

M Ü H A Z I R Ə 5

ELEKTROMAQNƏTİZMİN İNKİŞAFI

Elektrik və maqnit hadisələri haqqında məlumatlar insanlara çox qədim zamanlardan məlum idi; ildırım, kəhrəbanın xassəsi¹ və s. qeyd etmək olar. Bundan başqa, yüksək, hündür əşyaların iti uclarında bəzi hallarda müşahidə olunan işıqlanmalar² – elektrik boşalması da onlarda bu hadisələrə böyük maraq oyatmışdı.

“Elektriklənmə” termini, bildiyiniz kimi, kəhrəba sözünün yunanca tərcüməsindən götürülüb. Uzun illər bu termin kiçik cisimləri özünə çəkmək qabiliyyətinə malik olan cisimlərə şamil edilirdi.

Elektrik hadisələri ilə yanaşı maqnitlənmə xassələri də qədimdə insanlarda çox böyük marağa səbəb olmuşdu. Bu xassələrdən o dövrdə insanları aldatmaq məqsədi ilə şamanlar, falçılar, ara həkimləri məharətlə istifadə edirdilər. Onlar “maqnitlənmiş suyun” qeyri-adi gücə malik olmasını qeyd edir və onun bir çox xəstəliklərin müalicəsində, “ruhların qovulmasında” gücünü xüsusi qeyd edirdilər. Maqnitlənmiş iynənin istiqaməti göstərmək qabiliyyətinin də insanlara məlum olması haqqında mən sizə keçən mühazirədə məlumat vermişdim.

Maqnetizmə aid ilk traktat 1269-cu ildə **Piyer de Marikür** (o çox səyahət etdiyi üçün onu **Pereqrin** də adlandırırdılar) tərəfindən yazılmış “Maqnetizm haqqında göndərişlər” əsəri olub. Lakin bu əsər yalnız 1558-ci ildə işıq üzü görüb. O, bu əsərində göstərmişdir ki, bir-birinə yaxınlaşan maqnitlər ya bir-birini cəzb edir, ya da itələyir. Pereqrin, həmçinin, öz traktatında onu da qeyd etmişdir ki, yarı bölünmüş maqnit 2 maqnitə çevrilir və ixtiyari dəmir parçası maqnitlə qarşılıqlı təsirdə olanda, o da maqnitə çevrilə bilər (maqnit induksiya hadisəsi).

Elektrik və maqnit hadisələri haqqında təsəvvürlərin inkişafı

İngilis alimi **Vilyam Gilbert** “elektriklənmə elminin atası” hesab olunur. Onun “Maqnit, maqnit əşyalar və böyük maqnit – Yer haqqında” traktatı 1600-cü ildə Londonda çapdan çıxır. Həmin traktatda elektrik və maqnit hadisələrinə aid və yalnız onun özü tərəfindən aparılmış 600-dən çox təcrübələr verilmişdir. Gilbert ilk elektrik cihazını – elektroskopun prototivini (oxşarını) yaratmışdır; bu ucu mütəhərrik olan üç, və ya 4 düym uzunluğunda ox idi. Bundan başqa o, fizikaya «elektrik» terminini gətirmişdir.

Elektrik maşınının yaradılması da bu hadisələrin öyrənilməsində böyük rol oynamışdır. İlk belə maşın (hava nasosu – müasir vakuum nasosunun sələfi) 1660-cı ildə alman fiziki və Maqdeburq burqomistr **Otto fon Herike** tərəfindən yaradılmışdır. Bu nasos vasitəsilə Herike çoxlu təcrübələr aparmış, atmosfer təzyiqinin qüvvəsini ölçmüş və 1654-cü il may ayının 8-də Reyxstaq üzvləri qarşısında Maqdeburq yarımkürələri üzərində

¹ kəhrəbanı yuna sürtdükdə o xırda əşyaları özünə cəlb edə bilər. Əfsanələrə əsasən, qədim yunan filosofu **Fales**, qızının kəhrəbadan olan yun əyirən oxu – cəhrəni çox çətinliklə yun qalıqlarından təmizlədiyinin şahidi olmuş və ona bu işdə kömək edərkən kəhrəbanın qeyd etdiyimiz xassəsini kəşf etmişdir.

² İnsanlar bu cü işıqlanmaları “İlahi Elmanın odu” adlandırırdılar, çünki bu hadisni onlar ilk dəfə Elma kilsəsinin qülləsində müşahidə etmişdilər.

məşhur təcrübəsini həyata keçirmişdir. Elektrik yüklərinin itələnməsini və elektrik keçiriciliyini təcrübə ilə ilk müşahidə edən də Herike olmuşdur.

