

FİZİKANIN TƏDRİSİ METODİKASI

UOT 372.853

Sadiq Xosrov oğlu Xəlilov

*fizika-riyaziyyat üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Azərbaycan Texniki Universiteti*

Cüməli Kərim oğlu Qəniyev

*texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Azərbaycan Texniki Universiteti*

TEXNİKİ ALİ MƏKTƏBLƏRDƏ ÜMUMİ FİZİKA KURSUNDA ÖYRƏNİLƏN BƏZİ MÖVZULARIN TƏDRİSİ METODİKASI HAQQINDA

Садиг Хосров оглы Халилов

*доктор философии по физико-математическим наукам, доцент
Азербайджанский Технический Университет*

Джумали Керим оглы Ганиев

*доктор философии по техническим наукам, доцент
Азербайджанский Технический Университет*

О МЕТОДИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ТЕМ, ПРЕПОДАВАЕМЫХ НА ОБЩИХ КУРСАХ ФИЗИКИ В ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗАХ

Sadig Khosrov Khalilov

*phD in physics and mathematics, associate professor
Azerbaijan University of Technology*

Jumeli Karim Ganiyev

*phD in technology, associate professor
Azerbaijan University of Technology*

ABOUT ON THE METHODS OF TEACHING SOME TOPICS TRAINING COURSE OF GENERAL PHYSICS IN TECHNICAL UNIVERSITIES

Xülasə. İşdə texniki ali məktəblərdə ümumi fizika kursunda öyrənilən sabit cərəyanın mövcud olma şərti, kvazistasionar cərəyan və cərəyanların maqnit qarşılıqlı təsiri mövzularının tədrisi haqqında bəzi metodik mülahizələr şərh edilmişdir.

Açar sözlər: *sabit cərəyan, kvazistasionar cərəyan və cərəyanların maqnit qarşılıqlı təsiri*

Резюме. В данной работе изложены некоторые методические соображения по преподаванию условий наличия постоянного тока, квазистационарных токов и магнитных взаимодействий токов, изучаемых на курсе общей физики в технических университетах.

Ключевые слова: *постоянный ток, квазистационарный ток и магнитное взаимодействие токов*

Summary. In this paper, presents some methodological considerations for teaching the conditions for the existence of direct current, quasi-stationary currents and magnetic interactions of currents studied in the course of general physics at technical universities.

Key words: *direct current, quasi-stationary current and magnetic interaction of currents*

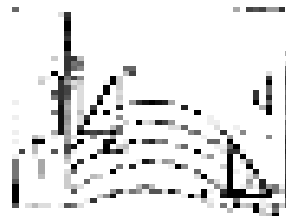
1. Sabit cərəyanın mövcud olma şərti haqqında. Sabit cərəyan mövzusunun tədrisi zamanı, əsasən, cərəyan axan naqıl daxilində elektrik sahəsinin hansı yüklər tərəfindən yaradıldığını və bu yüklərin harada yerləşdiyini araşdırmaq lazımdır. Ona görə də mövzu haqqında aşağıdakı ardıcılıqla mühakimə yürütməyi məsləhət bilirik.

