

ატომი — ჩვეულებრივი მატერიის შემადგენელი უმცირესი ერთეული, რომელსაც **ქიმიური ელემენტის** თვისებები გააჩნია ყოველი **მყარი სხეული**, **სითხე**, **აირი** და **პლაზმა** შედგება ნეიტრალური ან **იონიზირებული** ატომებისაგან. ატომები ძალიან მცირე ზომისაა, მათი ჩვეულებრივი ზომა, დაახლოებით, 100 პიკომეტრია (მეტრის ათმემილიარდედი მეტრულ სისტემაში),თუმცა ატომებს მკაფიოდ განსაზღვრული საზღვრები არ გააჩნიათ და არსებობს მათი ზომების განსაზღვრის სხვადასხვა მეთოდი, რომლებიც განსხვავებულ, თუმცა მსგავს შეფასებებს იძლევიან.

ატომები საკმარისად პატარებია საიმისოდ, რომ კლასიკურ ფიზიკოსებს თვალსაჩინოდ მცდარი შედეგები მისცეს. ფიზიკის განვითარებასთან ერთად, ატომური მოდელები გაერთიანდნენ კვანტურ პრინციპებში მათი ქცევის უკეთ ახსნისა და პროგნოზირებისათვის.

თითოეული ატომი შედგება ბირთვისა და მასთან დაკავშირებული ერთი ან მეტი **ელექტრონისაგან**. ბირთვი შედგება ერთი ან მეტი **პროტონისა** და ჩვეულებრივ, მსგავსი რაოდენობის **ნეიტრონებისაგან**(**პროთიუმს** ნეიტრონი არ გააჩნია). პროტონებსა და ნეიტრონებს ნუკლონებს უწოდებენ. ატომის მასის 99,94%-ზე მეტს ბირთვი იკავებს. პროტონებს აქვთ დადებითი **მუხტი**, ელექტრონებს — უარყოფითი, ხოლო ნეიტრონებს მუხტი არ გააჩნიათ. თუ პროტონებისა და ელექტრონების რაოდენობა ტოლია, მაშინ ატომი ელექტრონეიტრალურია, ხოლო თუ ატომს პროტონების რაოდენობაზე მეტი ან ნაკლები ელექტრონი გააჩნია, მაშინ მას, შესაბამისად, უარყოფითი ან დადებითი მუხტი აქვს. მუხტის მქონე ატომს **იონი** ეწოდება.

