაცელსის და არისტოტელეს თეორიების და სამი ალქიმიური საწყისის სახესხვაობებს.

გეორგ ერნსტ შტალი (1659-1734)

ბეხერის ერთობ ნისლით მოცული წარმოდგენების მიმდევარი იყო გერმანელი ექიმი და ქიმიკოსი გეორგ შტალი (1659-1734), რომელიც დაიბადა ანსბახში 1659 წელს. თავიდან იყო იენაში მედიცინის პროფესორი, 1693 წლიდან მედიცინის და ქიმიის პროფესორი გალში, 1716 წელს მიწვეული იქნა ბერლინში პრუსიის მეფის ექიმად.

შტალის თანახმად, წვადი ნივთიერებები მდიდარი არიან ფლოგისტონით. წვის პროცესში ფლოგისტონი ქროლდება, სამაგიეროდ რჩება ველი, რომელიც აღარ შეიცავს ფლოგისტონს, ამიტომ წვას ვედარ გააგრძელებს. შტალი ასევე ამტკიცებდა რომ მეტალთა დაჟანგვა ხის წვის პორცესის ანალოგიურია. უანგვის პორცესის ასეთი გაგება საშუალებას იძლეოდა შესაბამისი ახსნა მიეცა მადნების მეტალებად გარდაქმნის პროცესისათვის-პირველი თეორიული აღმოჩენისათვის ქიმიაში. **შტალის** თანახმად, მადანი, რომლის შედგენილობაშიც ცოტაა ფლოგისტონი, ფლოგისტონი გადადის ამ დროს ნახშირიდან მადანში, რის შედეგადაც ხის ნახშირი გარდაიქმნება ზოლაში, ფლოგისტონი მწირში, ხოლო მადანი- მეტალში- ფლოგისტონით მდიდარში.

ფლოგისტონის თეორიის არსი შეიძლება გამოვხატოთ შემდეგი სახით:

1. არსებობს მატერიალური სუბსტანცია, რომელიც არის ყველა წვად სხეულში- ფლოგისტონი (– წვადი).
2. წვა არის სხეულის დაშლა ფლოგისტონის გამოყოფით, რომელიც შეუქცევად იშლება ჰაერში. ფლოგისტონის მოძრაობა, რომელიც გამოიყოფა ცხელი; სხეულიდან, წარმოადგენს ხილულ ცეცხლს. ჰაერიდან ფლოგისტონის გამოტანა შეუძლიათ მხოლოდ მცენარეებს.
3. ფლოგისტონი ყოველთვის შერეულია სხვა ნივთიერებეთან და ვერ იქნება გამოყოფილი სუფთა სახით; ყველაზე მდიდარი ნაერთები ფლოგისტონით იწვიან ნარჩენის გარეშე.

4. ფლოგისტონს აქვს უარყოფითი წონა.

მეტალთა ჟანგვა წვის ანალოგიურია;

დაჟანგვის რეაქციები – ფლოგისტონის დაკარგვაა, აღდგენა- მოპოვება.

თავისთავად ჰაერი, შტალის მიხედვით, არაპირდაპირ ეხმარება წვის პროცესს და არის მხოლოდ და მხოლოდ ფლოგისტონის გადამტანი. თავიდან ფლოგისტონის თეორიას თავს დაატყდა ძლიერი კრიტიკა, რადგან წვის პროცესს თან ახლავს ალის წარმოქმნა, ხოლო მეტალთა დაჟანგვას-არა. შტალმა ეს განსხვავება ახსნა იმით, რომ წვისას, მაგალითად ხის, ფლოგისტონი ქროლდება იმდენად სწრაფად, რომ ახურებს გარემოცვას და ხდება ხილვადი. ჟანგვა კი ხდება ნელა, ამიტომ ცეცხლი არ ჩნდება. თუმცა ერთი საკითხი ვერც შტალმა და ვერც მისმა მიმდევრებმა ვერ ახსნეს. საქმე იმაშია, რომ უმეტესი წვადი ნივთიერებები, წვისას საგრძნობლად პატარავდებოდნენ. დარჩენილი ჭვარტლი და ზოლა (უწვადი ნარჩენი, საწვავის სრული დაწვისას).

დარჩენილი ჭვარტლი ან ზოლა იყო მნიშვნელოვნად მსუბუქი, ვიდრე საწყისი მასალები. ეს გასაგებია, რადგან წვისას ფლოგისტონი ქროლდება ნივთიერებიდან. მეტალთა ჟანგვისას, შტალის მიხედვით, ასევე კარგავდნენ ფლოგისტონს, თუმცა ჯერ კიდევ ალქიმიკოსების მიერ იყო დადგენილი, რომ დაჟანგული მეტალი გაცილებით მძიმეა ვიდრე დაუჟანგავი. მაშინ ნივთიერება, რომლიც კარგავს ფლოგისტონს, რატომ ხდება უფრო მძიმე? ფლოგისტონის თეორიის დამარსებელს არ მიუქცევია დიდი ყურადღება ამ ფაქტისათვის, ხოლო მისმა მიმდევრებმა, თავის გამართლების მიზნით ფლოგისტონს უარყოფითი წონა მიანიჭეს. ამის შედეგად შეიძლება დავასკვნათ, თუ რა დაბალ დონეზე იდგა იმ დროს (XVIII) ქიმიური კვლევები.

მეტალის გამოწვის პროცესი ფლოგისტონის თეორიის მიხედვით შეიძლებოდა გამოგვესახა შემდეგი ქიმიური ტოლობის სახით:

$$\text{მეტალი} = \text{ნამწვი (ოქსიდების ნარევი)} + \text{ფლოგისტონი}$$

მეტალის მისაღებად ნამწვიდან (ან მადნიდან), თეორიის თანახმად, შეიძლება გამოვიყენოთ ნებისმიერი სხეული, რომელიც მდიდარია ფლოგისტონით (ანუ იწვის ნარჩენის გარეშე)- ხე ან ქვანახშირი, ცხიმები, მცენარეული ცხიმი და ა.შ.

ნამწვი + ფლოგისტონით მდიდარი სხეული = მეტალი

აუცილებელია ხაზი გავუსვათ იმას, რომ ექსპერიმენტს შეუძლია დაადასტუროს ამ დაშვების მართებულობა; ეს იყო კარგი არგუმენტი შტალის თეორიის სასარგებლოდ. დროთა განმავლობაში ფლოგისტონის თეორია გაავრცელეს წვის ყველა პროცესზე. ფლოგისტონის არსებობა შტალის მიერ დამტკიცებულ იქნა ექსპერიმენტულად: ნახშირი ერთნაირად არადგენს გოგირდმჟავას გოგირდამდე, და მიწას მეტალებში. სუნთქვა და რკინის დაჟანგვა, შტალის მიმდევართა აზრით, წარმოადგენს იგივეს, რაც ფლოგისტონის შემცველი სხეულების დაშლის პროცესს, მაგრამ მიმდინარეობს შედარებით ნელა, ვიდრე წვა. უნდა აღინიშნოს, რომ ისტორიულ ლიტერატურაში არის სერიოზული უთანხმოება ფლოგისტონის თეორიის როლის შეფასებაზე -მკვეთრად ნეგატიურიდან დადებითამდე.

ფლოგისტონის თეორიის ღირსება:

- იგი მარტივად და ადეკვატურად აღწერს ექსპერიმენტულ ფაქტებს, რომელიც ეხება წვის პროცესს;
- თეორია შინაგანად არაა წინააღმდეგობრივი, ანუ არცერთი შედეგი არაა წინააღმდეგობაში ძირითად მდგომარეობებთან.
- ფლოგისტონის თეორია მთლიანად დაფუძნებულია ექსპერიმენტულ ფაქტებზე;
- ფლოგისტონის თეორიას ჰქონდა წინასწარმეტყველების შესაძლებლობა.

ფლოგისტონის თეორიის ნაკლი

- ვერ ახსნა ზოგიერთი ექსპერიმენტული ფაქტი- მეტალთა ჟანგვის მოვლენა ჰაერის გარეშე, მეტალთა წრთობისას მასის ზრდა, ანუ ფლოგისტონის დაკარგვისას;
- ფლოგისტონის უარყოფითი წონა.

ფლოგისტონის თეორია -არის პირველი ჭეშმარიტად მეცნიერული ქიმიური თეორია- რომელიც იყო ძლიერი სტიმული რთული ნაერთების რაოდენობითი ანალიზის განვითარებისათვის, რომლის გარეშეც ყოვლად შეუძლებელი იყო ქიმიურ

ელემენტებზე ექსპერიმენტული იდეის დამტკიცება. უნდა აღინიშნოს, რომ ფლოგისტონზე უარყოფითი წონის მინიჭება მოხდა მასის შენახვის კანონზე დაყრდნობით, რომელიც აღმოცენლი იქნა გაცილებით გვიან. ეს დაშვება თავისთავად ხელს უწყობდა რაოდენობრივი გამოკვლევების შემდგომ აქტივაციას. ფლოგისტონის თეორიის წარმოშობის კიდევ ერთი შედეგი იყო ქიმიკოსების მიერ აირების და უმეტესად აირისმსგავსი წვის პროდუქტების აქტიური შესწავლა.

XVIII საუკუნის შუა პერიოდში ქიმიის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ნაწილი იყო ე.წ. პნევმატური ქიმია., რომლის ფუძემდებლები - ჟოზეფ ბლეკი, დანილ რეზერფორდი, ჰენრი კავენდიში, ჟოზეფ პრისტლი და კარლ ვილჰელმ შეელე იყვნენ ქიმიაში რაოდენობრივი მეთოდების მთელი სისტემის შემქმნელები.

XVIII საუკუნის მეორე ნახევარში ფლოგისტონის თეორიამ ქიმიკოსებს შორის მოიპოვა საყოველთაო აღიარება. ფლოგისტონური წარმოდგენების საფუძველზე ჩამოყალიბდა ნაერთების ნომენკლატურა; მცდელობა იყო დაეკავშირებინათ ნაერთების ისეთი თვისებები როგორიც იყო ფერი, გამჭვირვალობა, მჟავიანობა და ა.შ. შემცველი ფლოგისტონის რაოდენობასთან. ფრანგი ქიმიკოსი პიერ ჟოზეფ მაკიორი, მეტად პოპულარული სახელმძღვანელოს „ქიმიის ელემენტების“, და „ქიმიური ლექსიკონის“ ავტორი, 1778 წელს წერდა, რომ ფლოგისტონის თეორია ...“ყველაზე მეტად გასაგებია და ყველაზე მეტად ეთანხმება ბუნებრივ მოვლენებს. განსხვავებულია რა სისტემებისაგან, რომლებიც ჩასახულია წარმოდგენებით ბუნების დასტურის გარეშე და დამსხვრევადი ცდებით, შტალის თეორია - საიმედო სახელმძღვანელოა ქიმიურ გამოკვლევებში. მრავალრიცხოვანი ექსპერიმენტები.... არამც თუ შორს არიან იმისაგან, რომ იგი უარყონ, არამედ პირიქით, ხდება მის სასარგებლოდ დამტკიცება“. ბედის ირონიით, მაკიორის სახელმძღვანელო და ლექსიკონი გამოვიდა იმ დროს როცა ფლოგისტონის თეორიის საუკუნე მიუახლოვდა დასასრულს.

ჟან რეი: “«წონაში ზრდა ხდება ჰაერიდან, რომელიც დაგროვდა ჭურჭელში და რომელიც ხანგრძლივი გახურების წყალობით ქურაში, გახდა გარკვეულწილად წებოვანი... და უერთდება ნამწვის ნაწილაკებს»

წვის სხვა თეორიები:

რობერტ ჰუკი- ბოილის ასისტენტი- : 1665 წ. – «მიკროგრაფია»: ნივთიერება, რომელსაც შეიცავს ჰაერი და სელიტრა სელიტრა-ტრივიალური დასახელება მინერალებისათვის, რომლებიც შეიცავენ ტუტე და ტუტემიწა მეტალების ნიტრატებს (მათ შორის მათ კრისტალჰიდრატებსაც) და და ამონიუმს. სახელწოდება სავარაუდოდ წრამოსდგება ლათინურიდან *sal nitrum*), ხსნის წვად სხეულებს მაღალ ტემპერატურაზე და ამის შედეგად ჩნდება ცეცხლი.

ჯონ მაიოვი (1640-1679) –ექიმი და ქიმიკოსი- “სელიტრაზე და სელიტრას ჰაეროვან სპირტზე”: წვა- წვადი სხეულის “გოგირდოვანი ნაწილაკების” შეერთება “ჰაერის ცეცხლოვან ნაწილაკებთან” (გუკის “გამხსნელის” ნაწილაკები.)

ქიმია რუსეთში XVIII საუკუნე;

ლომონოსოვის სახით რუსეთი პირველად გამოვიდა ქიმიური კვლევების მსოფლიო სარბიელზე და ჩვეულებრივ ახალი და ამასთანავე ამ საუკუნისათვის საოცარი კონცეფციებით. ლომონოსოვამდე რუსეთში, ქიმიის დარგში მეფობდა ქიმიურ-პრაქტიკული და ქიმიურ-ტექნიკური მიმართულებები. პეტრე 1-ის დროს, როცა მრავალრიცხოვანმა ომებმა და ეკონომიურმა გარდაქმნებმა გამოიწვია მანუფაქტურული წარმოების სწრაფი ზრდა, რუსი ქიმიკოს პრაქტიკოსები შემოქმედებით მონაწილეობას ღებულობდნენ მინერალური და ორგანული ნედლეულის ახალი სახეობების მიღებასა და გადამუშავების მეთოდების ძიებაში, მეტალურგიული საბადოების მონახულებასა და შეფასებაში, კუსტარული სამრეწველო წარმოების ორგანიზაციაში, ფარმაციის განვითარებასა და სხვა.

ამ პერიოდში რუსეთში არსებობდა რამდენიმე ლაბორატორია, აფთიაქების და მასთან არსებული ლაბორატორიების გარკვეული რიცხვი და ასევე მუშაობდა ბევრი ქარხანა და კუსტარული სახელოსნო, რომელიც აწარმოებდა ქიმიურ ნედლეულს.

მრეწველობის და ვაჭრობის სწრაფი განვითარება XVIII საუკუნეში დაჟინებით ითხოვდა სპეციალისტების მომზადების ორგანიზაციას და სამეცნიერო გამოკვლევების განვითრებას.

1725 წელს შეიქმნა ქვეყნის პირველი სამეცნიერო დაწესებულება-პეტერბურგის მეცნიერებათა აკადემია. საწყის ეტაპზე მეცნიერებათა აკადემიის წევრები იყვნენ მხოლოდ უცხოელი მეცნიერები, რომლებიც მოწვეულ იყვნენ ხელსეკრულებით გარკვეული ვადით.

ბევრი მათგანი პეტერბურგში ჩამოვიდა ძალიან ახალგაზრდა ასაკში, ყოველგვარი სამეცნიერო გამოცდილების გარეშე. ასე მაგალითად ჯოან ბერნული (1700—1782წწ) პეტერბურგში ჩამოვიდა 25 წლის ასაკში; ლეონარდ ეილერი (1707—1783წწ) -20 წლის, იოჰან გმელინი (1709—1755 წწ)-18 წლის.

თუმცა, მიუხედავად ახალგაზრდობისა, მათ, პეტერბურგში ჩამოსვლის შემდეგ მაშინვე განახორციელეს რიგი მნიშვნელოვანი კვლევები, რითიც პეტერბურგის აკადემია გადააქციეს მსოფლიოში ცნობილ სამეცნიერო დაწესებულებად.

პეტერბურგის მეცნიერებათა აკადემიის ახალგაზრდა აკადემიკოსების მაღალი პროდუქტიულობა მეტყველებდა იმაზე, რომ XVIII საუკუნეში რუსეთში იყო კარგი პირობები ნაყოფიერი სამეცნიერო მუშაობისათვის, რაც უდაოდ დაკავშირებულ იყო პირველ რიგში ქვეყნის ეკონომიკური ზრდასთან.

მიზეილ ვასილის ძე ლომონოსოვი

მეცნიერებათა აკადემიის ქიმიის კათედრა რამოდენიმე ხანი აკადემიის დაარსებიდან იყო თავისუფალი. 1731 წელს აკადემიკოსად ქიმიაში დანიშნულ იქნა ი. გმელინი. როგორც ქიმიკოსი, იგი შემოიფარგლა რამდენიმე უმნიშვნელო პუბლიკაციით აკადემიის გამომცემლობაში. 1733 წელს იგი გაემგზავრა კამჩატკის ექსპედიციაში და ქიმია აკადემიაში კვლავ უპატრონოდ დარჩა.

მხოლოდ 1741 წელს დაიწყო მ. ლომონოსოვმა მეცნიერებათა აკადემიაში სისტემატური გამოკვლევები ქიმიის დარგში.

დაიბადა 1711 წ. 19 ნოემბერი, სოფ. მიშანინსკში, პომორების ოჯახში. (80 კმ. არხანგელსკიდან, ახლანდელი სოფელი ლომონოსოვი); რომელიც სოფლის მეურნეობის გარდა დაკავებულ იყო საზღვაო საქმიანობით.

პომორები- როცხობრივად მცირე , მაგრამ დამოუკიდებელი ეთნოგრაფიული და ეთნორელიგიური ძველი რუსული მოსახლეობა თეთრ ზღვასთან. თუმცა ეთნიკურ მიკუთვნებაზე საკითხი სადაოა.

იგი იყო პირველი მსოფლიო დონის რუსი მეცნიერ-ბუნებისმეტყველი, ენციკლოპედისტი, ქიმიკოსი, ფიზიკოსი; იგი მეცნიერულ ისტორიაში შევიდა როგორც პირველი ქიმიკოსი, რომელმაც ფიზიკურ ქიმიას მისცა ფიზიკურ ქიმიას თანამედროვესთან ძალიან დაახლოებული განმარტება, და დასახა ძალიან ფართო პროგრამა ფიზიკურ-ქიმიური კვლევებისა; მისმა სითბოს მოლეკულურ-კინეტიკურმა თეორიამ იწინასწარმეტყველა მატერიის აგებულების შესახებ თანამედროვე წარმოდგენები და მრავალი ფუნდამენტური კანონი, მათ შორის თერმოდინამიკის ერთ-ერთი საწყისი. მან საფუძველი ჩაუყარა მეცნიერებას მინის შესახებ. იგი აყო ასტრონომი, გამომგონებელი, გეოგრაფი, მეტალურგი, გეოლოგი, პოეტი, ფილოლოგი, მხატვარი, ისტორიკოსი და გენეოლოგი, რუსული განათლების, მეცნიერებისა და ეკონომიკის განვითრებისათვის მებრძოლი. მან შეიმუშავა მოსკოვის უნივერისტეტის პროექტი, რომელსაც მისი სახელი ეწოდა. აღმოაჩინა პლანეტა ვენერას ირგვლივ ატმოსფეროს არსებობა.

ბავშვობაში ლომონოსოვმა შესძლო მიეღო განათლება და შეისწავლა არითმეტიკისა და გრამატიკის საფუძვლები. მიისწრაფვოდა რა მიეღო საფუძვლიანი განათლება, ახალგაზრდა ლომონოსოვი 1730 წელს დეკემბერში წავიდა მშობლების სახლიდან მოსკოვში და იქ ხუთი წლის განმავლობაში სწავლობდა ზაიკონოსპასკის მონასტერთან არსებულ სლავურ-ბერძნულ-ლათინურ აკადემიაში.

1735 წლის ბოლოს, სასწავლებლის სხვა საუკეთესო მოსწავლეებთან ერთად მეცნიერებათა აკადემიის ხელმძღვანელობის მოთხოვნით გაგზავნილ იყო პეტერბურგში შემდგომი განათლების მიღებისათვის.

1735-1738 წწ. – მოღვაწეობდა მაგდებურგის უნივერისტეტში, ქრისტიან ვოლფთან (გიორგი რაიზერთან და მდვდლის შვილთან დიმიტრი ვინოგრადოვთან ერთად);

1739 წ. – მოღვაწეობდა იოჰან ფრიდრიხ ჰენკელთან ქ. ფრეიბერგში (გერმანია),

1740-1741 წწ. – გერმანიაში მოგზაურობა;

1741 წ. – მ. ლომონოსოვი დაბრუნდა პეტერბურგში;

1742 წ. – ლომონოსოვმა მიიღო ფიზიკური კლასის ადიუტანტის წოდება მეცნიერებათა აკადემიაში;

1745 წ.- არჩეულ იქნა ქიმიის პროფესორად.

ლომონოსოვის შემოქმედებითი მოღვაწეობა გამოირჩევა ინტერსების საკმაოდ ფართო არეალით და ბუნების საიდუმლოებებში შეღწევადობის სიღრმით. მისი კვლევები განეკუთვნება მათემატიკას, ფიზიკას, ქიმიას, დედამიწის მეცნიერებებს, ასტრონომიას. ამ კვლევების შედეგებმა საფუძველი ჩაუყარა თანამედროვე ბუნებისმეტყველებას. ლომონოსოვმა ყურადრება მიაქცია (1756) ნივთიერების მასის მუდმივობის კანონის მნიშვნელობას ქიმიურ რეაქციებში, ჩამოაყალიბა თავისი კორპუსკულარული თეორია, რომელმაც აღიარება პპოვა მხოლოდ 100 წლის შემდეგ. მან ჩამოაყალიბა სითბოს კინეტიკური თეორია, დაასაბუთა ფიზიკის დახმარების აუცილებლობა ქიმიური მოვლენების ახსნისათვის, და თეორიული ქიმიის ნაწილს დაარქვა ”ფიზიკური ქიმია”, ხოლო პრაქტიკულ ნაწილს “ტექნიკური ქიმია”. ლომონოსოვმა შეიმუშავა აწონვის ზუსტი მეთოდები, იყენებდა რა რაოდენობითი ანალიზის მოცულობით მეთოდებს. ის ატარებდა მეტალთა დაწვის პროცესს დახურულ ჭურჭელში და დაადგინა, რომ მისი წონა დაწვის შედეგად არ იცვლება და ის რომ ბოილის აზრი სითბური მატერიის შეერთებისა მეტალებთან არის მცდარი. მან შეისწავლა თხევადი, აირადი და მყარი სხეულები და ბევრი სხვა.

ლომონოსოვის ინტერესები

- ფილოლოგია,
- ისტორია,
- გეოგრაფია,

- გეოლოგია,
- ბოტანიკა,
- მეტალურგია,
- მეტეოროლოგია,
- ფიზიკა,
- ასტრონომია,
- ქიმია

1746 წლის 1 ივლისს –დედოფალი ელიზავეტას ბრძანებით 1 ქიმიური ლაბორატორიის შექმნის შესახებ

1748 წლის 12 ოქტომბერს – ლაბორატორია მზად იყო (იარსება 1793 წლამდე).

მეტალთა დაწვის პროცესი (სახელოვანი ბოილის აზრი მცდარია, რადგან ჰაერის შეშვების გარეშე, დამწვარი მეტალის წონდა უცვლელი რჩება”)

«славного Бойля мнение ложно, ибо без пропущения внешнего воздуха вес сожжённого металла остаётся в одной мере»)

მეტალთა მჟავებში გახსნის პროცესი; ფლოგისტონი – აირი, რომელიც გამოიყოფა არაკეთილშობილი მეტალის მჟავაში გახსნის დროს (წყალბადი).

შეისწავლა ფიზიკური და ქიმიური პროცესების სიჩქარე, ნივთიერებაზე ტემპერატურის და წნევის ზემოქმედება, სიბლანტე, კაპილარულობის მოვლენა, კრისტალთა ფორმა და სიმკვრივე, ხსნარების წარმოქმნა და თვისებები, სითბური ეფექტები გახსნის დროს. სხეულების თვისებები დამოკიდებულია მისი შემადგენელი კორპუსკულების თვისებებზე,

ლომონოსოვის ატომურ-მოლუკულური თეორია

-) კორპუსკულები გამოირჩევან თვისებრივად,
-) კორპუსკულების მოძრაობა არის სითბოს გამოყოფის მიზეზი.
-) ლომონოსოვის მსოფლიო-მიზიდულობის თეორია - “მიზიდვის” ნაწილაკები.

ყველაზე საუკეთესო მიღწევა ბუნებისმეტყველებაში იყო მ. ლომონოსოვის სითბოს მოლეკულურ-კინეტიკური თეორია.

ლომონოსოვი გარდაიცვალა 1765 წლის 15 აპრილს 54 წლის ასაკში ფილტვების ანთებით. სიკვდილამდე ცოტა ხნით ადრე ის მოინახულა დედოფალმა ეკატერინე II. გარდაცვალების მეორე დღესვე, ლომონოსოვის ბიბლიოთეკა და ხელნაწერები ეკატერინე II ბრძანებით დალუქულ იქნა გ. ორლოვის მიერ, გადატანილ ქინა სასახლეში და უკვალოდ გაქრა. თანამედროვეები უკავშირებდნენ დოკუმენტების დაკრგვას შიშს „არ მოხვედრილიყო სხვის ხელში“ ლომონოსოვის საბუთები.

ლექცია 5

ქიმიის განვითარება 18 საუკუნის მეორე და 19 საუკუნის პირველ ნახევარში ლავუაზიეს ჟანგბადური თეორია, პირველი ცნებები სტექიომეტრიაზე და ნომენკლატურაზე, ანალიზური ქიმიის ჩასახვა. კლასიკური ქიმიის ჩასახვა, როგორც მეცნიერება. ატომურ- მოლეკულური მოძღვრების ჩამოყალიბება ქიმიაში.

რაოდენობრივი კანონების პერიოდი.

XVIII საუკუნის მეორე ნახევარში ქიმიის განვითარების ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი გვერდი იყო ქიმიკოს-პნევმატიკოსების მოღვაწეობა, რომლებიც სწავლობდნენ სხვადასხვა აირების მიღების მეთოდებს და მათ თვისებებს. შინაარსობრივად კვლევის ეს დარგი წარმოადგენდა ქიმიურ-ანალიტიკური და ქიმიურ-ტექნიკური მოღვაწეობის ფლოგისტონის პერიოდს. ამასთან ერთად ქიმიკოს-პნევმატიკოსები იკვლევდნენ არა მხოლოდ აირებს, არამედ მუშაობდნენ იმ დროინდელი ქიმიის სხვა მნიშვნელოვან სფეროშიც.

თუმცა ქიმიკოს-პნევმატიკოსების გამოკვლევების სპეციფიკური ხასიათი და მნიშვნელობა, რომელიც მათმა მოღვაწეობამ მიიღო ქიმიის შემდგომ განვითრებაში, საჭიროებს აღმოჩენის ისტორიის განსაკუთრებულ განხილვას ქიმიის აირების დარგში XVIII საუკუნის მეორე ასწლეულში, ასევე აზრთა სხვადასხვაობის ჭიდილი, რომელიც გამოიწვია ახალმა აღმოჩენებმა.

ქიმიური რევოლუცია

ქიმიის განვითარების პერიოდში-”ქიმიური რევოლუცია” -იყო გარდატეხის პერიოდი, რომელიც დაიწყო წვის ჟანგბადური |თეორიის წარმოშობით.

წვაზე არაფლოგისტონური წარმოდგენა, უფრო ადრე ჩამოყალიბდა, ვიდრე ფლოგისტონის თეორია.

ჟან რეი (1583-1645)-ივარაუდა (1630 წ.), რომ მეტალის მასის ზრდა დაწვისას განპირობებულია ჰაერის მიერთებით.

რობერტ ჰუკი-(1635-1703 წწ.).

რომელისაც თამამად შეიძლება ვუწოდოთ ფიზიკის ერთ-ერთი მამა, განსაკუთრებით ექსპერიმენტულის. ასევე ბევრ სხვადასხვა მეცნიერებებში მიეკუთვნება აღმოჩენები.

მისი ნაშრომი “მიკროგრაფია” (1665 წ.) სადაც აღწერილია მისი მიკროსკოპული და ტელესკოპური დაკვირვებები. ნაშრომი შეიცავს ჰუბლიკაციებს, სადაც მოცემულია არსებითი აღმოჩენები ბიოლოგიაში.

„ჰაერში არის განსაკუთრებული ნივთიერება, რომელიც მსგავსია სელიტრაში არსებული შეერთებული ნივთიერებისა. წვა - არის ამ ნივთიერების მიერთება“.

ასეთი თეორიის შემქმნელი გახდა ფრანგი ქიმიკოსი ანტუან-ლორან ლავუაზიე (1743-1794 წწ.). ფრანგი ბუნებისმეტყველი, თანამედროვე ქიმიის დამაარსებელი. იგი იყო შეძლებული ბურჟუაზიული ოჯახის წარმომადგენელი.

ნაშრომები:

- | „მცირე სამუშაოები ფიზიკასა და ქიმიაში“;
- | 1775 წ.- „ნივთიერებების ბუნებაზე, რომელიც უერთდება მეტალებს გამოწვისას და ზრდის მის მასას“;
- | 1777 წ.- „ზოგადად წვაზე“

თავისი მოღვაწეობის დასაწყისშივე ლავუაზიემ გაიგო ზუსტი გაზომვების აუცილებლობა და მნიშვნელობა. მისი პირველი მნიშვნელოვანი ნაშრომი მიეძღვნა (1764 წ.) მინერალური თაბაშირის შედგენილობის შესწავლას. ამ მინერალის გახურებით ლავუაზიე აცილებდა მას წყალს და ამგვარად ის განსაზღვრავდა მიღებული წყლის რაოდენობას. ლავუაზიემ დაიკავა იმ ქიმიკოსების მხარე, რომლებიც ბლეკისა და კავენდიშის ნაირად იყენებდნენ გამოზმვებს ქიმიური რეაქციების შესწავლის დროს. თუმცა ლავუაზიეს ჰქონდა სისტემატური მიდგომა, რამაც მას საშუალება მისცა დაემტკიცებინა ძველი თეორიის არამართებულობა, რომელიც არა თუ გამოუსადეგარი იყო, არამედ უკვე ხელს უშლიდა ქიმიის განვითრებას.

1700 წელს რიგი მეცნიერები, იზიარებდნენ ელემენტის ძველ განსაზღვრას, ამტკიცებდნენ, რომ ტრანსმუტაცია შესაძლებელია, რადგან წყალი შეიძლება ხანგრძლივი

გახურების შედეგად მიწად გარდაიქმნას. ლავუაზიემ გადაწყვიტა შეემოწმებინა წყლის გარდაქმნა ექსპერიმენტული გზით. ამ მიზნით ის 101 დღე ადუღებდა წყალს ჭურჭელში, რომელშიც წყლის ორთქლი კონდენსირდებოდა და ბრუნდებოდა უკან კოლბაში, ასე რომ რაიმე დანაკარგის შესაძლებობა გამორიცხული იყო. ლავუაზიე წონიდა წყალსაც და ჭურჭელსაც დუღებამდეც და დუღების შემდეგაც.

ნალექი ამის შედეგად ნამდვილად წარმოიქმნა, მაგრამ წყლის წონა არ შეცვლილა, შესაბამისად წყალს არ შეეძლო ნალექი წარმოექმნა. ჭურჭლის წონა კი შემცირდა ნალექის წონის სიდიდით. ამგვარად, ნალექი წარმოიქმნა არა იმიტომ რომ წყალი გარდაიქმნა მიწად, არამედ ცხელი წყლით მინის ნელნელა გამორეცხვის შედეგად. ამ მაგალითმა გვაჩვენა, რომ უბრალო დაკვირვებას შეუძლია მიგვიყვანოს არასწორ დასკვნამდე, მაშინ როცა რაოდენობრივი დაკვირვება საშუალებას იძლევა დავადგინოთ ჭეშმარიტება.

კითხვა, თუ რა არის წვის პროცესი, აინტერსებდა XVIII საუკუნის ბევრ ქიმიკოსს. ლავუაზიესაც არ შეეძლო არ დაინტრესებულიყო ამით. XVIII საუკუნის 60-იან წლებში მან მიიღო ოქროს მედალი გამოკვლევებისათვის, რომელიც ეძღვნებოდა ქუჩის განათების გაუმჯობესებას. 1772 წელს სხვა მეცნიერებთან ერთად შეიძინა ალმასი. მან ეს ალმასი მოათავსა ჭურჭელში და ახურებდა იქამდე, სანამ ალმასი სულ არ გაქრა. ამასთანავე წარმოიქმნა ნახშირორჟანგი. ამგვარად, დანამდვილებით დამტკიცებულ იყო, რომ ალმასი შედგება ნახშირბადისაგან და შესაბამისად ალმასი, სხვა ნივთიერებებზე მეტად, ახლოსაა ნახშირთან.

ცდების გაგრძელებით, ლავუაზიე აცხელებდა შეზღუდული მოცულობის კალას და ტყვიას. თავიდან ცხელებას თან ახლდა ჟანგის წარმოქმნა, მაგრამ გარკვეული მომენტის შემდეგ ჟანგის წარმოქმნა წყდებოდა. ფლოგისტონის თეორიის მხარდამჭერები იტყოდნენ, რომ ჰაერმა მეტალიდან შთანთქა მთელი ფლოგისტონი. იმ დროისთვის უკვე ცნობილი იყო რომ ჟანგეული იწონიდა უფრო მეტს, ვიდრე მეტალი, მაგრამ აწონვამ აჩვენა, რომ ჭურჭელი, მთელი შემადგენლობით (მეტალი, ჟანგი, ჰაერი) იწონის იგივეს, რასაც გაცხელებამდე. ჭურჭლის გახსნისას იქ შედიოდა ჰაერი და ჭურჭლის წონა იზრდებოდა.

ამ მონაცემებით ლავუაზიერ დაამტკიცა, რომ თუ ნაწილობრივ დაუანგულმა მეტალმა წონა მოიმატა, ხოლო რაღაც შემადგენელმა ჭურჭელში დაკარგა ექვივალენტური წონა. ეს „რაღაც“ შეიძლებოდა ყოფილიყო ჰაერი. თუმცა ამ დროს ვაკუუმში უნდა შექმნილიყო ვაკუუმი. მართლაც, როცა ლავუაზიერ გახსნა ჭურჭელი, სადაც შევიდა ჰაერი და ჭურჭლის და შემადგენელი შიგთავსის მასა გაიზარდა.

ამრიგად, ლავუაზიერ დაადგინა, რომ მეტალი გარდაიქმნება ჟანგეულად არა მისტიკური ფლოგისტონის შედეგად, არამედ ჰაერის პორციის მიერთების შედეგად.

ამ აღმოჩენამ შესაძლებელი გახადა წამოეყენებინათ მეტალებისა და მადნების წარმოქმნის ახალი თეორია. ამ თეორიის თანახმად მადანში მეტალი მიერთებულია აირთან. როდესაც მადანს ახურებენ ხის ნახშირზე, ნახშირი ადსორბირებს აირს მადნიდან; ამ დროს წარმოიქნება ნახშირორჟანგი და თავისუფლდება მეტალი.

ამგვარად, შტალისაგან განსხვავებით, რომელიც თვლიდა, რომ მეტალის ლდობა არის ფლოგისტონის გადასვლა ხის ნახშირიდან მადანში, ლავუაზიერ ამ პროცესს წარმოადგენდა როგორც აირის გადასხვლას მადნიდან ნახშირში.

ქონდა კი აზრი ლავუაზიერ ახსნა ჩაგვეთვალა შტალის ახსნაზე უკეთესად? კი ჰქონდა, ვინაიდან ლავუაზიერ ვარაუდი აირის გადასვლაზე საშუალებას იძლევა აიხსნას წვის შედეგად ნივთიერების წონის ცვლილება.

ჟანგეული მეტალზე მძიმეა, რომლისგანაც ის მიღებულია, იმდენით რამდენსაც იწონის მასთან მიერთებული ჰაერი. ხის წვას ასევე თან ახლავს ჰაერის მიერტება, მაგრამ მისი მიერთება ამ შემთხვევაში არ ჩანს, ვინაიდან ამ დროს წარმოქმნილი ნახშირორჟანგი ქროლდება ატმოსფეროში. დარჩენილი ნამწვი მსუბუქია ხეზე. ხის წვა რომ მომხდარიყო დახურულ ჭურჭელში და გამოტოყოფილი აირებისც რომ დარჩენილიყო ჭურჭელში., მაშინ შესაძლებელი გახდებოდა იმის ჩვენება, რომ ნამწვის წონას დამატებული წარმოქმინი აირების წონა, დამატებული აირების წონა რაც დარჩა ჰაერიდან, ტოლია ხის და ჰაერის საწყისი წონისა.

ჩატარებული ცდების შედეგების გაანალიზებისას ლავუაზი მიხვდა, რომ თუ გავითვალისწინებთ ყველა ნივთიერებას, რომელიც მონაწილეობდა ქიმიურ პროცესში, და ყველა მიღებულ პროდუქტს, წონის ცვლილება არასოდეს არ იქნება შემჩნეული.(ფიზიკოსების ენით რომ ვთქვათ უფრო ზუსტად, არ მოხდება მასის

ცვლილება). სხვა სიტყვებით, ლავუაზიე მივიდა დასკვნამდე, რომ წონა არასოდეს არ წარმოიქმნება და არ ქრება, არამედ გადადის ერთი ნივთიერებიდან მეორეზე. ეს მდგომარეობა ცნობილია როგორც მასის მუდმივობის კანონი.