1735-ci ildə **Şarl Düfe** (1698 – 1739) ilk dəfə olaraq ildırımın elektrik təbiəti haqqında ideyasını irəli sürmüş və elektrik hadisələrinin nəzəriyyəsini vermişdir. Düfe bir çox tədqiqatlar nəticəsində iki cür elektrik qarşılıqlı təsirinin – cazibənin və itələnmənin mövcudluğunu belə izah etmişdir: «elektriklənmiş cismi elektriklənməmiş cismə yaxınlaşdırdıqda, onlar əvvəlcə cəzb olunurlar, elektriklənməmiş cisim elektrikləndikdən sonra elektriklənmiş cismə toxunduqda isə, onlar bir-birini itələyirlər».

XVIII əsrdən başlayaraq yeni faktların meydana gəlməsi yeni terminlərin də yaranmasına zərurət yaratdı. 1742-ci ildə ingilis fiziki **Jan Dezgülye** tərəfindən elmə “keçirici” və “izolyator” terminləri gətirildi. Elektrik hadisələrinin sonrakı inkişafı 1745-ci ildə holland fiziki, Leyden Universitetinin professoru **Piter van Muşenbruk** tərəfindən ilk kondensatorun (sonra onu leyden bankası adlandırdılar) yaranması ilə bağlıdır. Bu dövrdə leyden bankası ilə aparılan tədqiqat işlərinin, xüsusilə də kondensator boşalmasının, elm xadimləri qarşısında göstərilməsi sensasiyaya səbəb olmuşdu.

Leyden bankasının yaradılması cəmiyyət tərəfindən elektrik hadisələrinə olan marağı artırmış, Franklin, Rixman, Lomonosov, Epinus kimi alimlərin bu sahədə yetişməsinə təkan vermişdir.

İlk müstəvi kondensator 1746-1754-cü illərdə amerikanın dövlət və siyasi xadimi olmuş (müasir dildə prezidenti olmuş) görkəmli fizik **Benyamin Franklin** (1706-1790) tərəfindən yaradılmışdır. O, fizikaya “kondensator”, “batareya” kimi terminləri gətirmişdir.

Təqribən elə həmin dövrdə italyan fiziki **Covanni Bekkariya** elmə “elektrik müqaviməti” anlayışını gətirmiş və göstərmişdir ki, elektrik yükü keçiricilərin səthində paylanır. 1778-ci ildə isə yenə italyan mənşəli **Alesandro Volta** (1745-1827) elmə “elektrik tutumu” terminini gətirir.

Yeni terminlərlə yanaşı, elektrik və maqnit hadisələrini kəmiyyətə qiymətləndirmək üçün elektrik qurğularının yaradılması da vacib idi. Fransız fiziki **Jan Nol** (1700-1770) 1747-ci ildə elektroskop yaradır və elektrik maşınına təkmilləşdirir. O, hər kəsin gözü önündə elektrikle sərçəni öldürür.

1745-ci ildə Peterburq alimi **Georq Rixman** (1711-1753) ilk elektrik ölçü qurğusunu – elektrik göstəricisini” yaradır. Bununla Rixman cisimlərin elektriklənməsi hadisəsini, elektrik keçiriciliyini öyrənmiş və elektrostatik induksiya hadisəsini kəşf etmişdir. 1752-53-cü illərdə o, “ildırım maşını” yaradır və atmosferdə elektrik hadisələrini tədqiq edir. Lakin onun tədqiqatları ölümlə nəticələnir. Belə ki, Rixman ildırımdan yaranan elektriklənməni dəqiq qiymətləndirmək üçün “göstəricinin” şkalasına başını yaxınlaşdıran zaman, onu ildırım vurur və o, ölür. Bu hadisədən sonar kilsə tərəfindən bu cür tədqiqatların aparılmasına qadağa qoyulur.

1745-ci ildən elektrik sahəsində təcrübələrinə başlayan Rixmanın elektrik sahəsindəki ən böyük nailiyyəti ondan ibarətdir ki, o ilk dəfə olaraq «elektrik qüvvəsini ölçmək» üçün müxtəlif tərəzilərdən istifadə etmişdir. Bundan başqa Rixman, elektrik sahəsinin varlığını söyləmiş və bu sahənin təsirinin onunla mənbə arasındakı məsafədən asılılığını göstərmişdir. Bu «naməlum» qanun Rixmandan 40 il sonra Kulon tərəfindən kəşf olunmuşdur.

Əlbəttə ki, bütün alınan faktların nəzəri izahı olmalıdır. Elektrik hadisələrini izah etməyə cəhd göstərən ilk fizik **Franklin** olmuşdur. O, elektrik hadisələrinin nəzəriyyəsini (1749) verməklə yanaşı, ildırımın elektrik təbiətli olduğunu sübut etmişdir.