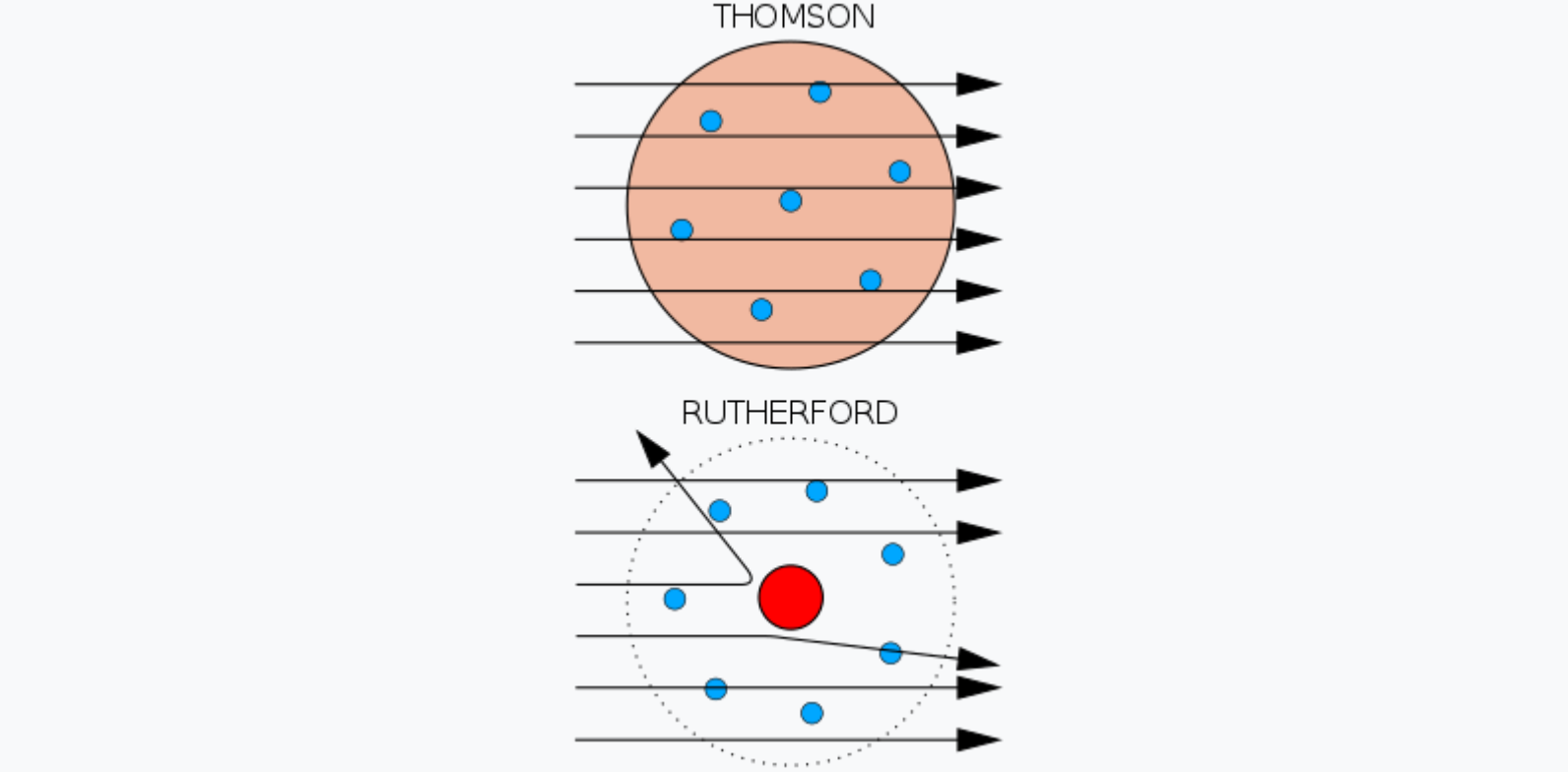
ატომის ელექტრონებს ბირთვში არსებული პროტონები ელექტრომაგნიტური ძალის საშუალებით იზიდავენ. ბირთვში პროტონები და ნეიტრონები ერთმანეთს განსხვავებული ძალებით იზიდავენ. ბირთვული ძალა, რომელიც, ჩვეულებრივ, ელექტრომაგნიტურზე ძლიერია, დადებითად დამუხტულ პროტონებს ერთმანეთისაგან აცალკევებს. გარკვეულ გარემოებებში, საწინააღმდეგო ელექტრომაგნიტური ძალა ბირთვულზე ძლიერი ხდება და შესაძლოა, ნუკლეონები ბირთვიდან გამოდევნოს, რაც ბირთვული გარდაქმნის შედეგად, ერთ ქიმიურ ელემენტს მეორედ აქცევს.

ბირთვში პროტონების რიცხვი განსაზღვრავს თუ რომელ ქიმიურ ელემენტს ეკუთვნის ატომი (მაგალითად, **სპილენძის** ყველა ატომი 29 პროტონს შეიცავს); ხოლო ნეიტრონთა რიცხვი — ელემენტის **იზოტოპს** ელექტრონთა რაოდენობა გავლენას ახდენს ატომის **მაგნიტურ** თვისებებზე. ატომებს შეუძლიათ დაუკავშირდნენ ერთ ან მეტ ატომს **ქიმიური ბმების** საშუალებით და წარმოქმნან ისეთი ქიმიური ნაერთი, როგორიცაა **მოლეკულა**. ატომთა გაერთიანებისა და განცალკევების უნარი ბუნებაში არსებულ ფიზიკურ ცვლილებათა უმეტესობის მიზეზია და **ქიმიის** შესწავლის საგანს წარმოადგენს.