წარმატებები, რომელიც მიღწეულია ლავუაზიეს მიერ რაოდენობრივი გაზომვების შედეგად, იმდენად დიდი და ნათელი იყო, რომ მეთოდი უსიტყვოდ მიღებულ იქნა ყველა ქიმიკოსის მიერ.

თუმცა თვითონ ლავუაზიე არ იყო მთლიანად კმაყოფილი თავისი მიღებული შედეგებით. ჰაერის მეტალთან შეერთებით წარმოიქმნებოდა ჟანგეული, ხოლო ხესთან მიერთებისას-აირები. მაგრამ რატომ არ მონაწილეობდამთელი ჰაერი და მხოლოდ მისი დაახლოებით მეხუთედი ნაწილი?

1774 წლის ოქტომბერში პარიზში ჩამოვიდა პრისტლი, და ლავუაზიეს უთხრა თავისი აღმოჩენის შესახებ “დეფლოგისტირებულ ჰაერზე”. ლავუაზიემ უმალვე შეაფასა ამ აღმოჩენის მნიშვნელობა. 1775 წელს ის მოხსენებით გამოვიდა მეცნიერებათა აკადემიის სხდომაზე, სადაც ამტკიცებდა, რომ ჰაერი არ არის მარტივი ნივთიერება, არამედ აირების ნარევი.

მის მეხუთედ ნაწილს ლავუაზიეს აზრით შეადგენს პრისტლის “დეფლოგისტირებული ჰაერი” (ლავუაზიემ სამწუხაროდ პრისტლის დაუთმო ჟანგბადის აღმოჩენის პატივი). ზუსტად ეს ნაწილი ჰაერისა უერთდებოდა მეტალებს და აუცილებელია სიცოცხლითვის.

ლავუაზიემ ამ აირს ჟანგბადი უწოდა ანუ მჟავის წარმომქმნელი, რადგან ის შეცდომით თვლიდა, რომ ყველა მჟავა ჟანგბადს შეიცავდა.

მეორე აირი, რომელიც სეადგენდა ჰაერის 4/5 ნაწილს, (რეზერფორდის „ფლოგისტირებული ჰაერი“), აღიარებულ იქნა მთილანად დამოუკიდებელ ნივთიერებად. ეს აირი ხელს არ უწყობდა სუნთქვას, თაგვები მასში კვდებოდნენ. ლავუაზიემ მას დაარქვა აზოტი-უსიცოცხლო.

მოგვიანებით აზოტს გადაერქვა სახელი და დაარქვეს ნიტროგენი, რაც ლათინურიდან თარგმანიდან ნიშნავს სელიტრისწარმომქმნელს, ვინაიდან გაირკვა, რომ ის არის გავრცელებული მინერალის სელიტრას შემადგენელი ნაწილი.

ლავუაზიე დარწმუნებული იყო, რომ (და უნდა ითქვას, რომ სავსებით სამართლიანად), რომ სიცოცხლე მსგავსია წვის პროცესისა: რადგან ჩვენ ჩავისუნთქავთ ჟანგბადით მდიდარ და ნახშირორჟანგისთ ღარიბ ჰაერს, და ამოვისუნთქავთ ჰაერს, ჟანგბადიდ ღარიბს და ნახშირორჟანგით მდიდარს. ის და მისი კოლეგა პიერ სიმონ დე ლაპლასი (1749-1827 წწ.), შემდგომში ცნობილი ასტრონომი, შეეცადნენ გაეზომათ ცხოველის მიერ ჩასუნთქული ჟანგბადი და ამოსუნთქული ნახშირორჟანი. შედეგი იყო ერთობ დამაფიქრებელი- ჩასუნთქული ჟანგბადის ნაწილი არ გარდაიქმნა ნახშირორჟანგად.

1783 წელს კავენდიში ჯერ კიდევ სწავლობდა „წვად აირს“. იგი წვავდა ამ აირის გარკვეული მოცულობის ნაწილს და საგანგებოდ სწავლობდა წარმოქმნილ პროდუქტებს. კავენდიშმა გამოარკვია, რომ წვის შედეგად მიღებული აირები კონდენსირდებოდა სითხედ, რომელიც, როგორც ანალიზებმა აჩვენა არის წყალი.

ამ აღმოჩენას დიდი მნიშვნელობა აქვს. სტიქია-ელემენტების თეორიას კიდევ ერთი დარტყმა მიადგა, ვინაიდან გაირკვა, რომ წყალი არ არის მარტივი ნივთიერება, არამედ პროდუქტი რომელიც წარმოიქმნებაორი აირის შეერთებით.

როდესაც ლავუაზიემ ამ ცდის შესახებ გაიგო, მან კავენდიშის აირს „წყალბადი“ დაარქვა („წლის წარმომქმნელი“) და აღნიშნა, რომ წყალბადი იწვის, უერთდება ჟანგბადს, და, შესაბამისად წყალი წარმოადგენს წყალბადის და ჟანგბადის ნაერთს. ლავუაზიე ასევე ვარაუდობდა, რომ საკვები სუბსტანცია და ცოცხალი ქსოვილები შედგებიან წყალბადის და ნახშირბადის შემცველი ბევრი სხვადასხვა ნაერთისაგან, ამიტომ ჰაერის ჩასუნთქვისას ჟანგბადი იხარჯება არა მარტო ნახშირჟანგის წარმოქმნაზე, არამედ წყლისა და წყალბადის წარმოქნისთვისაც. ამგვარად ლავუაზიემ ახსნა, რომ იხარჯება ჟანგბადის ის ნაწილი, რომელიც მან ვერ გაითვალისწინა თავის საწყის ცდებში.

ამრიგად, 1775–1777 წლებში ლავუაზიე ამტკიცებს ჰაერის რთულ შედგენილობას, რომელიც მისი აზრით შედგებოდა “სუფთა ჰაერისგან” (ჟანგბადისგან) და “მხუთავი აირისგან”(აზოტისგან).

ხოლო 1782 წელს, მენიესთან ერთად დაამტკიცა წყლის რთული შედგენილობა, დაადგინა რა რომ ის შედგებოდა ჟანგბადისაგან და “წვადი ჰაერის” წყალბადისაგან. მათვე 1785 წელს დაასინთეზეს წყალი წყალბადის და ჟანგბადისაგან.

ლავუაზიეს ახალმა თეორიებმა გამოიწვია ქიმიის მთლიანი რაციონალიზაცია. დასრულდა ყველაფერი იდუმალი „ელემენტების“ შესახებ. ამ დროიდან ქიმიკოსებს აინტრესებდათ მხოლოდ ის ნაერთები, რომელთ აწონვა ან რაიმე მეთოდით გაზომვა შეიძლებოდა.

საინტერესოა, რომ VIII საუკუნეში ჩინელი ალქიმიკოსის მაო-ხოას ჩანაწერებში მოხსენიებულია ჰაერის შედგენილობის სირთულე, ნაჩვენებია ჟანგბადის მიღების მეთოდები და მოცემულია წვის თეორია, რომელიც ფაქტიურად ძალიან გავს ლავუაზიეს თეორიას.

საინტერესოა ასევე, რომ ჯერ კიდევ 1756 წელს, ანუ თითქმის 20 წლით ადრე ლავუაზიეს წვის თეორიის ჩამოყალიბებამდე, რუსმა ქიმიკოსმა ლომონოსოვმა, უარი თქვა ფლოგისტონის თეორიაზე და ივარაუდა, რომ წვისას ნივთიერებები უერთდებიან ჰაერის ნაწილს. სამწუხაროდ ლომონოსოვის ნაშრომები გამოქვეყნებულ იქნა რუსულ ენაზე და ვერც ლავუაზიე და ვერც სხვები ვერ გაეცნენ მათ.

ფლოგისტონის თეორიის უარყოფამ მოითხოვა ქიმიის ყველა ძირითადი პრინციპების გადახედვა, ნომენკლატურის და ტერმინოლოგიის შეცვლა.

ჟანგბადური თეორიის წარმოქმნით დაირყო გარდატეხის ეტაპი ქიმიის განვითარებაში, ანუ -ქიმიური რევოლუცია.

ამგვარად, ჩაუყარა რა ქიმიურ მეცნიერებას საფუძველი, ლავუაზიემ გადაწყვიტა გაეგრძელებინა კვლევები. XVIII საუკუნის 80-იან წლებში, ლავუაზიემ ბერთოლესთან, მორვოს და ფურკუასტან ერთად, შეიმუშავა ქიმიური ნომენკლატურის ლოგიკური სისტემა. ეს ნაშრომი გამოქვეყნებულ იქნა 1787 წელს.

ქიმიაში აღარ იყო დასახელებათა არეულობა, რომელსაც ყველა თავის ჭკუაზე არქმევდა ერთსა და იმავე ნივთიერებას. შემუშავებული იყო სისტემა, რომელიც დამყარებულ იყო ლოგიკურ პრინციპებზე. ამ ნომენკლატურის მიხედვით, ნივთიერებების დასახელებით შეიძლებოდა გაგერკვია ის ელემენტები რომლისგანაც ის შედგებოდა. მაგალითად კალციუმის ოქსიდი შედგება კალციუმის და ჟანგბადისაგან. ნატრიუმის ქლორიდი –ნატრიუმისგან და ქლორისაგან, წყალბადის სულფიდი –წყალბადისა და გოგირდისგან. და ა.შ. წინდებულების და სუფიქსების სისტემა შემუშავებულ იქნა იმგვარად, რომ შესაძლებელი იყო გაგერკვია ნივთიერების შედგენილობაში შემავალი ელემენტების თანაფარდობა.

შედეგი- ჟანგბადური თეორია:

სხეულები იწვიან მხოლოდ “სუფთა ჰაერში”;

სუფთა ჰაერი შთაინთქმება წვისას და დამწვარი სხეულის მასის მატება უდრის ჰაერის მასის შემცირებას;

მეტალები გამოწვისას გადაიქცევიან ” მიწად”. გოგირდი და ფოსფორი გადაიქცევა მჟავებად “სუფთა ჰაერთან შეერთებისას.

ტერმინი “ჟანგბადი” გამოჩნდა 1777 წელს ლავუაზიეს ნაშრომში ”მჟავების ბუნების ზოგადი დახასიათება და მათი შეერთების პრინციპები”.

ჟანგბადური თეორიის უპირატესობა:

-)/ უფრო მარტივია ვიდრე ფლოგისტონის;
-)/ არ შეიცავს საწინააღმდეგო ვერსიებს სხეულის უარყოფითი მასის შესახებ;
-)/ არ ემყარება სუბსტანციების არსებობას, რომელიც არ წარმოიქმნება ექსპერიმენტულად.

კლასიფიკაცია:

ელემენტების სია: “მარტივი სხეულის მქონე ელემენტები” მარტივი ნივთიერებები რომლებიც მიკუთვნებიან ბუნების ყველა “სამეფოს”, რომლებიც შეიძლება განვიხილოთ როგორც ელემენტები: სინათლე, სითბო, ჟანგბადი, აზოტი, წყალბადი.

მარტივი არამეტალური ნივთიერებები, რომლებიც იძლევიან მჟავებს: გოგირდი, ფოსფორი, ნახშირი, Cl, F, B, რადიკალები.

მარტივი მეტალური ნივთიერებები, რომლებიც იუანგებიან და იძლევიან მჟავებს: სტიბიუმი, ოქრო, ვერცხლი, დარიშხანი, ვოლფრამი, ნიკელი, ვერცხლისწყალი, მოლიბდენი, მანგანუმი, თუთია, კალა.

მარტივი მარილწარმომქმნელი ნივთიერებები: კალციუმის ოქსიდი, თიხა, სილიციუმი, ბარიტი...

ჟანგბადის მიმართ აბსოლუტურად ინერტული მიწის საფუძველზე, ლავუაზიემ ივარაუდა, რომ ისინი არიან უცნობი მეტალების ოქსიდები.

ლავუაზიემ ასევე ააგო მარტივი ნივთიერებების ცხრილი, რომელშიც ჩართო შემდეგი ჯგუფები: ჟანგბადი, აზოტი და წყალბადი, არამეტალები (გოგირდი, ფოსფორი, ნახშირი და A.შ) მეტალები, მარილის წარმომქმნელი ნივთიერებები. რთულ ნივთიერებებს მან მიაკუთვნა ძირითადად ჟანგბადიანი ნაერთები და დაარქვა მათ სახელი “ოქსიდები”.

ამ კლასიფიკაციის ბაზაზე, მან შექმნა “ქიმიის საწყისი სახელმძღვანელო” (1789). ასევე შეიმუშავა ორგანული ნაერთების სისტემატიკა. მან ორგანული ნაერთები განსაზღვრა როგორც ჟანგბადის ნაერთები ნახშირბადის რადიკალებით. საფუძველი ჩაუყარა ორგანული ანალიზის მეთოდებს.

1791 წლიდან ლავუაზიე მონაწილეობას ღებულობდა „ხელოვანთა და მეწარმეთა სათათბირო ბიუროში, რომლის ამოცანაც იყო წარედგინა მთავრობისთვის სასაგებლო ტექნიკური აღმოჩენები და დაეჯილდოვებინათ მათგან საუკეთესოები.

ლავუაზიეს მონაწილეობის შესახებ ამ ბიუროში დარჩა პატარა ჩანაწერი, რომელიც ეხებოდა სახალხო განათლების ორგანიზაციას.

თუმცა 1991 წელს „სახელმწიფო გამოსყიდვა“ (*Ferme générale*) განადგურებული იყო, მის წევრებზე ‘თავდასხმა’ არ წყდებოდა.

„სახელმწიფო გამოსყიდვა“ ძველ საფრანგეთში იყო ფინანსისტების კომპანია, რომლებმაც 1726 წელს ხელსეკრულების საფუძველზე მოიპოვა უფლება სახელმწიფო გადასახადების აკრეფისა. ხელსეკრულება ახლდებოდა ყოველ 6 წელიწადში. 1789 წელს „გენერალურმა შესყიდვებმა“ ხაზინაში შეიტანა მხოლოდ 46 მილიონი ლივრი, თუმცა ცნობილია რომ მათი შემოსავალი 1728 წელს იყო 80 მილიონი, 1862 წელს -126

მილიონი, 1789 წელს -138 მილიონი ლივრა. გასაგებია, რომ საზოგადოება მტრყლად იყო განწყობილი მათ მიმართ, ხოლო რევოლუციამ მაშინვე აკრძალა მათი მოღვაწეობა.

1793 წელს ბეპუტატმა ბურდონმა, რომელიც არ დაელოდა საქმეების დათქმულ დროს ლიკვიდაციას, მოითხოვა „გამომსყიდველების“ დაუყოვნებელი დაპატიმრება და სასამართლოზე გადაცემა. შეიქმნა ახალი კომისია, რომელიც შეისწავლიდა გამომსყიდველების საქმეს. მათ მოძებნეს ყველა წევრი, ვინც მოღვაწეობდა სამი წლის მანძილზე და დაპატიმრეს. ლავუაზიეც სხვა წევრებთან ერთად იყო დაპატიმრებული და 1793 წელს კონვენტმა (უმაღლესი საკანონმდებლო ორგანო) დაადგინა გადაცემათ იგი სამხედრო ტრიბუნალისთვის.

არც სათათბირო ბიუროს პეტიციამ, არც სამშობლოს წინაშე უდიდესმა დამსახურებებმა, არც მეცნიერულმა დიდებამ ვერ გადაარჩინა ლავუაზიე სიკვდილს.

1794 წელს დიდი რევოლუციის დროს ლავუაზიე რევოლუციური ტრიბუნალის მიერ სიკვდილით იყო დასჯილი, სხვა წევრებთან ერთად (31 ადამიანი, მხოლოდ რობესპიერი იყო გათავისუფლებული), რადგან ის იყო კონსტიტუციური მონარქიის მომხრე. მას ბრალად დაედო ფრანგი ხალხის ღალატი და დიდი რაოდენობით თანხის მოპარვის მცდელობა და მტრისთვის გადაცემა.

„რესპუბლიკას არ ჭირდება მეცნიერები!!!!“- განაცხადა კოფფინალმა, სამხედრო ტრიბუნალის თავმჯდომარემ.

“ჯალათს ერთი გაელვება ჭირდებოდა, რომ ლავუაზიესთვის თავი მოეკვეთა, მაგრამ ასი წელიც არ ეყოფა რომ მივიღოთ მეორე ასეთი”ლაგრანჟი.....

სტექიომეტრია

ნივთიერების გამოკვლევის რაოდენობითი მეთოდების ბრწყინვალე წარმატებებმა, რამაც შესაძლებელი გახადა ქიმიური რევოლუციის მოხდენა, უკვე XIX საუკუნის დასაწყისში ფუნდამენტურად შეცვალა ბუნებისმეტყველება და ნაწილობრივ ქიმიაც. ლავუაზიეს მიერ აღმოჩენილ მასის მუდმივობის კანონს თან მოყვა რიგი ახალი რტაოდენობრივი კანონზომიერებები- სტექიომეტრული კანონები.

პირველი სტექიომეტრული კანონი გახდა ექვივალენტების კანონი, რომელიც ჩამოაყალიბა გერმანელმა მეცნიერმა- იერემია ვენიამინ რიხტერმა მის მიერ 1791-1798 წლებში ჩატარებული ცდების საფუძველზე ნეიტრალიზაციის და მიმოცვლის რეაქციებში ნივთიერებათა რაოდენობის შესწავლის შედეგად.

იერემია ვენიამინ რიხტერი (1762-1807 წწ.)

პროფესიით მშენებელი-ინჟინერი, რომელიც ქიმიას განიხილავდა როგორც გამოყენებითი მათემატიკის ნაწილს. მან თავისი შეხედულებები ჩამოაყალიბა წიგნში “სტექიომეტრია ან ქიმიური ელემენტების გაზომვების ხელოვნება” 1793 წ.

რიხტერი დაიბადა გირშბერგში(სილეზია). მუშაობა სამთო მდივნად დაიწყო, შემდეგ კი ბრესლავაში ასესორი იყო. ბერლინში კი ფაიფურის ქარხანაში მსახურობდა. ის გახლდათ ქიმიკოს- ტექნოლოგი. საგანმანათებლო საქმიანობა და თეორიული გამოკვლევები მისგან შორს იყო.გარკვეული დროის განმავლობაში რიხტერი შტალის მიმდევარი გახლდათ, რის გამოც მის შრომებში ფლოგინისტური ტერმინოლოგიას ხშირად შევხვდებით.

რიხტერი შვიდი წელი მსახურობდა სამხედრო ინჟინრების კორპუსში. 1785 წლიდან სწავლობდა მათემატიკას და ფილოსოფიას. უნივერისტეტში ისმენდა კანტის ლექციებს. პეტერბურგის აკადემიის უცხოელი წევრ-კორესპოდენტი (1800 წლიდან).

თავის მეცნიერულ ნაშრომებში რიხტერი ცდილობდა ეპოვა მათემატიკური დამოკიდებულებები ქიმიურ რეაქციებში. მრავალი წლის მანძილზე აწარმოებდა მარილების ანალიზს, სადაც ცდილობდა აღმოეჩინა რიცხობრივი დამოკიდებულება მჟავასა და ფუძეს შორის. მიღებული შედეგების საფუძველზე შეადგინა მჟავათა ფარდობითი მასების მწკრივი, რომელიც საჭიროა გარკვეული რაოდენობის ტუტის ნეოტრალიზაციისათვის და პირიქით, ტუტეებისათვის- რომელიც საჭიროა მჟავათა გასანეიტრალებლად. ანუ ნეიტრალიზაციის მწკრივი. ექვივალენტური წონები, მოცემული ნეიტრალიზაციის მწკრივში, რიხტერის აზრით, შეიძლებოდა ყოფილიყო ქიმიური სწრაფვის საზომი.

ექვივალენტობის კანონის თავდაპირველი ფორმულირება (ტერმინი „ექვივალენტი“ შემოიტანა 1767 წელს კავენდიშმა) იყო შემდეგნაირი: “თუ მჟავის ერთი და იგივე რაოდენობა ნეიტრალდება ორი ფუძის სხვადასხვა რაოდენობით, მაშინ ეს რაოდენობები ექვივალენტურია და ნეიტრალდებიან ნებისმიერი სხვა მჟავის ერთნაირი რაოდენობით.

რიხტერმა გამოაქვეყნა ნაშრომი „სტექიომეტრის საფუძვლები, ან ქიმიური ელემენტების გაზომვის შესაძლებლობები“, რომელშიც აჩვენა რომ ნაერთის წარმოქმნისას ელემენტები შედიან რეაქციაში მკაცრად განსაზღვრული თანაფარდობებით, რასაც შემდეგ ექვივალენტური ეწოდა. ტერმინი „სტექიომეტრია“, რომელიც შემოიტანა რიხტერმა, უნდა ნიშნავდეს თანაფარდობის გაზომვას, რომლითაც ქიმიური ელემენტები რეაგირებენ ერთმანეთთან. თავის ნაშრომებში რიხტერმა პირველად ქიმიის ისტორიაში შემოიტანა რაოდენობრივი ქიმიური რეაქციები.

ტერმინი “სტექიომეტრია” წარმოდგება ბერძნულიდან- სტიქია, ელემენტი, ფუძე, შემოტანილ იქნა რიხტერისგან მჟავების და ფუძეების მასების თანაფარდობის აღსანიშნავად მარილების წარმოქმნისას. მარილების მრავალრიცხოვანი ანალიზზე დამყარებით, რიხტერმა შეადგინა ნეიტრალიზაციის რიგი, რომელიც აჩვენებდა მჟავების და ფუძეების ფარდობით წონით რაოდენობას. აქ საუბარი იყო ექვივალენტურ წონაზე- ერთი ქიმიური ნივთიერების მუდმივ წონაზე, რომელიც რეაგირებდა მეორესთან, რომელსაც ასევე ქონდა მუდმივი წონა

ნებისმიერი სამი ტუტის შემთხვევაში, რომლებიც ერთმანეთის გვერდით იმყოფებიან ნეიტრალიზაციის მწვრივში, მათი ექვივალენტური წონა უნდა გამოისახებოდეს შემდეგი პროპორციით:

$$A; A + B; A + 5B,$$

სადაც A და B მთელი რიცხვებია;

რიხტერის მიერ აღმოჩენილმა კანონმა დაადასტურა ბევრი ქიმიკოსის რწმენა, რომ ქიმიური ნაერთები ურთიერთქმედებენ არა თვითნებურად, არამედ არამედ მკაცრად განსაზღვრული რაოდენობრივი თანაფარდობებით. თუმცა ამას მოჰყვა ხანგრძლივი დისკუსია იმაზე, რომ მისაღებია თუ არა ასეთი განსაზღვრება ყველა ქიმიური

პროცესისათვის გამონაკლისის გარეშე. დისკუსიის ძირითადი საგანი იყო საკითხი იმაზე, რომ არის თუ არა ნივთიერებაში, რომელიც შედგება ორი ან მეტი ელემენტისაგან, არის თუ არა ელემენტების თანაფარდობა მუდმივი, და არის თუ არა შედგენილობა დამოკიდებული მიღების მეთოდზე.

კლოდ ლუი ბერთოლე (1748-1822 წწ.) .

მისი ნაშრომი: “ქიმიური სტატისტიკის ცდა”;

მისი ვარაუდი ემყარებოდა მის მიერ მოწოდებული ქიმიური სწრაფვის თეორიას, რომელიც განპირობებულია მიზიდვის ძალებით და დამოკიდებული ნივთიერების სიმკვრივეზე და მის რაოდენობაზე, ეთანხმებოდა ვარაუდს იმაზე, რომ ნივთიერების ელემენტური შედგენილობა შეიძლება შეიცვალოს გარკვეულ ზღვრებში მიღების პირობების გათვალისწინებით.

მან ივარაუდა, რომ ელემენტებს შეუძლიათ შეუერთდნენ ერთმანეთს ნებისმიერი პროპორციებით მორეაგირე ნივთიერებების მასაზე დამოკიდებულებით.

საუკუნის ბოლოს დისკუსია დასრულდა პრუსტის სასარგებლოდ და შედგენილობის მუდმივობის კანონმა მიიღო პრუსტის სახელი.

ბერთოლე— ქიმიური სწრაფვის ძალა გრავიტაციის მსგავსია: ტოლია $m_1 \cdot m_2$ და შეიძლება შეიცვალოს მუდმივად.

ბერთოლესთან პოლემიკაში შევიდა ფრანგი ქიმიკოსი ჟოზეფ ლუი პრუსტი. **ლუი ჟოზეფ პრუსტი (1755–1826 წწ.)**

დაიბადა ანჟერში. იყო რუელის მოწაფე, პარიზში საავადმყოფოს აფთიაქის მმართველი, მადრიდში ქიმიის პროფესორი, 1804 წელს ეროვნული ინსტიტუტის წევრ-კორესპონდენტი, პარიზის მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი.

1799-1806 წლებში, ანალიზების საფუძველზე დაადგინა, რომ ერთსა და იმავე ნაერთში ელემენტების შედგენილობა მუდმივია.

პრუსტი იყო თავმდაბალი ადამიანი, ექპერიმენტატორი, მაგრამ თეორიულ საკითხებთან შეხება არ ჰქონდა. მისი ექსპერიმენტული შრომები დაკავშირებულია ბერთოლეს შრომებთან. ბერთოლე კი ეპოქის უდიდესი თეორეტიკოსი იყო. ამ კავშირის

პოლემიკურ წარმოშობაზე დაკვირვება შეიძლება იმ დროის მეცნიერულ აზრთა ერთ-ერთი კამათის მაგალითზე. კამათი მიმდინარეობდა იმაზე, ნივთიერების შემადგენლობის ცვლილება ხდება ნახტომისებურად (წყვეტით) თუ უწყვეტად. ანუ პრუსტის შედგენლობის მუდმივობის კანონი – სწორედ ეს იყო აზრთა სხვადასხვაობის საგანი.

პრუსტი აღნიშნავდა, რომ ბუნებამ ქიმიურ შენაერთს მუდმივი შემადგენლობა მისცა და ამით განსაკუთრებულ მდგომარეობაში დააყენა ხსნარებთან, შენადნობებთან და შენაერთებისგან მიმართებაში. განვიხილოთ ნივთიერებები, რომელებიც ნახშირორჟანგისა და ჟანგბადისაგან შედგებიან. ამ ნივთიერებებს გააჩნიათ ორი შესაძლოდან ერთი ქიმიური შემადგენლობა: 1) ნახშირმჟავა აირი შეიცავს 27,3% ნახშირორჟანგს და 72,7% ჟანგბადს. 2) ნახშირჟანგი 42,9% ნახშირბადს და 57,1% ჟანგბადს. მხოლოდ ამ კანონის დადგენის შედეგად შესაძლებელი გახდა იმ წონითი თანაფარდობების უფრო მეტად შესწავლა, რომლითაც სხვადასხვა ქიმიური ელემენტები ერთმანეთს უერთდებიან. ამ საკითხის განვითარებაში აღსანიშნავია ინგლისელი დალტონის წვლილი 1803 წლიდან.

პრუსტის აზრით ნაერთის შედგენილობა არ არის დამოკიდებული შინაგან ფაქტორებზე (საწყისი ნივთიერებების რაოდენობა, ტემპერატურა, წნევა, და ა.შ.) “ნაერთი არის პრივილეგირებული პროდუქტი, რომელსაც ბუნებამ მისცა მუდმივი შედგენილობა.... ამ ფაქტებს ანალიზი ამტკიცებს ყოველ ნაბიჯზე”.

ბერთოლეს დასკვნები, როგორც აჩვენა პრუსტმა, იყო შეცდომა ანალიზების უზუსტობის და საწყისი ნივთიერებების არასაკმარისი სისუფთავის გამო. დისკუსია დასრულდა პრუსტის ბრწყინვალე გამარჯვებით. შედგენილობის მუდმივობის კანონი (ჯერად ფარდობათა) საბოლოოდ არა მარტო აღიარებულ იქნა ქიმიკოსების უმეტესობის მიერ, არამედ გახდა ქიმიის ერთ-ერთი ძირითადი კანონი. თუმცა მუდმივობის მიზეზის საკითხი ისევ ღიად რჩებოდა, ვინაიდან ქიმიური ელემენტის ანალიტიკური კონცეფციიდან ეს არ გამომდინარეობს არანაირად.

არსებული ეჭვის გაფანტვა შეეძლო მხოლოდ ვარაუდს მატერიის დისკრეტულობის შესახებ, თუმცა ატომისტურ შეხედულებებს წინანდებურად არ ჰქონდა არანაირი

ექსპერიმენტული დამტკიცებები. ეს დამტკიცება იპოვა ინგლისელმა მეცნიერმა ჯონ დალტონმა.

ქიმიის განვითარება საჭიროებდა სხვადასხვა ნივთიერებების ქიმიური ანალიზის მეთოდების დახვეწას. ეს სიტყვა პირველად თანამედროვე გაგებით ახსენა რ. ბოილმა 1801 წ. როცა გამოვიდა “სახელმძღვანელო მინერალური სხეულების ქიმიური ანალიზისა”. პროფესორ ლამპადიუსის ავტორობით. ამ ნაშრომში პირველად გამოჩნდა ტერმინი ანალიზური ქიმია. ამდენად, ქიმიის ისტორიაში დამკვიდრდა ტერმინები ქიმიური ანალიზი და ანალიზური ქიმია, თუმცა ქიმიურ-ანალიზური კვლევები დაიწყო ჯერ კიდევ ძველ დროში და მაშინვე ჩამოყალიბდა სამი ქიმიურ-ანალიზური ამოცანა:

- საცდელი ნივთიერების იდენტიფიკაცია
- საცდელი ნივთიერების სრული ან ნაწილობრივი თვისებითი კვლევა;
- საკვლევ ნივთიერებაში მისი შემადგენელი ელემენტების სრული ან ნაწილობრივი განსაზღვრა.

რეალურად დღევანდელი ქიმიის წინაშეც დგას იგივე ამოცანები.

XIX საუკუნის პირველ 60 წელი, ხასიათდება რაოდენობრივი კანონების აღმოჩენით ქიმიაში, რომელმაც მას მისცა რაოდენობრივი გზა და საფუძველი ჩაუყარა სხვადასხვა მიმართულების განვითარებას, რომლებიც ჩვენ დროში ითველბიან დამოუკიდებელ მეცნიერებებად. ეს კანონები, ატომურ-მოლეკულური ჰიპოტეზის სახით, ხელს უწყობენ ექსპერიმენტული ფუნდამენტის განვითრებას და სრულიად გაათავისუფლა ის მეტაფიზიკური საფუძვლიდან.

ეს კანონები შეიძლება განვალაგოთ შემდეგი ქრონოლოგიური თანმიმდევრობით:

- | რიბტერის ექვივალენტობის კანონი; 1792–1802 წწ.
- | პრუსტის მასის მუდმივობოის კანონი 1799–1806 წწ.
- | გეი-ლუსაკის აირებს შეერთებისკანონი (1805–1809 წწ.)
- | აირების და ორთქლის სიმკვრივეებისა და მათი მოლეკულური წონებს შორის პროპორციულობის კანონი— ავოგადროს კანონი(1181 წ.)
- | მითჩერლინის იმორფიზმის კანონი(1818–1819 წწ.)

-) დიულონგისა და პტის ფარდობითი სითბოტევადობის კანონი(1819 წ.)
-) ფარადეის ელექტოლიზის კანონები(1834 წ.)
-) ჰესის სითბოს რაოდენობის მუდმივობის კანონი(1840 წ.)
-) კონიცაროს ატომების კანონი(1858 წ.)

1818– იზომორფიზმი – (იზო... და ბერძნ. morpho – ფორმა), ქიმიურ ელემენტთა თვისება ჩაენაცვლონ ერთმანეთს კრისტალების სტრუქტურაში. თავდაპირველად (1819 წ.) გერმ. მინეროლოგმა ე. მიტჩერლიხმა იზომორფიზმი უწოდა ერთმანეთის მსგავსი კრისტალების წარმოქმნის უნარს, რაც ამ ნივთიერებათა შერეულ კრისტალთა წარმოქმნასაც განაპირობებს. იზომორფიზმს უპირველეს ყოვლისა განაპირობებს ატომთა ან მათ იონთა თვისებების მსგავსება (ზომა, გარეგანი ელექტრონული გარსის აგებულება, იონიზაციის პოტენციალი), წარმოქმნილი ნაერთის ბუნება(მასში სხვადასხვა ატომთა რაოდენობრივი შეფარდება, ქიმიური კავშირების ტიპი და აგებულება) და თერმოდინამიკული პირობები (ტემპერატურა, წნევა). იზომორფიზმი ხშირად განსაზღვრავს ბუნებრივ შენაერთთა რთულ შედგენილობასა და ელემენტთა პარაგენეზისს ერთი შენაერთის ფარგლებში. იზომორფიზმი მნიშვნელოვან როლს თამაშობს დედამიწის ქერქში ელემენტთა მიგრაციის პროცესში

იზომორფიზმის კანონი შეიძლება ჩამოვაყალიბოთ შემდეგნაირად: მსგავსი გზით შეერთებული ატომთა ტოლი რიცხვი იძლევა ერთი და იგივე კრისტალურ ფორმას, რომელიც არ არის დამოკიდებული ატომთა ქიმიურ ბუნებაზე, არამედ დამოკიდებულია მათ რიცხვზე და განლაგებაზე.

კურნაკოვი – (1860–1941 წწ.): ქიმიური ნაერთის შედგენილობა შეიძლება იყოს ცვლადიც და მუდმივიც.

ცვლადი შედგენილობის ნივთიერებებს ეწოდა ბერთოლიდები, მუდმივს–დალტონიდები.

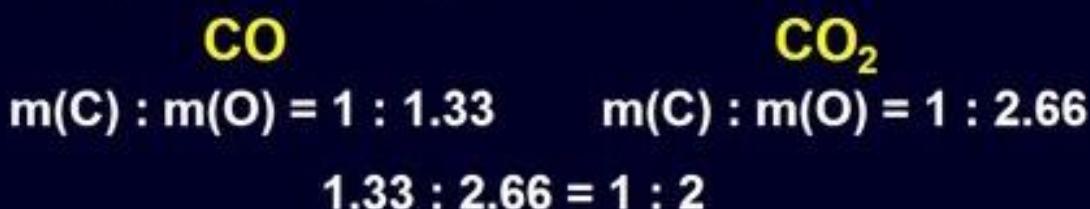
ჯონ დალტონი – (1766–1844 წწ.) იგლისტფელდში ღარიბ ოჯახში. არ ეკავა უნივერსიტეტში მნიშვნელოვანი თანამდეობა, მაგრამ 1799 წლიდან კითხულობდა კერძო ლექციებს. გარდაიცვალა მანჩესტერში. გარდა ზოგიერთი ფიზიოლოგიური

გამოკვლევებისა, რომლე ბმას ის ზოგიერთი ფერების მიმართ დაბრმავებამდე მიიყვანეს(დალტონიზმი), მას ეკუთვნის გამოკვლევები აირების ფიზიკური ქცევის შესახებ, მათი შთანთქმა წყლისა და სხვა სითხეების მიერ(1803), ჯერადი ფარდობითობისა და ატომური თეორიის კანონის აღმოჩენა. თავისი შრომებით დალტონი უდიდესი ქიმიკოსების გვერდით აღმოჩნდა..

მან პირველმა შემოიღო ცნება ელემენტების შემაერთებელი წონების შესახებ, რომელსაც შემდგომში ექვივალენტი უქოდეს. ექვივალენტი ეწოდება ელმენტის წონით რაოდენობას, რომელიც უერთდება წყალბადის ერთ წონით ნაწილს(1,008) ან ჟანგბადის რვა წონით ნაწილს ან ცვლის მათ შენაერთში. ამ ცნების მნიშვნელობა მდგომარეობს იმაში, რომ ელემენტები ყოველთვის უერთდებიან ერთმანეთს წონითი კატეგორიებით, რომლებიც მათი ექვივალენტების შესაბამისია. ამიტომ , ყოველი რთული შენაერთის შემადგენლობა შეიძლება გამოისახოს მათი შემადგენელი ელემენტების ექვივალენტების მთელი რიცხვით.

ჯერად ფარდობათა კანონი:

- მაგალითი:



- ✓ დალტონი და აირების ფიზიკა
- ✓ დალტონის აირების კანონები

აირების ნარევის წნევა ტოლია ცალკეული აირების პარციალურ (პარციალურ-ი [ლათ. *partialis*] – (სპეც.). ნაწილობრივი).

წნევათა ჯამისა.

$$p = p_1 + p_2 + \dots$$

1801 წ. ყველა მკვრივი ფლუიდი (ლათ. *fluidis* — დენადი) ერთნაირი წნევის დროს გახურებისას ერთნაირად ფართოვდებიან.