Bildiyimiz kimi, diferensial formada Om qanununa görə $\vec{j} = \sigma \vec{E}$ -dir, yəni naqıldən cərəyan axırsa $\vec{j} \neq 0$ və $\vec{E} \neq 0$ olur. Deməli, cərəyan axan naqılın daxilində elektrik sahəsi mövcud olur. Bu zaman \vec{j} naqılın səthinə toxunan istiqamətdə yönəlmiş olur, eləcə də \vec{E} vektoru da naqılın səthinə toxunan istiqamətdə yönəlmiş olur. Ümumiyyətlə isə sabit cərəyan axan naqılın en kəsiyi boyunca cərəyanın sıxlığı sabit qalmır. Belə ki, naqılın əyildiyi (deformasiya olunduğu) yerdə cərəyanın sıxlığı başqa yerlərdəkindən fərqli olur. Çünki naqılın deformasiya (əyildiyi) olunduğu yerdə ekvipotensial səthlər daxili tərəfdə bir-birinə yaxındırsa, əyrinin qabarıq tərəfində ekvipotensial səthlər arasındakı məsafə daxili tərəfdəkindən çox olar. Bu isə o deməkdir ki, əyri hissənin daxili və xarici tərəflərində elektrik sahəsinin qiyməti də eyni olmur. Dediklərimiz en kəsiyi kifayət qədər böyük olan naqıllərdə özünü daha çox büruzə verir. En kəsiyi kifayət qədər kiçik olan naqıllərdə isə cərəyanın sıxlığının hər yerdə modulca sabit qaldığını və cərəyan elementi $I \vec{dl}$ boyunca yönəldiyini qəbul etmək olar. Bu halda, naqılın səthi yaxınlığında naqıldən xaricdə mövcud olan sahənin tangensial toplananı elə naqılın daxilində mövcud olan sahənin tangensial toplananına bərabər olur [2].

İndi sual oluna bilər ki, naqılın daxilindəki sahəni hansı yüklər yaradır? Bildiyimiz kimi, sabit cərəyanın mövcud olması üçün cərəyan mənbəyi lazımdır. Lakin, eyni zamanda, demək olar ki, kənar qüvvələrin təsir etdiyi cərəyan mənbəyi təkbəşinə, cərəyanı dövrdə sabit saxlayacaq bu sahəni yarada bilməz. Cərəyan axacaq naqıllərin kilometrərlə uzana biləcəyini nəzərə alsaq, belə böyük bir məsafədə mənbəyin yaradacağı sahənin çox cüzi olacağı qənaətinə gələrik. Deməli, naqılın daxilindəki sahə təkcə cərəyan mənbəyi tərəfindən yaradıla bilməz.

Bildiyimiz kimi, elektrik sahəsi ancaq yüklər tərəfindən yaradıla bilər. Onda naqılın daxilində sahə yaradan hansı yüklərdir və onlar

harada yerləşir sualına cavab tapmaq lazımdır. Bunun üçün belə bir təcrübə edək [3]. Naqılın xaricində sahənin olub-olmamağını araşdırmaq məqsədilə cərəyan axan naqılı, içərisində dielektrik tozu olan qabda yerləşdirək. Təcrübənin nəticəsi şəkil 1-də göstərilmişdir. Şəkildən gördüyü kimi, naqıldən



Şəkil 1.

xaricdəki sahənin tangensial \vec{E}_t toplananı ilə yanaşı normal toplananı da \vec{E}_n var. Lakin naqılın daxilindəki sahənin normal toplananı $\vec{E}_n = 0$ -dir. Alınan nəticə onu göstərir ki, cərəyan axan naqılın səthində yüklər mövcuddur və onun səth sıxlığını məlum $\sigma = \epsilon_0 E$ düsturu ilə təyin etmək olar. Beləliklə, cərəyan axan naqılın səthində yüklər mövcud olur ki, onlar da naqılın daxilində elektrik sahəsi yaradır və bu sahə naqıldə sabit cərəyanın mövcud olmasını təmin edir.

Bildiyimiz kimi, cərəyan mənbələrində kənar qüvvələr müsbət və mənfi yükləri bir-birindən ayıraraq mənbəyin “+” və “-” qütblərində toplayır və Kulon qanununa görə bu yüklər qütblərin yaxınlığında dövrdəki naqılın yüklərinə təsir edir, bu yüklər isə, öz növbəsində, digər yüklərə təsir edir və s. Belə kollektiv qarşılıqlı təsir nəticəsində dövrdəki naqıllərin səthində yüklər elə paylanır ki, nəticədə naqılın daxilində uyğun elektrik sahəsi yaranmış olur.