ატომი ფილოსოფიაში

იდეა, რომ მატერია ცალკეული ნაწილაკებისაგან შედგება, ძალიან ძველია და ჩნდება ისეთ უძველეს კულტურებში, როგორებიცაა ბერძნული და ინდური. სიტყვა „ატომი“ ძველ ბერძენ ფილოსოფოსთაგან იღებს სათავეს, თუმცა იმის მაგივრად, რომ ეს იდეები მტკიცებულებებითა და ექსპერიმენტებით გაემყარებინათ, მათ ფილოსოფიურ და თეოლოგიურ მსჯელობებში იყენებდნენ, რის შედეგადაც მათი შეხედულებები იმის შესახებ თუ რას ჰგავდნენ ატომები და როგორ მოქმედებდნენ ისინი მცდარი იყო. მათ, ასევე, ამის შესახებ ყველას დარწმუნება არ შეეძლოთ, ამიტომაც ატომიზმი მატერიის ბუნების შესახებ არსებულ თეორიათაგან ერთ-ერთად რჩებოდა, სანამ **XIX საუკუნეში** არ მოხდა მეცნიერთა მიერ ამ იდეის გაზიარება და დახვეწა, როდესაც მეცნიერებისა და ქიმიის აღორძინებამ მრავალი ისეთი აღმოჩენა განაპირობა, რომელთა ახსნაც მხოლოდ ატომების არსებობით იყო შესაძლებელი.

ელექტრონის აღმოჩენა[რედაქტირება | წყაროს რედაქტირება]



გაიგერ-მარსდენის ექსპერიმენტი

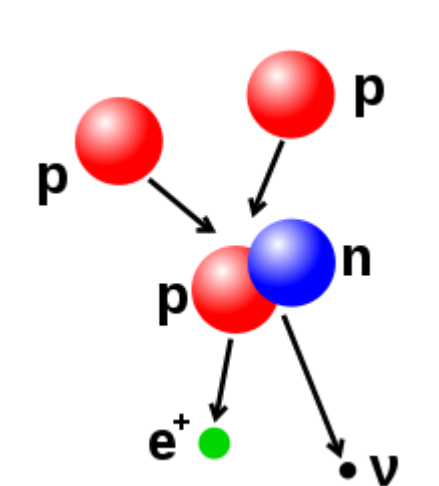
მალა: მოსალოდნელი შედეგი: ალფა ნაწილაკი გადის ატომის ქიშიშიანი პუდინგის მოდელში უმნიშვნელო გადახრით.
დაბლა: დაკვირვებული შედეგი: ნაწილაკთა მცირე ნაწილი გარდატყდა ბირთვის კონცენტრირებული დადებითი მუხტის მიერ.

ფიზიკოსმა **ჯოზეფ ჯონ ტომსონმა** გაზომა კათოდური სხივები, რამაც აჩვენა, რომ ისინი ნაწილაკებისაგან შედგებოდნენ, თუმცა ეს უკანასკნელი დაახლოებით 1800-ჯერ უფრო მსუბუქი იყო ვიდრე ყველაზე მსუბუქი, **წყალბადის**, ატომი. აქედან გამომდინარე, ის არა ატომს, არამედ ახალ ნაწილაკს წარმოადგენდა, პირველ აღმოჩენილ სუბატომურ ნაწილაკს, რომელსაც მან, თავდაპირველად, „უმცროსი ნაწილაკი“ (corpuscle) უწოდა, თუმცა მოგვიანებით მას **ელექტრონი** დაარქვეს მას შემდეგ, რაც **1874** წელს ჯორჯ ჯონსონ სტონიმ ნაწილაკები პოსტულატებად წარადგინა. მან, ასევე, ისიც აჩვენა, რომ ისინი ფოტოელექტრული და რადიოაქტიური მატერიალებიდან გამოვლენილი ნაწილაკების იდენტურები იყვნენ. მალევე დადგინდა, რომ ისინი ის ნაწილაკები იყვნენ, რომლებსაც მეტალის მავთულებში **ელექტრული დენი** გადაჰქონდათ და გააჩნდათ უარყოფითი მუხტი ატომის შიგნით. ტომსონმა ამ ნაშრომისათვის **1906** წელს **ნობელის პრემია** მიიღო ფიზიკის დარგში. ამდენად, მან შეცვალა წარმოდგენა იმის შესახებ, რომ ატომი მატერიის საბოლოო, განუყოფელი ნაწილაკი იყო.¹ტომსონმა არასწორად ჩამოაყალიბა მოსაზრება, რომ მცირე მასის, უარყოფითად დამუხტული ელექტრონები მთელ ატომში, დადებითი მუხტის ერთგვაროვან ზღვაში იყვნენ გადანაწილებულები. იგი **ქიშიშიანი პუდინგის მოდელის** სახელით გახდა ცნობილი.