Franklinin elektrik nəzəriyyəsinin əsasını təşkil edən müddəalarından bir neçəsini qeyd edək:

«1. Elektrik substansiyası çox kiçik hissəciklərdən ibarətdir: o heç bir maneəyə rast gəlmədən çox asanlıqla, hətta sıxlığı böyük metallara da daxil olmaq qabiliyyətinə malikdir.

3. Elektrik substansiyası adi materiyadan onunla fərqlənir ki, elektroneytral materiyanın hissəcikləri qarşılıqlı cəzb olunurlar, elektrik substansiyasının hissəcikləri isə bir-birini itələyirlər.

4. Elektrik substansiyasının hissəciklərinin qarşılıqlı itələnmələrinə baxmayaraq, onlar digər materiya tərəfindən güclü cəzb olunurlar.

7. Adi materiyada onun tuta biləcəyi qədər elektrik substansiyası olur. Əgər materiyyaya əlavə substansiya daxil edilsə, bu əlavə substansiya materiyanın ətrafında yığılaraq elektrik atmosferini yaradacaq; bu halda deyirlər ki, cisim elektrikləşmişdir.

15. Elektrik atmosferi örtüldüyü cismin formasını alır....»

Elektrik və maqnit hadisələrinin ilk riyazi nəzəriyyəsi isə peterburq alimi **Frank Epinus** (1724-1802) tərəfindən irəli sürülmüşdür. Onun 1759-cu ildə Peterburqda latın dilində «Elektrik və maqnetizm nəzəriyyəsinin təcrübi əsasları» kitabı çapdan çıxmışdır. Cisimlərin mümkün olan bütün qarşılıqlı təsirlərini tədqiq edən Epinus, elektrik, və ya maqnit kütlələrinin itələnmə qüvvələrinin kütlələr arasındakı məsafənin artması ilə azaldığı fikrini belə ifadə etmişdir: «...bu funksional asılılığın riyazi şəkli mənə məlum olmadığına baxmayaraq, tam əminliklə söyləyə bilərəm ki, bu kəmiyyətlər, cazibə qüvvəsinə uyğun olaraq, aralarındakı məsafənin kvadratı ilə tərs mütənasib olacaqlar». Epinus təcrübi yolla elektrik induksiyasını naqillərdə və dielektriklərdə tədqiq etmiş, onun dielektriklərdə nisbətən zəif olduğunu görmüşdür. Bununla da Epinus, dielektriklərdə polyarlaşma hadisəsini kəşf edən ilk alim olmuşdur.

Elektrostatikanın ilk qanununun kəşfi

Yüklü cisimlər arasında mövcud olan qarşılıqlı təsiri ölçməyə cəhd edən ilk alim alman fiziki **Kransenşteyn** olmuşdur. O, 1746-cı ildə elektrik maşınının şüşə şarı ilə polad ipdən asılmış disk arasında mövcud olan təsir qüvvəsini ölçərkən böyük xəyata (245%) yol verməsinə baxmayaraq, düzgün olaraq göstərmişdir ki, bu qüvvə disk ilə şarın arasındakı məsafə ilə tərs mütənasibdir. Lakin o, bu hadisənin düzgün elmi şərhini verə bilməmişdir.

Bu problemin düzgün həlli Kulondan da əvvəl ingilis alimi **C.Robayson** tərəfindən verilmişdir. Robayson qeyd edirdi ki, əgər yüklü hissəciklərin ölçüləri aralarındakı məsafədən çox kiçikdirsə, onda qarşılıqlı təsirdə olan yüklü hissəcikləri nöqtəvi hesab etmək olar. Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində o bu qənaətə gəlir ki, “sferalar arasında mövcud olan təsir onların mərkəzləri arasındakı məsafənin kvadratı ilə tərs mütənasibdir”. Lakin Royaldsonun bu nəticələri Kulon qanununun kəşfindən sonra - 1801-ci ildə çap olunur.

Eyni təcrübələri 1771-ci ildə ingilis alimi **Henri Kavendiş** də (1731-1810) aparmışdı. O, təcrübi yolla göstərmişdir ki, elektrik yüklərinin qarşılıqlı təsir qüvvəsi r^{-n} ilə mütənasibdir ($n=2\pm 1/50$). Kavendiş tərəfindən kəşf edilən bu qanun çap edilmədiyini üçün naməlum qalmış və yalnız 1874-cü ildə Kavendiş nəslinin vəsaiti hesabına Kembriçdə yaradılmış laboratoriyanın ilk professoru olmuş Maksvell tərəfindən 1879-cu ildə üzə çıxaraq çap olunmuşdur.