Beləliklə də, cərəyan mənbəyinin qütblərindəki yüklərin rolu dövrdəki bütün naqıllərin daxilində elektrik sahəsi yaratmaq yox, naqıllərin səthində səth yüklərinin elə paylanması təmin etməkdir ki, naqılın daxilində elə elektrik sahəsi yaranmış olsun ki, bu sahə naqıldə sabit cərəyanın mövcud olmasını təmin etsin. Yüklər arasında qarşılıqlı təsir elektromaqnit qüvvələri vasitəsilə baş verdiyi üçün dövrə qapandıqdan sonra sabit cərəyanın yaranması, elektromaqnit dalğalarının yayılma sürəti ilə xarakterizə olunur. Bu yayılma isə, öz növbəsində, dövrdə olan ele-

mentlərdən (kondensator, induktivlik) və dövrəni xarakterizə edən digər kəmiyyətlərdən asılı olur.

Sabit cərəyan axan naqilin daxilində sahə $\vec{E} \neq 0$ olduğu üçün potensial, elektrostatikada olduğundan fərqli olaraq, naqıl boyunca nöqtədən-nöqtəyə dəyişir. Lakin naqilin daxilindəki sahə naqilin səthindəki zamana görə tərpənməz yüklər tərəfindən yarandığı üçün elektrostatik sahə kimi, o da potensiallı sahədir və naqilin iki nöqtəsi arasındakı potensiallar fərqi $\varphi(2) - \varphi(1) = - \int_{(1)}^{(2)} \vec{E} \cdot d\vec{l}$ kimi hesablamaq olar [2].

2. *Kvazistasionar cərəyan haqqında.* Qeyd edək ki, dəyişən cərəyanı və ya elektromaqnit sahəsinin yayılmasını öyrəndikdə, birinci növbədə, kvazistasionar cərəyan anlayışını daxil edirik. Lakin, belə prosesləri öyrənəndə, ilk növbədə, iki əsas məsələyə xüsusi fikir vermək lazımdır:

1) Elektromaqnit sahəsinin (dalğasının) sonlu sürətlə yayılmasına;

2) Dəyişən elektrik sahəsinin dəyişən maqnit sahəsi doğurduğu belə proseslərdə $\frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$ dəyişmə cərəyanının mövcudluğuna.

Uyğun hesablama və təcrübə göstərir ki, dəyişən cərəyanın (sahənin) çox da böyük olmayan tezliklərində yuxarıda göstərilən faktorları nəzərə almamaq olar, yəni hesab etmək olar ki, elektromaqnit sahəsi baxılan mühitdə ani olaraq yayılır və dəyişmə cərəyanı sıfırdır (mövcud deyil), maqnit sahəsi isə keçiricilik cərəyanı hesabına yaranır. Bu şərtləri ödəyən cərəyana isə kvazistasionar cərəyan deyilir.

Göstərmək olar ki, kvazistasionarlıq şərtini riyazi olaraq $\ell \ll \lambda$ kimi ifadə etmək olar (burada λ -yayılan elektromaqnit sahəsinin (cərəyanın) dalğa uzunluğu, ℓ isə dalğanın (cərəyanın) yayıldığı dövrənin uzunluğudur). Bu şərt o deməkdir ki, dalğa yayılan mühitdə prosesi xarakterizə edən kəmiyyətin dəyişməsinə o vaxt nəzərə almamaq olar ki, $\lambda \ll \ell$ olsun. Belə olduqda elektromaqnit sahəsinin ani olaraq yayıldığını qəbul etmək olar. Bu halda dövrənin istənilən nöqtəsində dəyişən cərəyanın ani qiymətinin eyni olduğunu qəbul etmək olar. Lakin cərəyanın çox vaxt minlərlə kilometr məsafəyə verildiyini nəzərə alsaq, onda cərəyanı ötürən xətt boyunca onun dəyişməsinə mütləq nəzərə almaq lazımdır

və bu cərəyanı artıq kvazistasionar hesab etmək olmaz [3].