ბირთვის აღმოჩენა

1909 წელს, **ჰანს გაიგერი** და **ერნესტ მარსდენი**, **ერნესტ რეზერფორდის** ხელმძღვანელობით, მეტალის ფოლგას **ალფა ნაწილაკებით** „ბომბავდნენ“ იმაზე დაკვირვებისათვის, თუ როგორ გაიფანტებოდნენ ისინი. ისინი მოელოდნენ, რომ ყველა ალფა ნაწილაკი შეძლებდა მასში გავლას მცირედი გადახრით, რადგანაც ტომსონის მოდელის მიხედვით, მუხტები ატომში იმდენად დიფუზიური იყო, რომ მათ ელექტრულ ველებს არ შეეძლოთ ალფა ნაწილაკის მიმართულებაზე მნიშვნელოვანი გავლენის მოხდენა, თუმცა, გაიგერისა და მარსდენის საკვლევი ალფა ნაწილაკებიდან ზოგიერთი 90°-ზე მეტი კუთხით გადაიხარა საწყისი მიმართულებიდან, რაც ტომსონის მოდელის მიხედვით, შეუძლებელი უნდა ყოფილიყო. ამის ასახსნელად, რეზერფორდმა წამოაყენა ვარაუდი, რომ ატომის დადებითი მუხტი კონცენტრირებული უნდა ყოფილიყო მის ცენტრში მდებარე პატარა ბირთვში.



ბირთვული შეერთების ილუსტრაცია, რომელიც ქმნის პროტონისა და ნეიტრონის შემცველ დეიტერიუმის ბირთვს ორი პროტონისაგან. ელექტრონულ **ნეიტრინოსთან** ერთად, გამოსხივდება ელექტრონის ანტინაწილაკი — **პოზიტრონი** A (e^+).

ნეიტრონის აღმოჩენა

მას-სპექტრომეტრის განვითარებამ შექმნა შესაძლებლობა, რომ ატომთა მასები გაზრდილი სიზუსტით შეფასებულიყო. ეს ხელსაწყო იყენებს მაგნიტს იონთა სხივის ტრაექტორიის შესაცვლელად და გარდატეხის რაოდენობა აიხსნება ატომის მასის შეფარდებით მის მუხტთან. ქიმიკოსმა **ფრენსის ასტონმა** ეს ინსტრუმენტი იმის საჩვენებლად გამოიყენა, რომ იზოტოპებს განსხვავებული მასები ჰქონდათ. ამ იზოტოპთა ატომური მასები მერყეობდნენ მთელ რიცხვით რაოდენობებს შორის, რასაც მთელ რიცხვთა წესი უწოდეს. იზოტოპებს შორის არსებული ამ სხვაობის ახსნა ვერ მოხერხდა **1932** წელს ფიზიკოს ჯეიმზ ჩედვიკის მიერ **ნეიტრონის**, ელექტრონეიტრალური ნაწილაკის აღმოჩენამდე, რომელსაც **პროტონის** მსგავსი მასა აქვს. შემდგომ იზოტოპები განმარტეს, როგორც ელემენტები ერთი რაოდენობის პროტონებითა და ნეიტრონთა განსხვავებული რიცხვით ბირთვში

სუბატომური ნაწილაკები

მიუხედავად იმისა, რომ სიტყვა „ატომი“, თავდაპირველად, აღნიშნავდა ნაწილაკს, რომლის გაყოფაც უფრო მცირე ნაწილაკებად შეუძლებელია, თანამედროვე სამეცნიერო გამოყენებაში ატომი შედგება სხვადასხვა **სუბატომური ნაწილაკისაგან**. ატომის შემადგენელი ნაწილაკებია **ელექტრონი**, **პროტონი** და **ნეიტრონი**; სამივე მათგანი **ფერმიონს** წარმოადგენს, თუმცა **წყალბად-1-ის** ატომს არ გააჩნია ნეიტრონი, ჰიდრონის იონს კი — ელექტრონი.