ქიმიური ნაერთი ყოველთვის შედგება “სიმარტივის კანონის მიხედვით”: სხვადასხვა ელემენტის ორი ატომისგან, ერთი ელემენტის ერთი ატომისგან და ორი სხვა ელემენტის ატომებისგან და ა.შ ელემენტების წონითი რაოდენობა ერთმანეთის მიმართ იქნება მარტივი მთელი რიცხვები (1:1, 1:2, 1:3 ...)

დალტონის ქიმიური ატომისტიკა (1803 წ.)

1. მატერია შედგება უმცირესი პირველადი ნაწილკებისგან ან ატომებისგან.
2. ატომები განუყოფელი არიან და არ შეუძლიათ წარმოიქმნან და დაიშალონ.
3. ყველა ელემენტის ატომები ერთნაირია და აქვთ ერთი და იგივე უცვლელი წონა.

სხვადასხვა ელემენტის ატომებს აქვთ სხვადასხვა წონა და ზომები.

ნაწილაკი, ან ნაერთი შედგება (ფორმირებულია) ელემენტის ატომთა გარკვეული რიცხვისგან.

რთული ნაწილაკის წონა წარმოადგენს მისი შემადგენელი ატომების წონათა ჯამს. აირების ატომები შედგებიან პატარა ცენტრალური ატომისგან, რომელიც გარშემორტყმულია სითბომბადი შრით, რომელიც ხელს უშლის ატომთა დაახლოებას “განზიდვის ძალის” წარმოშობის შედეგად.

დალტონის ატომისტიკის სიახლე:

სხვადსხვა ნივთიერებების ატომები განსხვავდებიან ერთმანეთისგან თვისებების და წონის მიხედვით, ხოლო ერთი და იგივე ნივთიერებისა-ერთნაირია.

ატომური წონის ცნების ფარდობითობა

(ატომური მასების განსაზღვრის პრაქტიკული მეთოდი).

XIX საუკუნის დასაწყისში და შუა პერიოდში ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი პრობლემა იყო ატომური წონების განსაზღვრა.

ამ პრობლემის გადაჭრას მრავალი ცნობილი მეცნიერის მალისხმევა დაჭირდა და გრძელდებოდა დასხლოებით 50 წელი.

ნობელის პრემიის ლაურეატი ქიმიაში თეოდორ რიჩარდსი-1914 წელი.

“დიდი რაოდენობით ქიმიური ელემენტების მოლეკულური მასების ზუსტი განსაზღვრისათვის

დალტონის ატომისტიკა

ატომური მასის განსაზღვრის მთავარი სირთულე-საჭიროა ნივთიერების შედგენილობაში შემავალი ყოველი ელემენტის ატომის რაოდენობის ცოდნა.

მაქსიმალური სიმარტივის პრინციპი”.

თუ გაქვს მხოლოდ ორი ელემენტისგან შემდგარი ერთი ბინარული ნაერთი, მაშინ მისი რთული მოლეკულა შედგება ერთი ელემენტის ერთი ატომისგან და მეორე ელემენტის ერთი ატომისგან.

უფრო მეტად მარტივია ფორმულა უფრო მეტად ზუსტია”.

სამმაგი და უფრო რთული ატომები წარმოიქმნებიან იმ შემთხვევაში, როცა გვაქვს ორი ელემენტისგან შემდგარი რამდენიმე ნაერთი.

ანუ დალტონის მიხედვით წყლის მოლეკულა შედგება 1 ატომი ჟანგბადის!!! და 1 ატომი წყალბადისაგან!!!

აქედან გამომდინარეობს მეტალთა ატომური მასის არასწორი განსაზღვრა.

ნიუტონის ატომისტიკა

სხვადასხვა ატომები A და B ურთიერთმიზიდებიან, ხოლო ერთნაირები განიზიდებიან.

მოლეკულების შედგენილობა დალტონის მიხედვით

წყალი- HO,

ამიაკი- NH;

მეთანი- CH;

ნებისმიერი მეტალის ოქსიდი- MO

ელემენტი	H	N	C	O	P	S
ატომური წონა	1	5	5	7	9	13

დალტონის ატომისტიკის კრიტიკა;

გემფრი დევი- (1778-1829 წ.)- ყველა ელემენტი და მისი ნაერთი შედგება ორი ან სამი სახის მატერიის სხვადასხვა კომბინაციისაგან (უარყოფდა თეზის განუყოფელობაზე).

უილიამ პრაუტი –1785–1850 წწ.

ყველა ელემენტის ატომური წონა უნდა იყოს მთელი რიცხვები და წყალბადის ატომური წონის ჯერადი

თუ ატომური წონები წყალბადის ატომის წონის ჯერადია მაშინ წყლბადის ატომიდან კონდენსაციის გზით შეიქმნა ყველა სხვა ელემენტი.

წყალბადი არის ანტიკური

ფილოსოფოსების პირველადი მატერიის ანალოგი.

ბერთოლე: მაქსიმალური სიმარტივის პრინციპი არ არის მართებული.

დალტონი იგნორირებას უკეთებდა იდეას ნივთიერების ორსაფეხურიან სტრუქტურას ატომი-მოლეკულა-ნივთიერება.

დალტონის დამსახურება:

ატომურ მასაზე წარმოდგენის შემოტანამ ქიმია გადააქცია ზუსტ მეცნიერებად.

რადგან სხვადსხვა მეტალები შედგებიან სხვადასხვა სახეობის ატომებისგან, ტრანსმუტაცია შეუძლებელია.

ატომური მასების პრობლემის გადაწყვეტას ეხმარებოდა მთელი რიგი სტექიომეტრული კანონების აღმოჩენა.

მოცულობითი დამოკიდებულების კანონი (1808 წელი).

ჟოზეფ ლუი გეი-ლუსაკ (1778- 1850 წწ.).

“აირების ურთიერთქმედებისას მათი მოცულობები და აირადი პროდუქტების მოცულობები, ისე შეეფარდებიან ერთმანეთს, როგორც მარტივი რიცხვები”.

1 მოცულობა ქლორი+ 1 მოცულობა წყალბადი= 2 მოცულობა ქლორწყალბადი.

ავოგადროს ჰიპოთეზა 1811 წ.

ამედეო ავოგადრო (1776-1856 წწ.)

“აირების ტოლი მოცულობა, ერთი და იგივე წნევის და ტემპერატურის პირობებში შეიცავს მოლეკულების ერთსა და იმავე რიცხვს”.

აირების სიმკვრივე არის მისი მოლეკულების მასის საზომი და მოცულობათა შეფარდება შეერთებისას არის სხვა არაფერი, თუ არა, შეერთებისას მიღებული რთული მოლეკულების შეფარდება.”

ავოგადროს ჰიპოთეზის საფუძველი: გეი-ლუსაკის და ნიკოლსონ-კარლაილის ცდები; ავოგადროს ჰიპოთეზის შედეგი: ვარაუდი იმის შესახებ, რომ წყალბადი, ჟანგბადი, აზოტი და ქლორის მოლეკულები შედგება ორი ატომისგან.

ავოგადრომ პირველად სწორად განსაზღვრა ჟანგბადის, ქლორის, წყალბადის, ნახშირბადის, აზოტის და რიგი ელმენტების ატომური მასები.

მან პირველმა ზუსტად დაადგინა მრვალი ელემენტის ზუსტი შედგენილობა. (წყალი, ამიაკი, აზოტის ოქსიდები).

ავოგადროს ჰიპოთეზა არ იყო მიღებული XIX საუკუნის უმეტესი ფიზიკოსების და ქიმიკოსების მიერ!!!

კუთრი სითბოტევადობის კანონი 1819 წ,

პიერ ლუი დიულონგი— (1785–1838 წწ.).

ალექსის ტერეზ პტი— (1791–1820 წწ.)

მათ დაამტკიცეს კავშირი მყარ მდგომარეობაში მყოფი ელემენტების კუთრ სითბოტევადობასა და მათ ატომურ წონებს შორის.

დიულონგის და პტის წესი:

მარტივი მყარი ნივთიერებების კუთრი სითბოტევადობის წარმოებული მიღებული ელემენტების ატომურ მასაზე, არის მიახლოებითი მუდმივი სიდიდე.

თანამდროვე ერთეულებში გაზომილი—25 კგ/(გ.)

ეს შეიძლება შემდეგნაირად ჩამოვაყალიბოთ: ელემენტის ატომებს აქვთ ერთი და იგივე სითბოტევადობა ან ელემენტების ატომურ სითბოტევადობებს აქვთ ერთი და იგივე სიდიდე.

ატომური მასა				
ელემენტი	დალტონი (1810)	ავოგადრო (1821)	ბერცელიუსი (1826)	თანამედროვე

O	7	16.1	16.03	16.00
Cl	-	33.74	35.47	35.45
I	-	-	123.21	126.91
F	-	16.3	18.73	19.00
N	5	13.97	14.19	14.01
S	13	32.6	32.24	32.06
P	9	32	31.44	30.97
B	-	14.7	21.79	10.81
C	5.4	12.08	12.25	12.01
H	1	-	1	1.01
Se	-	-	79.26	78.96
As	42	75	75.33	74.92
Mo	-	-	95.92	95.94
Te	-	-	129.24	127.60
Pt	100	389	194.75	195.09
Cr	-	-	56.38	52.00
W	56	-	189.62	183.85
Sb	40	129	129.24	121.75
Si	-	31.6	44.47	28.09
Au	140	398	199.21	196.97
Pd	-	-	114.53	106.4
Hg	167	405	202.86	200.59
Cu	56	127	63.42	63.55
Ni	-	-	59.24	58.71
Sn	50	235	117.84	118.69
Pb	95	414	207.46	207.19
Fe	50	108.5	54.36	55.85
Zn	56	129	64.62	65.37
Mn	40	114	57.02	54.94
Al	-	36	27.43	26.98
Mg	-	94	25.38	24.31
Ca	-	82	41.03	40.08
Na	-	90	46.62	22.99
Ag	100	216	216.61	107.87
Bi	68	-	213.21	208.98
K	-	78	79	39.10
Ba	-	274	137	137.34
Sr	-	175	88	87.62

XIX საუკუნის პირველ ნახევარში არეული იყო ცნებები ატომი, მოლეკულა და ექივალენტი.

თეორია ექივალენტებზე:

უილიამ გაიდ ვოლასტონი-(1766- 1828 წწ.)

“ქიმიური ექვივალენტების სინოპტიკური სკალა” (1814 წ.)

ლეოპოლდ გმელინი - (1788-1853 წ.)

“თეორიული ქიმიის სახელმძღვანელო” (1817-1819 წ.).

ბევრ ქიმიკოსს ექვივლენტური მასები უფრო მოსწონდა ვიდრე ატომური, რადგან მის გათვლას არ ჭირდებოდა დალტონის დაშვებები.

1820-1850 წლებში ერთდროულად გამოიყენებოდა ატომური წონების რამდენიმე სისტემა. ეს იწვევდა არეულობას ნაერთების ბრუტო ფორმულებში, განსაკუთრებით ორგანულ ნაერთებში. მაგ. ძმარმჟავასთვის XIX საუკუნის 30-40-იან წლებში შემოთავაზებული იყო 19 სხვადასხვა ბრუტო ფორმულა!!!!!!

ელემენტი	O	N	C	S
ბერცელიუსი	16	14	12	32
გმელინი	8	14	6	16

ატომურ-მოლეკულურ თეორიაში საბოლოო გარკვეულობა შემოიტანა ქიმიკოსთა საერთაშორისო კონგრესმა.

კარლსრუე, 1860, 3 სექტემბერი.

სტანისლაო კანიცარო- (1826-1910 წწ.);

“ქიმიური ფილოსოფიის კურსის კონსპექტი”

შემოგვთავაზა ახალი ქიმიური ცნებების სისტემა, რომლის საფუძველზეც განხორცილებულ იქნა ატომურ-მოლეკულური თეორიის რეფორმა.

საბოლოოდ გადაწყდა საკითხი ატომური, მოლეკულურუი და ექვივალენტური წონების თანაფარდობის შესახებ.

ქიმიკოსების საერთაშორისო კონგრესმა კარლსრუეში დაასრულა ქიმიის განვითარების პერიოდი, რომლის მთავარი არსიც იყო რაოდენობრივი კანონების ჩამოყალიბება.

ჟან სერვე სტასი- (1813-1891 წწ.)

60-იან წლებში მოახდინა ქიმიური ელემენტების ატომური მასების ზუსტი განსაზღვრა. შემოიტანა ატომური მასების განსაზღვრის ჟანგბადური ერთეული. (ოფიციალურად გამოიყენებოდა 1960-61 წლებში).

ატომური მასების პრობლემის გადაწყვეტამ შესაძლებელი გახადა ქიმიური ელემენტების სისტემატიზაცია და საფუძველი ჩაუყარა პერიოდულობის კანონის ჩამოყალიბებას.

დალტონის მიერ ატომური თეორიის შექმნამ მეცნიერების წინაშე დააყენა საკითხი ატომთა შეერთების საშუალების შესახებ.

ალექსანდრე ვოლტა (1745-1827 წწ.)

ქიმიურ რეაქციებსა და ელექტრობას შორის უდაო კავშირი პირველი ელექტრული ელემეტების სახით.

ვოლტას მწკრივი 1800 წ.

ქიმიაში ელექტრობის გამოყენების ბრწყინვალე შედეგები (წყლის დაშლა, მეტალების და ტუტემიწა მეტალების გამოყოფა) ამტკიცებს იმას, რომ ატომთა შემაერთებელი ძალები ელექტრული ბუნებისაა.

გემფრი დევი-(1778-1829 წწ.)

ელექტომიური სწრაფვის თეორია;

თეორიის ძირითადი დებულებები:

ატომები, რომლებსა შეუძლიათ შეერთდნენ ქიმიურად, კონტაქტისას იძენენ საწინააღმდეგო მუხტს.

ქიმიური რეაქციის დროს ატომთა შორის ურთიერთქმედება ხდება ელექტროსტატიკური მიზიდულობის ძალთა ხარჯზე. მუხტები ამ დროს კომპენსირდება.

ატომთა ქიმიური სწრაფვა პროპორტიციულია მათი პოლარობისა. (წარმოქმნილი მუხტის სიდიდისა).

ელექტრობის ზემოქმედებით ატომები აღიდგენენ პოლარობას მოძრაობენ ელექტროდებისკენ.

ბერცელიუსის ელექტროქიმიური თეორია (1811-1818 წწ.) ;

იენს იაკობ ბერცელიუსი (1779-1848 წწ.)

-)] ყველა ატომი მარტივი და რთული ელექტრულად დამუხტულია და ბიპოლარულია., ამასთან ერთად ერთ-ერთი მუხტი ჭარბობს.
-)] ატომთა შეერთებას მოყვება მათი მუხტების ნაწილობრივ განეიტრალება;
-)] ელექტრული დენის გატარებისას ატომები იღდგნენ საწყის პოლარობას.
-)] ქიმიური სწრაფვა პორპორციულია ნივთიერების პოლარობის (ელექტროულურყოფითობა) და ტემპერატურის.

ბერცელიუსმა ყველა ელემენტი განალაგა ატომური მუხტის მინიჭების მიხედვით:

-)] აბსოლუტურად ელექტროულურყოფითი ჟანგბადი;
-)] გარდამავალი ელემენტი წყალბადი;
-)] ცვალებადი (ერთნი, რომელთა ოქსიდები მჟავებია, მეორენი- ფუძეები);
-)] ელექტროდადებითი-(ტუტე და ტუტემიწა ლითონები)
-)] გარდა ამისა არსებობდა კიდევ ოქსიდების ელექტროქიმიური მწკრივი.
-)] მჟავები- (მჯავური ოქსიდები)- ელექტროულურყოფითები;
-)] ფუძეები-ელექტროდადებითები.
-)] ბერცელიუსის დუალისტური სისტემა უშვებს, რომ ყოველი ნაერთი შედგება ორი ნაწილისგან, რომელსაც აქვს სხვადასხვა ელექტროპოლარობა.



წყალი შეიძლება იყოს ნაერთის ან ელექტრო დადებითი ან ელექტროულურყოფითი ნაწილი.



ბერცელიუსის თეორიაში ყველა ქიმიური რეაქცია მიდის მუხტების ურთიერთქმედებისკენ.

თეორია დიდი წარმატებით ხსნიდა არაორგანულ ნაერთთა შორის ქიმიურ რეაქციებს.

ვარაუდი იმაზე, რომ ქიმიური ნაერთის მოლეკულა აგებულია რადიკალებისგან, რომლებსაც აქვთ დამოუკიდებლად არსებობის უნარი, მნიშვნელოვანი გავლენა მოხდინა სტრუქტურული ქიმიის განვითარების თეორიაზე.

ბერცელიუსის ელექტროქიმიური წარმოდგენები ძნელი არაა ვიპოვოთ თანამედროვე არაორგანული ქიმიის წიგნში(ელექტროუარყოფითობა, პოლარიზება, იონთა პოლარიზებადობა და ა.შ.).

ძირითადი შედეგები:

ქიმიური ატომისტიკის ფორმირება (ატომურ-მოლეკულური თეორია);

ქიმიის მთავარი რაოდენობრივი კანონზომიერების აღმოჩენა- სტექიომეტრული კანონები;

ქიმიის გადაქცევა ზუსტ მეცნიერებად, რომელიც დაფუძნებულია არა მარტო დაკვირვებაზე, არამედ გაზომვებზეც.

ლექცია 6

პერიოდულობის კანონის შექმნის ისტორიული ასპექტები. პერიოდულობის კანონი-კლასიკური და თანამედროვე ქიმიის საფუძველი. პერიოდულობის კანონის თანამედროვე მდგომარეობა.

XIX საუკუნის თეორიული ქიმიის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ამოცანაა ატომური მასების პრობლემების გადაჭრის შემდეგ, ქიმიური ელემენტების სისტემატიზაცია, რომელთა რაოდენობაც ძალიან გაიზარდა.

ქიმიური ელემენტების ბუნებრივი კლასიფიკირების საფუძვლების ძებნა დაიწყო დიდი ხნით ადრე დ. მენდელეევის მიერ პერიოდულობის კანონის აღმოჩენამდე.

სირთულეები, რომელსაც აწყდებოდნენ ამ სფეროში მომუშავე ბუნებისმეტყველები საწყის ეტაპზე, გამოწვეულ იყო ექსპერიმენტული მონაცემების არასაკმარისობით: XIX საუკუნეში ცნობილი ქიმიური ელემენტების რიცხვი არც თუ ისე ბევრი იყო, ხოლო ბევრი ელემენტის ატომური მასა არ იყო სწორად განსაზღვრული.

ანტიკური და შუა საუკუნეების პერიოდიდან მოყოლებული, ცნობილი იყო 14 ელემენტი (თუმცა ისინი ელემენტები გახდნენ XVIII საუკუნეში). XVIII საუკუნეში მათ დაემატა 20 ახალი ელემენტი; 1860 წლისათვის ცნობილი ელემენტების რიცხვი 60-მდე გაიზარდა. სულ უფრო და უფრო აქტუალური ხდებოდა მათი სისტემატიზაცია და თვისებების ცვლილების კანონზომიერების დადგენა. ქიმიური ელემენტების პერიოდულობის სისტემის შექმნა იყო ქიმიკოსების მრავალწლიანი მუშაობის შედეგი.

Cl	-	35.5P	-	31S	-	32Ca	-	4Li	-	7
Br	-	80As	-	75Se	-	79Sr	-	88Na	-	23
I - 125		Sb - 122		Te - 129		Ba - 137		K - 39		

ელემენტების სისტემატიზაციის პირველი ცდა 1829 წელს გააკეთა გერმანელმა ქიმიკოსმა იოჰან ვოლფგანგ დებერეინერმა. ეს იყო ტრიადების კანონი.

დებერეინერმა ყურადღება მიაქცია იმას, რომ მწვრივებში მსგავსი თვისებების მქონე ელემენტების ატომური მასები იცვლებოდა კანონზომიერად. დებერეინერის ტრიადებში შუა ელემენტის ატომური მასა ტოლი იყო ორი კიდურა ელემენტის ატომთა მასების ჯამის საშუალო არითმეტიკულისა.

თუმცა ყველა ცნობილი ელემენტის ტრიადებად დაყოფა დებერეინერმა ვერ შეძლო. ამის მიუხედავად ტრიადების კანონი თვალნათლივ მიუთითებდა ატომურ მასასა და ელემენტის და მისი ნაერთების თვისებებს შორის ურთიერთკავშირზე.

დებერეინერის შემდეგ იგივე მიმართულებით ბევრი მეცნიერი მუშაობდა, მაგრამ შემდგომი ოცდაათი წლის მანძილზე მნიშვნელოვანი წინსვლა არ ყოფილა.

ელემენტების სისტემატიზაციის აუცილებელი ეტაპი გახდა მათი ქიმიური კლასიფიკაცია. ამ პროცესში მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანა გერმანელმა ქიმიკოსმა ლეოპოლდ გმელინმა

1843 წელს **ლეოპოლდ გმელინმა** გამოაქვეყნა ქიმიურად მსგავსი ელემენტების ცხრილი, განლაგებული ჯგუფებად, რომელიც დალაგებული იყო „ექვივალენტური მასების“ ზრდის მიხედვით. ელემენტების ჯგუფის გარეშე, ცხრილის ზევით, გმელინმა მოათავსა სამი „ბაზისური“ ელემენტი-ჟანგბადი, აზოტი და წყალბადი. მათ ქვევით განთავსებული იყო ტრიადები, ასევე ტეტრადები და პენტადები (ჯგუფები ოთხი და ხუთი ელემენტიდან). ამასთანავე ჟანგბადის დაბლა მოთავსებულია მეტალოიდების ჯგუფი (ბერცელიუსის ტერმინოლოგიით) ანუ ელექტროუარყოფითი ელემენტები, ჯგუფის ელემენტების ელექტროდადებითობა და ელექტროუარყოფითობა კანონზომიერად იცვლებოდა ზევიდან ქვევით.

O	N	H
F Cl Br J		L Na K
S Se Te		Mg Ca Sr Ba
P As Sb		G Y Ce La
C B Si		Zr Th Al
Ti Ta W		Sn Cd Zn
Mo V Cr	U Mn Co Ni Fe	
Bi Pb Ag Hg Cu		
Os Ir R Pt Pd Au		

შემდეგი ნაბიჯი პერიოდულობის კანონის აღმოჩენისაკენ გახდა ე.წ. დიფერენციალური სისტემები, რომლებიც მიმართული იყო ელემენტების ატომური მასების ცვლილების ზოგადი კანონზომიერების გამოვლენისაკენ. 1850 წელს გერმანელი ექიმი მაქს ფონ პეტენკოფერი შეეცადა მოემებნა ელემენტებისათვის თანაფარდობა, იმის მსგავსი, რომელიც ვლინდებოდა ჰომოლოგიურ რიგში. ანუ ნაერთთა მწკრივში, რომელიც განსხვავდებოდა ერთმანეთისგან CH_2 ჯგუფით.

მან მიუთითა რომ ზოგიერთი ელემენტის ატომური მასები განსხვავდება ერთმანეთისგან რვის ჯერადი სიდიდით. ამის საფუძველზე პეტენკოფერმა გამოთქვა მოსაზრება, რომ შესაძლებელია ელემენტები არის რაღაც სუბელემენტური ნაწილაკების რთული ნაერთი.

შემდეგ წელს მსგავსი აზრი გამოთქვაფრანგმა ქიმიკოს-ორგანიკოსმა ჟან ბატისტ ანდრე დიუმამ.

დიფერენციალური სისტემების სხვადასხვა ვარიანტები შემოთავაზებულ იქნა გერმანელი ქიმიკოსის- ერნსტ ლენსენის მიერ (1857), ამერიკელი- ჯოსაია პარსონს კუკი (1857), ინგლისელი ქიმიკოსები უილიამ ოდლინგი (1858) და ჯონ ჰოლ გლედსტონი (1859). ეს იდეა დეტალურად დაამუშავა გერმანელმა მეცნიერმა ადოლფ შტრეკერმა.

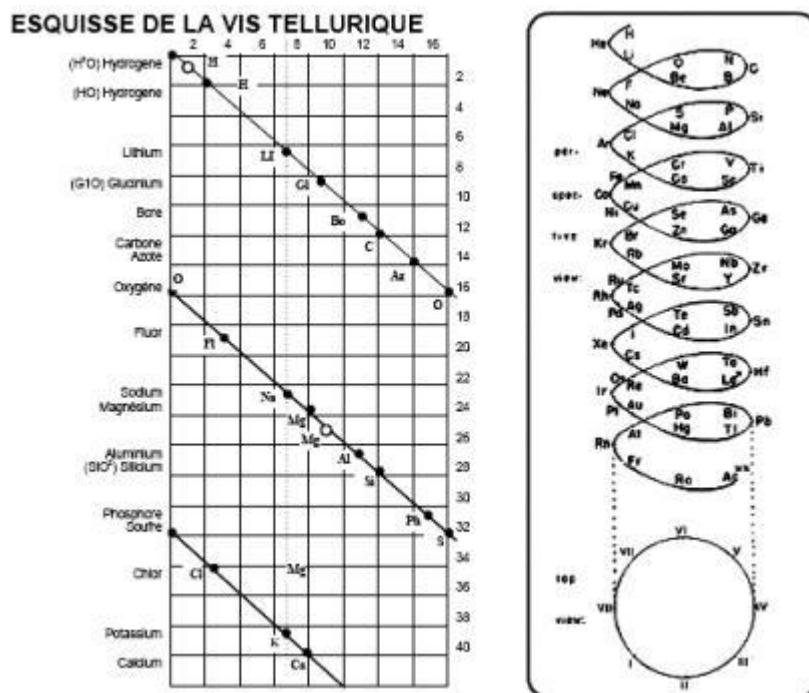
Diff.	Diff.	Diff.	Diff.	Diff.
$O = 8$	$Mg = 12$	$N = 14$	$F = 19$	$Cr = 26$
8	8	17	16,5	22
$S = 16$	$Ca = 20$	$P = 31$	$Cl = 35,5$	$Mo = 48$
23,5	23,8	2x22	2x22	22
$Se = 39,5$	$Sr = 43,8$	$As = 76$	$Br = 80$	$V = 70$
24,5	24,8	2x22,5	2x23,5	22
$Te = 64$	$Ba = 68,6$	$Sb = 120$	$I = 127$	$W = 92$

შემდეგი ეტაპი იყო კლასიფიკაციები, რომელშიც გამოსახული იყო ელემენტების თვისებების განმეორების პერიოდულობა.

1858 წელს კანიცარომ გამოაქვეყნა ნაშრომი- „თეორიული ქიმიის სწავლების მოკლე კურსი“, რომლშიც განხილულია ავოგადროს ჰიბოთეზა, რომელიც მკვეთრად გამიჯნავდა

ცნებას ატომსა და მოლეკულას შორის და რომელიც გახდა ძირითადი ბიძგი ერთიანი შეხედულების ჩამოყალიბებისა ატომური მასებისა და ნაერთთა ფორმულების შესახებ.

დიფერენციალური სისტემების შემდგომი განვითარება იყო 1860 -იანი წლების პერიოდული კლასიფიკაციები. ალექსანდრ ემანუილ ბეგუი დე შანკურტუამ 1962 წელს შემოგვთავაზა ელემენტების სპირალისებური გრაფიკი, სადაც ელემენტები განლაგებული იყო ატომური მასების ზრდის მიხედვით- ე.წ. „მიწიერი სპირალი“(*vis tellurique*). შანკურტუამ ცილინდრის გვერდით ზედაპირზე დაიტანა ხაზი, რომელიც დახილი იყო 45 გრადუსით და რომელიც გაყოფილი იყო 16 ნაწილად და მასზე მოათავსა წერტილები, რომლებიც შეესაბამებოდა ელემენტებს. ამგვარად, ელემენტები, რომელთა ატომური მასები განსხვავდებოდნენ 16-ით, ანდა 16-ის ჯერადი სიდიდით, განლაგდნენ ვერტიკალურ ხაზზე. ამასთან ერთად წერტილები, რომლები შეესაბამებოდა მსგავსი თვისებების მქონე ელემენტებს, ხშირად თავსდებოდნენ ერთ წრფეზე. შანკურტუას სპირალისებური გრაფიკი აფიქსირებს კანონზომიერებას ელემენტების ატომურ მასებს შორის. თუმცა ეს სისტემა ვერ იქნა ცნობილი დამაკმაყოფილებლად.



ჯონ ალექსანდრ რეინა ნიულენდსმა 1964 წელს გამოაქვეყნა ელემენტების ცხრილი, რომელზეც გამოხატავდა მის მიერ შემოთავაზებულ ოქტავების კანონს. ნიულენდსმა აჩვენა,

რომ ელემენტთა მწკრივში, რომელიც განლაგებულია ატომური მასების ზრდის მიხედვით, მერვე ელემენტის თვისებები მსგავსი იყო პირველი ელემენტის თვისებებისა. ასეთი დამოკიდებულება ნამდვილად არსებობდა მსუბუქი ელემენტებისათვის, ამის მიუხედავად ნიულენდსი ცდილობდა რომ მიეცა ამისთვის ზოგადი ხასიათი.

ნიულენდსის ცხრილში მსგავსი თვისებების მქონე ელემენტები განლაგდნენ ჰორიზონტალურ მწკრივებში. თუმცა ერთი და იმავე რიგში ხვდებოდნენ ისეთი ელემენტებიც, რომლებიც სრულიად არ იყვნენ მსგავსნი. გარდა ამისა, ზოგიერთ შემთხვევაში ნიულენდსი იძულებული იყო განეთავსებინა ორი-ორი ელემენტი.

ბოლოს კი, ნიულენდსის ცხრილი არ შეიცავდა თავისუფალ ადგილებს. შესაბამისად ამ ნაკლოვანებების გამო, თანამედროვეები ნიულენდსის სისტემას უდგებოდნენ ძალიან სკეპტიკურად.

	№		№		№		№		№		№		№		№
H	1	F	8	Cl	15	Co Ni	22	Br	29	Pd	36	I	43	Pt Ir	50
Li	2	Na	9	K	16	Cu	23	Rb	30	Ag	37	Cs	44	Tl	51
Be	3	Mg	10	Ca	17	Zn	24	Sr	31	Cd	38	Ba V	45	Pb	52
B	4	Al	11	Cr	18	Y	25	Ce La	32	U	39	Ta	46	Tl	53
C	5	Si	12	Ti	19	In	26	Zr	33	Sn	40	W	47	Hg	54
N	6	P	13	Mn	20	As	27	Di Mo	34	Sb	41	Nb	48	Bi	55
O	7	S	14	Fe	21	Se	28	Rh Ru	35	Te	42	Au	49	Th	56

იმავე წელს უილიამ ოდლინგმა, გადახედა რა 1857 წელს შემოთავაზებული ელემენტების სისტემატიკას, რომელიც დამყარებული იყო ექვივალენტურ მასებზე, შემოგვთავაზა ცხრილი, რომელსაც არ ახდა არავითარი ახსნა-განმარტება.

Триплетные группы				
H 1			Mo 96	W 184
				Au 196.5
			Pd 106.5	Pt 197
Li 7	Na 23	-	Ag 108	
G 9	Mg 24	Zn 65	Cd 112	Hg 200
B 11	Al 27.5	-	-	Tl 203
C 12	Si 28	-	Sn 118	Pb 207
N 14	P 31	As 75	Sb 122	Bi 210
O 16	S 32	Se 79.5	Te 129	
F 19	Cl 35	Br 80	I 127	
	K 39	Rb 85	Cs 133	
	Ca 40	Sr 87.5	Ba 137	
	Ti 40	Zr 89.5	-	Th 231
	Cr 52.5		V 138	
	Mn 55 и др. (Fe,Ni,Co,Cu)			

XIX საუკუნის 60-იან წლებში ელემენტების სისტემატიზაციის რამდენიმე მცდელობა ჰქონდა გერმანელ ქიმიკოსს იულიუს ლოტარ მაიერს.

ორივე ავტორი ცდილობდა გარკვეული თანაფარდობის აღმოჩენას სხვადასხვა ელემენტების ატომურ წონებს შორის. არცერთს ეს არ გამოუვიდა. ისინი გრძნობდნენ მათ შორის გარკვეული კანონზომიერების არსებობას. ამის შესახებ მოწმობენ მათი გამოთქმები“ არ უნდა დავეჭვდეთ, არსებობს კანონზომიერება ატომური მასების რიცხობრივ სიდიდეებში—წერს მაიერი. უფრო ამომწურავად გამოთქვა აზრი ოდლინგმა“ უეჭველია, რომ ზოგიერთი არითმეტიკული თანაფარდობა, რომელიც წარმოდგენილია ცხრილში წარმოადგენს შემთხვევითობას. მთლიანობაში მარავალრიცხოვანია და მკვეთრად გამომოხატულია და არ არის დამოკიდებული აქამდე არარსებულ კანონებზე.

1864 წელს მაიერმა თავის ახალ წიგნში „უახლესი თეორიები ქიმიაში და მათი მნიშვნელობა ქიმიური სტატისტიკისთვის“ გამოაქვეყნა ცხრილი, რომელშიც იყო 28 ელემენტი, განლაგებული ექვს სვეტად მათი ვალენტობის შესაბამისად. მაიერმა მიზანმიმართულად შეზღუდა ელემენტთა რიცხვი, რათა ხაზი გაესვა მსგავსი ელემენტების ატომური მასის შემცირებისათვის რიგში (კიდევ 22 ელემენტის ვალენტობასა და ატომურ მასებს შორის დამოკიდებულება განიხილებოდა სხვა ცხრილში).

გაერთიანებული ცხრილი, რომელიც მომზადებული იყო 1868 წელს წიგნის მეორე გამოცემისათვის, გამოქვეყნებულ იქნა მხოლოდ 1895 წელს. მასში 52 ელემენტი განთავსებული იყო 15 სვეტად.

შემდეგი ცხრილი მაიერმა შემოგვთავაზა 1970 წელს სტატიაში, რომლიც ასევე შეიცავდა გრაფიკს ელემენტის ატომური მოცულობის დამოკიდებულებისა ატომურ მასასთან. გრაფიკს ჰქონდა ხერხისმაგვარი სახე. ცხრილი „ელემენტების ბუნება, როგორც მისი ატომური მასის ფუნქცია“, შედგებოდა 9 ვერტიკალური სვეტისაგან, მსგავსი ელემენტები განლაგდნენ ჰორიზონტალურ რიგებში, ზოგიერთი უჯრა მაიერმა დატოვა ცარიელი.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
B = 11.0 C = 11.97	Al = 27.3 Si = 28		–	–	–	$^{71}\text{In} = 113.4$ $\text{Sn} = 117.8$	–	$\text{Tl} = 202.7$ $\text{Pb} = 206.4$
N = 14.01	P = 30.9	Ti = 48		As = 74.9	Zr = 89.7	$\text{Sb} = 112.2$	Ta = 182.2	Bi = 207.5
O = 15.96	S = 31.98	V = 51.2		Se = 78	Nb = 93.7	$\text{Te} = 128^?$	W = 183.5	–
F = 19.1	Cl = 35.38	Cr = 52.4		Br = 79.75	Mo = 95.6	J = 126.5	Ru = 103.5 Rh = 104.1 Pd = 106.2	Os = 198.6? Ir = 196.7 Pt = 196.7
Li = 7.01	Na = 22.99	K = 39.04	Mn = 54.8 Fe = 55.9 Co = Ni = 58.6	Rb = 85.2	Cs = 132.7	Ag = 107.7	Au = 196.2	–
?Be = 9.3	Mg = 23.9	Ca = 39.9	Cu = 63.3	Sr = 87.0	Ba = 136.8	Cd = 111.6	Hg = 199.8	–
Differenz von I zu II und von II zu III ungefähr = 16								
Differenz von III zu V, IV zu VI, V zu VII schwankend um 46								
Differenz von VI zu VIII, von VII zu IX bis 92								

უმნიშვნელოვანესი წვლილი ელემენტების სისტემატიზაციაში შეიტანა რუსმა ქიმიკოსმა დიმიტრი მენდელეევმა, რომელმაც 1869 წლის მარტში რუსულ ქიმიურ საზოგადოებას წარმოუდგინა ქიმიური ელემენტების პერიოდულობის კანონი რამდენიმე ძირითადი პუნქტის მიხედვით:

1. ელემენტების თვიებები, რომლებიც განლაგებულები არიან მზარდი ატომური მასების მიხედვით არიან პერიოდულ დამოკიდებულებაში;
2. მსგავსი თვისებების მქონე ელემენტებს აქვთ ან მცირედ განსხვავებული ატომური მასები (Ir, Pt, Os), ან იზრდება ერთგვაროვნად (K, Rb, Cs);
3. ელემენტების ან მათი ჯგუფების შედარება ატომური მასების მიხედვით, პასუხობს ე.წ. ატომურობას.
4. პატარა ატომური მასის მქონე ელემენტებს აქვთ მეტად მკვეთრად გამოხატული თვისებები, ამიტომ ისინი არიან ტიპიური ელემენტები;
5. ატომური მასის სიდიდე განსაზღვრავს ელემენტის ხასიათს;

6. მოსალოდნელია ასევე კიდევ სხვა ბევრი ელემენტის აღმოჩენა, მაგალითად Al ან Si-ს მსგავსი, ატომური მასით 65-75.
 7. ელემენტის ატომური მასის სიდიდე ზოგჯერ შეიძლება იყოს შესწორებული, თუ ცნობილია მოცემული ელემენტის ანალოგები. მაგალითად Te-ის ატომური მასა უნდა იყოს არა 128, არამედ 123-126.