Dediklərimizə onu da əlavə edək ki, çox böyük tezliklərdə belə ($\sim 10^{18} \text{san}^{-1}$) dəyişmə cərəyanını keçiricilik cərəyanına nisbətən nəzərə almamaq olar və bunu məşğələ dərslərində araşdırmaq məsləhətdir. Lakin dəyişən elektromaqnit sahəsi üçün keçiricilik cərəyanı olmayan vakuuma və dielektriklərdə dəyişmə cərəyanını mütləq nəzərə almaq lazımdır, belə ki, məhz o, bu mühitlərdə maqnit sahəsinin mənbəyidir. Unutmaq olmaz ki, dəyişmə cərəyanı elektromaqnit dalğasının mövcud olması şərtidir.

3. *Cərəyanların maqnit qarşılıqlı təsiri haqqında.* Cərəyanların maqnit qarşılıqlı təsiri öyrəniləndə bu qarşılıqlı təsir qüvvəsinin ifadəsini Kulon qanununun ifadəsi ilə müqayisə etmək, elektrik və maqnit hadisələrinin bir-biri ilə sıx əlaqəli olduğunu metodik cəhətdən bir daha təsdiq etmiş olur.

Tarixdən məlum olduğu kimi, paralel cərəyanların maqnit qarşılıqlı təsirini ilk dəfə Amper öyrənmişdir. O, təcrübələr nəticəsində müəyyən etmişdir ki, solenoid (sarğac) və sabit maqnit yaratdıqları maqnit sahələrinə görə ekvivalentdirlər. Bundan sonra bütün maqnit qarşılıqlı təsirin, cərəyan elementlərinin ($I \vec{dl}$) qarşılıqlı təsirinə ekvivalent olduğu müəyyənləşdi, nəticədə cərəyan elementlərinin qarşılıqlı təsiri qanununun maqnetizmdə oynadığı rolun Kulon qanununun elektrostatikada oynadığı rol ilə eyni olduğu aydınlaşdı.

Bu aşağıdakı mülahizələrdən daha aydın görünür:

1) $I_1 \vec{dl}_1$ cərəyan elementinin $I_2 \vec{dl}_2$ cərəyan elementi olduğu yerdə yaratdığı maqnit sahəsi

$$d\vec{B}_{12} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{(I_1 \vec{dl}_1 \cdot \vec{r}_{12})}{r_{12}^3}$$

2) Onda $I_2 \vec{dl}_2$ cərəyan elementinə $d\vec{B}_{12}$ sahəsi tərəfindən təsir edən qüvvə $d\vec{F}_{12} = I_2 \vec{dl}_2 \cdot d\vec{B}_{12}$ və

$$\text{ya } d\vec{F}_{12} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I_2 \vec{dl}_2 \cdot (I_1 \vec{dl}_1 \cdot \vec{r}_{12})}{r_{12}^3} \quad (1) \text{ olar (şəkil 2).}$$



Şəkil 2.

Eyni zamanda, $I_2 \vec{dl}_2$ cərəyan elementinin yaratdığı maqnit sahəsi tərəfindən $I_1 \vec{dl}_1$ cərəyan elementinə təsir edən qüvvə isə

$$d\vec{F}_{12} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I_1 \vec{dl}_1 \cdot \left(I_2 \vec{dl}_2 \cdot \frac{\vec{r}_{21}}{r_{21}^3} \right)}{r_{12}^3} \quad (2) \text{ olar.}$$

Şəkində \vec{n}_{12} və \vec{n}_{21} uyğun cərəyan elementinə perpendikulyar olan vahid vektorlar olub, $d\vec{F}_{12}$ və $d\vec{F}_{21}$ qüvvələrinin istiqamətini göstərir. \vec{r}_{12} -isə $I_1 \vec{dl}_1$ cərəyan elementindən $I_2 \vec{dl}_2$ cərəyan elementinə çəkilmiş radius vektordur. Şəkindən göründüyü kimi, $d\vec{F}_{12}$ və $d\vec{F}_{21}$ qüvvələri kolleniər olmadığı üçün bu cərəyan elementlərinin qarşılıqlı təsiri zamanı Nyutonun III qanunu da ödənmir [2]. Əvvəla ona görə ki, ciddi desək, belə qarşılıqlı təsiri təcrübi olaraq yoxlamaq mümkün deyil, çünki izolə olunmuş cərəyan elementi ($I \vec{dl}$) mövcud deyil. İstənilən cərəyan elementi hansısa qapalı cərəyan konturunun bir hissəsidir. Ona görə də təcrübi olaraq, ancaq qapalı cərəyanların qarşılıqlı təsirinə ölçmək olar. Bu zaman doğrudan da, Nyutonun III qanunu ödənilir. (1) və (2) ifadələrini Kulon qanununun ifadəsi ilə müqayisə etsək, onların doğrudan da oxşar olduğunu görmək mümkündür, belə ki, Kulon qanunundakı yük elektrostatik sahəni yaradırsa, $I \vec{dl}$ cərəyan elementi maqnit sahəsinə yaradır.