1891-ci ildə elektrofizik **Xevisayd** yazırdı: «Kavendişin öz nəticələrini çap etdirməməsi bağışlanılmaz «günahdır». Kavendişin bu «günahı» nəticəsində elektrostatiikanın əsas qanunu olan “elektrik qarşılıqlı təsir qanunu” elm tarixinə Kavendiş qanunu kimi yox, məhz Kulon qanunu kimi yazılmış oldu. Fransız fiziki və hərbi mühəndisi **Şarl Kulon** (1736-1806) 1777-ci ildə saçın, ipək və metal sapların fırlanmasını tədqiq edərək, fırlanma bucağı φ -nin fırlanma qüvvəsi P -dən, sapın uzunluğu l -dən və radiusu r -dən asılılığını aşağıdakı kimi riyazi şəkildə ifadə etmişdir:
$$\varphi = c \frac{Pl}{r^2}.$$

Kulon, 1784-cü ildə yaratdığı burulma tərəzi vasitəsilə elektrik və maqnit qarşılıqlı təsir qanunlarını kəşf etmişdir.

Kulon tərəfindən alınan nəticələr elektrostatiikanın riyazi nəzəriyyəsinin yaranmasına təkan vemişdi.

Elektrostatiikanın inkişafında **Maykl Faradeyin** (1701-1867) rolunu xüsusi qeyd etmək lazımdır. O, çoxlu sayda fundamental qanunlar kəşf etmişdir ki, bunlardan biri də elektrik yükünün saxlanması qanunudur. Faradeyin elmi nailiyyətlərinin əksəriyyəti elektromaqnetizmə aid olduğu üçün, onun kəşfləri haqqında daha ətraflı məlumat məhz elektromaqnetizm bölməsində veriləcək.

İtalyan anatomu və fizioloqu **Luidji Qalvaninin** (1737 – 1798) də elektrostatiikanın inkişafında özünəməxsus rolu olmuş və o, elektrofiziologiyanın banisi kimi tarixə düşmüşdü. 1786-cı ildə Qalvani qurbağalar üzərində tədqiqat aparan zaman onların ayaqlarında qısamüddətli elektrik cərəyanı impulslarının olduğunu görmüş və öz nəticələrini 1791-ci ildə yazdığı “əzələ hərəkəti zamanı elektrik qüvvələri haqqında traktat” əsərində vermişdir. Burada o göstərmişdi ki, elektrik cərəyanı əmələ gələn zaman qurbağanın ayağına metal məftil birləşdirdikdə, əzələdə yığılma baş verir. Əgər keçirici element kimi 2 müxtəlif metaldan, məs., dəmir və gümüşdən istifadə edilərsə, əzələ daha çox yığılmaya məruz qalacaq və bu yığılma uzunmüddətli olacaq. Qalvani bu növ cərəyanı “heyvan elektriki” adlandırmışdı.

Həmin dövrdə elektrik hadisələrini öyrənən **Volta** 1792-ci ildə Qalvaninin tədqiqatlarını təkrarlayaraq, 2 müxtəlif keçiricidən - metal və su məhlulundan istifadə etmiş və bu cür qapalı dövrənin rolunu yüksək qiymətləndirmişdi. O, göstərmişdi ki, cərəyanın axması üçün 3 keçiricinin – 2 metal, 1 məhlul, və ya 2 məhlul, 1 metalın olması vacib şərtidir. Bu tədqiqatların nəticəsi olaraq o, 1799-cu ildə ilk dəfə sabit cərəyan mənbəyini – volta batareyasını (ilk qalvanik elementi) yaratmış, elektrik kəmiyyəti, həcm və gərginlik arasında əlaqə olduğunu göstərmiş, 1775-ci ildə elektrofor, 1777-ci ildə qatran elektroforu, 1783-cü ildə saman vərəqli həssas elektroskop və s. cihazlar ixtira etmişdi. Volta tərəfindən yeni cihazın – Volta dirəyinin kəşfi elektrik cərəyanının tədqiq edilməsi üçün yeni imkanlar açmışdı.

Elektrostatikanın inkişafı üçün digər addım ingilis alimləri **Nikolson** (1753 – 1815) və **Kapleyl** (1768 – 1840) tərəfindən atılmışdı. Onlar cərəyan keçən dövrəni su doldurulmuş boru ilə qapayaraq görmüşlər ki, suya batırılmış elektrodların birindən hidrogen ayrılır, digərində isə turşulaşma baş verir. Bununla da, 1800-cü ildə ilk dəfə olaraq qalvanik cərəyanla suyun parçalanması hadisəsi müşahidə olunur.