ამ ნაწილაკებიდან ელექტრონი ყველაზე ნაკლებად მასიურია. მისი მასა 9,11⁻³¹ კგ-ია; გააჩნია უარყოფითი ელექტრული **მუხტი**, ხოლო მისი ზომა იმდენად მცირეა, რომ თანამედროვეობაში ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიებით მისი გაზომვა შეუძლებელია.^[35] იგი წარმოადგენს ყველაზე მსუბუქ ნაწილაკს დადებითად გაზომილი უძრაობის მასით. ჩვეულებრივ პირობებში, ელექტრონი დადებითად დამუხტულ ბირთვთან საპირისპირო მუხტების ქონის გამო წარმოქმნილი მიზიდულობითაა დაკავშირებული. თუ ატომს მის ატომურ ნომერზე მეტი ან ნაკლები ელექტრონი გააჩნია, მაშინ იგი, მთლიანობაში, შესაბამისად, უარყოფით ან დადებით მუხტს იძენს. დამუხტულ ატომს **იონი** ეწოდება.

ელექტრონი გვიანდელი XIX საუკუნიდანაა ცნობილი, რაც, მეტწილად, **ჯოზეფ ჯონ ტომსონის** დამსახურებაა (*დეტალებისათვის იხილეთ **სუბატომური ფიზიკის ისტორია***).

პროტონს გააჩნია დადებითი მუხტი და ელექტრონისაზე 1 836-ჯერ მეტი მასა, რაც 1,6726^{−27} კგ-ს შეადგენს. პროტონთა რიცხვს ატომში მისი **ატომური ნომერი** ეწოდება. **ერნესტ რეზერფორდმა** (1919 წ.) აღმოაჩინა, რომ ალფა ნაწილაკებით „დაბომბვის“ პირობებში, აზოტი გამოდევნის რაღაცას, რაც, როგორც დადგინდა, წყალბადის ბირთვი იყო. 1920 წლისათვის მან გააცნობიერა, რომ წყალბადის ბირთვი ატომის შემადგენელ ნაწილაკს წარმოადგენდა და მას **პროტონი** უწოდა.

ნეიტრონს ელექტრული მუხტი არ გააჩნია, მისი მასა კი ელექტრონისაზე 1 839-ჯერ მეტია¹ და 1,6929^{−27} კგ-ს შეადგენს. იგი ატომის შემადგენელ სამ ნაწილაკს შორის ყველაზე მძიმეა, თუმცა, შესაძლოა, შემცირდეს ბირთვული დამაკავშირებელი ძალის მიერ. ნეიტრონსა და პროტონს (ერთობლივად **ნუკლოები**) გააჩნიათ შედარებითი განზომილებები (2,5^{−15} მ-ის ფარგლებში), თუმცა ამ ნაწილაკთა „ზედაპირი“ ზუსტად გარკვეული არ არის.ნეიტრონი 1932 წელს ინგლისელმა ფიზიკოსმა **ჯეიმზ ჩედვიკმა** აღმოაჩინა.

ფიზიკის **სტანდარტულ მოდელში** ელექტრონი ჭეშმარიტად ელემენტარული ნაწილაკია შიდა სტრუქტურის გარეშე, თუმცა, როგორც პროტონი, ასევე, ნეიტრონი შედგენილ ნაწილაკებს წარმოადგენენ, რომლებიც **კვარკის** სახელით ცნობილი ელემენტარული ნაწილაკებით არიან აგებულნი. ატომში ორი სახის კვარკი არსებობს, თითოეულ მათგანს დანაწევრებული ელექტრული მუხტი გააჩნია. პროტონი შედგენილია ორი **U-კვარკისა** (თითოეულის მუხტია +⅔) და ერთი **D-კვარკისაგან** (მუხტი — -1/3), ხოლო ნეიტრონი — ერთი U-კვარკისა და ორი D-კვარკისაგან. ეს სხვაობა მოითვლება ამ ორი ნაწილაკის მასებსა და მუხტებს შორის არსებული განსხვავებისათვის.