Burada onu qeyd etmək yerinə düşərdi ki, maqnit qarşılıqlı təsir o vaxt elektrik qarşılıqlı təsirlə müqayisə edilə bilər ki, yükdaşıyıcılar ki-

fayət qədər böyük sürətlə hərəkət etsin. Lakin, buna baxmayaraq, maqnit qarşılıqlı təsir yükdaşıyıcıların kiçik sürətlərində də özünü büruzə verir. Bu o halda baş verir ki, Kulon qarşılıqlı təsiri hansısa bir səbəbdən özünü büruzə vermir. Məsələn, cərəyan axan naqildə yükdaşıyıcılar arasında Kulon qarşılıqlı təsiri özünü büruzə vermir, çünki bu zaman hərəkət edən yüklərin elektrik sahəsi naqildəki əks işarəli yüklərin elektrik sahəsi tərəfindən (neytrallaşdırılır) ekranlaşdırılır. Nəticədə, təkcə maqnit qüvvəsi qalır ki, o da hərəkət edən yüklərin elektrik sahəsi ekranlaşmadığı haldakı Kulon qüvvəsindən çox-çox kiçik olur. Belə ki, metal naqildə elektronun adi dreyf sürətində maqnit qüvvəsi Kulon qüvvəsindən təqribən 10-20 dəfə kiçik olur. Buna baxmayaraq, maqnit qüvvəsi yenə də kifayət qədər böyük olduğu üçün cərəyanlı naqillərin maqnit qarşılıqlı təsirinə təcrübədə müşahidə elə bilirik, məhz buna görə də yükdaşıyıcıların hərəkət sürətinin istənilən qiymətində (böyük və ya kiçik) maqnit sahəsi meydana çıxır.

Ümumiyyətlə, Kulon qanununun fizikada böyük əhəmiyyətini qeyd etmək üçün onu xatırlatmaq kifayətdir ki, elektrik sahəsi (\vec{E}) üçün superpozisiya prinsipini və yükün invariantlığını nəzərə almaqla, xüsusi nisbilik nəzəriyyəsinin köməyi ilə Kulon qanunundan, düz cərəyandan r məsafədə onun yaratdığı maqnit sahəsinin induksiyaşının $B = \frac{\mu_0}{2\pi r} I$ ifadəsini almaq olar [1].

Problemin aktuallığı. Ümumiyyətlə, ali məktəblərdə öyrənilən fənlərin tədrisi metodikasına aid müzakirələrə böyük ehtiyac duyulur.

Problemin yeniliyi. İstənilən mövzunun tədrisinə yeni baxış onun hərtərəfli mənimsənilməsinə aid yeni addımdır.

Problemin praktik əhəmiyyəti. Məqalə ali məktəbdə dərs deyən gənc müəllimlər üçün faydalı olacaqdır.

Ədəbiyyat:

1. Парссель, Э., Берклеевский Курс Физики, том. II. Электричество и магнетизм, -Москва: Изд. ЛАНЬ, -2005.
2. Матвеев, А.Н., Электричество и магнетизм. -Москва: Изд. ЛАНЬ, -2010.
3. Джанколи, Д., Физика, том. II. - Москва: Изд. Мир, -1989.

E-mail: gidas50@mail.ru

Rəyçilər: dos. İ.V. Musazadə

dos. E.R. Mustafayev

Redaksiyaya daxil olub: 23.11.2021.