Sabit cərəyan mənbəyinin yaradılması elektriğin sirlərinin açılması yolunda açar olur. Bir çox tədqiqatçılar içərisində adi məktəb müəllimi olan **Simon Omun** (1787-1854) nailiyyətlərini xüsusi qiymətləndirmək lazımdır. Om, apardığı tədqiqatlar nəticəsində 1826-cı ildə indi onun adını daşıyan Om qanununu – elektrik dövrəsinin əsas qanununu kəşf edir. 1827-ci ildə o, qanunun nəzəriyyəsinə verir və elmə “elektrik hərəkət qüvvəsi”, “gərginlik düşgüsü”, “keçiricilər” kimi terminləri gətirir.

Om qanununu yadıma salmaq: *Elektrik dövrəsindəki cərəyan şiddəti həmin hissədəki gərginliklə düz, müqavimətlə tərs mütənasibdir.*,

$$I = \frac{U}{R}$$

Burad I — cərəyan şiddəti (A), U — gərginlik (V), R — müqavimətdir (Om)a

Sabit cərəyan qanunlarının sonrakı inkişafı **Kirxovun** adı ilə bağlıdır. O, 1845-47-ci illərdə ucları qalvanik elementlərdən və digər cərəyan mənbəyindən ibarət olan şaxələnmiş dövrə üçün 2 qayda verir. 1-ci qayda xətti keçiricilərdə elektrik yükünün saxlanması qanununu, 2-ci qayda isə Om qanununun nəticəsini özündə təzahür edir.

1863-cü ildə amerikalı fizik **Qan** yeni effekt (Qan effektini) müşahidə edir. Bu effektin mahiyyəti ondan ibarətdir ki, qallium arsenid kristalına böyük gərginlik verdikdə, həmin kristalın uzunluğundan asılı olaraq, dövrədə müəyyən tezliyə malik cərəyanın rəqsi müşahidə edilir. Bu effektdən indi də geniş şəkildə əksər generator və gücləndiricilərdə istifadə olunur.

Daha sonra elektrik və maqnit hadisələrinin kəmiyyət baxımından qiymətləndirilməsi üçün hər hansı bir sistemin yaradılması zərurəti yarandı. Bunun əsası alman fiziki və riyaziyyatçısı **Karl Qauss** (1777-1855) tərəfindən qoyuldu. O, 1832-ci ildə “mütləq vahidlər sistemini” yaradır ki, bu sistemdə zaman vahidi olaraq 1 saniyə, uzunluq vahidi olaraq – 1 mm, kütlə vahidi olaraq isə 1mq götürülür. Onun bu addımından sonra digər vahidlər sistemləri də yaranmağa başlayır. Bunlar içərisində ən çox işlədilən sistem Beynəlxalq Vahidlər Sistemidir.

Elektromaqnetizmin yaradılması

Qədim dövrlərdə belə hesab edilirdi ki, elektrik və maqnit hadisələri bir-birindən asılı olmadan baş verir və bu 2 hadisə bir-biri ilə bağlı deyildir. Lakin 1749-cu ildə Franklin görür ki, elektrik və maqnit hadisələri arasında müəyyən bağlılıq var və maqnit hadisələri birbaşa olaraq elektrik hadisələrinin təzahürüdür.

Sabit cərəyan mənbəyi yaradıldıqdan sonra isə 1820-ci ildə **Xans Xristian Ersted** (1777-1851) müəyyən edir ki, məftildən axan elektrik cərəyanının təsiri altında maqnit oxu öz istiqamətini dəyişir. Danimarka alimi Ersted tərəfindən edilən bu kəşfdən sonra fizikada yeni istiqamət – elektromaqnetizm yarandı.

Erstediin Kopenhagen universitetində tələbələrə göstərdiyi təcrübə zamanı müşahidə etdiyi bu hadisə, o dövrdə sensasiyaya səbəb oldu və elm adamlarını elektrik və maqnit hadisələri arasında mövcud olan qarşılıqlı əlaqəni öyrənməyə sövq etdi.

Erstediin kəşfindən sonra 1820-ci ilin sentyabr ayında **Araqo** onun təcrübələrini təkrar edərək göstərmişdir ki, cərəyanlı məftil dəmir hissəciklərini də özünə cəlb etmək qabiliyyətinə malikdir. Elə həmin ilin oktyabr ayında fransız fizikləri Jan Batist **Bio** (1774-1862) və Feliks **Savar** (1791-1841) tərəfindən elektrik cərəyanının yaratdığı maqnit sahəsinin intensivliyinin qiyməti təyin edilmiş, Laplas tərəfindən isə bu qanunun riyazi düsturu verilmişdir.