იმავე 1869 წელს გამოქვეყნდა პირველი გამოცემა სახელმძღვანელოსი „ქიმიის საფუძვლები“, რომელშიც მოცემული იყო მენდელეევის პერიოდული სისტემა.

	Ti = 50	Zr = 90	? = 180
	V = 51	Nb = 94	Ta = 182
	Cr = 52	Mo = 96	W = 186
	Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,4
	Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198
H = 1	Ni = Co = 59	Pd = 106,6	Os = 199
	Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200
	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2
	B = 11	Al = 27,4	? = 68
	C = 12	Si = 28	? = 70
	N = 14	P = 31	As = 75
	O = 16	S = 32	Se = 79,4
	F = 19	Cl = 35,5	Br = 80
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4
		Ca = 40	Sr = 87,6
		? = 45	Ce = 92
		?Er = 56	La = 94
		?Yt = 60	Di = 95
		?In = 75,6	Th = 118?

1870 წლის ბოლოს, მენდელეევმა რუსულ ქიმიურ საზოგადოებას წარუდგინა სტატია „ელემენტების ბუნებრივი სისტემა და მისი გამოყენება ზოგიერთი ელემენტის თვისებების მითითებისათვის“, რომელშიც მან იწინასწარმეტყველა კიდევ რამდენიმე ელემენტის თვისებები- ბორის, ალუმინის და სილიციუმის ანალოგები (ეკაბორი, ეკაალუმინი, ელასილიციუმი).

1871 წელს მენდელეევმა შემაჯამებელ სტატიაში „ქიმიური ელემენტების პერიოდულობის კანონი“, მოგვაწოდა პერიოდულობის კანონის ფორმულირება, „ელემენტების თვისებები, ასევე მათგან წარმოქმნილი მარტივი და რთული „სხეულები“

(ნაერთები), პერიოდულ დამოკიდებულებაშია ატომურ მასასთან. მაშინ დ. მენდელეევმა თავის ცხრილს მისცა კლასიკური სახე (ანუ მოკლე ცხრილი);

Tabelle II.

Reihen	Gruppe I. R ⁰	Gruppe II. R ⁰	Gruppe III. R ⁰ ³	Gruppe IV. R ⁰ ⁴ R ⁰ ⁴	Gruppe V. R ⁰ ⁴ R ⁰ ³	Gruppe VI. R ⁰ ² R ⁰ ³	Gruppe VII. R ⁰ R ⁰ ²	Gruppe VIII. R ⁰ ⁴
1	H = 1							
2	Li = 7	Be = 9,4	B = 11	C = 12	N = 14	O = 16	F = 19	
3	Na = 23	Mg = 24	Al = 27,3	Si = 28	P = 31	S = 32	Cl = 35,5	
4	K = 39	Ca = 40	— = 44	Ti = 48	V = 51	Cr = 52	Mn = 55	Fe = 56, Co = 59, Ni = 59, Cu = 63.
5	(Cu = 63)	Zn = 65	— = 68	— = 72	As = 75	Se = 78	Br = 80	
6	Rb = 85	Sr = 87	?Yt = 88	Zr = 90	Nb = 94	Mo = 96	— = 100	Ru = 104, Rh = 104, Pd = 106, Ag = 108.
7	(Ag = 108)	Cd = 112	In = 113	Sn = 118	Sb = 122	Te = 125	J = 127	
8	Cs = 133	Ba = 137	?Di = 138	?Ce = 140	—	—	—	—
9	(—)	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	?Et = 178	?La = 180	Ta = 182	W = 184	—	Os = 185, Ir = 197, Pt = 198, Au = 199.
11	(Au = 199)	Hg = 200	Tl = 204	Pb = 207	Bi = 208	—	—	
12	—	—	—	Th = 231	—	U = 240	—	—

ქიმიური ელემენტების პერიოდული სისტემასთან დაკავშირებით ხშირად ისმებოდა პრიორიტეტების საკითხი, რომელიც განსხვავებულად განიხილებოდა სამამულო და უცხოურ ლიტერატურაში. რუსულ წყაროებში ხაზგასმულია დ. მენდელეევის გამსაზღვრელი როლი და ჩვეულყლებრივ უარყოფილია მაიერის არსებითი წვლილი ელემენტების პერიოდულობის სისტემის შექმნაში.

დ. მენდელეევ-ლ. მაიერი:

უმეტესი ნაწილი უცხოელი ქიმიის ისტორიკოსები თვლიან, რომ 1860-იანი წლების ზემოთგანხილული ცხრილები შეიძლება ჩავთვალოთ პერიოდულად. ჩვეულებრივ, (და სრულიად საფუძვლიანად), რომ შანკურტუა, ნიულენდსი, ოდლინგი, მაიერი, და მენდელეევი, ერთმანეთისგან დამოუკიდებლად მივიდნენ პერიოდულობის იდეამდე. თუმცა ყველზე დიდი წვლილი იდეის განვითარებაში შეიტანეს მაიერმა და მენდელეევმა.

აუცილებელია მოვიხსენიოთ, რომ ლონდონის სამეფო საზოგადოებამ 1882 წელს დ. მენდელეევს და ლ. მაიერს მიანიჭა დევის ოქროს მედალი „ატომური მასების პერიოდული დამოკიდებულების აღმოჩენისათვის“, 1887 წელს ეს ჯილდო ასევე მიიღო ჯ. ნიულენდსმა.



ამასთან ერთად მენდელევის როლი უცხოურ ქიმიის ისტორიოგრაფიაში არავითარ შემთხვევაში არ მცირდება, პირიქით, ხაზი ესმება იმ ფაქტს, რომ ტერმინი „პერიოდულობა“, პერიოდულობის კანონის ფორმულირება და ზოგიერთი ელემენტის თვისებების წინასწარმეტყველება არის მხოლოდ მისი უდაო დამსახურება. თვითონ მაიერიც პატიოსნად იხსენიებდა მენდელევის შრომებს და აღიარებდა მის უმნიშვნელოვანეს დამსახურებას პერიოდულობის სიტემის ჩამოყალიბებაში.

ამის მიუხედავად, ლ. მაიერის შრომები, რომლებიც ეძღვნებოდა ელემენტების პერიოდულობას, არანაირად არ არის ურთიერთ საზიარო და მისი წვლილი ელემენტების პერიოდულ სისტემაში მნიშვნელოვანია.

დ. მენდელევის განსაკუთრებული დამსახურება მდგომარეობს იმაში, რომ, მან არა მხოლოდ განალაგა ელემენტები განსაზღვრული წესის მიხედვით, მან წარმოადგინა ეს კანონზომიერება როგორც ბუნების ერთიანი კანონი.

იმ ვარაუდზე დაყრდნობით, რომ ატომური მასა განსაზღვრავს ელემენტის ვისებებს, მენდელეევმა აიღო თავის თავზე პასუხისმგებლობა და რათა შეეცვალა ზოგიერთი ელემენტის ატომური მასა და ასევე წინასწარ დეტალურად აღეწერა ზოგიერთი ელემენტების თვისებები-უპირველეს ყოვლისა ეკაბორი, ეკაალუმინი და ეკასილიციუმი.

სკანდიუმის აღმოჩენა (ეკაბორი-დ. მენდელეევის მიხედვით) გახდა მიზეზი, რომელმაც აღმრა საკითხი ლ. მაიერის მხრიდან პრიოდულობის კანონის აღმოჩენის პრიორიტეტულობაზე. მის მიერ იქნა გამოქვეყნებული ნაშრომი „პერიოდულობის ატომისტიკის ისტორია“, რომლის ამონარიდიც მან გაუგზავნა დ. მენდელეევს, რომელმაც

გამოქვეყნა საპასუხო ნაშრომი „პერიოდულობის კანონის ისტორია“, სადაც იგი ამტკიცებდა, რომ ლ. მაიერის ცხრილი არის ელემენტების უბრალო განლაგება ვალენტობების მიხედვით, რომელსაც ის თვლიდა ძირითადად- გერმანელი მეცნიერი არ აღიარებდა ატომურ მასას პერიოდულობის განმსაზღვრელად. ამიტომ, მის ცხრილში არ იყო ზოგიერთი მნიშვნელოვანი ანალოგები (მაგ. B—Al). ხოლო ლ. მაიერის შემდეგი ნაშრომი „ელემენტების თვისებები როგორც ატომური მასის ფუნქცია“, გამოქვეყნდა 1869 წლის დეკემბერში (თითქმის ნახევარი წლით გვიან, ვიდრე დ. მენდელეევის პერიოდულობის კანონი), სადაც შემოთავაზებული იყო ქიმიური ელემენტების საერთო სისტემა, რომლებიც განლაგებულნი იყვნენ ატომური მასის ზრდის მიხედვით, რომელიც ლ. მაიერის სიტყვებით „არსებითად იდენტური იყო მენდელეევის მონაცემებისა“.

თუმცა ჯერ კიდევ 1866 წელს ინგლისელმა ქიმიკოსმა ჯ. ნიულენდსმა შემოგვთავაზა თავისი „ოქტავების კანონი“, ხოლო ლ. მაიერმა ააგო მრუდები ქიმიური ელემენტების ატომური მოცულობის დამოკიდებულებისა ატომურ მასებთან.

თავის სტატიაში დ. მენდელეევი წერს, „ ბატონ მაიერს ჩემამდე არ ჰქონდა მხედველობაში პერიოდულობის კანონი, ხოლო ჩემს შემდეგ არაფერი ახალი არ მიუმატებია მისთვის“, შემდგომ რუსი მეცნიერი ამატებს რომ, ლ. მაიერმა არ განავითარა აღმოჩენები, ნაწილობრივ ქიმიური ნაერთების სისტემატიზაციის მიმართულებით (მინისწარმომქმნელი ჟანგეულების ცვლილებების თანმიმდევრობა) არ ჰქონდა მცდელობები მის საფუძველზე ეწინასწარმეტყველა აღმოუჩენელი ელემენტების არსებობა ან შეესწორებინა უკვე აღმოჩენილი ელემენტების ატომური მასები. „მეცნიერული იდეის შემქმნელად, წესით უნდა ითვლებოდეს ის- წერს დ. მენდელეევი- ვინც მიხვდა იდეის არა მხოლოდ ფილოსოფიურ, არამედ საქმის პრაქტიკულ მხარესაც, შეძლო ისე დაეყენებინა ისე, რომ მის ახალ ჭეშმარიტებაში დარწმუნებულიყო ყველა და ის გახდა საყოველთაო მონაპოვარი. ამის შემდეგ იდეა, როგორც მატერია არ დაიკარგება!“ თავის სტატიაში მენდელეევი ასევე ასახელებს იმათ, ვისაც „განსაკუთრებით ემადლიერება“ თავისი კანონის აღმოჩენისათვის- ე. ლენსენი, ჟ.ბ. დიუმა.

პერიოდულობის კანონის განვითარება

მენდელეევის მიერ პერიოდულობის კანონის ფორმულირება და პერიოდულობის სისტემის აგება ნიშნავდა ელემენტების პერიოდულობის თვისებების შესწავლის და განვითარების მხოლოდ საწყისს. მენდელეევის წინასწარმეტყველებას შეხვდნენ ცნობილი სკეპტიკურობით. მხოლოდ მას შემდეგ, რაც აღმოჩენილ იქნა ნაწინასწარმეტყველები ელემენტები, და აღმოჩენილ იქნა რეალური თვისებების დამთხვევა ნაწინასწარმეტყველებთან, პერიოდულობის კანონი აღიარებული იქნა როგორც ერთი ფუნდამენტური კანონი ქიმიაში.

პერიოდულობის კანონის განვითარებაში გამოყოფილია ორი ეტაპი- ქიმიური და ფიზიკური.

პერიოდულობის კანონის განვითარების ქიმიური ეტაპი დაიწყო ნაწინასწარმეტყველები ელემენტების აღმოჩენით.

1875 წელს ფრანგმა ქიმიკოსმა პოლ ემილ ლეკოკ დე ბუაბოდრანმა აღმოაჩინა ახალი ელემენტი მასით 69,7. რომელსაც ეწოდა გალიუმი. მენდელეევმა უმაღვე თქვა, რომ ეს არის ეპალუმინი. შემდგომმა გამოკვლევებმა სრულიად დაადასტურა ეს, თანაც აღმოჩნდა, რომ მენდელეევმა სიმკვრივე იწინასწარმეტყველა უფრო ზუსტად, ვიდრე ეს ექსპერიმენტულად განსაზღვრა ლეკოკ დე ბუაბოდრანმა.

ოთხი წლის შემდეგ 1879 წელს შვედმა ქიმიკოსმა ლარს ფრედერიკ ნილსონმა და კლევმა გამოყვეს ელემენტი ატომური მასით 45,1 და უწოდეს მას სკანდიუმი. ბოლოს 1885 წელს ვინკლერმა აღმოაჩინა გერმანიუმი და აჩვენა, მისი ატომური მასა 72,6. ამ სამი ელემენტის და მათი შენაერთების შესწავლამ გვიჩვენა მენდელეევის წინასწარმეტყველებასთან დამთხვევა.

1886 წელს გერმანელმა ქიმიკოსმა კლემენს ალექსანდრ ვინკლერმა აღმოაჩინა გერმანიუმი. ახალი ელემენტის თვისებების კვლევამ დაადგინა, რომ ის მთლიანად იდენტურია ეკასილიციუმისა (თვითონ მენდელეევმა თავიდან ჩათვალა ახალი ელემენტი „ეკაკადმიუმად“; ეკასილიციუმის და გერმანიუმის მსგავსებაზე პირველად მიუთითა ლ. მაიერმა)

მენდელეევის წინასწარმეტყველების სრული დადასტურება აღნიშნავდა პერიოდულობის კანონის გამარჯვებას. 1880-იანი წლების შუა პერიოდიდან ცნება პერიოდულობაზე საბოლოდ იყო მიღებული როგორც თეორიული ქიმიის ერთი საფუძველი.

მიუხედავად ყველაფრისა, პერიოდულობის კანონში რჩებოდა ზოგიერთი პრობლემები. პერიოდული სისტემაში მოსამებნი იყო ადგილი ელემენტების ორი ჯგუფისათვის-ინერტული აირები, რომლებსაც აქვთ ნულოვანი ვალენტობა, და ოცდაათი იშვიათი მიწიერი ელემენტისათვის.

არ შეიძლება არ გავიხსენოთ XIX საუკუნის მეორე ნახევარში დიდი რაოდენობით ელემენტების აღმოჩენა, რომელიც განპირობებული იყო სპექტრული ანალიზის არსებობით, რომლის მეთოდიც შემოთავაზებულ იქნა 1850-იანი წლების ბოლოს, გერმანელი მეცნიერების გუსტავ რობერტ კირხოფისა და რობერტ ვილჰელმ ბუნზენის მიერ.

1990-1992 წლებში, დ. მენდელეევმა, უილიამ რამზაიმ, რომელმაც პირველმა აღმოაჩინა ინერტული აირები, და ბოგუსლავ ბრაუნერმა, რომელიც ცნობილია თავისი შრომებით ელემენტების ატოური მასის განსაზღვრაში, მოახდინეს პერიოდულობის სისტემის მოდერნიზაცია. მენდელეევი და რამზაი მივიდნენ დასკვნამდე, რომ სისტემაში აუცილებელია არსებობდეს ელემენტების ნულოვანი ჯგუფი, რომელშიც შევიდნენ ინეტრული აირები.

ნულოვანი ჯგუფი შესანიშნავად ჩაეწერა პერიოდული სისტემაში; ინერტული აირები არიან გარდამავალი ელემენტები ტუტე მეტალებსა და ჰალოგენებს შორის. ბრაუნერის მიერ შემოთავაზებულ იქნა პრობლემის მოგვარება, რომელიც დაკავშირებული იყო იშვიათი ელემენტების განლაგებასთან. მისი აზრით ეს ელემენტები წარმოადგენენ პერიოდული სისტემის განსაკუთრებულ ჯგუფს.

იმის მსგავსად, როგორც მზის სიტემაში ასტეროიდების მთელ ჯგუფს უკავია ზოლი იმ გზაზე, სადაც უნდა იმოძრაოს ერთმა პლანეტამ, ისევე იშვიათი ელემენტების მთელმა ჯგუფმა შეიძლება დაიკავოს სისტემაში ერთი ადგილი, რომელზეც სხვა შემთხვევაში მოთავსებულია ერთი ელემენტი. ამგვარად, ყველა ეს ელემენტები, რომლებიც ძალიან

ჰგავს ერთმანეთს, განლაგდებოდნენ /V ჯგუფის მერვე რიგში სადაც აქამდე იყო ცერიუმი. იშვიათი ელემენტები შეადგენდნენ განსაკუთრებულ ინტერპერიოდულ ჯგუფს., რაგაც დონეზე მერვე ჯგუფის ანალოგიურს, რომელიც მოთავსებულია პერიოდული სისტემის შუაში.

სისტემის მეექვსე პერიოდი, ამგვარად უნდა იყოს უფრო გრძელი, ვიდრე მეოთხე და მეხუთე, რომელიც თავის მხრივ უფრო გრძელია ვიდრე მეორე და მესამე მერიოდები. ცხრილის მოკლე ვარიანტში ბრაუნერმა გააკეთა შემოთავაზება, რომ იშვიათი ელემენტები მოთავსებულიყო მეოთხე ჯგუფის ერთ უჯრაში.

პერიოდული სისტემის მოდერნიზაცია XX საუკუნის დასაწყისში დაასრულა მისი განვითარების ქიმიურმა ეტაპმა. ქიმიამ პრინციპში ვერ ახსნა ელემენტების და მათი ნაერთების პერიოდულობის თვისების მიზეზი. პერიოდულობის კანონის შემდგომი განვითარება, დაკავშირებულია ფიზიკის ბრწყინვალე მიღწევებთან, რომელმაც რევოლუციური გარდაქმენები მოახდინა ბუნებისმეტყველებაში.

პერიოდულობის კანონის განვითარების ფიზიკური ეტაპი შეიძლება თავის მხრივ დავყოთ რამდენიმე სტადიად:

1. ატომის გაყოფადობის დადგენა ელექტრონის და რადიაქიურობის აღმოჩენის საფუძველზე (1896 – 1897);
2. ატომის აღნაგობის მოდელის დამუშავება (1911 – 1913);
3. იზოტოპების სისტემის აღმოჩენა და განვითარება.
4. მოზღვის კანონის აღმოჩენა (1913), რომელიც საშუალებას იძლევა ექსპერიმენტულად განისაზღვროს ატომბირთვის მუხტი და ელემენტის ნომერი პერიოდულ სისტემაში.
5. პერიოდულობის სისტემის თეორიის განვითარება ატომების ელექტრონული გარსების აღნაგობის შესახებ წარმოდგენის საფუძველზე (1921 – 1925);
6. პერიოდული სისტემის ქვანტური თეორიის საფუძვლის შექმნა (1926 – 1932).

რამდენი ელემენტია ცნობილი დღეისათვის?

ყველაზე პოპულარული შეკითხვა ქიმიაში: “რამდენი ელემენტია ცნობილი დრეისათვის და ვინ აღმოჩინა ისინი?”

ამ შეკითხვას არ აქვს ცალსახა პასუხი.

რას ნიშნავს „ცნობილია“? გვხვდება ბუნებაში? დედამიწაზე, წყალში, კოსმოსში? შესწავლილია და გამოკვლეულია მათი თვისებები? რისი თვისებები? ნაერთები ფაზურ დონეზე თუ ატომურ-მოლეკულურ დონეზე? არსებული თანამედროვე ტექნოლოგიები საშუალებას იძლევა თუნდაც ერთი ატომის აღმოჩენისა, მაგრამ თითოეული ატომის მიხედვით ნივთიერების განსაზღვრა შეუძლებელია.

და რას ნიშნავს „არსებობენ“? პრაქტიკული თვალსაზრისით ეს გასაგებია: არსებობენ ბუნებაში გარკვეული რაოდენობით და გარკვეული დროის განმავლობაში, რომ მათ და მის ნაერთებს შეეძლოთ გარკვეული ზემოქმედების მოხდენა ბუნებრივ მოვლენებზე. თუნდაც საშუალება ყოფილიყო მათი ლაბორატორიაში შესწავლისა.

ასეთი ქიმიური ელემენტები აღმოცენილია 90-მდე. რატომ -მდე? იმიტომ რომ რიგობრივი ნომრით 92-მდე (ურანი), ბუნებაში არ არსებობს ტექნეციუმი (43) და ფრანციუმი (87), პრაქტიკულად არ არსებობს ასტატი (85). მეორე მხრივ ნეპტუნიუმი (93) და პლუტინიუმი (94) (არასტაბილური ტრანსურანული ელემენტები აღმოჩენილია იქ სადაც არის ურანული მადნები.

ყველა ელემენტები პლუტონიუმის შემდეგ Pu დ.ი. მენდელეევის პერიოდულობის სისტემიდან დედამიწის წიაღში არ არსებობენ, თუმცა ზოგიერთი მათგანი უდაოდ წარმოიქმნება კოსმოსში ვარსკვლავების აფეთქების გამო. მაგრამ დიდი ხანი ისინი ვერ არსებობენ.

ახლანდელი დროისათვის მეცნიერების მიერ სინთეზირებულია 26 ტრანსურანული ელემენტი (რადიაქტიური ქიმიური ელემენტები, რომლებიც პერიოდული სისტემაში განლაგებულია ურანის შემდეგ, ანუ ატომური ნომერი მეტია 92-ზე) დაწყებული ნეპტუნიუმიდან (N=93), დამთავრებული ელემენტით რომლის ატომური ნომერი N=118.

ტრანსურანული ქიმიური ელემენტები ადამიანის მიერ მიღებულია ხელოვნურად

ბირთვული რეაქციების შედეგად (სხვადასხვა ელემენტების ატომბირთვების შერწყმის და დაშლის პროცესები).

მათი მიღების ტექნოლოგია პრინციპში ცნობილია და გასაგებია: შესაფერისი ბირთვების აჩქარება საჭირო სიჩქარემდე სპეციალურ ამაჩქარებელში და მათი დაჯახება სხვა უფრო მძიმე ბირთვის მქონე სამიზნესთან.

გერმანელმა მეცნიერებმა ჰელმჰოლცის ცენტრიდან, სადაც ხდება მძიმე იონების შესწავლა, 2013-2014 წლებში დაგეგმეს 119-ე ელემენტის მიღება, მაგრამ განიცადეს მარცხი. მათ მოახდინეს ბერკლიუმის ($N=97$) ბირთვების ბომბარდირება ტიტანის ბირთვებით ($N=22$), თუმცა ექსპერიმენტის შედეგების ანალიზმა ვერ დაადასტურა ახალი ელემენტის არსებობა.

ახლანდელ დროში შეიძლება ჩავთვალოთ 118 ელემენტის არსებობა. 119-ე ელემენტის არსებობა (უნენიუმი), რომელიც იქნება 8-ე პერიოდის პირველი ელემენტი, შეიძლება ჩავთვალოთ ჰიპოთეტურად. იყო განცხადებები ელემენტის უნბიკვადიუმის (124) სინთეზის შესახებ და ირიბი მტკიცებულებები ელემენტზე უნბილინიუმი (120) და უნბიჰექსიუმი (126), მაგრამ ეს შედეგები იმყოფება დამტკიცების სტადიაში.

ყველა ელემენტს 118-დან არ აქვს დღესრეობით დამტკიცებული საყოველთაო სახელწოდება. ყველაზე მძიმე ელემენტი რომელსაც აქვს საყოველთაო სახელწოდება არის 116-ე ელემენტი, რომელმაც მიიღო სახელწოდება 2012 წელის მაისში-ლივერმონიუმი. მაშინვე იყო დამტკიცებული 114-ე ელემენტის დასახელება-ფლეროვიუმი.

რამდენი ქიმიური ელემენტის მიღება შეიძლება? თეორიულად ნაწინასწარმეტყველებია 121-126 ელემენტების მიღება. პერიოდულობის სისტემის ელემენტებიდან, რომლებიც გვხვდება დედამიწაზე, მხოლოდ 75 ყავს ზუსტი და საყოველთაოდ აღიარებული ავტორი.

ელემენტების აღმოჩენის ისტორია:

3 ჯგუფი:

ელემენტები, რომლებიც მიღებულია მეტალური წიაღისეულის გადამუშავების შედეგად XVII საუკუნის პირველ ნახევარში -Pt, Co, Ni.

1557 წ. – იტალიელი ექიმი სკალინგერი –მოახდინა პლატინის პირველადი აღწერა.

«platina» – «ვერცხლისფერი» («პლატა» – «ვერცხლი»)

XVII-Pt-ის მოპოვება მდინარე ტინტო-ში, სამხრ. ამერიკა.

1748 წ. – ესპანელი მათემატიკოსი, ზღვაოსანი და ვაჭარი დე უოლა- Pt- ის დეტალური აღწერა

კუპფერნიკელი (ნიკელის შემცველი მადანი) – “ეშმაკის მადანი”

1742-44 წ. – შვედი ქიმიკოსი გეორგ ბრანდტი (1694-1768 წწ.) გამოყო კობალტი მისივე მინერალიდან.

“კობოლდები” – მიწიერი სულები

კობოლდი –ჩრდილოეთ ევროპის მითოლოგიაში არის მაღაროს სული. მისი აღწერილობა ემთხვევა ქონდრის კაცის აღწერილობას, მაგრამ იმ განსხვავებით რომ კობოლდები მხოლოდ ცხოვრობდნენ მაღაროში. ზოგჯერ მათ “მოკაკუნებს” ეძახიან, იმიტომ რომ სწორედ ისინი აკაკუნებენ ფეხებით როცა დარბიან გვირაბში.

ჩვეულებრივ კობოლდები ჩაცმულები არიან მაღაროელებივით, აქვთ წითური წვერი (ხანდახან პირდაპირი მნიშვნელობით ბრწყინვი). ყოველთვის თან აქვთ ნათურა.

შეუძლიათ დაეხმარონ გზააბნეულ მაღაროელს გამოსვლაში ან პირიქით შეიყვანონ ყველაზე მიგდებულ გვირაბში. თვითონ არასოდეს ტოვებენ მაღაროს. შეუძლიათ ეკონტაქტონ ვირთხებს.

მალიან ეშინიათ მზის სხივის, რადგან უმეტესი მიწისქვეშა ბინადარნი მზის სხივის მოხვედრასთან ერთად გადაიქცევა ქვად.

1751 წ. – შვედი ქიმიკოსი აქსელ ფრედერიკ კრონშტედი (1722-1765) გამოყო ამ მადნიდან ნიკელი.

“ნიკელ” – სალანძღვი სიტყვა სამთო მომპოვებლების ენაზე.

4 ჯგუფი

ელემენტები, რომლებიც აღმოჩენილია მინერალების და მადნების თვისებითი და რაოდენობითი ანალიზის შედეგად 1760-1805 წწ. – Zr, Ce, It, Ba, Sr, Mg, Ca, Mn, W, Te, U, Ti, Cr, Ta, Pd, Os, Ir, Pt, F, Be, Rh, Zr, Ce, It, Ba, Sr, Mg, Ca შემთხვევაში, თვითონ ელემენტები არ იყო გამოყოფილი.

1774 წ. – შეელემ და განმა მინერალისგან-პიროლუზიტი გამოყვეს მანგანუმი (მანგანეს, მანგან).

1778 წ. – შეელემ მინერალისგან “მოლიბდენური ბრწყინვალება” აღადგინა მოლიბდენი.

1781 წ. – შეელემ მინერალისგან შეელიტი გამოყო ტუნგსტენი –(ვოლფრამი).

1783 წ. – ესპანელმა ქიმიკოსებმა ძმებმა ფოსტო და ხუან ხოსე დე ელუარებმა განმეორებით აღმოაჩინეს ვოლფრამი.

1782 წ. – სამთო ინსპექტორმა მიულერ რეიხენშტეინმა ახალი ოქროსშემცველი მადნიდან გამოყო ტელური.

1789 წ. – კლაპროტმა ურანის მინერალიდან (ნასტურანი) გამოყო ურანი. ხოლო ძვირფასი მინერალის გიაცინტი (ცირკონი-ოქროსფრად შეფერილი) ცეილონ-ოქსიდი ახალი ელემენტისა ცირკონიუმი.

1791 წ. – ერთდროულად ქიმიკოს-მოყვარულმა მღვდელმა გრეგორმა და კლაპროტმა (მინერალიდან რუტილი) გამოყვეს ოქსიდის სახით ტიტანიუმი. მეტალური ტიტანიუმი მიღებულ იქნა 1895 წ. ანრი მუასანის მიერ (1852-1907 წწ.).

1797 წ. – ვოკელენმა მიიღო მინერალიდან ქრომის კროკოიტი, ხოლო ბერილისგან (“კატის თვალი”) ბერილიუმი.

1802 წ. – ეკებერგმა ახალი მინერალიდან, რომელიც ჩამოტანილ იყო ფინეთიდან, გამოყო ტანტალი.

1803 წ. – ერთმანეთისგან დამოუკიდებლად კლაპროტმა, ბერცელიუსმა გიზინგერთან ერთად აღმოაჩინეს ცერიუმი ოქსიდის სახით. მეტალური ცერიუმი მიღებულ იქნა 74 წლის შემდეგ.

1803 წ. – ერთმანეთისგან დამოუკიდებლად კლაპროტმა, ბერცელიუსმა გიზინგერთან ერთად აღმოაჩინეს ცერიუმი ოქსიდის სახით. მეტალური ცერიუმი მიღებულ იქნა 74 წლის შემდეგ.

Pd, Rh, Os, Ir გამოყოფილ იქნა 1803-1804 წწ.-ში ნედლი (გაუსუფთავებუ. პლატინიდან. ვოლასტონი –აღმოაჩინა პალადიუმი და როდიუმი;

დესკოტილმა, ფურკრუმ და ვოკელენმა ვერ შეძლეს ახალი ელემენტის აღმოჩენა, ხოლო ტენატმა – ოსმიუმი და პრიდიუმი აღმოაჩინა.

ფლუორიტი – “დენადი” - ლლობადი შპატი.

შეელემ დაადგინა, რომ ფლუორიტი - უცნობი მჟავის ნაერთია.

1816 წ. – სახელწოდება “ფტორი” (ამპერი) – ბერძნულიდან “ფტოროს” – “დამანგრეველი”.

ფტორის გამოყოფისას დაზარალდნენ ძმები გეორგ და ტომას ნოვსები ირლანდიდან, პ. ლაიეტი ბრუსელიდან, ჯერომ ნიოკლესი ნანსიდან (საფრანგეთი). გეი-ლუსაკი, ლუი ტენარი, გ. დევი. 1886 წელს ფტორი გამოყო ანრი მუასანმა.

მე-4 ჯგუფის ელემენტების დასახელება:

ციური სხეულების სახელწოდების მიხედვით – დიდი და პატარა პლანეტების – ურანი, ცერიუმი (ცერერის ასტეროიდი - 1801 წ.) პალადიუმი (პალადის ასტეროიდი - 1802 წ.), ტელური (დედამიწა).

მითოლოგიური პერსონაჟების სახელების მიხედვით- ტიტანი (ტარტარის მკვიდრნი), ტანტალი- (გმირი-ტანტალი), შესაბამისი მინერალების სახელწოდების მიხედვით- ბერილიუმი, მოლიბდენი, ცირკონიუმი, მანგანუმი.

ელემენტების და მათი ნაერთების თვისებების საფუძველზე - ბერილიუმი (“გლიცინიუმი”), ვოლფრამი- (წოლფ რაჰმ- “მგლის ნერწყვი”), ქრომი- (შეფერილობა, ფერი), როდიუმი- (“ვარდისფერი”), ირიდიუმი (“ცისარტყელა”), ოსმიუმი (“სუნი”).

5 ჯგუფი

აირადი ელემენტები მიღებული პნევმატური ქიმიის ეპოქაში 1760 წწ. -H, N, O, Cl
1766 წ. – კავენდიში- წყალბადი

1772 წ. – რეზერფორდი- აზოტი

1774 წ. – პრისტლი, შეელე - ჟანგბადი

1774 წ. – პრისტლი- ქლორი

6 ჯგუფი –

დევის მიერ ოქსიდებისგან ელექტრილიზის გზით მიღებული ელემენტები 1807-1808 წწ. – K, Na, Ca, Sr, Mg, Ba

კალიუმი – პოტაში – KOH-დან (კალი)

ნატრიუმი – სოდიუმი – NaOH-დან (ნატრონი)

კალციუმი – Ca(OH)₂ (კალქს) ხელსაწყოში ვერცხლისწყლის კათოდით.

სტრონციუმი – SrO-დან (მინერალი ნაპოვნია სოფ. სტრონცინის ახლოს(შოტლანდია)

მაგნიუმი – MgCO₃ – დან (თეთრი მაგნეზია ქალაქიდან მაგნისია)

ბარიუმი – BaO-დან (ბარიტი – ბოლონიური ქვიდან მიღებული)

7 ჯგუფი –

ელემენტები, რომლებიც აღმოჩენილია მინერალების და მარილების რაოდენობრივი ქიმიური ანალიზით 1805-1850 წწ. – B, Li, Cd, Se, Si, Br, Al, I, Th, V, Ru, Nb

808 წ. – გეი-ლუსაკმა, ლ. ტენარმა – მიიღეს B₂O₃ – დან ბორი,

1823 წ. – ბერცელიუსმა მიიღო შიF₄ – დან სილიციუმი

1817 წ. – არფვედსონმა მინერალის – პენტალიტისგან მიიღო ლითიუმი («ლიტოსი» - ქვა)

1825 წ. – ერსტედმა მიიღო Al₂O₃ – დან ალუმინი,

1829 წ. – ბერცელიუსმა აღმოაჩინა - თორიუმი (ოქსიდის სახით).

1844 წ. – როზემმა გამოყო მინერალებიდან კოლუმბიტიდან და ტანტალიტიდან ნიობიუმი (ნიობა – ტანტალის ქალიშვილი)

1825 წ. – ერსტედმა მიიღო Al₂O₃ – დან ალუმინი,

1829 წ. – ბერცელიუსმა აღმოაჩინა - თორიუმი (ოქსიდის სახით).

1844 წ. – როზემმა გამოყო მინერალებიდან კოლუმბიტიდან და ტანტალიტიდან ნიობიუმი (ნიობა – ტანტალის ქალიშვილი)

1811 წ. ბერნარდ კურტუას მიერ ზღვის წყალმცენარეებში აღმოჩენილ იქნა იოდი, ხოლო 1815 წ. ჟოზეფ ლუი გეი-ლუსაკი მას განიხილავდა როგორც ქიმიურ ელემენტს.

ასევე არის ლეგენდა იმის შესახებ რომ იოდი "აღმოჩენილ" იქნა ბერნარდ კურტუას კატის მიერ, რომელმაც შემთხვევით გატეხა იატაკზე ბოთლები ზემოთ დასახელებული

რეაგენტებით, შიგთავსი ერთმანეთში აირია, რის შემდეგაც დაიწყო იისფერი ორთქლის გამოყოფა.

1826 წ. – ბალარმა - ზღვის წყალმცენარეებიდან აღმოაჩინა- ბრომი

1817 წ. – შტომეიერი – ფარმპრეპარატიდან ZnO - კადმიუმი .

1817 წ. – ბერცელიუსი – გოგირდმჟავას წარმოების შესწავლისას - სელენი,

1830 წ. – სიოფსტრემი თუჯში- ვანადიუმი

1844 წ. – კ.კ. კლაუსი – პლატინის საწარმოო ქარხნების ნარჩენებიდან - რუთენიუმი.

7 ჯგუფის ელემენტების დასახელებები:

ელემენტების და მათი ნაერთების თვისებების საფუძველზე – იოდი, ბრომი

მინერალების სახელწოდების მიხედვით– ლითიუმი, ალუმინი, სილიციუმი, კადმიუმი, ბორი.

მითოლოგიასთან მიმართებით– სელენი, ნიობიუმი, ვანადიუმი, თორიუმი ქვეყნის დასახელება- რუთენიუმი.

8 ჯგუფი-

ელემენტები, რომლებიც აღმოჩენილია სპექტრული ანალიზებით– Cs, Rb, In, Tl.

1814 წ. – გერმანელი ოპტიკოსი იოზეფ ფონ ფრაუნჰოფერმა (1787-1826) აღმოაჩინა შთანთქმის სპექტრი.

რობერტ ვილჰელმ ბუნზენი (1811-1899) – დიურკჰაიმის მინერალური წყლის გამოკვლევისას (7 გ. sCl 44000-ცეზიუმი (ცაესიუმ (ლათინ.) – «ცისფერი-ნაცრისფერი» მეტალური ცეზიუმი – 1882 წ.