კვარკები ერთმანეთთან დაკავშირებულია **ძლიერი ურთიერთქმედებით** (ან ძლიერი ძალით), რომლის შუამავლების როლსაც **გლიუონები** ასრულებენ. პროტონი და ნეიტრონი, თავის მხრივ, ბირთვში ერთმანეთთან ბირთვული ძალით არიან დაკავშირებულნი, რომელიც ძლიერი ძალის ნარჩენს წარმოადგენს და ახასიათებს რაღაც განსხვავება მოქმედების რადიუსის თვისებების თვალსაზრისით. გლიუონი მიეკუთვნება **კალიბრული ბოზონების** ოჯახს, რომლებიც ფიზიკურ ძალათა შუამავალ ელემენტარულ ნაწილაკებს წარმოადგენენ.

მასა

ატომის მასის უდიდესი ნაწილი მისი შემადგენელი პროტონებისა და ნეიტრონების მასათა ჯამს წარმოადგენს. ამ ნაწილაკების („ნუკლონები“) საერთო რაოდენობას მოცემულ ატომში **მასურ რიცხვს** უწოდებენ. იგი დადებითი მთელი რიცხვია და განზომილება არ გააჩნია (იმის ნაცვლად, რომ მასის განზომილება ჰქონდეს), რადგანაც რაოდენობას გამოხატავს. მასური რიცხვის გამოყენების ნიმუშს წარმოადგენს „ნახშირბად-12“, რომელსაც 12 ნუკლონი გააჩნია (ექვსი პროტონი და ექვსი ნეიტრონი).

ატომის ფაქტობრივი მასა ხშირად გამოისახება **მასის ატომური ერთეულის** (u) გამოყენებით, მას, ასევე, დალტონსაც (Da) უწოდებენ. ეს ერთეული განისაზღვრება, როგორც ნახშირბად-12-ის ნეიტრალური ატომის მასის 1/12, რაც, დაახლოებით, 1,66×10^{−27} კგ-ია. წყალბად-1-ის (წყალბადის ყველაზე მსუბუქი იზოტოპი, რომელიც, ასევე, ყველაზე მცირე მასის ნუკლიდს წარმოადგენს) მასა შეადგენს 1,007825 u-ს. ამ რიცხვის მნიშვნელობას ატომურ მასას უწოდებენ. მოცემული ატომის ატომური მასა თითქმის ტოლია (სხვაობა 1%-ის ფარგლებში) მის მასურ რიცხვჯერ მასის ატომური ერთეულისა (მაგალითად, აზოტ-14-ის მასა, დაახლოებით 1414 u-ს ტოლია). თუმცა, ეს რიცხვი ნახშირბად-12-ის შემთხვევაში ზუსტი მთელი რიცხვი არ იქნება.¹ ყველაზე მძიმე სტაბილური ატომია ტყვია-208, რომლის მასაც 207,9766521 u-ს შეადგენს.

ყველაზე მასიური ატომებიც კი ზედმეტად მსუბუქებია პირდაპირ მათზე სამუშაოდ, ამიტომაც ქიმიკოსები სანაცვლოდ **მოლის** ერთეულს იყენებენ. ნებისმიერი ელემენტის ატომის ერთი მოლი ყოველთვის ატომთა ერთსა და იმავე რაოდენობას შეიცავს (დაახლოებით **6,022×10²³**). ეს რიცხვი იმგვარად შეირჩა, რომ თუ ელემენტს აქვს 1 u-ს ტოლი ატომური მასა, ამ ელემენტის ატომების ერთი მოლის მასა უახლოვდება 1 გრამს. მასის ატომური ერთეულის განმარტებიდან გამომდინარე, თითოეულ ნახშირბად-12-ის ატომს გააჩნია ატომური მასა ზუსტად 12 u, ამდენად, ნახშირბად-12-ის ერთი მოლი იწონის ზუსტად 0,012 კგ-ს