Bu işlərlə maraqlanan alimlərdən biri fransız fiziki **Amper** oldu. Amper öz elmi fəaliyyətinə riyaziyyatçı kimi başlamasına başlamayaraq, ona dünya şöhrəti qazandıran fizika sahəsində yerinə yetirdiyi elmi işləri olmuşdur. Maqnit sahəsinin cərəyanlı naqilə təsiri, və ya iki cərəyanlı naqilin qarşılıqlı təsir qanunu Amper tərəfindən kəşf olunmuşdur. Amper belə hesab edirdi ki, Ersted kəşfinin məğzi birbaşa olaraq axan cərəyandan asılıdır. Amper ilk dəfə olaraq öz təcrübələrini şərh edərkən “elektrik cərəyanı”, “cərəyanın gücü”, «elektrik dövrəsi» terminlərindən istifadə etmişdir.

Amper öz adını daşıyan Amper qanununu kəşf etmiş, elektrik cərəyanının istiqaməti ilə onun yaratdığı maqnit sahəsinin istiqaməti arasındakı asılılığı tapmış, maddənin maqnit xassələrini izah etmək üçün “böyük maqnitin külli miqdarda elementar maqnitlərdən təşkil olunduğu və hər bir elementar maqnitə daxilində qapalı elektrik cərəyanı axan molekul kimi baxmaq” hipotezini irəli sürmüşdür. Beynəlxalq Vahidlər Sisteminin əsas vahidlərindən biri olan cərəyan şiddəti vahidi **amper** onun adını daşıyır. Bütün bu nailiyyətlərinə görə etiraf etmək olar ki, məhz Amper müasir elektrodinamikanın banisidir. Onun elmi fəaliyyətinin nəticəsi olaraq Nyuton mexanikasına uyğun elektromaqnit nəzəriyyəsi yarandı.

Onu da qeyd etmək lazımdır ki, hərfi tərcümədə “elektrodinamika” “elektrik yüklərinin hərəkəti və qarşılıqlı təsiri haqqında elm” deməkdir. Lakin müasir anlamda elektrodinamika (xüsusilə klassik elektrodinamika) elektromaqnit sahəsinin elektrik yükləri və cərəyanlar ilə bağlılığına əsaslanan elm kimi qəbul olunur.

1826-cı ildə Amperin sırf təcrübəyə əsaslanan “Elektromaqnit hadisələrinin nəzəriyyəsi” əsəri çapdan çıxır. Maksvel onun bu nəzəriyyəsinin Nyuton ruhunda yazıldığını qeyd edərək, Amperi “elektrikdə Nyuton” adlandırır.

Amper qanununu analiz edən holland fiziki **Lorens** maqnit sahəsində hərəkət edən yüklü zərrəciyə təsir edən qüvvə üçün (indi onu Lorensin şərəfinə “Lorens qüvvəsi” adlandırırlar) tənlik yazır.

XIX əsrdə fizikada “fiziki qüvvələrin ümumiliyi” ideyası hökm sürürdü. Bu ideyanın əsas təşəbbüskarı isə **Faradey** olub. “Elektrik cərəyanı ilə maqnetizm arasında hansı bağlılıq var? Onları bir-birinə çevirmək olarmı?” suallarını verən Faradey 1831-ci ildə “Elektromaqnit induksiya qanununu” kəşf edir.

Fundamental təcrübələr aparən Faradey ilk elektrogenator – Faradey diyircəyini yaradır. Onun apardığı elmi istiqamət elektrik, maqnit, maqnitooptika, elektrokimya sahələrini əhatə edir ki, bunlar içərisində 1833-cü ildə kəşf edilmiş elektroliz qanunlarını, 1845-ci ildə - diamaqnetizmi və polyarlaşmış işıq müstəvisinin maqnit sahəsində fırlanmasını (Faradey effektini), 1847-ci ildə paramaqnetizmi göstərmək olar.

Faradey fizikaya «qüvvə xətləri», katod, anod, ionlar, elektroliz, elektrolitlər, anion, kation, elektrodlar, dielektrik nüfuzluğu, və s. anlayışları daxil etmiş və işığın elektromaqnit təbiətli olması hipotezini irəli sürmüşdür. Məhz Faradeyin təcrübi tədqiqatları Maksvel tərəfindən yaradılmış elektromaqnetizm nəzəriyyəsinin əsası oldu. Eynşteynin fikrincə Faradey tərəfindən irəli sürülən sahə ideyası Nyutondan sonra edilən ən orijinal kəşfdir.

Tarixi həqiqət üçün qeyd edək ki, amerikalı fizik **Jozef Henri** də Faradeylə eyni ildə, yəni 1831-ci ildə elektromaqnit induksiyası hadisəsini müşahidə etmişdir. Lakin Henri, Faradeydən fərqli olaraq, öz nəticələrini çox gec çap etdirdiyi üçün bu qanun da, digər oxşar situasiyalı qanunlar kimi, tarixə Henrinin adı ilə deyil, Faradeyin adı ilə düşmüşdü.