1861 წ. – ბუნზენი და კირგჰოფი-ლეპიდოლიტის გამოკვლევისას – რუბიდიუმი (რუბიდიუს (ლათინ.) – «მუქი-წითელი»

გუსტავ რობერტ კირგჰოფი (1824-1887), მეტალური რუბიდიუმი – 1863 წ. (ბუნზენი)

1861 წ. – უილიამ კრუკსი (1832-1919) და ლამის ერთმანეთისგან დამოუკიდებლად – გოგირდმჟავას წარმოებისათვის ტყვიის საკნების შლამების გამოკვლევისას – თალიუმი (thallos (ბერძ.) – «მწვანე ტოტი».

1863 წ. - ფ. რეიხი და ი. რიხტერი – სფარელიტის ადგილსამყოფელის გამოკვლევისას – ინდიუმი (ინდიუმ (ბერძ..) – «ინდიგოს ფერი»

ელემენტები, რომლებიც იწინასწარმეტყველა მენდელეევმა პერიოდულობის კანონის საფუძველზე და აღმოჩენილ არიან 1875-1876 წწ. – Ga, Sc, Ge

ის რომ ბუნებაში ცნობილი ელემენტების უმრავლესობა აღმოჩენილ იყო შვეციის, ინგლსის, საფრანგეთის და გერმანიის მეცნიერთა მიერ სრულიად გასაგები იყო-18-19 საუკუნეებში, როცა ეს ელემენტები იყო აღმოჩენილი, ზუსტად ამ ქვეყნებში მაღალ დონეზე იყო განვითარებული ქიმია და ქიმიური ტექნოლოგია. დ. მენდელეევის თანამედროვე სისტემაში, მარტო რუტენიუმის, არის რამდენიმე ელემენტი, რომელთა სახელწოდება დაკავშირებულია რუსეთთან: სამარიუმი(63)-მინერალის სამარსკიტიდან, რომელიც აღმოჩინა სამთო ინჟინერმა ბ. სამარსკიმ ილმენის მთებში, მენდელეევიუმი (101); დუბნიუმი (105). ამ ელემენტის სახელწოდების ისტორია ძალიან საინტერესოა. პირველად ეს ელემენტი მირებულ იქნა დუბნაში 1970 წელს გ. ფლიოროვის ჯგუფის მიერ. საბჭოთა მეცნიერებმა გააკეთეს შეთავაზება დაერქმიათ ამ ელემენტისათვის ნილსბორიუმი (Ns), ცნობილი დანიელი მეცნიერის ნილს ბორის საპატივცემულოდ, ამერიკელებმა-ჰანიუმი (Ha), ოტო ჰანის საპატივცემულოდ. იგი იყო ურანის სპონტანურად დაყოფის აღმომჩენი.

105-ე ელემენტი პირველად მიღებულ იქნა 1970 წელს დუბნაში გ. ფლიოროვის ჯგუფის მიერ. 1993 წელს IUPAC-ის სამუშაო ჯგუფმა გააკეთა დასკვნა, რომ ამ ელემენტის აღმოცენა უნდა გაყოფილიყო ორ ჯგუფს შორის: დუბნასა და ბერკლის.

1994 წელს IUPAC-მა გააკეთა შემოთავაზება დაექმიათ ელემენტისთვის ჟოლიოტიუმი, ჟოლიო-კიურის საპატივცემულოდ. იქამდე ამ ელემენტს ერქვა ლათინური რიგობრივი სახელი- უნილპენტიუმი(Unp), ანუ უბრალოდ მხოლოდ 105-ე ელემენტი. სიმბოლოები Ns, , JI სეიძლება ვნახოთ მხოლოდ წინა წლებში გამოქვეყნებულ ცხრილში. IUPAC-ის (თეორიული და გამოყენებითი ქიმიის საერთაშორისო კავშირი) საბოლოო გადაწყვეტილებით ამ ელემენტმა მიიღო სახელი- დუბნიუმი - რუსეთის სამეცნიერო ქალაქ - ცენტრის-დუბნას საპატივცემულოდ სადაც მიმდინარეობს სერიოზული კვლევები ბირთვული ფიზიკის სფეროში.

დუბნაში სხვადასხვა დროს ასევე პირველად იქნა სინთეზირებული ყველაზე მძიმე ქიმიური ელემენტები 113-118. ელემენტს ნომრით 114 ეწოდა ფლიოროვიუმი- გ.

ფლიოროვის სახელობის ლაბორატორიის საპატივცემულოდ. პირველად 114-ე ელემენტი სინთეზირებულ იქნა ფიზიკოსების ჯგუფის მიერ უ. ოგანესიანის ხელმძღვანელობით (დუბნა), ასევე ლივერმორის ეროვნული ლაბორატორიის (ლივერმორი, აშშ, დუბნა-ლივერმორის კოლაბორაციით) 1998 წლის დეკემბერში. ამ ელემენტის საბოლოო სახელწოდება დამტკიცებულ იქნა 2012 წელს 30 მაისს.

ახლანდელ დროში ტრანსურანული ელემენტების სინთეზი ძირითადად მიმდინარეობს ოთხ ქვეყანაში: ამერიკა, რუსეთი, გერმანია და იაპონია. რუსეთში ახალ ელემენტებს ღებულობენ ბირთვული კვლევების გაერთიანებულ ინსტიტუტში (დუბნა), ამერიკაში, ტენესის ოუკ-რიჯში და ლოურენსის ლაბორატორიაში ლივერმორში, გერმანიაში- ჰელმიკოლცის სახელობის მძიმე იონების შესწავლის ცენტრში (იგივე მძიმე იონების ინსტიტუტი) დარმშტადტში. იაპონიაში-ფიზიკურ-ქიმიური კვლევების ინსტიტუტში (RIKEN).

113-ე ელემენტის ავტორობაზე დიდი ხანი მიმდინარეობდა ბრძოლა იაპონიასა და რუსეთ-ამერიკის მეცნიერებს შორის. იაპონელმა მეცნიერებმა კოსულე კორიტოს ხელმძღვანელობით დაასინთეზეს 113-ე ელემენტი 2004 წლის სექტემბერში იაპონიის საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ინსტიტუტში (RIKEN). მათ შეძლეს დაეფიქსირებინათ დაშლის სამი ჯაჭვი, რომელიც შეესაბამებოდა ახალი 113-ე ელემენტის წარმოქმნის ჯაჭვებს. სწორედ ისინი არიან ოფიციალურად მიჩნეული ოფიციალურად ამ ელემენტის აღმოჩენებად და მათ პატივსაცემად ამ ელემენტმა მიიღო დასახელება „იაპონიუმი“.

რუსმა და ამერიკელმა მეცნიერებმა გამოაცხადეს 113-ე ელემენტის შექმნა 115-ე ელემენტის სინთეზის პროცესში დუბნაში 2004 წლის თებერვალში შემოთავაზებით დაერქმიათ ამ ელემენტისათვის ბერკლიუმი. საბოლოოდ 2016 წელს მენდელეევის პერიდულობის სისტემაში ოფიციალურადაა დამატებული ოთხი ახალი ქიმიური ელემენტი. ელემენტები ატომური ნომრით 113,115,117 და 118 ვერიფიცირებული თეორიული და გამოყენებითი ქიმიის საერთაშორისო კავშირის მიერ (IUPAC).

115, 117 და 118-ე ელემენტების აღმოჩენის პატივი წილად ხვდა რუსი და ამერიკელი მეცნიერების ჯგუფს ბირთვული კვლევების გაერთიანებულ ინსტიტუტში-დუბნაში.

ლივერმორის ეროვნულ ლაბორატორიაში კალიფორნიაში და ოკრიჯის ეროვნულ ლაბორატორიაში-ტენესში.

დღემდე ეს ელემენტები (113, 115, 117 და 118) ატარებდნენ არც თუ ისე ჟღერად სახელწოდებებს :უნუნტრიუმი (Uut), უნუნპენტიუმი (Uap), უნუნსეპტიუმი (Uus), უნუნოქტიუმი (Uuo), თუმცა უახლოსი ხუთი თვის მანძილზე პირველად აღმომჩენებს შეუძლიათ სახელი დაარქვან ამ ელემენტებს.

116-ე ქიმიური ელემენტი-ლივერმორიუმი, რომელიც მიეკუთვნება 16-ე ჯგუფს (მოძველებული ცხრილის მიხედვით 6-ე ჯგუფის მთავარ ქვეჯგუფს) და 7-ე პერიოდს, ატომური ნომრით 116, ატომური მასა მდგრადი იზოტოპისა-293. ოფიციალური სახელწოდება „ლივერმორიუმი“ მინიჭებული აქვს ე. ლოურენსის სახელობის ლივერმორის ეროვნული ლაბორატორიის საპტივცემულოდ.

ამერიკელი მეცნიერების კოლეგები-ბირთვული კვლევების გაერთიანებული ინსტიტუტის თანამშრომლები დუბნაში, გვთავაზობდნენ ამ ელემენტის სახლეწოდებად „მოსკოვიუმს“, თუმცა რუსული და ამერიკური მხარეების სეთანხმების პროცედურების გავლის შემდეგ კომისაზე გადაწყდა სახელის დარქმევა. სახელწოდება დაამტკიცეს IUPAC-ის მიერ 2012 წლის 30 მაისს.

მოარული ჭორებით 117-ე ელმენტს დაერქმევა „მოსკოვიუმი“.

119-ე ელემენტი-(ლათ. უნენიუმი)- **Uue** -იგივე ეკა-ფრანციუმი ატომური ნომერით 119 და პროგნოზირებადი ატომური წონით 316. სინთეზის შემდეგ ეს იქნება 8-ე პერიოდის პირველი ელემენტი.

ლექცია 7

დიფერენციაცია ქიმიურ მეცნიერებაში. სტრუქტურული წარმოდგენების აღმოცენება ქიმიაში. ბუტლეროვის კლასიკური სტრუქტურული თეორია. ვანტ-ჰოფის სტერეოქიმიური თეორია. სტრუქტურული წარმოდგენების განვითარება ვერნერის კოორდინაციულ თეორიაში.

სტრუქტურული ქიმიის აღმოცენება;

XIX საუკუნის პირველ ნახევარში, ქიმიაში აღმოცენდა პრინციპულად ახალი კონცეფცია- სტრუქტურული ქიმია იმ დაშვებიდან გამომდინარე, რომ ნივთიერების თვისებები განპირობებულია არა მარტო მისი შედგენილობით, არამედ სტრუქტურითაც, ანუ ატომთა შეერთების თანმიმდევრობით და მათი სივრცითი განლაგებით.

მე 19 საუკუნის მეორე ნახევარში ქიმიის, როგორც მეცნიერების ჩამოყალიბებას თან ახლდა დიფერენციაციის პროცესი დამოუკიდებელ მიმართულებებად (ანალიზური, არაორგანული და ორგანული ქიმია), ასევე მონათესავე დისციპლინების აღმოცენება.

მე 19 სააკუნის მეორე ნახევარში ქიმიის განვითარებისთვის დამახასიათებელი იყო მისი ურთიერთკავშირი მინერალოგიასთან (ქიმიური მინერალოგიის წარმოქმნა), ფიზიოლოგიასთან (ფიზიოლოგიური ქიმიის წარმოქმნა), ფიზიკასთან (ელექტროქიმიის შექმნა).

ფიზიკური და ქიმიური ცოდნის პირდაპირი კონტაქტით 19 საუკუნის პირველ ნახევარში, ბუნებისმეტყველება გამდიდრდა სხვადასხვა თეორიული წარმოდგენებით.

ცოდნის დიფერენციაციისა და ინტეგრაციის შედეგად მუდმივად იცვლებოდა ქიმიის კონტურები: ისინი ფართოვდებოდნენ და ღრმავდებოდნენ. გამოჩნდა კვლევის ახალი არეალები. სხვაგვარი გახდა ქიმიის ინსტრუმენტალური შეიარაღება.

ქიმიკოსები მე 19 საუკუნეში იშვიათად მუშაობდნენ ერთი მიმართულებით. მაგალითისათვის გამოდგება ბერცელიუსის, გეი ლუსავის, დევის და სხვების მოღვაწეობა. მაგრამ, გამოკვლევების სხვადასხვა მიმართულებებით გაღრმავებასთან ერთად ენციკლოპედიზმი ადგილს უთმობს სპეციალიზაციას.

19 საუკუნის პირველ ნახევარში ასპარეზზე გამოდიან ქიმიკოსები, რომლებიც მოღვაწეობენ ქიმიის გარკვეულ მიმართულებაში—მეცნიერ—სპეციალისტები, რომლებსაც ახასიათებთ ქიმიის ამა თუ იმ მიმართულებით სისტემატური გამოკვლევები. ისინი ქმნიან ქიმიკოსთა სამეცნიერო სკოლებს, ლაბორატორიებს, გამოსცემენ სამეცნიერო ჟურნალებს და სასწავლო სახელმძღვანელოებს. სამეცნიერო დისკუსია მეცნიერული პროგრესის მნიშვნელოვანი ფაქტორი ხდება. სხვადასხვა ჰიპოტეზების დაპირისპირება, საკამათო საკითხების განხილვა ჟურნალებში, დისკუსია სხვადასხვა სკოლებში და თაობებში —ყოველივე ეს ამდიდრებდა ქიმიას ახალი იდეებით და წარმოდგენებით.

სტრუქტურული ქიმია;

ნივთიერების ბუნება განისაზღვრება არა მარტო შედგენილობით, არამედ სტრუქტურითაც; ანუ ატომების შეერთების თანმიმდევრობით და სივრცითი აღნაგობით.

ყველაზე პირველი სტრუქტურული წარმოდგენები აუცილებლობით წამოიჭრა დალტონის ატომისტიკასთან ერთად.

ახალი თეორიის აღმოცენების მიზეზი განპირობებულია მთელი რიგი მოვლენების აუხსნელობით. ვითარდებოდა რა წარმოდგენები, „მარტივი ატომების“ უფრო “რთულ ატომებად“ გაერთიანებისა, დალტონს ჰქონდა მხოლოდ ერთი მიზანი -შეექმნა ერთიანი თეორია ემპირულად ღია სტექიომეტრული კანონების ასახსნელად. მოუხედავად ამისა, ატომების შეერთების თანმიმდევრობის პრობლემა გადადებულ იქნა საკმაოდ დიდი ხნით, ვინაიდან ქიმიკოსებს არ ჰქონდათ არავითარი ფაქტები, რომელიც მიუთითებდა ატომთა შეერთების გავლენა- ნივთიერების თვისებებზე. ბერცელიუსის ქიმიურმა სიმბოლიკამ საშუალება მისცა ქიმიკოსებს გვერდი აექცია ამ

საკითხისთვის, თუმცა ბერცელიუსის ელექტროქიმიურ თეორიაშიც განხილულია ზოგიერთი პრობლემები (გადაჯაჭვის ძალები, თანამდებარეობა და ა.შ), რომლებიც შედეგად გახდა სტრუქტურული ქიმის ფუნდამენტური საკითხები.

სტრუქტურული ქიმიის აღმოცენება, ალბათ უნდა დავუკავშიროთ იზომერის მოვლენის აღმოჩენას. 1825 წელს იოჰან იუსტუს ლიბიხმა აღმოაჩინა, რომ მგრგვინავი მჟავას (ფულმინის) ელემენტური შემადგენლობა ზუსტად შეესაბამება ციანმჟავას შედგენილობას, რომელიც ერთი წლით ადრე მიიღო ფრიდრიხ ვიოლერმა. განმეორებითმა ანალიზებმა, რომელიც ჩატარებულ იქნა ლიბიხის და ვიოლერის მიხედვით, ცალსახად დაადგინა ერთნაირი შედგენილობის ნივთიერებების არსებობა, რომლებიც განსხვავდებოდნენ თვისებებით. განაგრძო რა მუშაობა ციანის მჟავასთან, ამონიუმის იზოციანატის აორთქლებისას, 1828 წელს მიიღო იზომერული ორგანული ნივთიერება- შარდოვანა.

1830 წელს ბერცელიუსმა დაადგინა, რომ ყურძნის და ღვინის მჟავებს ასევე აქვთ ერთნაირი შედგენილობა, მაგრამ განსხვავდებიან თვისებებით. ბერცელიუსმა აღმოჩენილი მოვლენისათვის შემოგვთავაზა ტერმინი „იზომერია“ (ბერძნულიდან ισοζμερον- ერთნაირი). სულ მალე აღმოჩნდა, რომ ეს მოვლენა ძალიან გავრცელებულია ორგანულ ქიმიაში. ორგანული ნაერთების შედგენილობაში შედის ელემენტების მცირე რაოდენობა-ნახშირბადი, წყალბადი, აზოტი, ჟანგბადი, გოგირდი, ფოსფორი (ანუ ორგანოეგნი ელემენტები)- თვისებების დიდი მრავალფეროვნებით. ზუსტად ამიტომ მთელი XIX საუკუნის განმავლობაში, ძალიან საჭირო გახდა წარმოდგენა სტრუქტურულობის შესახებ, უპირველეს ყოვლისა ორგანულ ქიმიაში. საჭიროა ხაზი გავუსვათ იმას, რომ არ შეიძლება გავაიგივოთ ცნება „სტრუქტურული ქიმია“ და ორგანული ქიმია“.

საკითხის გადაწყვეტის საფუძველი გახდა ბერცელიუსის წარმოდგენა რადიკალების შესახებ -ატომთა პოლარულ ჯგუფებზე (რომლებიც არ შეიცავს ჟანგბადს, რომლებსაც აქვთ უნარი ერთი ნივთიერებიდან გადავიდნენ მეორეში ცვლილების გარეშე).

ჯერ კიდევ 1810-1811 წლებში ჟოზეფ ლუი გეი-ლუსაკმა და ლუი ჯაკ-ტენარმა აჩვენეს, რომ ციანიდური რადიკალი CN იქცევა როგორც აერთიანი ატომი (ამასთანავე ძალიან მსგავსია ქლორისა და ბრომის ატომისა). წარმოდგენამ რადიკალებზე, რომელიც თანხმობაშია ბერცელიუსის ელექტროქიმიური თეორიისა, საშუალება მისცა ეს თეორია გავრცელებულიყო არაორგანულ ნაერთებზეც.

სტრუქტრული ქიმიის თეორიის შექმნა

რთული რადიკალების თეორია შეიქმნა და აქტიურად ვითარდებოდა ბევრი ქიმიკოსის მიერ ლიბიხის და ვიოლერის შრომების შემდეგ „ბენზოის მჟავას რადიკალზებზე“, რომელიც გამოქვეყნდა 1832 წელს. ლიბიხმა და ვიოლერმა აჩვენეს, რომ $C_{14}H_{10}O_2$ ატომების გადაჯგუფება (სწორი ბრუტო ფორმულაა C_7H_5O) ბენზოის მჟავას გარდაქმნის ჯაჭვში (ბენზალდეპიდი- მენზოის მჟავა-მენზოილქლორიდი- ბენზოილციანიდი) იქცევა როგორც ერთი მთლიანი- როგორც „ორგანული ატომი“. რთული რადიკალების თეორიამ სწრაფად ჰპოვა საყოველთაო აღიარება. 1837 თავის მიმოხლივით სტატიაში „ორგანული ქიმიის თანამედროვე მდგომარეობა“, რომლის ერთ-ერთი ავტორია ლიბიხი, იგი ამტკიცებდა, რომ რთული რადიკალების შესწავლა, ორგანული ქიმიის ძირითადი ამოცანაა, ვინაიდან „ციანი, ამიდი, ბენზოილი, ამიაკის რადიკალები, ცხიმები, ალკოჰოლი და მისი ნაწარმებს წარმოქმნიან ორგანული ბუნების ელემენტები, მაშინ როდესაც უმარტივესი შემადგენელი ნაწილები - ნახშირბადი, ჟანგბადი, წყალბადი და აზოტი, ალმოჩნდებიან მხოლოდ ორგანული მატერიის დაშლისას“. აღმოჩენილი რადიკალების რაოდენობა სწრაფად იზრდებოდა. რთული ნაწილაკების თეორია გამომდინარეობდა დაშვებიდან., რომ რადიკალებს შეუძლიათ დამოუკიდებელი არსებობა, თუმცა ქიმიკოსები ვერ ახერხებდნენ მათ გამოყოფას. ბერცელიუსი ამასთან დაკავშირებით წერდა: „მიზეზი რის გამოც ჩვენ არ შეგვიძლია ნაწილაკების იზოლირება... იმაში კი არ მდგომარეობს, რომ ისინი არ არსებობენ, არამედ იმაში, რომ ისინი მალე ერთიანდებიან“.

1834 წელს, ფრანგმა ქიმიკოსმა ჟან ბატისტ ანდრე დიუმამ აღწერა მეტალეფსიის მოვლენა-ორგანულ ნაერთებში წყალბადის ქლორით ჩანაცვლება, რომლის შედეგადაც

შენარჩუნებულია ნივთიერების ძირითადი თვისებები-მიიღო ეტალონიდან (C_2H_6O) ქლორალი ($C_2H_3Cl_3O$). დიუმამ (რომელიც იყო ზემოთ აღნიშნული თანაავტორი ლიბიხის სტატიისა), თავდაპირველად არ მიაქცია ყურადღება აღმოჩენილ მოვლენას, ხოლო 1839 წელს მის მიერ მიღებული ქლორმმარმჟავას მიღების შემდეგ მან გადახედა თავისი შეხედულებები. მეტალეფსის მოვლენა ძირეულად ეწინააღმდეგებოდა ბერცელიუსის ელექტროქიმიურ დუალიზმს, რომლის მიერაც ყოველგვარი ექსპერიმენტული ფაქტების მოძებნის მცდელობა თავისი თეორიის ჩარჩოებში დასრულდა უშედეგოდ. მეტალეფსია, თუმცა, კარგად ეთანხმებოდა მიტჩერლიხის იზომორფიზმის კანონს. დიუმა თავის ნაშრომებში მტკიცედ დაიწყო იდეის განვითრება, რომ როგორც ექსპერიმენტული ფაქტები ამტკიცებენ, ნივთიერების თვისება განისაზღვრება მხოლოდ ატომების განლაგებით მოლეკულაში და არა მათი ბუნებით. ამიტომ, როგორც დიუმა თვლიდა, ქიმიკოსებმა უნდა დაიწყონ ატომთა განლაგების ტიპების გამოვლენა მოლეკულაში. „აუცილებელია გაკეთდეს დასკვნა იმაზე, რომ ორგანულ ქიმიაში არსებობს ნაერთთა ტიპები, რომლებიც შენარჩუნებულია მათში წყალბადის ჰალოგენით ჩანაცვლებს შემდეგაც. „აუცილებელია გავაკეთოდ დასკვნა იმაზე, რომ ორგანულ ქიმიაში არსებობს ნაერთთა ტიპები, რომლებიც ნარჩუნდებიან მათში წყალბადის ჰალოგენით ჩანაცვლების შემთხვევაშიც კი.“

დიუმას „ტიპების თეორია“ ვარაუდობდა ტიპების რამდენიმე სახეობის არსებობას ორგანულ ქიმიაში, რომლის რიცხვიც სულ უფრო და უფრო იზრდებოდა: სპირტების ტიპი, ალდეჰიდების ტიპი, მჟავების, ეთერების და ა.შ. (პრინციპში დიუმას ტიპებს შეგვიძლია დავუპირისპიროთ თანამედროვე ორგანული ნაერთთა კლასები).

სულ მალე დიუმას თეორიის შექმნის შემდეგ, ფრანგმა ქიმიკოსებმა შარლ ფრედერიკ ჟერარმა და ოგიუსტ ლორანმა შეიმუშავეს ტიპების ახალი თეორია . 1840-იან წლებში, ჟერარმა და ლორანმა შემოგვთავაზეს ქიმიური ნაერთის მოლეკულების პრინციპულად ახალი გაგება-როგორც უნიტარული (ერთიანი) სისტემის.

მათ მიერ გამოთქმული ვარაუდი იმაზე, რომ ცნება ელექტროსტატიკური ძალების არსებობის შესახებ გადამეტებულია, გამოიწვია მძაფრი კრიტიკა ბერცელიუსისა და ელექტროქიმიური დულაიზმის სხვა მომხრეების მხრიდან. მხოლოდ 1850-იან წლებში (ბერცელიუსის გარდაცვალების შემდეგ) ჟერარის და ლორანის შეხედულებებმა მოიპოვა აღიარება.

ჟერარის მიერ უნიტარული თეორია მოცემოცემულია პატარა წიგნში „შესავალი ქიმიის სწავლებაში უნიტარული სისტემით“, რომელიც გამოქვეყნდა 1848 წელს. თეორიის არსი მდგომარეობს შემდეგში:

მოლეკულა წარმოადგენს არა ორმაგ, არამედ სამმაგ სხეულს-ერთობლიობა ატომების ან რადიკალების, რომლებსაც შეუძლიათ დამოუკიდებელი არსებობა, მაგრამ პრინციპულად ახალ სისტემად.

თავიდან წარმოქმნილი ქიმიური ნაერთი შეიძლება განვიხილოთ როგორც სრული დანაკარგი ძველი თვისებებისა მის შემადგენელ ელემენტებთან ერთად.

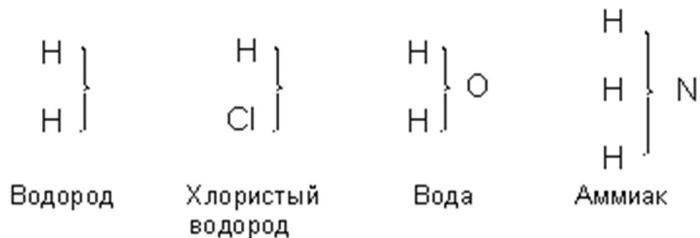
ატომების ან ატომთა ჯგუფების (რადიკალების) ქიმიური უნარიანობა მოლეკულაში შეიძლება დავახასიათოთ გუნქციის ცნებით, რომელიც დამოკიდებულია როგორც ატომის ან ატომთა ჯგუფის ბუნებაზე, ასევე სხვა ატომთა (ან ატომთა ჯგუფის) ბუნებაზე და რაოდენობაზე.

1852 წელს ნაშრომში „ორგანული მჟავათა ანჰიდრიდების შესახებ“, ჟერარმა ჩამოაყალიბა ახალი ვერსია ტიპების თეორიისა (ჟერარის და ლორანის ტიპების თეორია), რომელიც უნიტარულობაზე დაყრდნობით დაამატა რთულ რადიკალებზე წარმოდგენა და დიუმას იდეები მოლეკულების ტიპებზე.

ტიპების ახალი თეორიის თანახმად „ორგანული ნაერთები შეიძლება დაყვანულ იქნას 3 ან 4 ტიპამდე; ყოველ მათგანს შეუძლია ჰომოლოგიური რიგის მოცემა..; ეს ტიპები არიან: წყალი H_2O , წყალბადი H_2 , ქლორწყალბადი და ამიაკი NH_3 ..

თავისი წყალბადის გარკვეული ჯგუფებით ჩანაცვლებისას, ეს ტიპები საწყისს აძლევენ მჟავებს, სპირტებს, ეტერებს, ჰიდროკარბონებს, ორგანულ ქლორიდებს, კეტონებს

და ტუტებს“. ქვემოთ მოყვანილია ჟერარ-ლორანის ფორმულები ძირითადი ტიპებისათვის.



ზოგიერთი ნაერთები, რომლებიც წყლის ტიპს მიეკუთვნებიან და მიღებულნი არიან წყალბადის შესაბამისი ატომებით ან რადიკალებით ჩანაცვლებით, ტიპების ახალ თეორიაში გამოისახებოდნენ შემდეგი სახით :



ტიპების ახალმა თეორიამ 1850-იან წლებში მოიპოვა ფართო აღიარება, მან საშუალება მოგვცა მომხდარიყო ორგანული ნაერთების სისტემატიზაცია, რომლელთა სიაც სწრაფად იზრებოდა, და რაც ყველაზე მნიშვნელოვანი იყო მიგვიყვანა ბევრი ახალი ნივთიერების აღმოჩენამდე (ნაწილობრივ, მოცემული თეორიის საფუძველზე, კარბონმჟავას ანჰიდრიდების არსებობა ნაწინასწარმეტყველები იყო ჟერარის მიერ).

ტიპების ახალი თეორია ვითარდებოდა მრავალი მეცნიერის შრომების საფუძველზე.

ალექსანდრე უილიამ უილიამსონმა აჩვენა, რომ მარტივი ეთერები შეიძლება მივაკუთვნოთ წყლის ტიპს, შარლ ადოლფ ვიურცმა გამოიკვლია ამინები, როლებშიც ბირთვის როლს ასრულებდა აზოტის ატომი (ამიაკის ტიპი).

1854-1855 წლებში ფრიდრიხ ავგუსტ კეკულე ფონ შტრადონიცმა შემოგვთავაზა გოგირდწყალბადის და(ერთდროულად უილიამ ოდლინგთან ერთად) მეთანის (ჭაობის აირი) ტიპები, როგორც დამატებითი ტიპები. კეკულემ ასევე დაიწყო შერეული ტიპების გამოყენება, ასე მაგალითად სულფობენზოის მაჟავა მიაკუთვნა წყლის და წყალბადის ტიპს. რუსმა ქიმიკოსმა ფრიდრიხ ბეილშტეინმა 1880 წელს გამოაქვეყნა სახელმძღვანელო ორგანულ ნაერთებზე, სადაც ნაერტები განთავსებული იყო რაციონალური თანმიმდევრობით ჟერარისა და ლორანის მიხედვით.

მიუხედავად ამისა, ტიპების ახალმა თეორიამ სრულად ვერ დააკმაყოფილა ქიმიკოსები. ტიპების ახალი თეორია კვლავ გვერდს უვლიდა საკითხს მოლეკულური სტრუქტურის შესახებ. ჟერარი, უნიტარული მიდგომის ჩარჩოებში, ამტკიცებდა, რომ ტიპების თეორიის ფორმულები გამოსახავენ მოლეკულის მხოლოდ წარსულს და მომავალს, და არა მის აღნაგობას, რომელიც მისი აზრით სეიძლება დადგინდეს მხოლოდ ფიზიკური მეთოდებით. ამიტომ ჟერარი სკეპტიკურად უდგებოდა თეორიის რაციონალურ ფორმულებს, და აპროტესტებდა მის დამკვიდრებას, რომ ყოველ ქიმიურ ნაერთს შეესაბამებოდა მხოლოდ ერთი ასეთი ფორმულა.

სტრუქტურული ქიმიის განვითარების შემდეგი ეპატი გახდა ვალენტობის თეორია, რომელიც რაღაც დონეზე წარმოადგენდა უნიტარული წარმოდგენების უარყოფას. მიუხედავად ამისა, ზუსტად ჟერარისა და ლორანის ტიპების თეორიამ მიიყვანა ქიმიკოსები ატომებისა და რადიკალების ურთიერთსწრაფვის წარმოდგენამდე, რის საფუძველზეც იქნა შექმნილი ვალენტობის თეორია.

წარმოდგენა ვალენტობის შესახებ (ატომურობის) ჩვეულებრივ დაკავშირებულია ინგლისელ ქიმიკოსთან ედუარდ ფრანკლენდთან. ფრანკლენდი, რომელიც იყო რთული რადიკალების შესახებ თეორიის მომხრე და შეისწავლა მეტალორგანული ნაერტები, მივიდა დასკვნამდე, რომ აუცილებელია გადაიხედოს რადიკალების თეორია და რაღაც დონეზე მივიღოთ ტიპების თეორია. ავითარებდა რა ჟერარის, ლორანის, ოდლინგის, უილიამსონის და სხვების იდეებს ატომთა ექვივალენტობისა და რადიკალების ექვივალენტობას შორის კავშირზე, ფრანკლენდმა 1852 წელს

შემოიტანა ცნება- ატომთა „შემაერთებელი ძალები“. თუმცა ფრანკლენდმა დაამყარა ნაწილობრივი კანონზომიერებები, მაგრამ მისმა იდეებმა ვერ ჰპოვა განვითარება, უპირველეს ყოვლისა იმიტომ რომ, იგი რჩებოდა ექვივალენტების სისტემის მიმდევრად და სარგებლობდა არასწორი ატომური მასებით.

გადამწყვეტ როლს ვალენტობის თეორიის შექმნაში ითამაშა ფრიდრიხ ავგუსტ კეკულემ. 1857 წელს თავის სტატიაშიახლებურად გახსნა თეორიული არსი ჟერარის სამი ახალი ტიპისათვის- წყალბადის, წყლის და ამიაკის:

„ერთი ელემენტის ატომების რიცხვი, რომელიც დაკაშირებულია მეორეს ერთ ატომთან, დამოკიდებულია ფუძიანობაზე ანუ სწრაფვის სიდიდეზე. ელემენტები ამ მიმართებაში იყოფიან სამ ძირითად ჯგუფად:

- ერთფუძიანი ან ერთატომიანი (I), მაგ. *H, Cl, Br*,);
- ორფუძიანი ან ორატომიანი (II), მაგ. *O, S*.
- სამფუძიანი ან სამატომიანი (III), მაგ. *N, P, As*.

აქედან გამომდინარეობს ნაერთთა სამი ძირიტადი ტიპი $I + I$, $II + 2I$, $III + 3I$, ან მათი უმარტივესი წარმომადგენლების სახით HH , OH_2 , NH_3 ".

აქვე კეკულემ აჩვენა, რომ ნახშირბადი არის ოთხფუძიანი (ოთხატომიანი) ელემენტი, ხოლო მისი უმარტივესი ნაერთია CH_4 , -აქედან განესაზღვრათ მათ მეტანის ტიპი.

1858 წელს ა. კეკულემ განავითარა ეს საკითხები სტატიაში „კონსტიტუციაზე, ქიმიურ ნაერთების გარდაქმნაზე და ნახშირბადის ბუნებაზე“.

დარწმუნებული იმაში, რომ მისი წარმოდგენა ატომების ვალენტობაზე სწორი იყო, კეკულემ შეიტანა ის მის სახელმძღვანელოში ორგანული ქიმიის შესახებ 1859 წ. ა. კეკულეს აზრით, ფუძიანობა -ატომის ფუნდამენტური თვისებაა, ისეთივე მუდმივი და უცვლელი როგორიც ატომური მასაა.

1858 წელს, თითქმის კეკულეს იდეების მსგავსად, სტატიაში “ახალ ქიმიურ თეორიაზე“ შეხედულებები გამოთქვა შოტლანდიელმა არჩიბალდ სკოტ კუპერმა. თუმცა კეკულესგან განსხვავებით, კუპერი თვლიდა რომ, ზოგიერთ ელემენტებს აქვთ უნარი გამოამჟღავნონ გარდამავალი ვალენტობა: ნახშირბადი ხასიათდება სწრაფვის

ორი ხარისხით-უმდაბლესი ოქსიდი CO და უმაღლესი CO₂. კუპერმა შემოგვთავაზა ზოგიერთი ორგანული ნაერთის ფორმულები, რომლებიც გამოიყურებოდნენ თანამედროვედ.

კეკულეს და კუპერის თეორიებმა მარტივად ახსნა რთული რადიკალების და ნაერთების აღნაგობა მთლიანობაში. ნებისმიერი ქიმიური ნაერთის მოლეკულა განიხილებოდა ამ თეორიებში როგორც ერთიანი წარმონაქმნი (ჟერარის უნიტარული თეორიის მიხედვით) რომლებიც წარმოიქმნება ატომებისგან ურთიერთსწრაფვის და ურთიერთგაჯერების საფუძველზე.

ვალენტობის თეორია, მიუხედავად იმისა, რომ კეკულე მასთან მივიდა როგორც ჟერარ-ლორანის ტიპების თეორიის განვითარების გზით, საერთოდ სხვანაირად გადმოსცემდა მოლეკულის ერთიანობის იდეას-მხოლოდ მის უუნარობას თავისთავად დაიყოს დამოუკიდებელ რადიკალებად. სხვანაირად რომ ვთქვათ, ვალენტობის ტეორია მოლეკულას წარმოადგენდა ადიტიურად- როგორც მისი შეამდგენელი ატომების ჯამს.

სამი წლის შემდეგ, 1861 წლის სექტემბერში, რუსმა ქიმიკოსმა ალექსანდრე მიხეილის ძე ბუტლეროვმა შეიტანა მნიშვნელოვანი დამატება. მოხსენებაში „ნივთიერების ქიმიურ შედგენილობაზე“, რომელიც მან წაიკითხა გერმანიაში ბუნებისმეტყველთა და ექიმების ყრილობაზე ქალაქ შპეიერში, მან გადმოსცა თავისი თეორია ქიმიურ აღნაგობაზე.

- „იქედან გამომდინარე, რომ ყოველ ატომს აქვს შეზღუდული ქიმიური ძალები (ურთიერთსწრაფვის უნარი), რომლის საშუალებითაც ის მონაწილეობს ქიმიური ნართის ფორმირებაში, მე დავარქმევდი ქიმიური აღნაგობას სწორედ ამ კავშირს, ან ურთიერთშეერთების საშუალებას რთულ ნაერთში“.
- „...რთული ნაწილაკის ქიმიური ბუნება განისაზღვრება მისი შემადგენელი ელემენტური ნაწილაკებით და მისი ქიმიური აღნაგობით“.