Jozef Henrinin elmi nailiyyəti bununla bitmir. O, ilk dəfə olaraq, 1828-ci ildə 1 ton yükü qaldıra bilən güclü nalabənzər maqnit konstruksiya edir, 1831-ci ildə elektrik mühərriki düzəldir, 1832-ci ildə öz-özünə induksiya və ekstra cərəyan hadisələrini kəşf edir.

Elektromaqnetizm kəşf edildiyi il elektromaqnit teleqraf ideyası da irəli sürülmüşdü. Bu ideyadan istifadə edən rus diplomatı **P.L.Şilling** (1786 – 1837) 1829-cu ildə rus hərflərini və rəqəmlərini ötürə bilən altı multiplikatordan ibarət teleqraf aparatı yaratmış və onu Qış sarayında quraşdırmışdır. Bundan başqa, 1833-cü ildə **Qaus** və **Veber** teleqraf xəttini qurmaqla, astronomiya və fizika laboratoriyaları arasında əlaqə yaratmışlar. Amerika ixtiraçısı **Samuil Morze** (1791 – 1872) tərəfindən iki işarədən – xətt və nöqtədən ibarət xüsusi əlifbaya malik göndərilmə və qəbul edilmə sxemi hazırlandıqdan sonra bu elektromaqnit teleqraf aparatları çox sürtlə yayılmışdır.

Maksvel tənlikləri

Maksvel tənlikləri əsas təcrübi nəticələri özündə əks etdirən fundamental tənliklər hesab olunur. Maksvelə kimi Laplas, Peasson, Amper, Qaus, Veber, Neyman və digərləri mexaniki təsəvvürlər əsasında elektromaqnit hadisələrinin nəzəriyyəsinə yaratmışlar. Bu nəzəriyyə (uzağa təsir nəzəriyyəsi) bir çox təcrübi faktları izah edə bilirdi. Lakin elə faktlar var idi ki, bu nəzəriyyə çərçivəsinə sığmırdı. Yalnız Faradey, yüksək riyazi qabiliyyətə malik olmadan belə, bu “gözəl” nəzəriyyəyə realist yanaşma ilə qarşı çıxıb bildi (deyilənlərə görə Faradey riyaziyyatı bilməsə də, riyazi simvolları həmişə məhəbbət dolu baxışlarla seyr edib və riyaziyyatı bilənlərə hər vaxt qıbtə ilə baxıb).

Maksvel, Faradeyin bütün hadisələri riyazi simvollardan istifadə etmədən özünəməxsus şəkildə izah etməsini yüksək qiymətləndirirdi.

Maksvel elektromaqnit sahəsini “fəzada mövcud olan hərəkət, və ya gərginlik” kimi qəbul edirdi. O deyildi: “İxtiyari enerji, hansı formada təzahür etməsindən asılı olmayaraq, elə mexaniki enerjidir... Elektromaqnit hadisələrindəki enerji də mexaniki enerjidir”. Bu fikirlərini Maksvel enerjinin saxlanması və çevrilməsi qanunlarına əsaslanaraq söyləyirdi. (Bildiyimiz kimi, həmin qanunlara əsasən “ixtiyari enerji mexaniki enerjiyə ekvivalentdir”).

1864-cü ildə Maksvel ilk dəfə öz nəticələrini London Kral Cəmiyyəti qarşısında “Elektromaqnit sahəsinin dinamik nəzəriyyəsi” mövzusunda etdiyi dokladında verir. O, burada işığın elektromaqnit təbiətli olması hipotezini də irəli sürür. Bu nəticəyə o, işıq

sürətinin və elektrodinamik sabitinin ölçülməsi üçün aparılan təcrübələrin analizi nəticəsində gəlmişdi. Bu 2 göstəricinin bir-birinə belə yaxın qiymətə malik olması faktına o zaman heç kim əhəmiyyət verməmişdi (yəni həm işıq sürəti üçün, həm də elektrodinamik sabit üçün təcrübələr nəticəsində alınan qiymət eyni olub, $\sim 3 \cdot 10^8$ m/san -ə bərabər idi).

İlk dəfə Maksvel bu və digər faktları, Fizo və Fukonun işıq sürəti üçün alınmış nəticələri təhlil edərək aşağıdakıları söyləmişdi: “Mənim fikrimcə, nəticələrin üst-üstə düşməsi onu sübut edir ki, 1) işıq və maqnetizm eyni xassəli və eyni substansiyanın nəticəsinin göstəricisidir; 2) işıq, elektromaqnit qanunları çərçivəsində sahə tərəfindən ötürülən elektromaqnit həyəcanlanması təzahürüdür.