დატოვა რა ღიად საკითხი ქიმიური აღნაგობის გამომსხახველი ხელსაყრელი ფორმულის შესახებ, ბუტლეროვმა გამოთქვა თავისი მოსაზრება: „.....როდესაც

ცნობილი გახდება ნაერთთა თვისებების დამოკიდებულების საერთო კანონები ნაერთთა აღნაგობაზე, მაშინ ასეთი ფორმულა იქნება ყველა ამ თვისების გამომსახველი.

ამასთან ერთად ბუტლეროვი დარწმუნებული იყო სტურქტურული ფორმულები ვერ იქნებოდა მხოლოდ მოლეკულის პირობითად გამომსახველი, არამედ უნდა ასახავდეს მის რეალურ აღნაგობას. ის ხაზს უსვავდა იმას, რომ ყოველ მოლეკულას აქვს სრულიად გარკვეული სტრუქტურა და ვერ მოიცავს ასეთ რამდენიმე სტრუქტურას.

ბუტლეროვი თავის თეორიაში ატარებდა მკვეთრ ზღვარს თავისუფალ ატომსა და ნაერთში არსებულ ატომს შორის, როდესაც მისი სწრაფვა „უკავშირდება და გადადის ახალ ფორმაში“. ბუტლეროვმა შემოიტანა წარმოდგენა სწრაფვის ძალების სრულად გამოყენებაზე და „სწრაფვის დაძაბულობაზე“, ანუ ენერგეტიკულად არაექვივალენტურ ბმებზე, რომელიც განპირობებული იყო ატომთა ურთიერთგავლენით მოლეკულაში“. ამ ურთიერთგავლენის შედეგად ატომები მისი სტურქტურული გარემოცვის გამო იძენენ სხვადასხვა „ქიმიურ მნიშვნელობას“.

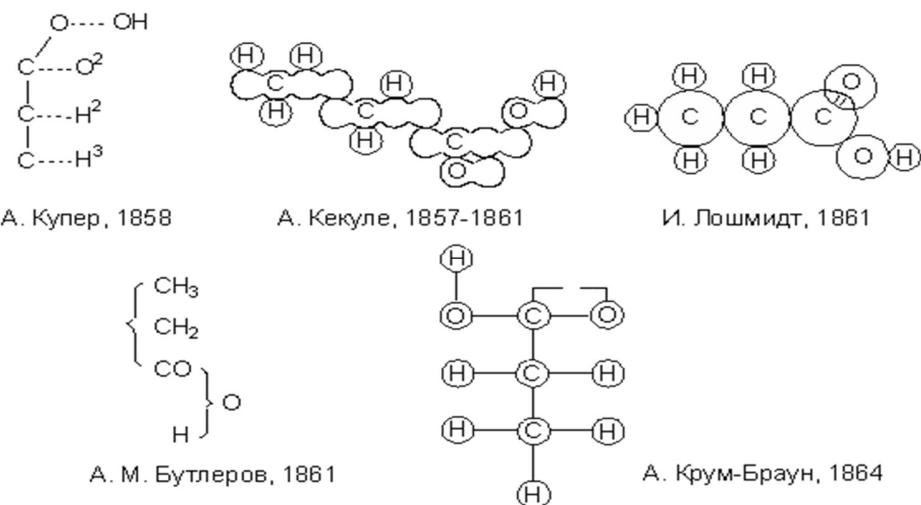
ბუტლეროვის ქიმიური აღნაგობის თეორია, რომლის საფუძლადაც დევს ვალენტობის თეორია, საშუალებას იძლევა ახსნილ იქნას მრავალი ექსპერიმენტული ფაქტი, რომელიც ეხებოდა ორგანულ ნაერთთა იზომერიას და მათ რეაქციის უნარიანობას.

ბუტლეროვის სახელმძღვანელო „შესავალი ორგანული ქიმიის სრულ შესწავლაში“ (1866 წ.) უკვე ერთი წლის შემდეგ -პირველად რუსეთის ისტორიაში - გამოქვეყნებულ იქნა გერმანულ ენაზე. 1862 წელს გერმანელი ქიმიკოსი ემილ ერლენმეიერი მივიდა დასკვნამდე, ეთილენში ნახშირბადებს შორის ორმაგი ბმის არსებობის შესახებ და და აცეტილენში სამმაგი.

ბუტლეროვის თეორიას მოლეკულაში ატომთა ურთიერთგავლენის შესახებ წარმატებით ავითარებდა მეორე რუსი ქიმიკოსი ვლადიმერ მარკოვნიკოვი- რომელმაც

1869 წელს წარმოადგინა დისერტაცია თემაზე „მასალები ატომთა ურთიერთგავლენის შესახებ ქიმიურ ნაერთებში.

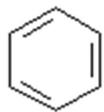
თეორიის უდიდესი ღირსება იყო მოლეკულის აგებულების ჩვენება. თვითონ ვალენტობის და ქიმიური ბმების გრაფიკული გამოსახვის განვითარების ისტორია ძალიან საინტერესოა. ქვემოთ მოცემულია პროპიონის მჟავას ფორმულის გამოსახვის სხვადასხვა საშუალებები 1860-იანი წლების რამდენიმე სისტემაში.



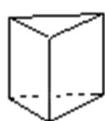
ე.წ „ბურთულებიანი“ მოდელი, რომელიც შემოთავაზებულ იქნა კეცულეს მიერ 1857 წელს, არ იყო მიღებული სამეცნიერო საზოგადოების მიერ, და ავტორმაც ჩქარა უარყო იგი. გარკვეული პერიოდი ბევრი ქიმიკოსი იყენებდა ფორმულებს, რომელიც მსგავსი იყო ჟერარისა და ლორანის თეორიის მსგავს ფორმულებს, სადაც ატომებსა და რადიკალებს შორის კავშირი აღინიშნებოდა ფიგურული „ფრჩილების“ საშუალებით (ერთ-ერთმა პირველმა ტიპების თეორიის ფორმულაში ტირეს გამოყენება, რომელიც ელემენტის სიმბოლოებს აერთებდა, დაიწყო 1864 წლის დასაწყისში ლოტარ მაიერმა). შოტლანდიელი ქიმიკოსი ალექსანდრ კრუმ ბრაუნმა 1864 წელს შემოგვთავაზა სტრუქტურული ფორმულების სფეროს მსგავსი სადაც შიგნით ეწერა ქიმიური ელემენტის სიმბოლო, შეერთებული ხაზით, რომელიც გამოსახავდა ატომებს შორის ქიმიურ ბმას. ხაზების რაოდენობა შეესაბამებოდა ატომის

ვალენტობას. 1865 წელს გერმანელმა ქიმიკოს-ორგანიკოსმა ავგუსტ ვილჰელმ ფონ ჰოფმანმა პირველმა მოახდინა დემონსტრირება სფერული-ხაზოვანი მოდელისა, სადაც ატომების როლს თამაშობდა ბურთულები, მიიღო გავრცერლებული სახეწლწოდება „გლიპტიკური“ (გლიპტიკა- ქვაზე ამოკვეთის ხელოვნება). 1866 წელს კვკულეს სახელმძღვანელოში გამოჩნდა მოდელების ნახაზები, რომელშიც ნახშირბადის ატომს უკვე ჰქონდა ტეტრაედრული კონფიგურაცია.

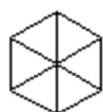
ძალიან მნიშვნელოვანი იყო სტრუქტურული ფორმულების სისტემის განვითარებისათვის ბენზოლის მოლეკულის სტრუქტურის დადგენა და ასევე შესაბამისად არომატული ნაერთების დიდი რაოდენობისათვის. ექვსი ნახშირბადის ატომისგან შედგენილი შეკრული ჯაჭვი, რომელიც შეერთებული იყო ხან ერთი და ხან ორი ხაზით (ვალენტობით), შემოგვთავაზა კეკულემ. თუმცა ფორმულის ძიება, რომელიც ხსნიდა ყველა ნახშირბადის ატომების თანაბარშეფასებას, გრძელდებოდა კიდევ დიდ ხანს.



А. Кекуле, 1865



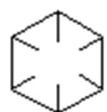
А. Ладенбург, 1869



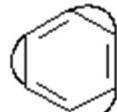
А. Клаус, 1867



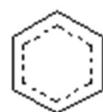
Дж. Дьюар, 1867



Г. Армстронг, 1887
А. фон Байер, 1888



И. Тиле, 1899



Дж. Оддо, 1901

უჯერი ნაერთებისათვის ვალენტობის კლასიკური თეორიის გამოყენების განვითრებაში მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანა გერმანელმა ქიმიკოსმა იოჰან ტილემ, რომელმაც 1899 წელს შემოგვთავაზა პარციალური ვალენტობის თეორია. ამ თეორიის თანახმად, ნახშირბადის ატომებს შორის უჯერი ბმების წარმოქმნისას, ამ ატომების ვალენტობა არ არის გაჯერებული სრულად, მაგრამ ყოველი ატომი ინარჩუნებს სწრაფვის დამოუკიდებელ უნარს -პარციალური ვალენტობა. თუ ორი ორმაგი ბმა გაყოფილია ერთი ერთმაგით, მაშინ მიიღება ორმაგი ბმების შეუღლებული

სისტემა. შუა ნახშირბადის ატომების პარციალური ვალონტობები გაჯერდება, ხოლო კიდურა ნახშირბადის ატომების ატომების პარციალური ვალენტობებითავისუფლდება. პარციალური ვალენტობების თეორიამ წარმატებულად შეავსოთავდაპირველი სწავლება ვალენტობაზე, რითიც აიხსნა ბევრი რეაქციის მიმდინარეობა, კერძოდ, უჯერ ნახშირწყალბადებთან მიერთების რეაქციები.

კიდევ ერთი ცდა ვალენტობის თეორიის სრულყოფისა გახდა მეზოპიდრიის თეორია, რომლის ავტორიც იყო ჯუზეპე ოდდო. ოდდო ვარაუდობდა, რომ წყალბადის ატომი, რომელიც იყო ორი მრავალვალენტიანი ელემენტის ახლოს, შეეძლო გადაენაწილებინა ვალენტობა მათთვისახსნილიყო ტაუტომერიის მოვლენა. მისმა თეორიამ საშუალება მოგვცა. ტაუტომერია-(ბერძ. Ταύτις- იგივე რაც მέρიც-ზომა)-ეს არის შექცევადი იზომერიის მოვლენა, რომლის დროსაც ორი ან რამდენიმე იზომერი მარტივად გადადიან ერთმანეთში. ამ დროს მყარდება ტაუტომერული წონასწორობა და ნივთიერება გარკვეული თანაფარდობით ერთდროულად შეიცავს ყველა იზომერის მოლეკულებს (ტაუტომერებს).

სტრუქტრული ქიმიის განვითარების მნიშვნელოვანი ეტაპი გახდა მოლეკულების სივრცითი აღნაგობის დადგენა. ჯერ კიდევ 1867 წელს, კეკულე აკრიტიკებდა კრუმ-ბრაუნის ფორმულებს, ვინაიდან თვლიდა, რომ ასეთი სახის გამოსახვა არ იძლევა სწორ წარმოდგენას, თითქოს ყველა ვალენტობა ერთ სიბრტყეშია. თვითონ კეკულე არაერთხელ გამოთქვამდა ვარაუდს ოთხვალენტიანი

სტერეოქიმიის აღმოცენება განპირობებული იყო მთელი რიგი აღმოჩენებით, რომელსაც თავდაპირველად თითქოს არ ჰქონდა ქიმიასთან კავშირი. 1801 წელს თომას იუნგმა ჩაატარა ექსპერიმენტი, რომელიც ადასტურებდა სინათლის ტალღურ ბუნებას. ოპოსტენ ჟან ფრენელმა 1814 წელს აჩვენა, რომ სინათლის სხივები მიეკუთვნება ურთიერთმკვეთი ტალღების ტიპს, ახსნა ბრტყელპოლარიზებული სინათლის ბუნება, რომელიც აღმოჩენილია 1808 წელს ეტიენ ლუი მალიუსის მიერ. 1815 წელს ფრანგმა ფიზიკოსმა ჟან ბატისტ ბიომ აღმოაჩინა ზოგიერთი ნივთიერების ოპტიკური აქტივობის მოვლენა. 1832 წელს ბერცელიუსის მიერ გამოყოფილია იზომერული ღვინის და ყურძნის მუავები (ღვინის სინათლის პოლარიზაციის

სიბრტყეს აბრუნებს მარჯვნივ, ხოლო ყურძნის-ოპტიკურად არააქტიურია) გახდნენ
ოპტიკური იზომერიის პირველი მაგალითი.

1848 წელს ფრანგმა წიმიკოსმა და ბიოლოგმა ლუი პასტრმა აღმოაჩინა, რომ
ყურძნის მჟავა არის ორი ოპტიკური ანტიპოდის ნარევი-ღვინის მჟავასი და მისი
იზომერის, რომელიც განსხვავდება მხოლოდ იმითი, რომ იგი პოლარიზაციის
სიბრტყეს აბრუნებს მარცხნივ. ამ იზომერის კრისტალები აღმოჩნდა ასიმეტრიული;
პასყერმა გამოთქვა ვარაუდი, რომ კრისტალების ასიმეტრია და ოპტიკური აქტივობა
განპირობებული უნდა იყოს მოლეკულების ასიმეტრიით. იოპან ადოლფ
ვისლიცენუსი, რომელმაც აღმოაჩინა რძის მჟავას იზომერები-განსხვავებულნი
მხოლოდ ოპტიკური აქტივობით-წერდა 1873 წელს: „ოპტიკურ იზომერებს შორის
განსხვავება შეიძლება ავხსნათ მათი ატომების სხვადასხვა განლაგებით სივრცეში, და
საჭიროა მოძებნილ იქნას განსაკუთრებული წარმოდგენები ამ განლაგებაზე“.

ჰიპოტეზა, რომელიც ხსნის ოპტიკურ იზომერიას-ასიმეტრული ნახშირბადის
ატომის ჰიპოთეზა -მოგვაწოდა დანიელმა ქიმიკოსმა იაკობ ჰენრიკ ვანტ-ჰოფმა. ვანტ-
ჰოფი ეფუძნებოდა ვარაუდს იმაზე, რომ ნახშირბდის ატომის ვალენტობა
მიმართულია ტეტრაედრის ცენტრიდან წვეროებისკენ. სიმეტრია ირღვევა იმ
შემთხვევაში, როცა ყველა ატომი ან რადიკალი, რომელიც შეერთებულია მოცემულ
ნახშირბადის ატომთან, არის სხვადასხვა. მიერთება შეიძლება მოხდეს ამ შემთხვევაში
ორი სხვადასხავა საშუალებით, და მიღებული ფიგურები წარმოადგენს ერთმანეთის
სარკისებურ გამოსახულებას-ზუსტად ასიმეტრიის ის ტიპია, რომელიც შეამჩნია
პასტერმა ღვინის ჟავას კრისტალებში.

თითქმის ვანდ-ჰოფთან ერთად, მსგავსი ვარაუდი გამოაქვეყნა ფრანგმა
ქიმიკოსმა ჟოზეფ აშილ ლე ბელმა. ვანთ-ფოპ-ლე ბელის ჰიპოტეზა წარმატებით
მიანიშნებდა ნაერთთა ოპტიკურ აქტივობაზე და მისი იზომერების რაოდენობაზე.
1875 წელს ბროშურის : “ქიმია სივრცეში“ ახალ გამოცემაში, ვანტ-ჰოფმა ახსნა
ალენური ნაერთების ოპტიკური აქტივობა და აჩვენა, რომ ამ ნაერთებს აქვთ

ასიმეტრული აგებულება და ამიტომ უნდა ჰქონდეთ მარჯვენა და მარცხენა ფორმები, თუნდაც ნახშირბადის ატომის არ არსებობის შემთხვევაშიც.

მიუხედავად ვანტ-ჰოფის დასკვნების არაჩევულებრივად დამთხვევისა ექსპერიმენტულ მონაცემებთან, ახალმა თეორიამ (რომელიც აქტიურად პროპაგანდირდებოდა ვისლიცენუსის მიერ), გამოიწვია გააფთრებული დისკუსია; პეკულე მეტად სკეპტიკურად მიუდგა, ხოლო გამოჩენილი გერმანელი ქიმიკოს-ორგანიკოსი ადოლფ ვილჰელმ ჰერმან კოლბე 1877 წელს გამოვიდა მძაფრი კრიტიკით ვანტ-ჰოფისა და ვისლიცენუსის მისამართით. მიუხედავად ამისა, კოლბეს ავტორიტეტმაც კი ვერ შესძლო ამ თეორიის უდაო მიღწევის დაჩრდილვა. სტერეოქიმიის დასაცავად გამოვიდნენ ვილჰელმ ფრიდრიხ ოსტვალდი, შარლ ადოლფ ვიურცი, ალბერტ ლადენბურგი. 1885 წელს გერმანელმა ქიმიკოსმა იოჰან ფრიდრიხ ვილჰელმ ადოლფ ფონ ბაიერმა შეაჯამა ვალენტობის კლასიკური თეორიის და სტერეოქიმიის მდგომარეობა, შეიმუშავა რა დაძაბულობის თეორია, რომელიც განსაზღვრავდა ციკლების და უჯერი ნაერტების მდგრადობას., რომელსაც საფუძვლად უდევს ტეტრაედრული ნახშირბადის ატომი.

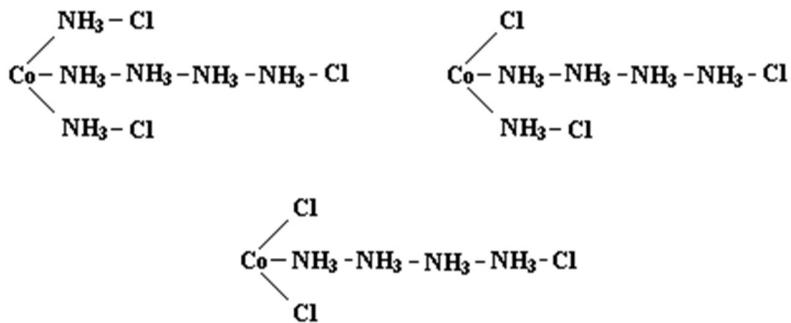
ვისლიცენულმა 1887 წელს ვანტ-ფოფის თეორიის საფუძველზე მოგვცა გეომეტრიული იზომერიის შესაბამისი ახსნა, მალეინის და ფუმარის მჟავების მაგალითზე. ვანტ-ჰოფის თეორიის საბოლოო დამტკიცება შედგა 1890 წელს, პაულ ვალდენის და ემილ ჰერმან ფიშერის არაჩევულებრივი სინთეზის შესრულების შედეგად, რომლებმაც აღმოაჩინეს ე.წ. ვალდენის შემობრუნება.

კოორდინაციული ქიმია

ხანგრძლივი დროის განმავლობაში, ვალენტობის თეორიას მირითადად იყენებდნენ ორგანული ნაერთებისათვის. თუმცა სტრუქტურული წარმოდგენები საკმაოდ მოთხოვნადი გახდა კომპლექსური ნაერთების ქიმიაში. ორგანული ქიმიის ამ ნაწილზე თეორიული წარმოდგენები ჩამოყალიბდა კომპლექსების თვისებების შესწავლის საფუძველზე, რომლებისც მიღებულია გარდამავალი მეტალების

მარილების ურთიერთქმედებით ამიაკთან. პირველი ნაბიჯი კოორდინაციული ქიმიისკენ გახდა თომას გრემის „ამონიუმური“ ჰიპოთეზა (1840 წელს), რომელიც აკვირდებოდა ანალოგიას ამიაკის ურთიერთქმედებისა მჟავებთან და მეტალთა მარილებთან. ამ ჰიპოთეზის თანახმად, მეტალიკავებს ამონიუმისიონში ერთი წყალბადის ატომს. გრემის ჰიპოთეზა განავითარა 1851 წელს ჰოფმანმა, რომელმაც ივარაუდა, რომ წყალბადის ატომი ამონიუმის რადიკალში შეიძლება ჩანაცვლდეს მეორე ამონიუმის რადიკალით.

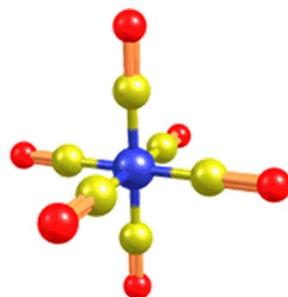
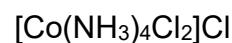
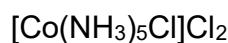
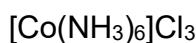
შემდეგი ნაბიჯი გახდა ჯაჭვური თეორია, რომეწლიც შემოგვთავაზა ქრისტიან ვილჰელმ ბლომსტრანდი და რომელიც დახვეწილ იქნა სოფუს მადსომ იერგენსენის მიერ. ბლომსტრანდ-იორგენსენის თეორიაში ზოგიერთი ელემენტისათვის ვალენტობა ჩვეულებრივზე მეტი იყო, ასევე აზოტის, ჟანგბადის და სხვა ელემენტების ატომების მიერ ჯაჭვების წარმოქმნის საშუალება. ექსპერიმენტულად დადგენილი განსხვავება მჟავური ნაშთებს შორის, რომლებიც შედიოდა კომპლექსის შემადგენლობაში, ახსნილი იყო მათი დაკავშირების სხვადასხვა საშუალებით-უშუალოდ მეტალთან ან ჯაჭვის ბოლოსთან. მაგალითად, ამიაკალური კომპლექსებისათვის $\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$, $\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$ და $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$, რომელთა ხსნარებიდან ვერცხლის ნიტრატით ლექავენ ქლორის სამ, ორ და ერთ ექვივალენტს სესაბამისად, იორგენსენი ვარაუდობდა შემდეგ აგებულებას:



თუმცა ბლომსტრანდ-იორგენსენის თეორია ვერ ხსნიდა, ორი იზომერული კომპლექსის არსებობას, მაგალითად $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$ -პრაზეო (მწვანე) - და ვილეო (იასამნისფერი)-მარილები.

1893 წელს შვეიცარიელმა ქიმიკოსმა ალფრედ ვერნერმა გამოაქვეყნა სტატია „არაორგანული ნაერთების აღნაგობის შესახებ“, რომელშიც ჩამოაყალიბა მის მიერ აღმოჩენილი კოორდინაციული თეორიის ძირითადი მომენტები. ვერნერის თეორია (რომელიც უკვე ცნობილი იყო იმ დროისათვის აზოტის შემცველი ორგანული ნაერთების სტერეოქიმიის ნაშრომებით) მნიშვნელოვნად გააფართოვა ქიმიკოსთა წარმოდგენები ელემენტების ვალონტობაზე.

თეორიის მთავარი არსი მდგომარეობდა ატომთა უნარის აღიარებაში, რომ, გარდა სწრაფვითი ბმებისა (მთავარი, პირველადი ანუ ჩვეულებრივი ვალენტობისა), შეეძლოთ წარმოექმნათ დამატებითი (კოორდინაციული) ბმები (დამათტებითი ან მეორადი ვალენტობა). ვერნერმა შემოიტანა ცნებაკომპლექსულ იონზე- ატომებისა და მოლეკულების რთული კომბინაცია. იგი შედგება ცენტრალური იონისაგან, რომელიც დაკავშირებულია რამდენიმე მოლეკულასთან ან ელექტროუარყოფით ატომებთან (ლიგანდები) და ქმნიან კომპლექსის შიდა სფეროს. ცენტრალური იონის მთავარ მახასიათებლად ვერნერი თვლიდა კოორდინაციულ რიცხვს, რომელიც ტოლია მთავარი და დამატებითი ვალენტობების ჯამისა. ზემოთხსენებული კობალტის კომპლექსური მარილებისათვის კოორდინაციული თეორიის ჩარჩოებში ვარაუდობდნენ აღნაგობას კოორდინაციული რიცხვით 6



ქრომის კარბონილის ოქტაედრული მოლეკულა
 $\text{Cr}(\text{CO})_6$

კოორდინაციული თეორიის მნიშვნელოვანი ნაწილი გახდა მომენტები, რომლებიც ეხებოდა კომპლექსური ნაერთების კოორდინაციას. ვერნერი ვარაუდობდა, რომ კომპლექსებისათვის კოორდინაციული რიცხვით 6, ვალენტობა მიმართულია ოქტაედრის წვეროევისაკენ, რომლის ცენტრშიც იმყოფება ცენტრალური იონი; კომპლექსებისათვის კოორდინაციული რიცხვით 4 ვალენტობა მიმართულია ან ტეტრაედრის წვეროებისაკენ, ან კვადრატის კუთხეებისაკენ. ამასთან დაკავშირებით, რომ ვერნერმა დაწვრილებისთ განიხილა შესაბამისი კომპლექსების იზომერის შემთხვევები, ძირითადად, ცის-ტრანს იზომერია კვადრატულ და ოქტაედრულ კომპლექსებში და ოპტიკური იზომერია ტეტრაედრულ და ოქტაედრულ კომპლექსებში.

ვერნერის თეორია თვალწათლივ ასახავს კომპლექსური ნაერთების აგებულებას, იგი საფუძვლად დაედო მათ კლასიფიკაციას და შესაძლებელი გახადა დიდი რაოდენობით ახალი ნაერთების არსებობის წინასწარმეტყველებისა. თეორიის სუსტი მხარე იყო ორი სახის ვალენტობის არსებობა, რომლის დამტკიცებაც შეუძლებელი გახდა თეორიულად დასაბუთება. ამან კიდევ უფრო გაამწვავა XIX საუკუნეში სტრუქტურული ქიმიის მთავარი პრობლემა (და მთელი ატომურ-მოლეკულური თეორიისაც): ბერცელიუსის ელექტროქიმიური დუალიზმის უარყოფის შემდეგ, მეცნიერებს არ გააჩნდათ თუნდაც მცირედი ადეკვატური წარმოდგენა ვალენტური ძალების ბუნების შესახებ.

ქიმიური თეორიის ბრწყინვალე წარმატებამ, თითქოს, არანაირად არ დაახლოვა ბუნებისმეტყველები შეკითხვის პასუხთან ატომთა შეერთების საშუალებათან მიმართებაში. როგორც პერიოდულობის სისტემის შემთხვევაში იყო, პასუხი ცდებოდა ქიმიის შესწავლის საგნის საზღვრებს.

ლექცია 8

ქიმიური პროცესები

ფიზიკური ქიმია

ქიმიასა და ფიზიკას შორის ზღვარი, უკვე ექსპერიმენტული ქიმიის გაჩენის შემდეგ იყო ძალიან პირობითი. XVII – XVIII საუკუნეების მანძილზე ჯერ კიდევ შეიძლებოდა მეტ-ნაკლებად ამ მეცნიერებების საგნებს შორის განსხვავებაზე საუბარი; ქიმიის საგანს მიეკუთვნებოდა პროცესები, რომლებიც მიმდინარეობდა ნივთიერების შედგენილობის ცვლილებით. თუმცა XIX საუკუნის დასაწყისი განთქმული გახდა ფიზიკის და ქიმიის ურთიერთდაკავშირებით. ატომურ-მოლეკულურ თეორიას ვერ ჩავთვლით მხოლოდ ქიმიურ თეორიად; სითბური ეფექტების შესწავლა, რომელიც თან ახლავს ქიმიურ რეაქციას, არ შეიძლება ჩავთვალოთ მხოლოდ ქიმიის შესწავლის საგნად. გალვანური ელემენტი, ელექტროლიზი, ნაერთთა ოპტიკური აქტივობის აღმოჩენა, სითბოტევადობასა და ატომურ მასას შორის კავშირის დამყარებამ მნიშვნელოვნად წაშალა საზღვრები ამ ორ მეცნიერებას შორის.

XIX საუკუნის პერიოდში საბოლოოდ ჩამოყალიბდა და სწარაფად დაიწყო განვითარება ფიზიკურმა ქიმიამ. ახალი მცნიერების შესწავლის საგნად შეიძლება ჩავთვალოთ ქიმიური პროცესი- მისი სიჩქარე, მიმართულება, თანამდე სითბური ეფექტები და მისი მახასიათებლების დამოკიდებულება გარეგან პირობებზე. კანონებს, რომლებიც აღწერენ ქიმიურ პროცესებს, შეიძლება ჰქონდეს ერთნაირი სახე აბსოლუტურად განსხვავებული პროცესებისათვის.

თერმოქიმია

უკვე XVIII საუკუნის ბოლოს, გამოჩნდა პირველი ნაშრომები, მიძღვნილი ქიმიური რეაქციის სითბური ეფექტების შესწავლისადმი, საიდანაც დაიწყო თერმოქიმიის დამკვიდრება. სითბოს გამოყოფა, რომელიც თან ახლავს ქიმიურ პროცესს, ერთხელ უკვე განხილული იყო ფლოგისტონის თეორიაში. უნდა აღინიშნოს, რომ ტერმოქიმიამ მაშინვე შეიძინა პრაქტიკული მნიშვნელობა: სხვადასხვა სახეობის

საწვავის წვის სითბოს განსაზღვრას დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა ტექნიკისათვის. თუმცა უკვე XIX საუკუნის პირველ ნახევარში, ქიმიკოსები თერმოქიმიას განიხილავდნენ როგორც მნიშვნელოვან ინსტრუმენტს ქიმიის ისეთი თეორიული პრობლემების გადაჭრისათვის, როგორიცაა ნივთიერების შედგენილობის და აღნაგობის შესწავლა და ასევე სწრაფვის ძალების განსაზღვრა. სითბოს განიხილავდნენ როგორც ატომთა შესაძლებელი შეერთების სიმტკიცისა და მოლეკულების ურთიერთქმედების საზომად.

უნდა აღინიშნოს, რომ თერმოქიმიის აღმოჩენის პროცესში, სითბოს ბუნებაზე შეხედულება მნიშვნელოვნად განსხვავებული იყო თანამედროვესგან. მკვლევარები გამოდიოდნენ იმ დაშვებიდან, რომ არსებობს რაგაც მატერიალური სუბსტანცია-სითბომბადი-რომელიც გამოიყოფა ან შთაინთქმება ქიმიური რეაქციის მიმდინარეობის დროს.

განსხვავებული წარმოდგენა სითბოს რაოდენობაზე, როგორც მატერიის უმცირესი ნაწილაკების (ატომების) მოძრაობის ფორმაზე, გაჩნდა ჯერ კიდევ XVII საუკუნეში. ამ აზრის მიმდევრები იყვნენ ფრენსის ბეკონი, რენე დეკარტი, ისაკ ნიუტონი, რობერტ ჰერი. შვეიცარიელმა მათემატიკოსმა და ფიზიკოსმა დანიელ ბერნულემ შემოგვთავაზა 1734 წელს განტოლება, რომელიც აკავშირებდა აირის წნევას და ატომთა მოძრაობას.

ლომონოსოვმა, ავითარებდა რა თავის კორპუსკულარულ ფილოსოფიას, დეტალურად შეიმუშავა სითბოს კინეტიკური თეორიის მდგომარეობა. თუმცა ატომის არსებობის დაუდასტურებლობის გარეშე კინეტიკურმა შეხედულებებმა სითბოს ბუნებაზე ვერ მოიპოვეს საყოვეთაო აღიარება.

1798 წელს ბენჯამინ ტომსონმა (გრაფი რუმფორდი) აღწერა ზარბაზნის ლულაში არხის გაბურღვისას დიდი რაოდენობის სითბოს გამოყოფა და ეს ჩათვალა ექსპერიმენტულ მტკიცებულებად, რომ სითბო მოძრაობის ფორმაა. ხახუნის შედეგად სითბოს გამოყოფა უძველესი დროიდან ცნობილი იყო, მაგრამ სითბომბადის თეორიის მომხრეები ამ მოვლენაში ხედავდნენ სხეულის ხახუნის შედეგად ელექტრიზაციის

ანალოგიას—ხახუნი ხელს უწყობს სხეულისგან სითბომბადის გამოყოფას. რუმფორდმა დაამტკიცა, რომ მატერიის შეზღუდული რაოდენობიდან შესაძლებელია განუსაზღვრელი რაოდენობის სითბოს მიღება. ხახუნის შედეგად სითბოს მიღება დაამტკიცეს გემფრი დევის ცდებმა. მან აღმოაჩინა, რომ ყინულის ორი ნაწილის ხახუნი იწვევს მათ დნობას. ატომურ მოლეკულური თეორიის ჩამოყალიბების შემდეგ სითმომბადის თეორიამ შეფერხება განიცადა, მაგრამ უკვე მე 19 საუკუნის პირველ ნახევარში სითმბომბადის თეორიას მეცნიერთა უმრავლესობა აღიარებდა.

სითბური მოვლენების შესწავლა ერთ ერთმა პირველმა დაიწყო ინგლისელმა ფიზიკოსმა ჟოზეფ ბლეკმა. მან მოგვაწოდა სხეულების სითბოტევადობის და ნაერთის აგრეგატული მდგომარეობის ცვლილების მაღლა სითბოს შესახებ ფორმულირება, მიუთითა რომ აუცილებელია იყოს მკვეთრი განსხვავება სითბოს რაოდენობასა და ინტენსივობას შორის (ტემპერატურა). მის მიერ გამოგონებული კალორიმეტრის საშუალებით, ბლეკმა 1759-1763 წლებში პირველად მოახდინა ყინულის დნობისა და წყლის აორთქლებისას ნაერთთა სითბოტევადობის და მაღლა სითბოს გაზომვა.

მალული სითბო- სითბო, რომელიც გამონთავისუფლდება ან შთაინთქმება ტერმოდინამიკური სისტემის მიერ მდგომარეობის ცვლილების, შედეგად და არ იცვლება ტემპერატურა. ადგილი აქვს ფაზური ფაზური გადასვლების შემთხვევაში: ლდობა, ორთქლისწარმოქმნა, გამყარება და ა.შ.

პირველად ქიმიური რეაქციის სითბოს სისტემატური გაზომვები დაიწყეს 1780 წელს ანტუან ლორან ლავუაზიემ და პიერ სიმონ დე ლამპლასმა. თავიანთი შედეგების განსჯის შემდეგ, ლავუაზიემ და ლამპლასმა ჩამოაყალიბეს წესი, რომელიც ახა ცნობილია როგორც თერმოქმიის პირველი კანონი (ლავუაზიე-ლაპლასის კანონი): „თუ შეერთებისას ან სისტემის მდგომარეობის ნებისმიერი ცვლილებისას ხდება თავისუფალი სითბოს შემცირება, სითბოს ეს რაოდენობა სრულად გამოჩნდება ისევ, როცა სისტემა დაუბრუნდება თავდაპირველ მდგომარეობას, და პირიქით..“

თერმოქიმიის განვითარებაში მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა რუსმა ქიმიკოსმა გერმანე ივანეს ძე ჰესმა. 1830-1850 წლებში მის მიერ ჩატარებულ იქნა რიგი სისტემატური გამოკვლევები თერმოქმიაში. 1840 წელს ჰესმა ჩამოაყალიბა თერმოქიმიის ფუნდამენტური კანონი-სითბოს რაოდენობის მუდმივობის კანონი: „რა

გზითაც არ უნდა მიმდინარეობდეს შეერთება, პირდაპირ ან ირიბად რამდენიმე გზით, ამ დროს გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა ყოველთვის არის მუდმივი“. ჰესმა არა მარტო აღმოაჩინა თერმოქმიის ძირითადი კანონი, რომელიც მან დაამტკიცა ექსპერიმენტულად, არამედ ფართოდ იყენებდა ამ კანონს სხვადასხვა პროცესების სითბოს რაოდენობების გაანგარიშებისათვის, რომელიც უშუალოდ ვერ ისაზღვრება. ჰესმა ერთერთმა პირველმა გამოთქვა მოსაზრება, რომ სითბოს რაოდენობის განსაზღვრა საშუალებას გვაძლევს გავზომოთ ქიმიურ სწრაფვა; სემდგომ ეს იდეა საფუძვლად დაედო ბერტლო-ტომსენის მაქსიმალური მუშაობის პრინციპს.

მე -19 საუკუნის სამოციან წლებში ერთმანეთისგან დამოუკიდებლად პიერ ეჟენ მარსელ ბარტლომ და ჰანს პეტერ იურგენ იულიუს ტომსენმა გამოთქვეს მოსაზრება, რომ რეაქციის სითბური ეფექტი რეაგენტებს შორის ქიმიური მსგავსების საზომია. სითბო რომელიც გამოიყოფა რეაქციისას არის ქიმიური და ფიზიკური მუშაობების ჯამის საზომი.

ამ მიდგომის ძირითადი არსი ბერტლომ ჩამოაყალიბა შემდეგნაირად: „სითბო, რომელიც გამოიყოფა რეაქციის დროს, არის ამ რეაქციისათვის შესრულებული ფიზიკური და ქიმიური მუშაობის საზომი... მაქსიმალური მუშაობის პრინციპი მდგომარეობს იმაში, რომ ნებისმიერი თვითუნებური ქიმიური გარდაქმნა მიისწრავვის სხეულის ან სხეულთა სისტემის შესაქმნელად, რომლებიც სითბოს უფრო მეტ რაოდენობას გამოყოფენ“.