Maksvelin 1873-cü ildə yazılmış “Elektrik və maqnetizm haqqında traktat” əsəri, onun uzun illər apardığı təcrübələrinin ən uğurlu göstəricisidir. “Elektromaqnit sahəsinin əsas tənlikləri” adlanan bölmədə 12 tənlik verilmişdi ki, bu tənliklər indi də müasir fizikanın fundamental tənlikləri hesab olunur. I tənlik onu göstərir ki, elektrik sahəsi zərrəciklər nəticəsində yaranır və bu sahənin qüvvə xətləri zərrəciklərdə başlayır və zərrəciklərdə qurtarır. II tənlikdən aydın olur ki, maqnit zərrəcikləri elektrik zərrəcikləri kimi sərbəst şəkildə mövcud olmur. III (vektorial) tənlik Faradeyin elektromaqnit induksiya qanununu təzahür edir. Maqnit sahəsinin ixtiyari induksiya dəyişiklikləri burulğanlı elektrik sahəsinin yaranmasına səbəb olur. Sonuncu vektorial tənlikdən aydın olur ki, cərəyanın və elektrik sahəsinin zamana görə dəyişməsi maqnit sahəsinin mənbəyidir.

Maksvel tərəfindən irəli sürülən bu nəzəriyyə, hətta onun ilk müdiri işlədiyi Kavendiş laboratoriyasının əməkdaşları tərəfindən də başa düşülməmişdi. Laplas və Amper ruhunda təkmilləşən, formalaşan fransız fizikləri Maksvel nəzəriyyəsinin çətin və məhz onun fantaziyasının nəticəsi olduğunu söyləyirdilər. Bu nəzəriyyənin qəbul olunmasında Henri Hersin tədqiqatları mühüm rol oynadı. Belə ki, 1885-ci ildə Hers elektromaqnit dalğalarını kəşf etməklə yanaşı, həmin dalğaların uzunluğunu və sürətini ölçmüşdür. O, göstərmişdi ki, elektromaqnit dalğaları işığa analogi olaraq, həm əks olunurlar, həm də sınırlar. Bununla da, Maksvelin “ışığın elektromaqnit təbiətli” olması ideyası öz təsdiqini tapır. Hers həm də onu göstərir ki, onun kəşf etdiyi elektromaqnit dalğaları Maksvel tənliklərinə tabe olurlar.

Hersin kəşfindən sonra elektromaqnit dalğaları vasitəsilə naqilsiz rabitə yaradılması ideyası yaranır ki, bu da sonda radionun kəşfi ilə nəticələndi (Popov, 1896).

Maksvel tərəfindən irəli sürülmüş işıq təzyiqi ideyasını lord Kelvin uzun müddət qəbul etmirdi. Lakin rus fiziki Lebedevin təcrübələri onu bu fikirdən daşıdırır. Öz memuarında Kelvin buna belə şərh vermişdi: “Mən bütün ömrüm boyu Maksvelə müqavimət göstərmişəm, onun nəzəriyyəsini, xüsusilə də, işıq təzyiqi ideyasını qəbul etməmişəm...Lebedev isə məni onun təcrübələri qarşısında təslim olmağa vadar etdi”.

Mühazirə 5-ə aid imtahan sualları

1. Elektromaqnetizmin inkişafı
2. Elektrik və maqnit hadisələri haqqında təsəvvürlərin inkişafı
3. Vilyam Gilbertin, Otto fon Herikenin, Şarl Düfenin elektrik və maqnit hadisələrinin öyrənilməsində rolları
4. Franklinin elektrik nəzəriyyəsinin müddəaları
5. Elektrik və maqnit hadisələrinin riyazi nəzəriyyəsinin yaradıcısı Frank Epinusun elmi nailiyyətləri
6. Elektrostatikanın ilk qanununun – Kulon qanununun kəşfi
7. Henri Kavendişin və C.Robaysonun elektrostatikanın inkişafında rolu
8. Maykl Faradeyin, Luidji Qalvaninin, Voltanın və s. alimlərin elektrik və maqnit hadisələrinin öyrənilməsi istiqamətində aldıkları fundamental nəticələr
9. Sabit cərəyan qanunlarının inkişafında Simon Omun, Kirxovun, Qanın və Karl Qaussun nailiyyətləri
10. Elektromaqnetizmin yaradılması
11. Faradeyin elektromaqnetizmin inkişafında rolu
12. Elektromaqnit teleqraf ideyası
13. Maksvel tənlikləri
14. Maksvelin elektromanetizmin riyazi nəzəriyyəsinin yaradılmasında rolu