ბერტლოს აზრით, რეაქცია თვთნებურად მიმდინარეობს მხოლოდ მაშინ, როცა მას ახლავს სითბოს გამოყოფა. ბერტლომ მრავალი წელი მიუზღვნა ქიმიური რეაქციების სითბური ეფექტების სისტემატიკურ განსაზღვრას.

ბერტლო თვლიდა, რომ თერმოქიმიური გაზომვების შედეგად შეიძლება გამოთვალონ რეაქციის მიმართულება და იწინასწარმეტყველონ ქიმიური ურთიერთმოქმედების პრინციპული განხორციელებადობა.

უნდა აღინიშნოს, რომ ბერტლო-ტომსენის მაქსიმალური მუშაობის პრინციპი თანამედროვე მეცნიერების კრიტიკის საგანი იყო, რადგან ყველა თვითნებურ

რეაქციას არ ახლავს სითბოს გამოყოფა. გარდა ამისა უკვე ცნობილი იყო შექცევადი რეაქციები.

მიუხედავად ამისა, თუმცა მაქსიმალური მუშაობის პრინციპი არ არის ბუნების საერთო კანონი, რიგ შემთხვევებში(განსაკუთრებით დაბალი ტემპერატურების სფეროში) შესაძლებელი იყო მისი წარმატებით გამოყენება რეაქციის მიმართულების დასადგენად.

მე-19 საუკუნეში ფიზიკურმა გამოკვლევებმა თერმოდინამიკაში მნიშვნელოვანი როლი შეასრულეს ქიმიური სწრაფვისა და ქიმიური პროცესების შესახებ წარმოდგენების შესაქმნელად. 1765 წელს ჯეიმს უატმა (ვატმა) დაიწყო სითბური მანქანების ექსპერიმენტული გამოკვლევები, რომელიც შემდგომ გაგრძელებული იქნა მკვლევართა ფართო საზოგაოდების მიერ. ნიკოლა ლეონარ სადი კარნო იკვლევდა რა პრაქტიკულ ამოცანას სითბურ მანქანებში სითბოსგან მუშაობის მისაღებად, შემოგვთავაზა ამ პრინციპის ზოგადი განხილვა და ამასთან ერთად ჩამოაყალიბა ამოცანის გადაწყვეტის საერთო მეთოდი-თერმოდიმანიკური, რითიც საფუძველი ჩაუყარა თერმოდინამიკას. ის იკვლევდა სითბური მანქანების მარგი ქმედების კოეფიციენტს და გამოიყვანა მისი ცნობილი ციკლი, სადაც მქა არ არის დამოკიდებული მუშა სხეულის თვისებებზე (ორთქლი, აირი და ა.შ) და განისაზღვრება მხოლოდ სითბოგამცემის და სითბომიმღების ტემპერატურით

კარნომ პირველად ახსნა სითბოსა და მუშაობას შორის კავშირი, თუმცა თავიდან ისიც გამოდიოდა სითბომბადის კონცეფციიდან და აღიარებდა სითბოს მუდმივობას სუბსტანციის რაოდენობის მიმართ. ასე თუ ისე, მან საფუძველი ჩაუყარა თერმოდინამიკას როგორც ფიზიკის ნაწილს, რომელიც შეისწავლის თერმოდინამიკურ წონასწორობის მდგომარეობაში მყოფ მაკროსკოპიული სისტემების თვისებებს, ასევე ამ მდგომარეობების ურთიერთგადასვლის პროცესებს.

თერმოდინამიკის პირველი საწყისი (ენერგიის შენახვის კანონი თერმოდინამიკური პროცესებისათვის) ამბობს: თუ თერმოდინამიკურ სისტემას მიეწოდება სითბო, ზოგად შემთხვევაში ხდება სისტემის შინაგანი ენერგიის ზრდა და

იგი ასრულებს მუშაობას გარეგანი ძალების საწინააღმდეგოდ. ზემოთ მითითებული იყო, რომ პირველმა, ვინც დააკავშირა სითბო და მუშაობა, ეს იყო კარნო, მაგრამ მისმა დაგვაინებულმა პუბლუკაციამ სითბოს მექანიკურ ექვივალენტზე, ვერ მოახდინა გადამწყვეტი ზემოქმედება თერმოდინამიკის პირველი საწყისის ფორმირებაზე.

თუმცა იდეა იმაზე, რომ სითბო-არაა სუბსტანცია, არამედ ძალა (ენერგია), რომლის ერთ-ერთი ფორმაცაა სითბო, თანაც ეს ძალა, პირობებზე დამოკიდებულებით, მოძრაობის სახით, ელექტრობის, სინათლის, მაგნეტიზმის, სითბოსი, რომლებსაც შეუძლიათ ერთმანეთში გადასვლა, არსებობდა მკვლევართა აზროვნებაში.

ამ იდეის ზუსტი გაგებისათვის, საჭირო იყო ამ ძალის საერთო საზომის განსაზღვრა. ეს გააკეთეს XIX საუკუნის 40-იან წლებში ერთმანეთისგან დამოუკიდებლად რ. მაიერმა, ჯ. ჯოულმა, და გ. ჰელმჰოლცმა.

იულიუს რობერტ მაიერი- 1842 წელს ჩამოაყალიბა სითბოსა და მექანიკური მუშაობის ეკვივალენტობის კანონი და გათვალა სითბოს მექანიკური ექვივალენტი.

ჯეიმს პრესკოტ ჯოულმა ექსპერიმენტულად დაადასტურა ვარაუდი იმაზე, რომ სითბო არის ენერგიის ფორმა და ექსპერიმენტულად დაამტკიცა მექანიკური მუშაობის ექვივალენტური გარდაქმნა სითბოდ.

ჰერმან ლუდვიგ ფერდინანდ ჰელმჰოლცი- 1847 წელს მათემატიკურად დაასაბუთა ენერგიის შენახვის კანონი და დაამტკიცა მისი საყოველთაო ხასიათი.

რუდოლფ იულიუს ემანუელ კლაუზიუსმა და უილიამ ტომსონმა (ლორდ კელვინი) 50-იანი წლების დასაწყისში ჩამოაყალიბეს თერმოდინამიკის მეორე საწყისი, რომელიც ამტკიცებდა სითბოს თვითნებურ გადასვლის შეუძლებლობას ნაკლებად ცხელიდან უფრო ცხელზე (კლაუზიუსი) და სითბოს სრული გარდაქმნის შეუძლებლობა მუშაობაში (ტომსონი). კლაუზიუსმა დაიწყო რა სითბოს მექანიკური თეორიის განვიტარება, სემოიტანა ტერმოდინამიკაში უმნიშვნელოვანესი მცნებები შინაგანი ენერგიისა და ენტროპიის.

გაავრცელა რა ჩაკეტილი სისტემისთვის ენტროპიის ზრდის პრინციპი სამყაროზე, კლაუზიუსმა გამოთქვა ჰიპოთეზა სამყაროს სითბურ სიკვდილზე. კლაუზიუსის კონცეფცია „სითბური სიკვდილი“ -ის არსი გამოხატულია თერმოდინამიკის მეორე საწყისში: „სამყაროს ენტროპია მიისრაფვის მაქსიმუმისკენ“. კლაუზიუსის პოსტულატმა და სითბური სიკვდილის შესახებ კონცეფციამ გამოიწვია დიდი წინააღმდეგობა; მოგონილი იყო მრავალრიცხოვანი ექსპერიმენტები, რომლებიც ეწინააღმდეგებოდა კლაუზიუსის პრინციპს. ძალიან აზრიანი ექსპერიმენტი წარმოადგინა მაქსველმა 1870 წელს მაქსველმა, (ე.წ. მაქსველის დემონი).

კლაუზიუსის შეხედულებების გასავითარებლად ლუდვიგ ბოლცმანმა და ჯეიმს მაქსველმა XIX საუკუნის 70-იან წლებში აჩვენეს თერმოდინამიკის მეორე საწყისის სტატისტიკური ხასიათი. თერმოდინამიკის მეორე საწყისის ფორმულირებაარ შეესაბამებოდა ტრადიციულ მექანიკურ შეხედულებებს, რომლის თანახმადაც ყველა პროცესი არის შექცევადი. სითბოს კინეტიკურმა თეორიამ მოახდინა ამ შეიუთავსებლობის წინააღმდეგობაში მოყვანა. ეს სირთულეები დაძლეულ იქნა მაქსველის და ბოლცმანის მიერ, რომლებმაც შემოიტანეს მცნება ფიზიკური მოვლენების ალბათობაზე და ადგილი მიუჩინეს დინამიკურ კანონებს მექანიკაში, სტატისტიკურ კანონებს-თერმოდინამიკაში. ენტროპიის ზრდის კანონმა ბოლცმანისათვის მიიღო მარტივი ინტერპრეტაცია: სისტემა მიიწრაფვის მეტად ხელსაყრელი მდგომარეობისაკენ.

გაცილებით გვიან, -1906-1911 წლებში ვალტერ ჰერმან ნერნსტმა და მისი შეხედულებების განმავითარებელმა მაქს კარლ ერნსტ ლუდვიგ პლანკმა შემოგვთავაზეს თერმოდინამიკის მესამე საწყისის სხვადასხვა ფორმულირებები, რომლებიც საშუალებას იძლეოდა ნივთიერების ენტროპიის აბსოლუტური მნიშვნელობის გათვლისა.

საბოლოო კავშირი მექანიკურ პროცესებსა და სითბურ მოვლენებს შორის დამყარებულ იქნდა აირების კინეტიკურ თეორიაში. ჰელმჰოლცმა 1847 წელს

მოგვაწოდა პიპოთეზა იმის შესახებ, რომ შინაგანი მიზეზი მექანიკური მუშაობისა და სითბოს ურთიერთგარდაქმნისა მდგომარეობს სითბური მოვლენების სემცირებაში მექანიკური მოძრაობის მოვლენების მიმართ. 1856-1857 წლებში გერმანელმა ფიზიკოსებმა ავგუსტ კარლ კრენინგმა და რუდოლფ კლაუზიუსმა შეიმუშავეს სითბოს კინეტიკური თეორია, მიიღეს განტოლება, რომელიც აკავშირებს მოლეკულების საშუალო კინეტიკურ ენერგიასა და ტემპერატურას შორის.

აირადი მდგომარეობის თეორიაში სტატისტიკური მეთოდი შემოიტანეს 1860-1865 წლებში ლ. ბოლცმანმა და ჯ. მაქსველმა.

სითბოს კინეტიკური თეორიის შექმნაში დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა აირადი მდგომარეობის კანონების აღმოჩენას. ბოილისა და გეი-ლუსაკის კანონების საფუძველზე ფრანგმა ფიზიკოსმა ბენუა პოლ ემილ კლაპეირონმა 1834 წელს მიიღო იდეალური აირების მდგომარეობის განტოლება (კლაპეირონის განტოლება), რომელიც გავრცობილი იყო 1874 წელს მენდელეევის მიერ. 1871 წ. იოჰან დიდერიკ ვან-დერ-ვაალსმა თავის სადიპლომო ნაშრომში გამოიყვანა რეალური აირების მდგომარეობის განტოლება, რომელიც ითვალისწინებს აირის მოლეკულების ურთიერთმიზიდვას და მათ საკუთარ მოცულობას.

XX საუკუნის ქიმია

ატომის აღნაგობის შესწავლა

„განუყოფელის გაყოფა“

ატომის გაყოფის აღმოჩენა, რომელსაც თან მოჰყვა ბუნებისმეტყველებაში მექანიკური ატომიზმის დასასრული, მოხდა XX საუკუნის დასაწყისში. ამ აღმოჩენას საკმაოდ დიდი ისტორია უძღვის წინ.

უკვე 1870 -იან წლებში, პერიოდულობის კანონის აღმოჩენის შემდეგ, ბუნების მეტყველთა შორის კვლავ აღმოცენდა ინტერესი უილიამ პრაუტის ჰიპოთეზის მიმართ. თუმცა ატომური მასების უზუსტესმა განსაზღვრამ აჩვენა, რომ რიგ შემთხვევებში მათი ათწილადურობა არ შეიძლება ჩავთვალოთ ცდის შეცდომად, ჰიპოთეზა „პროტილზე“- ატომის უმარტივეს შემადგენელ ნაწილზე, აქტიურად ირჩეოდა.

პროტილი-კრუკის მიერ ეწოდა იმ ჰიპოთეზურ პრიმორდიალურ მატერიას, რომლისგანაც ოდესაც შედგებოდა მსოფლიოს მასა, ან ყოველ შემთხვევაში ჩვენი მზის სისტემის.

ინგლისელმა ასტროფიზიკოსმა უოზეფ ნორმან ლოკიერმა, რომელიც სწავლობდა ვარსკვლავთა სპექტრებს და აჩვენა, რომ ისინი ძირითადად წყალბადისაგან შედგება, 1873 წელს წარმოადგინა იდეა ელემენტთა ევოლუციის შესახებ. ფართო გახდა ცნობილი წიგნი „ქიმიური ელემენტების წარმოშობის შესახებ“, რომელიც დაწერა 1886 წელს ინგლისელმა ფიზიკოსმა უილიამ კრუკსმა, რომელიც იყო სპექტრული ანალიზის საუკეტესო სპეციალისტი.

კრუკი ვარაუდობდა, რომ ყველა ელემენტი წარმოიქმნა პროტილისგან, ასეთი სავარაუდოდ წყალბადია, „ევოლუციის გზით, როგორც ჩვენი მზის სისტემის ნაწილები წარმოიქმნა ლაპლასის თეორიის თანახმად, და როგორც წარმოიქმნა ჩვენი პლანეტის მცენარეები და ცხოველები-ლამარკის, დარვინის და უოლესის თეორიების მიხედვით“. ჰიპოთეზას ელემენტების ევოლუციის შესახებ ჰყავდა საკმაოდ ბევრი

მოწინააღმდეგე, იმ დაშვებიდან გამომდინარე, რომ ჰიპოთეზას არ ახლდა თან არანაირი ექსპერიმენტული მტკიცებულება.

ძირიათადი ექსპერიმენტული წანამძღვარი ატომის გაყოფის დადგენისა, იყო ელექტრული დენის გამოკვლევა, რომელიც განხორციელდა XIX საუკუნის ფიზიკოსების მიერ მთელი საუკუნის მანძილზე.. 1874 წელს ირლანდიელმა ფიზიკოსმა ჯორჯ ჯონსტონ სტოუნმა გამოთქვა იდეა იმის შესახებ, რომ ელექტრობა შედგება ელემენტარული მუხტებისგან, რომლებიც დაკავშირებულია ატომებთან, და გამოთვალა ამ ელემენტარული ნაწილაკის მასა. 1892 წელს სტოუნიმ შემოიტანა ტერმინი ელექტრონი.

ელექტრული მუხტების გამოკვლევა განმუხტულ აირებში და ვაკუუმში, რომელიც დაიწყო 1859 წელს გერმანელი ფიზიკოსის იულიუს პლიუკერის მიერ, დასრულდა იმით, რომ ვილჰელმ გიტორფმა და უილიამ კრუკსმა 1869-1875 წლებში აღმოაჩინეს უხილავი კათოდური სხივები, რომლებიც ვრცელდებიან ვაკუუმში კათოდიდან ანოდისაკენ. კათოდური სხივების ბუნება, რომლებიც ვრცელდებიან სწორხაზოვნად და იწვევენ მინის ფლუორესცენციას (ნათება) ანოდის ირგვლივ, დიდი ხნის მანძილზე რჩებოდა უცნობი; გერმანელი ფიზიკოსები ვარაუდობდნენ ტალღურს, ინგლისელები-კორპუსკულარულ ბუნებას კათოდური სხივებისა.

1886 წელს გერმანელმა ფიზიკოსმა ეუგენ გოლდშტეინმა, რომელიც ექსპერიმენტებს ატარებდა ბადისებურ კათოდზე, აღმოაჩინა ტუნელური სხივები, რომლებიც ვრცელდებოდნენ კათოდის მოპირდაპირედ. გამოთქმულ იქნა ჰიპოთეზა იმაზე, რომ სხივები შედგება დადებითად დამუხტული ნაწილაკებისაგან.

1895 წელს ფრანგმა ფიზიკოსმა ჟან ბატისტ პერენმა აღმოაჩინა ელექტრული ველით კათოდური სხივების გადახრა, დაამტკიცა ამით ის, რომ ისინი წარმოადგენენ უარყოფიტად დამუხტული ნაწილაკების ნაკადს. საბოლოოდ 1897 წელს ინგლისელმა ჟოზეფ ჯონ ტომსონმა და გერმანელმა ფიზიკოსმა ემილ ვიხერტმა, ერთმანეთისგან დამოუკიდებლად განსაზღვრეს ელექტრონის მუხტის დამოკიდებულება მის

მასასთან რითაც საბოლოოდ დამტკიცეს მისი არსებობა. ელექტრონის მასა, ელექტრონის მასა, მათი მონაცემებით, შეადგენდა წყალბადის ატომის 1/4000 დან 1.2000 მდე; ასევე შემჩნეული იყო რომ ელექტრონის მასა დამოკიდებულია მის სიჩქარეზე (ელექტრონის მუხტის ზუსტი სიდიდე განსაზღვრა 1917 წელს ინგლისელმა ფიზიკოსმა რობერტ ენდრიუს მილიკენმა) ჯ.ჯ ტომსონმა მალევე გამოთქვა ვარაუდი, რომ ელექტრონი არის ატომის შემადგენელი ნაწილი.

კათოდური სხივების შესწავლამ მიგვიყვანა მეორე მნიშვნელოვან აღმოჩენამდე. ვილჰელმ კონრად რენტგენმა 1895 წელს აღმოაჩინა, რომ ანტიკათოდზე კათოდური სხილევის დაცემისას წარმოიქმნება ახალი სახეობის გამოსხივება- X სხივები (რენტგენის სხივები), რომელსაც აქვს მაღალი შეღწევადობის უნარი და იწვევს სხვადასხვა ნივთიერებების ფლუორესცენციას. რენტგენის სხივების ბუნება თავიდან ახსნილ იქნა სხვადასხვანაირად - გარდა იმ აზრისა, რომ გავს ულტრაიისფერს, გამოითქმოდა ვარაუდი მის კორპუსკულარულ ბუნებაზე. X-სხივების ტალღური ბუნება საბოლოოდ დამტკიცებულ იქნა მხოლოდ 1913 წელს, როდესაც მაქს თეოდორ ფელიქს აღმოაჩინა მათი დიფრაქცია კრისტალებში გასვლისას.

ცდილობდა რა შეემოწმებინა ფრანგი მათემატიკოსის ანრი პუანკარეს ვარაუდი იმაზე, რომ X სხივები არ რაის დაკავშირებული კათოდურ სხივებთან, ანტუან ანრი ბეკერელმა დაიწყო ურანის მარილების ფლუორესცენციის შესწავლა. ბეკერელმა გამოაქვეყნა ცნობა იმაზე, რომ ურანილის სულფატი მზის სხივებით დასხივების შემდეგ იძლევა გამოსხივებას, რომლიც ფიქსირდება შავ ქაღალდში გახვეულ ფოტოფირზე. თუმცა რამდენიმე დღის შემდეგ, ბეკერელმა აღმოაჩინა, რომ ურანის მარილები იწვევენ ფოტოფირის გაშავებას დასხივების გარეშეც :ისინი მუდმივად უშვებდნენ გამტარ გამოსხივებას. უნდა აღინიშნოს, რომ ურანილის ნიტრატის უნარი დაშალოს ვერცხლის მარილები სიბნელეში, ჯერ კიდევ 1858 წელს აღნიშნავდა ფრანგი ბუნებისმეტყველი ნეპს დე სენ ვიქტორი, თუმცა მისმა კვლევებმა მაშინ არ გამოიწვია ინტერესი.

1897-1898 წლებში, ფრანგი მეცნიერები პიერ კიური და მარია სკლოდოვსკაია-კიურიმ დაადგინეს, რომ ურანული გამოსხივება არის ურანის ატომის თვისება; ეს თვისება არაა დამოკიდებული იმაზე, რომელი ნაერთის სახითაა ურანი. 1898 წელს კიურებმა აღმოაჩინეს, რომ ასეთივე თვისებები აქვთ სხვა ელემენტსაც-თორიუმს. იმავე წელს მათ დაიწყეს ურანის ერთ-ერთი ბუნებრივი მინერალის გამოკვლევა, რომელსაც ახასიათებდა უფრო ძლიერი გამოსხივება (კიურებმა შემოგვთავაზეს ტერმინი რადიოაქტიურობა; რადიაქტიურობა), ვიდრე ურანის სუფთა მარილებს. მათი სამუშაოს შედეგად აღმოჩენილ იქნა ორი ახალი რადიოაქტიური ელემენტი-პოლონიუმი და რადიუმი.

1899 წელს ინგლისელმა ფიზიკოსმა ერნსტ რეზერფორდმა აღმოაჩინა ურანული გამოსხივების არაერთგვაროვნება; მაგნიტურ ველში სხივები იყოფიან ისე, რომ შესაძლებელია გამოიყოს ორი შემადგენელი ნაკადი, რომლებიც შეიცავენ შესაბამისად დადებით და უარყოფითად დამუხტულ ნაწილაებს.

პოლ ვილარმა 1900 წელს გამოყო კიდევ ერთი ტიპი: სხივები, რომლებიც არ გადაიხრებიან მაგნიტურ ველში. რეზერფორდმა შემგვთავზა ეს გამოსხივება აღნიშნულ ყოფილიყო ბერძნული ანბანის პირველი ასოებით: ალფა-სხივები, ბეტა-სხივები და გამა-სხივები.

ბეკერელმა აჩვენა, რომ β-სხივები მაგნიტურ ველში გადაიხრებიან იმ მხარეს და იმ მნიშვნელობით, რამდენადაც კათოდური სხივები და შესაბამისად წარმოადგენენ ელექტრონების ნაკადს.

1900 წელს რეზერფორდმა დაადგინა, რომ თორიუმის ნაერთები უწყვეტად გამოყოფენ რადიოაქტიურ აირს- თორიუმის გამოსხივება-იგივე დაშლა (რადონი), რითაც საფუძველი ჩაუყარა რადიოაქტიური დაშლის პროდუქტების შესწავლას. 1903 წელს უილიამ რამზაიმ, რომელიც არის ინერტული აირების პირველი აღმომჩენი, და ფრედერიკ სოდიმ დაამტკიცეს, რომ რადიუმის a-დაშლისას მიიღება ჰელიუმი.

იმავე წელს ე. რეზერფორდმა და ფ. სოდიმ საფუძველი ჩაუყარეს რადიოაქტიური დაშლის თეორიის საფუძვლებს, აჩვენეს რა, რომ ურანი, თორიუმი და აქტინიუმი არიან რადიოაქტიური ელემენტების ოჯახის საწყისები, რომლებიც მიირება მათი დაშლის შედეგად; დაშლის საბოლოო პროდუქტი არის ტყვია. რადიოაქტიური ელემენტების დახასიათებისათვის პ. კიურის მიერ შემოტანილ იქნა ცნება-ნახევარდაშლის პერიოდი.

რადიოაქტიურობის გამოკვლევამ ძირეულად შეცვალა ატომის კლასიკური ცნება; ცხადი გახდა, რომ ატომი უნდა მივიჩნიოთ რთულ სისტემად, რომლის წარმოქმნაშიც უფრო მარტივი ნაწილაკები. თუმცა ქიმიისათვის ატომის გაყოფადობის დადგენამ არ მიგვიყვანა თეორიაში რამე პრინციპული ცვლილებებისაკენ, სერიოზულ პრობლემას წარმოადგენდა პერიოდულობის სისტემაში რადიოაქტიური დაშლის მრავალრიცხოვანი პროდუქტების განთავსება, რომლებსაც აქვთ დაახლოებული ატომური მასები, მაგრამ გასხვავებული ნახევარდაშლის პერიოდები.

ერთი მხრივ 1909 წელს თეოდორ სვედბერგმა აჩვენა, რომ რადიოაქტიური დაშლის ბევრი პროდუქტი ქიმიურიად იდენტურია. მეორე მხრივ, დადგენილ იქნა, რომ ნეონისა და ტყვიის ატომური მასები, რომლებიც მიღებულია რადიოაქტიური დაშლის შედეგად, ნამდვილად განსხვავდება „ჩვეულებრივი ელემენტების“ ატომური მასებისაგან. პრობლემა გადაჭრილ იქნა 1913-1914 წლებში ფრედერიკ სოდის მიერ. ქიმიურად მსგავსი ელემენტები, რომლებსაც აქვთ განსხვავებული ატომური მასები-იზოტოპები- სოდიმ განალაგა პერიოდულობის სისტემის ერთ უჯრაში. დაშლის პროდუქტების ადგილის განსაზღვრისათვის, რომლებიც ცოტა ხანი არსებობენ, სოდიმ შემოგვთავაზა წანაცვლების კანონის გამოყენება, რომელიც მასთან ერთად ჩამოაყალიბა 1913 წელს კაზიმის ფაიანსმა. ამ კანონის თანახმად, α-დაშლის პროდუქტი არის ელემენტი, რომელიც მოთავსებულია პერიოდულობის სისტემაში ორი უჯრით მარცხნივ საწყისიდან, ხოლო β-დაშლის პროდუქტი -ელემენტი

რომელიც განლაგებულია ერთი უჯრით მარჯვნივ. ატომების აღსანიშნავად, რომლებსაც ჰქონდათ ერთნაირი ატომური მასები, შემოთავაზებულ იყო ტერმინი - იზობარები.

1914 წელს ფიზიკოსებისა და ქიმიკოსებისათვის შესაძლებელი გახდა პერიოდულობის სისტემაში ელემენტის მდგომარეობის განსაზღვრა- ჰენრი გვინ ჯეფრის მოზღვიმ დაადგინა, რომ რენტგენის გამოსხივების სიხშირის მახასიათებლის ფესვი ხაზოვან დამოკიდებულებაშია მთელ სიდიდესთან - ატომურ ნომერთან, რომელიც ემთხვევა ელემენტის ნომერს პერიოდულობის სისტემაში. მოზღვის კანონი საშუალებას იძლევა ექსპერიმენტულად დამტკიცდეს პერიოდულობის სისტემაში ელემენტების სწორი განლაგება, მათ შორის რადიოაქტიური იზოტოპების. დამტკიცდა ასევე სამართლიანობა გარკვეულ შემთხვევებში ელემენტების რიგის გადახრა ატომური მასის ზრდასთან მიმართებაში (ანუ პერიოდულობის სისტემის ანომალიები). ზუსტად ატომური ნომერი, რომელიც ემთხვევა ატომის ბირთვის დადებითი მუხტის სიდიდეს, როგორც ივარაუდა ჰოლანდიელმა მეცნიერმა ანტონიუს ვან დენ ბრუკმა, გახდა ქიმიური ელემენტების კლასიფიკაციის საფუძველი.

1920 წელს, ინგლისელმა ფიზიკოსმა ჯეიმს ჩედვიკმა ექსპერიმენტულად განსაზღვრა სპილენძის, ვერცხლის და პლატინას ბირთვის მუხტები, მიიღო მათთვის მნიშვნელობები 29.3, 46.3 და 77.4 შესაბამისად, რაც პრაქტიკულად ემთხვეოდა მათ ატომურ ნომრებს: 29, 47 და 78.

XX საუკუნის 20-იანი წლების დასაწყისში შეიცვალა ქიმიური ელემენტის ცნება, რომელიც საწყისს იღებდა რობერტ ბოილიდან. ნაცვლად ელემენტისა- ქიმიურად განუყოფელი ნივთიერებისა, რომელიც შედგება მსგავსი განუყოფელი ატომებისაგან, ცამოყალიბდა წარმოდგენა ელემენტზე, როგორც ერთნაირი ატომბირთვის მუხტის მქონე ატომთა ერთობლიობა.

1919 წელს რეზერფორდმა განახორციელა პირველი ხელოვნური ბირთვული რეაქცია, რითიც ა- ნაწილაკებით ბომბარდირებისას გადააქცია აზოტი ჟნგბადად და ექსპერიმენტულად დაამტკიცა პროტონის არსებობა; 1920 წელს მანვე გამოთქვა ჰიპოთეზა ნეიტრონის არსებობის შესახებ (რომელიც ექსპერიმენტულად აღმოაჩინა ცედვიკმა 1931 წელს.).

აღსანიშნავია ის, რომ უმარტივესი ატომის ბირთვის დასახელება - პროტონი-მსგავსია პრაუტის პროტილისა.

ატომის ძირითადი შემადგენელი ნაწილების და ელემენტების გარდაქმნის აღმოჩენამ (აღმოჩნდა რომ ალქიმიკოსები არ იყვნენ არცთ ისე არასწორი, რომ ამბობდნენ-ტრანსმუტაცია -მხოლოდ ხელობის საკითხია!!!!) მიგვიყვანა ნივთიერების აგებულების შესახებ ძირეულად გადახედვასთნ. ალქიმიური ტერმინი ტრანსმუტაცია

დაბრუნდა მეცნიერებაში; ეხლა ის უკვე აღნიშნავს ერთი ელემენტის ატომების გარდაქმნას მეორეში რადიოაქტივური დაშლის ან ბირთვული რეაქციების შედეგად.

ატომის აღნაგობის მოდელები

ატომის აღნაგობის პირველი მოდელები ჩნდება XX საუკუნის დასაწყისშივე. უან პერენმა 1901 წელს გამოთქვა ვარაუდი ატომის ბირთვულ-პლანეტარულ აღნაგობაზე. მსგავსი მოდელი შემოგვთავაზა 1904 წელს იაპონელმა ფიზიკოსმა ხანტარო ნაგაოკამ. ნაგაოკას მოდელში ატომი გავს პლანეტა სატურნს; პლანეტის როლს ასრულებს დადებითად დამუხტული სფერო, რომელიც წარმოადგენს ატომის მოცულობის ძირითად ნაწილს, ხოლო ელექტრონები განლაგებულია სატურნის თანამგზავრების მსგავსად, რომლებიც ქმნიან წრეს.

თუმცა განსაკუთრებულად დიდი აღიარება ჰქოვა ატომის ე.წ. კექსისებურმა მოდელმა: 1902 წელს უილიამ ტომსონმა (ლორდ კელვინი) გამოთქვა ვარაუდი იმაზე, რომ ატომი წარმოადგენს დადებითად დამუხტული მატერიის ერთიანობას, რომლის

შიგნით თანაბრად განლაგებულია ელექტრონები. უმარტივესი ატომი -წყალბადის ატომი უ.ტომსონის აზრით წარმოადგენს დადებითად დამუხტულ სფეროს, რომლის ცენტრშიც მოთავსებულია ელექტრონი.

ეს მოდელი დეტალურად დაამუშავა ჯ.ჯ. ჯონსონმა, რომელიც თვლიდა, რომ ელექტრონები დამუხტული სფეროს შიგნით განლაგებულია ერთ სიბრტყეში და წარმოქმნიან კონცენტრულ რკალებს. ჯ.ჯ. ტომსონმა შემოგვთავაზა ატომში ელექტრონების რიცხვის განსაზღვრის საშუალება, რომელიც დამყარებულია რენტგენის სხივების გაბნევაზე, სადაც ასევე კვლავ დაშვებულია, რომ ზუსტად ელექტრონები უნდა იყონ გაბნევის ცენტრები. ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა დაასაბუთა, რომ ელემენტის ატომებშორი ელექტრონების რაოდენობა ტოლია დაახლოებით ატომური მასის სიდიდის ნახევრისა.

ჯ.ჯ. ტომსონი, ვარაუდობდა რა, რომ ატომში ელექტრონების რიცხვი უწყვეტად იზრდება ერთი ელემენტიდან მეორეზე გადასვლისას, პირველად ეცადა დაეკავშირებინა ატომის აღნაგობა ელემენტის თვისების პერიოდულობასთან.

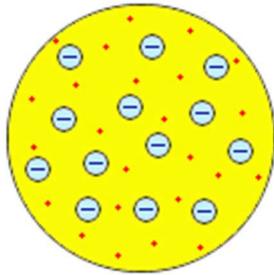
გერმანელი ფიზიკოსი ფილიპ ფონ ლენარდი ეცადა შეექმნა მოდელი, რომელიც არ წინასწარმეტყველებდა ატომში საპირისპირო მუხტების ცალ-ცალკე არსებობას.

ატომი, ლენარდის მოდელის თანახმად შედგება ნეიტრალური ნაწილაკებისგან (ე.წ.დინამიდი), სადაც თითოეული წარმოდგენილია როგორც ელექტრული დუბლეტი.

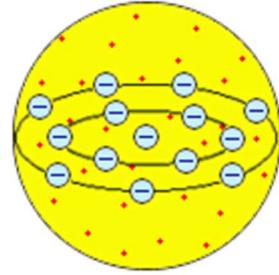
ლენარდის მიერ ჩატარებულმა გამოთვლებმა გვანახა, რომ ნაწილაკებს უნდა ჰქონდეს უკიდურესად მცირე ზომები და შესაბამისად, ატომის მოცულობის დიდი ნაწილი არის ცარიელი. ატომის მასის თავმოყრა მის მცირე მოცულობაში, ნაწილობრივ დამტკიცდა ლენარდის მიერ 1903 წელს ჩატარებული ცდებით, რომელშიც სწრაფი ელექტრონების ნაკადი თავისუფლად გადიოდა თხელ მეტალურ ფოლგაში.

ყველა აღნიშნული მოდელები- ტომსონ-ტომსონი, პერენ-ნაგაოკა და ლენარდის იყო ძალიან ჰიპოთეტური და განსაკუთრებულად თვისობრივი.

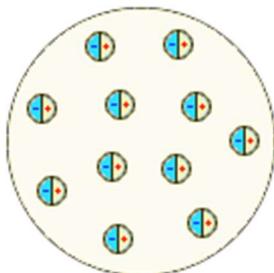
ატომის აღნაგობის პირველი მოდელები



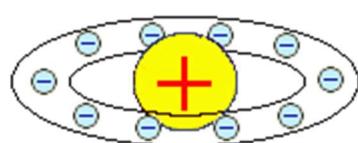
У. Томсон, 1902 г.



Дж. Дж. Томсон, 1904 г.



Ф. Ленард, 1904 г.



Х. Нагаока, 1904 г.

1906-1909 წლებში ჰანს ჰეიგერმა, ერნსტ მარსდენმა და ერნსტ რეზერფორდმა, ცდილობდნენ რა მოენახათ ექსპერიმენტული დასაბუთება ტომსონის მოდელისათვის, ჩაატარეს თავიანთი ცნობილი ცდები ა-ნაწილაკების გაბნევაზე ოქროს ფოლგაში.

მათ გამოიყენეს ა-ნაწილაკები ელექტრონების მაგივრად, რადგან თავიანთი დიდი მასის გამო (ელექტრონის მასაზე 7350-ჯერ მეტი) ნაწილაკები არ

გადაიხრებოდნენ სესამჩნევად ელექტრონებთან დაჯახებისას, რაც საშუალებას იძლევა დარეგისტრირდეს მხოლოდ ატომის დადებით ნაწილაკთან შეჯახება.

ა-ნაწილაკების წყაროდ მათ მიერ აღებული იყო რადიუმი, ხოლო ნაწილაკები, რომლებიც განიცდიდნენ გაბნევას, რეგისტრირდებოდნენ სინტილაციური გაბნევით თუთიის სულფიდის ეკრანთან დაჯახებისას, რომელიც მოთავსებულ იყო ბნელ ოთახში.

ექსპერიმენტის შედეგები აღმოჩნდა ძალიან მოულოდნელი. ა-ნაწილაკების უმეტესი ნაწილი ოქროს ფოლგაში გადიოდა პირდაპირ ან თითქმის პირდაპირ ტრაექტორიაზე, მაგრამ ამავდროულად ზოგიერთი ა-ნაწილაკები გადაიხრებოდნენ დიდი კუთხით, რაც მოწმობდა ატომში დიდ დადებითად დამუხტულ წარმონაქმნს.

ამ ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე, რეზერფორდმა 1911 წელს შემოგვთავაზა ატომის თავისი ბირთვული მოდელი: ატომის ცენტრში მოთავსებულია დადებითად დამუხტული ბირთვი, რომლის მოცულობა ძალიან მცირეა ატომის ზომასთან შედარებით;

ბირთვის ირგვლივ ბრუნავენ ელექტრონები, რომლის რიცხვიც დაახლოებით ტოლია ელემენტის ატომური მასის ნახევრისა.

რეზერფორდის ატომის მოდელი უდაო ღირსებების გარდა შეიცავდა ასევე მნიშვნელოვან წინააღმდეგობას: კლასიკური ელექტროდინამიკის კანონების ტანახმად ბირთვის ირგვლივ მოძრავი ელექტრონი უწყვეტად უნდა ასხივებდეს ელექტრომაგნიტურ სხივებს და კარგავდეს ენერგიას. ამის შესაბამისად ელექტრონის ორბიტის რადიუსი უნდა მცირდებოდეს, და ამ დაშვებებიდან გამომდინარე ატომის არსებობის დრო უნდა იყოს ძალიან მცირე. ამის მიუხედავად, რეზერფორდის მოდელმა დასაბამი მისცა პრინციპულად ახალი თეორიის საფუძველი, რომელიც შეიმუშავა დანიელმა ფიზიკოსმა ნილს ჰენრიკ დავიდ ბორმა.

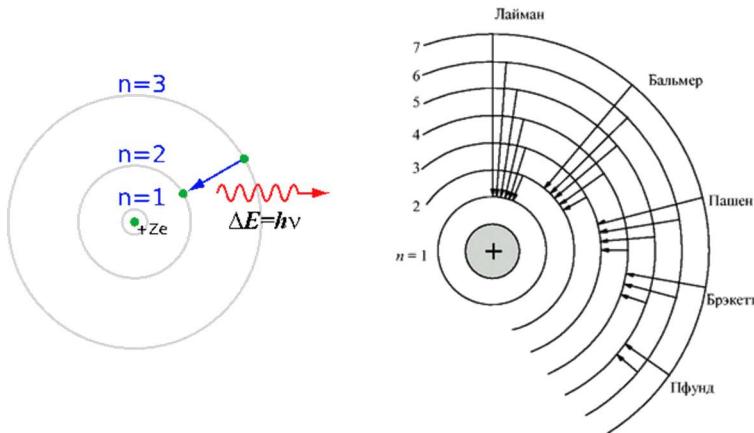
ბორის მოდელი ემყარებოდა ქვანტურ ჰიპოტეზას, რომელიც გამოთქვა 1900 წელს გერმანელმა ფიზიკოსმა მაქს კარლ ერნსტ ლუდვიგ პლანკმა. პლანკმა ეს ტეორია

მოგვაწოდა პოსტულატების სახით. პლანკის მიხედვით : ნივთიერებამ შეიძლება ენერგია გამოასხივოს მხოლოდ პორციებით, რომელიც პროპორციულია გამოსხივების სიხშირისა. ალბერტ აინშტაინმა 1905 წელს ქვანტური ჰიპოტეზა გამოიყენა ფოტოეფექტის ასახსნელად და შემოგვთავაზა სინათლის ფოტონური თეორია.

ბორის ატომის მოდელის კიდევ ერთი წანამდლვარი გახდა წყალბადის სპექტრული ხაზების სერია, რომელიც აღმოჩენილ იყო 1885 წელს შვეიცარიელი მეცნიერის იოჰან იაკობ ბალმერის მიერ, 1906 წელს -ამერიკელი ფიზიკოსის ტეოდორ ლაიმანის და 1909 წელს გერმანელი ფიზიკოსის ფრიდრიხ პაშენის მიერ. ეს სერიები (სპექტრის ხილულ, ულტრაიისფერ და ინფრაწითელ უბნებში) ემორჩილებოდა უმარტივეს კანონზომიერებებს: სიხშირეები პროპორციული იყო მთელი რიცხვების უკუკვადრატების სხვაობისა.

ბორმა ახსნა ატომის პლანეტარული მოდელის მდგრადობა და ამავდროულად ესპექტრული მონაცემები ქვანტური თეორიის პოზიციიდან, ჩამოაყალიბა რიგი პოსტულატები, რომელიც ქვანტურ შეზღუდვას უკეთებდა მოდელს.

ბორის პოსტულატების მიხედვით, ელექტრონმა შეიძლება იმოძრაოს ბირთვის ირგვლივ მხოლოდ განრჯვეულ დასაშვებ („სტაციონალურ“) ორბიტაზე, როდესაც ის არ ასხივებს ენერგიას. ბირთვთან უახლოესი ორბიტა შეესაბამება ატომის „ნორმალურ“ (უფრო მეტად სტაბილურ) მდგომარეობას. როდესაც ატომის ენერგიის ქვანტს იღებს, ელექტრონი გადადის უფრო მაღალ ორბიტაზე. უკან გადმოსვლას „აგზნებული მდგომარეობიდან“, „ნორმალურში“, თან ახლავს ქვანტის გამოსხივება.



როგორც გამოთვლებმა აჩვენა სპექტრული მონაცემების საფუძველზე, ელექტრონული ორბიტების რადიუსები ერთმანეთთან მიმართებაშია როგორც $1^2 : 2^2 : 3^2 : \dots : n^2$. სხვანაირად რომ ვთქვათ, ელექტრონის ბრუნვის მომენტის რაოდენობა პროპორციულია მთვარი ქვანტური რიცხვისა მთელი სიდიდისა (ორბიტის ნომერი).

ელექტრონების შესაძლებელი მაქსიმალური რაოდენობა ყოველ დონეზე ტოლია მთავარი ქვანტური რიცხვის გაორმაგებულ კვადრატს; ეს რიცხვი აღმოჩნდა პერიოდულობის სისტემაში პერიოდებში ელემენტების რაოდენობს ტოლია. ამგვარად, ბორის მოდელმა გამოამჟღავნა უდაო კავშირი ელემენტების პერიოდულ თვისებებსა და ატომების ელექტრონული გარსების აღნაგობას შორის.

ბორის მოდელის საფუძველზე, წყალბადის ატომისათვის სპექტრული გამოთვლები თანხვდენაში იყო ექსპერიმენტულ მონაცემებთან, მაგრამ სხვა ელემენტებისათვის მნიშვნელოვანი აცდენა იყო ექსპერიმენტულ მონაცემებთან.

1916 წელს გემრნაელმა ფიზიკოსმა არნოლდ იოპან ვილჰელმ ზომერფილდმა დააზუსტა ბორის მოდელი. ზომერფილდმა გამოთქვა ვარაუდი, რომ გარდა წრიული ორბიტისა, ელექტრონი შეიძლერბა მოძრაობდეს ელიპსურ ორბიტებზეც. ამასთან ერთად თითქმის ენერგიის თითქმის ერთნაირ დონეს შეესაბამება ორბიტის ტიპების რაოდენობა, რომელიც ტოლია მთავარი ქვანტური რიცხვისა.

ზომერფილდმა შეავსო მოდელი დამატებითი (ორბიტალური) ქვანტური რიცხვით (რომელიც განსაზღვრავს ელიპსების ფორმას) და მასის დამოკიდებულებით სიჩქარეზე.

ბორ-ზომერფილდის ატომის მოდელზე დაყრდნობით, რომელიც წარმოადგენს კომპრომიის კლასიკურსა და ქვანტურ წარმოდგენებს შორის (კლასიკურში იყო ქვანტური შეზღუდვები), ნილს ბორმა 1921წელს საფუძველი ჩაუყარა პერიოდულობის სისტემის ფორმალურ თეორიას. ელემენტების პერიოდულობის თვისებების მიზეზი, ბორის აზრით, მდგომარეობდა ატომის გარე ელექტრონული გარსის პერიოდული განმეორების გამო.

1925 წელს ვოლფგანგ პაულიმ გამოაქვეყნა თავისი ნაშრომი, რომელიც შეიცავდა აკრძალვის პრინციპის ფორმულირებას, რომელიც ატარებდა მის სახელს: მოცემულ ქვანტურ მდგომარეობაში შეიძლება იყოს მხოლოდ ერთი ელექტრონი. პაულიმ მიუთითა, რომ ელექტრონის მდგომარეობის დასახასიათებლად საჭიროა ოთხი ქვანტური რიცხვი: მთავარი ქვანტური რიცხვი-ი, ორბიტალური(აზიმუტალური, თანაური) ქვანტური რიცხვი - I და ორი მაგნიტური რიცხვი -m1 და m2.

მალევე პაულის ნამუშევრის გამოსვლის შემდეგ ახალგაზრდა ფიზიკოსებმა ჯორჯ ულენბეკმა და სემუელ გაუდსმიტმა ატომურ ფიზიკაში შემოიტანეს ცნება ელექტრონის სპინზე.

ამერიკელმა ფიზიკოსმა არტურ ბოლი კომპტონმა, ეყრდნობოდა რა მაღალი ხარისხის ატომურ სპექტრებს, ჯერ კიდევ 1921 წელს გამოთქვა ვარაუდი ელექტრონის ქვანტურ ბრუნვაზე, ბოლო შემდეგ წელს ოტო შტერნი და ვალტერ გერლახი ექსპერიმენტულად აკვირდებოდნენ ვერცხლის ატომების კონის გაყოფას მაგნიტურ ველში ორ ნაწილად, რომელიც შეესაბამებოდა ელექტრონების სპინებს.

1927 წელს ფიზიკოსმა ფრიდრიხ ჰუნდმა ჩამოაყალიბა ელექტრონული გარსების შევსების ემპირული წესი. პაულის აკრძალვის პრინციპის გამოყენებით

დონეების გაჯერების შესახებ, 1927 წელს მთლიანობაში აგებული იყო უკვე ყველა ელემენტის ელექტრონული სტრუქტურა (იმ დროისთვის იყო 92 ელემენტი). ატომების ელექტრონული გარსების აღნაგობის შესახებ სწავლების შექმნამ საშულება მისცა მეცნიერებს შექმნათ პერიოდულობის სიტემის ფორმალური ფიზიკური თეორია, რომელიც ხსნიდა ელემენტებისა და მათი ნაერტების თვისების პერიოდულობას, ასევე შეიქმნა ქიმიური ბმების პირველი თეორიები.

წარმოდგენები ქიმიური ბმის ბუნებაზე

მთელი XIX საუკუნის მანძილზე, ქიმიამ, რომელიც დაფუძნებული იყო ატომურ-მოლეკულურ მოძღვრებაზე, ვერანაირად ვერ შესძლო აეხსნა ატომებს შორის ბმის ბუნება. წარმოდგენა ვალენტობის შესახებ, მიუხედავად მისი ნაყოფიერად გამოყენებისა, რჩებოდა ძალიან ემპირული.

მხოლოდ ატომის გაყოფის და ელექტრონის ბუნების, როგორც ატომის შემადგენელი ნაწილის, აღმოჩენის შედეგად, აღმოცენდა რეალური წინაპირობები ქიმიური ბმების შესახებ პირველი თეორიების შემუშავებისათვის.

გერმანელმა მეცნიერებმა რიხარდ ვილჰელმ ჰენრიხ აბეგმა და გვიდო ბოდლენდერმა 1899 წელს გამოთქვეს იდეა ატომების ელექტრონებისკენ სწრაფვის შესახებ-ატომთა უნარი მიიერთოს ელექტრონი: „იმის შედეგად, რომ არაორგანული ნაერთების არსებობისათვის ატომთა ან ცალკეული ჯგუფების სწრაფვა ელექტრონული მუხტის მიმართ აღმოჩნდა უფრო მნიშვნელოვანი, ვიდრე ურთიერთსწრაფვა, სრულიად მიწანშეწონილია არაორგანული ნაერთების სისტემატიკის საფუძვლად მივიღოთ ზუსტად ეს სწრაფვა ელემენტებისა და რადიკალების ელექტრობის მიმართ....“

ამ წარმოდგენების საფუძველზე, აბეგმა 1904 წელს შეიმუშავა ელექტროვალენტობის თეორია. ვალენტობა, აბეგის აზრით, აქვთ იონებს და ვალენტობის სიდიდე ტოლია იონების მუხტისა. ყველა ელემენტი ხასიათდება ორი მაქსიმალური ვალენტობით -დადებითი და უარყოფით, რომლის ჯამიც ტოლია რვის. ერთ-ერთი რომელიც ახდენს უფრო ძლიერ ზეგავლენას, ნორმალური ვალენტობა, ხოლო მეორე-კონტრვალენტობა. პერიოდულობის სისტემის შვიდი ჯგუფისათვის აბეგმა მოიტანა შემდეგი მნიშვნელობები ნორმალური- და კონტრვალენტობისა:

ჯგუფი	I	II	III	IV	V	VI	VII
ნორმალური ვალენტობა	+1	+2	+3	+4	-3	-2	-1
კონტრვალენტობა	-7	-6	-5	-4	+5	+6	+7

უნდა აღინიშნოს, რომ უმაღლესი ოქსიდების და წყალბადური ნაერთების ფორმულები, რომლებიც მოტანილია მენდელეევის პერიოდულობის სისტემაში, მსგავსია აბეგისა აგებულებისა.

შემდგომი მცდელობები აეხსნათ ვალენტური ძალების ბუნება, მჭიდრო კონტაქტში იყო ატომის აღნაგობის შესახებ წარმოდგენებთან.

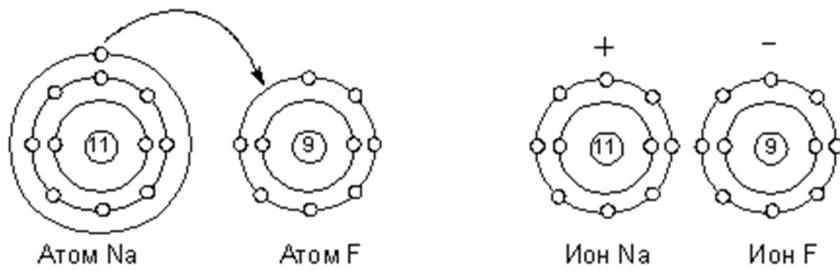
ჯ.ჯ ტომსონმა თავის ატომის მოდელში მიუთითებდა ატომთა შორის ბმების წარმოქმანში ელექტრონის მონაწილეობაზე. 1908 წელს უილიამ რამზაიმ გამოთქვა აზრი ატომთა ბმების წარმოქმაზე საერთო ელექტრონების საშუალებით. 1913 წელს ნილს ბორმა შემოგვთავაზა მოლეკულის დინამიური მოდელი, რომელშიც ქიმიური ბმა წარმოიქმნება იმ ელექტრონების ხარჯზე, რომლებიც ორივე ატომის საერთო ორბიტაზე იმყოფებოდნენ, რომლის სობრტყეც ბირთვების შემაერთებელი ხაზის პერპენდიკულარულია.

იოჰანეს შტარკმა, 1915 წელს თეორიაში შემოიტანა ცნება სავალენტო ელექტრონებზე: რომლის თანახმადაც ატომის ვალენტობა არ არის დამოკიდებული ატომში ელექტრონთა საერთო რაოდენობაზე, არამედ გამისაზღვრება მხოლოდ ზედაპირული ელექტრონების რიცხვით. შტარკის წარმოდგენები სავალენტო ელექტრონებზე და რეზერფორდ-ბორის ატომის მოდელი საფუძვლად დაედო თეორიას ქიმიური ბმების შესახებ.

ელექტროვალენტობაზე ან პოლარულ ვალონტობაზე წარმოდგენები განვითარდა გერმანელი ფიზიკოსის ვალტერ კოსელის ნაშრომებში. 1916 წელს მან შეიმუშავა ჰეტეროპოლარული (იონური) ბმის თეორია, რომელიც დაფუძნებულია ბორის მოდელზე და ასევე მოგვაწოდა წარმოდგენები ინერტული აირების ორი- და რვაელექტრონული გარსების განსაკუთრებით სტაბილურობაზე.

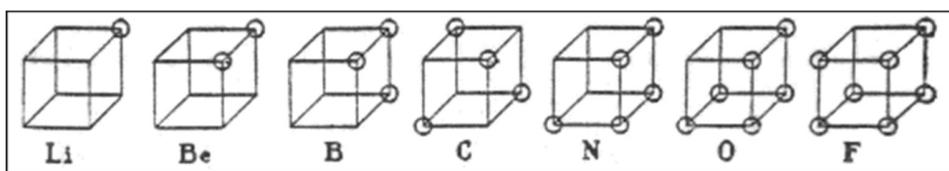
ატომის რეაქციისუნარიანობა, კოსელის მიხედვით, განისაზღვრება მისი მისწრაფებით შეიძინოს ასეთი ელექტრონული კონფიგურაცია. იმ ფაქტის გათვალისწინებით, რომ არაორგანულ ნაერთთა უმეტესი ნაწილი არის პოლარული და

აქვს იონებად დისოცირების უნარი, მან ივარაუდა, რომ ვალენტური ძალების ბუნება გამოწვეულია იონების ელექტროსტატიკური მიზიდვით, ატომთა ერთი ჯგუფის მიერ მეორესათვის ერთი ან რამდენიმე ელექტრონის გადაცემით. სურათზე მოყვანილია ნატრიუმის ფტორიდის მოლეკულის წარმოქმნა ვოსელის სქემის მიხედვით:



1916 წელს ამერიკელმა ქიმიკოსმა ჯილბერტ ნიუტონ ლუისმა შემოგვთავაზა კუბიკური ატომის მოდელი, რომელიც დამყარებულია მსგავს წინაპირობებზე. ლუისის მიხედვით, პერიოდული სისტემის ნულოვანი ჯგუფის ელემენტების ქიმიური ინერტულობა ახსნილია იმით, რომ ორი ან რვა ელექტრონიანი ჯგუფები ძალიან სტაბილურია. ლუისის აზრით, ჰელიუმის ატომს აქვს ორი ელექტრონი; ნეონის ატომი-ორი ელექტრონი, რომელიც განლაგებულია კუბის შიგნით, რომელიც წარმოქმნილია რვა ელექტრონით. არგონში კიდევ რვა ელექტრონი განლაგებულია კუბის წვეროებში, რომელიც გავს ნეონის კუბს.

სხვა ელემენტების ატომები მიისწრაფვიან ელექტრონის მიერთებისკენ ან გაცემისკენ, რომ მიიღონ ინერტული აირის ელექტრონული კონფიგურაცია. ერთნაირ ატომებს შორის ბმა, ლუისის მიერ ახსნილია სავალენტო ელექტრონების გაზიარებით. ლუისმა ასევე სემოგვთავაზა ბმების გამოსახვის საშუალება, რომელშიც ყოველი ვალენტრი ელექტრონი აღინიშნება წერტილით (ლუისის ფორმულები).



H:H H:^H_F: H:^H_N: H:^H_C:H H:C:::C:H

ანალოგიური შეხედულებები გამოთქვა ირვინგ ლენგმიურმა, რომელმაც, თუმცა უარყო ატომში გარეგანი ელექტრონების სტაციონარულ კუბიკურ განლაგებაზე. ლენგმიურმა ივარაუდა სამი სახის ვალენტობის არსებობა: დადებითი, უარყოფითი და კოვალენტური.

დადებითი და უარყოფითი ვალენტობა განისაზღვრება ელექტრონების რიცხვით, რომელბიც შუძლია ატომს გასცეს ან მიიერთოს. კოვალენტობა, ლენგმიურის მიხედვით, განისაზღვრება ატომის სხვა ატომთან საზიარო ელექტრონული წყვილების რიცხვით.

1920 წლიანების დასაწყისში, ინგლისელმა ქიმიკოსმა ნევილ ვინსენტ სიჯვიკმა გავრცელა ცნება კოვალენტობის შესახებ არაორგანულ და კოორდინაციულ ნაერთებზე, მოახდინა პოსტულირება მსგავსი ტიპის ბმის არსებობის შესახებ, სადაც ორივე ელექტრონი, რომლებიც დაკავშირებულნი არიან ერელქტრონულ წყვილში, თავდაპირველად ეკუთვნოდა ერთიერთ შემაერთებელ ატომს (სემიპოლარული ანუ დონორულ აქცეპტორული ბმა).

მთლიანობაში უნდა აღინიშნოს, რომ კოსელის და ლუის-ლენგმიურის თეორიებმა შესაძლებელი გახადა წარმატებით ახსნილიყო, თუ როგორ წარმოიქმნებოდა ქიმიური ბმები ატომებს შორის როგორც არაორგანულ, ასევე ორგანულ ნაერთებში.

კოსელის და ლუის-ლენგმიურის თეორიებზე დაყრდნობით, 1923 წელს დანიელმა ქიმიკოსმა იოჰანეს ბრენსდორფმა და ინგლისელმა თომას მარტინ ლაურიმ შეიმუშავეს მაჟავეებისა და ფუძეების პროტონული თეორია, ხოლო ჯილბერტ ლუისმა გააფართოვა წარმოდგენები მჟავებისა და ფუძეების შესახებ, შემოგვთავაზა რა ელექტრონული თეორია, რომლის თანახმადაც მჟავა არის აქცეპტორი, ხოლო ფუძე -ელექტრონული წყვილის დონორი.

თუმცა კვლავ ბევრი შეკითხვა რჩებოდა პასუხის გარეშე. ლუის-ლენგმიურის თეორია ვერ ხსნიდა ელექტრონული წყვილის შემაკავშირებელ მოქმედებას; გარდა ამისა,

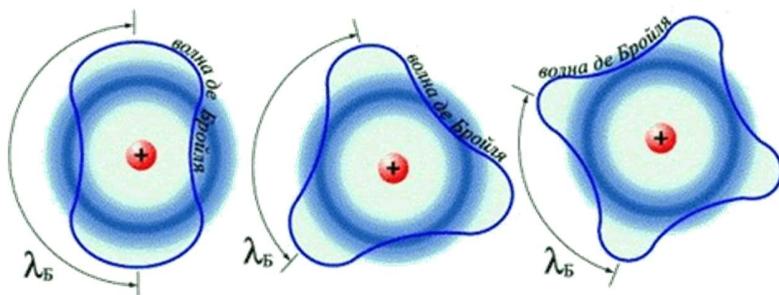
არსებობდა ოქტეტის წესისაგან ბევრი გადახრა. ატომთა შორის ქიმიური ბმის ბუნების საბოლოო დადგენა შესაძლებელი გახდა მხოლოდ პრინციპულად ახალი - ქვანტურმექანიკური -წარმოდგენების საფუძველზე.

ქვანტური ქიმია

იმისათვის რომ ავხსნათ ატომის მდგრადობა, ნილს ბორმა თავის მოდელში გააერთიანა ელექტრონის მოძრაობის შესახებ ქვანტური და კლასიკური წარმოდგენები. თუმცა ასეთი ნაერთის ხელოვნურობა თავიდანვე ცხადი იყო. ქვანტური თეორიის განვითარებამ მიგვიყვანა მატერიის სტრუქტურაზე, მოძრაობაზე, ფორმაზე და ა.შ კლასიკური წარმოდგენების ცვლილებამდე, რაც ხელს უწყობდა მსოფლიოს სურათის ძირეულ გარდაქმნას. XX საუკუნის 20-იანი წლების ბოლოს და 30-იანი წლების დასაწყისში ქვანტური თეორიის საფუძველზე ჩამოყალიბდა ატომის აღნაგობის და ქიმიური ბმების წარმოქმნის პრინციპულად ახალი თეორია.

ალბერტ აინშტაინის (1905) მიერ სინათლის სხივის ფოტონური თეორიის შექმნის და ატომში ელექტრონული გადასვლების სტატისტიკური კანონების გამოყვანის შემდეგ (1917) ფიზიკაში გამწვავდა პრობლემა- „ტალღა-ნაწილაკი“.

თუ XVIII–XIX საუკუნეებში სხვადასხვა მეცნიერებს შორის იყო უთანხმოება, რომლებიც ერთი და იგივე მოვლენის ასახსნელად იშველიებდნენ ხან ტალღულ და ხან კორპუსკულარულ თეორიას, ხოლო შემდგომ უთანხმოებამ მიიღო პრინციპული ხასიათი: ერთი მოვლენა (დიფრაქცია)ინტერპრეტირდებოდა ტალღური პოზიციით, ხოლო სხვა (ფოტოეფექტი) -კორპუსკულარულით.



დე ბროილის ტალღები ელექტრონისათვის, სადაც: $n = 2, 3, 4$

ამ წინააღმდეგობის გადაწყვეტა შემოთავაზებულ იქნა 1924 წელს ფრანგი ქიმიკოსის ლუი ვიქტორ პიერ რაიმონდ დე ბროილის მიერ, რომელმაც ნაწილაკს მიაწერა ტალღური ბუნება. გაავრცელა რა სინათლის ორმაგი ბუნების შესახებ იდეა, დე ბროილმა ივარაუდა რომ მატერიალურ ნაწილაკებს აქვთ ტალღური ბუნება, რომელიც ცალსახად კავშირშია მასასთან და ენერგიასთან. მან აჩვენა, რომ ელექტრონის მოძრაობას შეიძლება შეესაბამებოდეს მატერიის ზოგიერთი ტალღა, ისევე როგორც სინათლის ქვანტის მოძრაობას შეესაბამება სინათლის ტალღა. დე ბროილმა შემგვთავაზა ბორის ქვანტური თეორიის პირობების ახსნა მატერიის ტალღურობაზე წარმოდგენით. ტალღა, რომელიც მოძრაობს ატომის ბირთვის ირგვლივ, გეომეტრიული მოსაზრებებდან გამომდინარე, შეიძლება იყოს მხოლოდ სტაციონალური; ორბიტის სიგრძე უნდა იყოს ტალღის მთელი რიცხვის ჯერადი. დე ბროილის პიპოთეზა ელექტრონების ტალღური თვისებების შესახებ დამტკიცებულ იქნა 1927 წელს აღმოჩენით-ელექტრონების დიფრაქციის მოვლენით: აღმოჩნდა, რომ ელექტრონების კონა იძლევა დიფრაქციულ სურათს (მოგვიანებით იქნება აღმოცენილი ატომების და მოლეკულების დიფრაქცია).

დე ბროილის იდეიდან გამომდინარე მატერიის ტალღურობაზე, ავსტრიელმა ფიზიკოსმა ერვინ შრედინგერმა 1926 წელს გამოიყვანა ე.წ. ტალღური მექანიკის ძირითადი განტოლება, რომელიც შეიცავდა ტალღურ ფუნქციას და საშუალებას იძლეოდა ქვანტური სისტემის მდგომარეობის და მისი დროში ცვლილების განსაზღვრისა.

შრედინგერმა მოგვცა კლასიკური განტოლების ტალღურში გადასაყვანი საერთო წესი. ტალღური მექანიკის ჩარჩოებში, ატომი შეიძლება წარმოდგენილ იქნას ბირთვის სახით, რომელიც გარშემორტყმულია მატერიის სტაციონარული ტალღით. ტალღური ფუნქცია განსაზღვრავდა ელექტრონის არსებობის აღბათობის სიმკვრივეს.

იგივე 1926 წელს გერმანელმა ფიზიკოსმა ვერნერ გეიზენბერგმა შეიმუშავა ატომის ქვანტური თეორიის თავისი ვარიანტი მატრიცული მექანიკის სახით, რითიც ამასთან ერთად უარყო ბორის მიერ ფორმულირებული შესაბამისობის პრინციპი. შესაბამისობის პრინციპის თანახმად, ქვანტური ფიზიკის კანონები უნდა გადადიოდნენ კლასიკურ

კანონებში, როცა ქვანტური რიხვის ზრდისას ქვანტური დისკრეტულობა მიისწრაფვის ნულისაკენ.

უფრო ზოგადად შესაბამისობის პრინციპი შეიძლება ჩამოვაყალიბოთ შემდეგნაირად: ახალი თეორია, რომელიც ლიდერობს ძველთან შედარებით გამოყენების უფრო ფართო არელაზე, უნდა აერთიანებდეს ასევე კერძო შემთხვევებს.

გეიზენბერგის ქვანტური მექანიკა საშუალებას იძლეოდა აქსნა სტაციონარული ქვანტური ენერგეტიკული მდგომარეობები და გაეთვალა სხვადასხვა სისტემების ენერგეტიკული დონეები.

შედეგები, რომლისკენაც მივყავდით მეთოდებს, რომლებიც გამოიყენებოდა შრედინგერის ტალღურ მექანიკასა და გეიზენბერგის მატრიცულ მექანიკაში, აღმოჩნდა ერთნაირი. ამიტომ ორივე კონცეფცია შედის ერთიან ქვანტურ თეორიაში როგორც ექვივალენტურები.

თუმცა თავიდან ტალღური და მატრიცულ მექანიკებს ჰქონდათ პრინციპულად განსხვავებული მიდგომები. შრედინგერთან ნაწილაკი იყო როგორც წმინდა ტალღური წარმონაქმნი, ანუ ნაწილაკი იყო ტალღის ადგილი, სადაც თავმოყრილი იყო ენერგიის მაქსიმუმი. შრედინგერის ინტერპრეტაცია, შინაარსობრივად იყო მცდელობა, შეექმნა მეტ-ნაკლებად თვალნათელი მოდელები კლასიკური ფიზიკის სტილში. გეიზენბერგმა ჩამოვალიბა განუსაზღვრელობის პრინციპი, რომლის შესაბამისადაც ნაწილაკის კოორდინატის განსაზღვრის სიზუსტე პროპორციულია მისი სიჩქარის განსაზღვრის სიზუსტისა. განუსაზღვრელობის პრინციპი მიუთითებს იმაზე, რომ ნაწილაკებს სეიძლია მოიქცნენ როგორც ტალღა-ისინი თითქოს „გაბრტყელებულია“ სივრცეში, ამიტომ შეიძლება ვისაუბროთ მათ არა ზუსტ კოორდინატებზე, არამედ გარკვეულ სივრცეში მათი სავარაუდო აღმოჩენის აღბათობაზე.

ამგვარად, ქვანტური მექანიკა აფიქსირებს კორპუსკულარულ-ტალღურ დუალიზმს-ერთ შემთხვევაში მოსახერხებელია ნაწილაკი ჩავთვალოთ ტალღად, ხოლო მეორეში-პირიქით, ტალღები -ნაწილაკებად.

განუსაზღვრელობის პრინციპს თავიდან არ ეთანხმებოდა ბევრი ფიზიკოსი; მის საყოველთაო აღიარებას წინ უძღვოდა საკმაოდ ხანგრძლივი დისკუსია. ქვანტურ თეორიის ინტერპრეტაციამ, რომელიც განხორციელებული იყო გეიზენბერგის და განვითარებული იყო ბორის მიერ, მიიღო კოპენჰაგენურის სახელწოდება. მოცემული ინტერპრეტაციის ჩარჩოებში, ქვანტური თეორიის ძირითად მდგომარეობას მიჩნეულია შევსების პრინციპი, რაც ნიშნავს მოთხოვნას, საკვლევი ობიექტის სრული სურათის მისაღებად გამოყენებულ იქნას გაგების ურთიერთგამომრიცხავი კლასები, ხელსაწყოები და საკვლევი პროცედურები, რომელიც გამოიყენება თავის სპეციფიკურ პირობებში და ავსებენ ერთმანეთს. შევსების პრინციპი,

ამგვარად, საშუალებას იძლევა შეავსოს კლასიკური თეორიები ქვანტურით და არა დაუპირისპიროს ისინი ერთმანეთს.

მას შემდეგ რაც გეიზენბერგმა და შრედინგერმა შეიმუშავეს ქვანტური მექანიკა, პოლ ადრიერ მორის დირაკმა შემოგვთავაზა მეტად ზოგადი თეორია, რომელშიც ეინშტეინის სპეციალური ფარდობითობის თეორიის მიხედვით, ელემენტები თანაფარდობაში იყვნენ ტალღურ განტოლებასთან. დირაკის განტოლება მისაღებია ნაწილაკებისათვის, რომლებიც მოძრაობენ თავისუფალი სიჩქარეებით. ელექტრონის სპინი და მაგნიტური თვისებები დირაკის თეორიის მიხედვით არ ითხოვდნენ რაიმე დამატებით ვარაუდს დაშვებას. ამის გარდა, დირაკის თეორია წინასწარმეტყველებდა ანტინაწილაკების არსებობას, როგორიცაა მაგალითადპოზიტრონი და ანტიპროტონი-ნაწილაკის ორეული საპირისპირო ნიშნის მიხედვით ელექტრული მუხტებით.

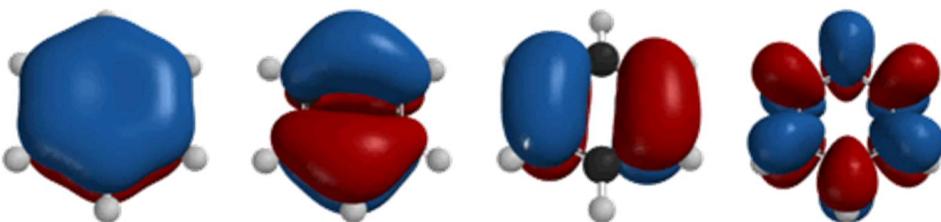
ატომის აღნაგობასთან მიმართებაში ქვანტურ-მექანიკურმა მიდგომამ მიგვიყვანა ქიმიური ბმის ბუნების შესახებ პრინციპულად ახალ წარმოდგენებამდე. უკვე 1927 წელს ვალტერ გეიტლერმა და ფრიც ლონდონმა დაიწყეს ქიმიური ბმის ქვანტურმექანიკური თეორიის შემუშავება და შეასრულეს წყალბადის მოლეკულისათვის მიახლოებითი გათვლები. გეიტლერ-ლონდონის მერთოდის გავრცელებამ მრავალატომიან მოლეკულებზე მიგვიყვანა ვალენტური ბმების მეთოდის შექმნამდე, რომელიც შეიმუშავეს 1928-1931 წლებში ლაინუს კარლ პოლინგმა და ჯონ კლარკ სლეტერმა.

ამ მეთოდის ძირითადი იდეა მდგომარეობდა დაშვებაში, რომ ატომური ორბიტალები მოლეკულის წარმოქმნისას ინარჩუნებენ გარკვეულ ინდივიდუალურობას.

1828 წელს პოლინგმა შემგვთავაზა რეზონანსის თეორია და ატომური ორბიტალების ჰიბრიდიზაციის იდეა, 1932 წელს - ელექტროუარყოფითობის შესახებ ახალი რაოდენობრივი ცნება და ელექტროუარყოფითობის სკალა, გამოხატა დამოკიდებულება ელექტროუარყოფითობასა და ქიმიური ბმის ენერგიას შორის.

ფრიდრიხ ჰუნდმა, რობერტ სანდერსონ მილიკენმა და ჯონ ედვარდ ლენარდ ჯონსმა 1929 წელს დაიწყეს მოლეკულური ორბიტალების მეთოდის დამუშავება. ამ თეორიას საფუძვლად უდევს წარმოდგენა ატომთა იდივიდუალურობის სრულ დაკრგვაზე, რომლებიც ერთდებიან მოლეკულაში. მოლეკულა ამგვარად შედგება არა ატომებისაგან, არამედ წარმოადგენს ახალ სისტემას, რომელიც შედგება რამდენიმე ატომის ბირთვისაგან და მათ ველში მოძრავი ელექტრონებისაგან.

ფრიდრიხ ჰუნდმა ასევე შემოგვთავაზა ქიმიური ბმების თანამედროვე კლასიფიკაცია, 1931 წელს იგი მივიდა დასკვნამდე, რომ არსებობს ქიმიური ბმის ორი ძირითადი ტიპი - მარტივი, ანუ ს-ბმა და π-ბმა. იგივე წელს გერმანელმა ფიზიკოსმა ერიხ ჰიუკელმა მოლეკულური ორბიტალების მეთოდი გაავრცელა ორგანულ ნაერთებზე, ჩამოაყალიბა რა წესი არომატულ სტაბილურობაზე ($4n+2$), რომელიც ადგენდა ნივთიერების მიკუთვნადობას არომატულ რიგთან.



ბენზოლის ზოგიერთი მოლეკულური ორბიტალების ფორმა

ამგვარად, ქვანტურ ქიმიაში ერთბაშად გამოვლინდა ორი სხვადასხვა მიდგომა ქიმიური ცნების მიმართ: მოლეკულური ორბიტალების მეთოდი და ვალენტური ბმების მეთოდი. ამ ორი მეთოდის სედარებისას არაა მნელი შეინიშნოს XIX საუკუნის

სტრუქტურული ქიმიის ცნობილ თეორიებთან ანალოგია- განსხვავება ამ თეორიებს შორის გვაგონებს განსხვავებას ტიპების ახალ თეორიასა და ვალენტობის თეორიას შორის.

მოლეკულური ორბიტალების მეთოდი, ისევე როგორც ერთ დროს ტიპების ახალი თეორია, განიცილავს მოლეკულას როგორც პრინციპულად ახალ, ერთიან წარმონაქმნს. ვალენტური ბმების თეორია, ვალენტობის თეორიის მსგავსად გარკვეულ წილად წარმოადგენს ადიტიური მიდგომას. ვინაიდან ატომის ქვანტურ-მექანიკური მოდელი აღმოჩნდა ბევრად ნაკლებ თვალსაჩინო, ვიდრე კლასიკური, ვალენტური ბმების მეთოდი როგორც წარმოდგენა, რომელიც ინარჩუნებდა თვალსაჩინო ხასიათს, ძალიან არ ეწინააღმდეგებოდა სინამდვილეს და მიიღო (განსაკუთრების დასაწყისში) უფრო ფართო აღიარება. თუმცა, მიუხედავად მიდგომების სხვადასხვაობისას, ორივე მეთოდს მივყავდით პრაქტიკულად ერთნაირი შედეგებისაკენ.

ქვანტური მექანიკის წყალობით, XX საუკუნის 30-იანი წლებისათვის ძირითადად გარკვეულ იყო ატომებს შორის ბმების წარმოქმნის საშუალებები (რაც იყო ატომიზმისათვის ურთულესი საკითხი, დაწყებული ლევკიპი და დემოკრიტედან). გარდა ამისა, ქვანტურ-მექანიკურმა მიდგომამ მიიღო მენდელეევის სწავლებაში პერიოდულობის შესახებ კორექტული ფიზიკური ინტერპრეტაცია.