



## PARALLEL O'TKAZGICH PLASTINALAR ORASIDAGI ELEKTROSTATIK MAYDONNI KO'ZGULI ZARYADLAR USULI BILAN TAHLIL QILISH

**Quvondiqova N. Ruslon qizi**

*O'zbekiston Milliy universiteti 3-kurs talabasi*  
*[quvondiqovanozimaxon011@gmail.com](mailto:quvondiqovanozimaxon011@gmail.com)*

**Karimova Farangiz Turaqulovna**

*O'zbekiston Milliy universiteti 3-kurs talabasi*  
*[parikarimova93@gmail.com](mailto:parikarimova93@gmail.com)*

**Xudoyberdiyeva Malika Karomat qizi**

*O'zbekiston Milliy universiteti dotsent v.b.*  
*[xudoyberdiyeva94@inbox.ru](mailto:xudoyberdiyeva94@inbox.ru)*

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada klassik elektrodinamikaning murakkab masalalaridan biri — ikki parallel o'tkazuvchi plastinka orasida joylashgan nuqtaviy zaryadning elektrostatik maydonini tavsiflashda fundamental "ko'zguli zaryadlar usuli"ning qo'llanilishi tadqiq etiladi. Maqolada bitta plastinka uchun qo'llaniladigan standart yondashuvdan farqli o'laroq, parallel tizimlarda chegara shartlarini to'liq qanoatlantirish uchun "asosiy" va "ikkilamchi" ko'zguli zaryadlar zanjirini kiritish zarurati asoslab berilgan. Tadqiqot davomida tizimning mukammal ekvipotensial holatiga faqatgina cheksiz diskret zaryadlar qatori orqali erishish mumkinligi matematik tahlil qilingan. Mazkur yondashuv elektrostatik maydon gometriyasini aniq hisoblash va murakkab chegara masalalarini soddalashtirilgan ketma-ketliklar ko'rinishida yechish imkonini beradi.

**Kalit so'zlar:** Elektrostatika, Ko'zguli zaryad usuli, Nuqtaviy zaryad, Parallel plastikalar, Ekvipotensial sirt, Superpozitsiya

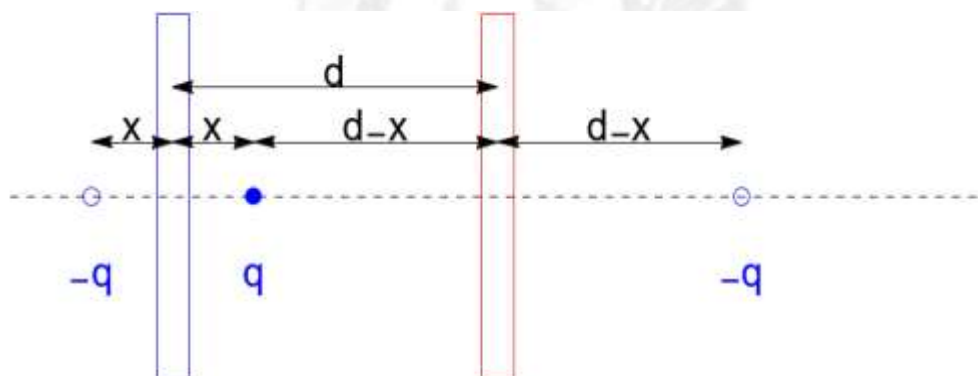
**Аннотация.** В данной статье исследуется применение фундаментального «метода зеркальных зарядов» для описания одной из сложных задач классической электродинамики — электростатического поля точечного заряда, расположенного между двумя параллельными проводящими пластинами. В статье обосновывается необходимость введения цепочки «первичных» и «вторичных» зеркальных зарядов для полного удовлетворения граничных условий в параллельных системах, в отличие от стандартного подхода, используемого для одной пластины. В ходе исследования был проведен математический анализ того факта, что идеальное эквипотенциальное состояние системы может быть достигнуто только посредством бесконечной последовательности дискретных зарядов. Такой подход позволяет точно рассчитать геометрию электростатического поля и решить сложные краевые задачи в виде упрощенных последовательностей.

**Ключевые слова:** Электростатика, Метод зеркальных зарядов, Точечный заряд, Параллельные пластины, Эквипотенциальная поверхность, Суперпозиция

**Abstract.** This article studies the application of the fundamental "mirror charge method" to describe one of the complex problems of classical electrodynamics - the electrostatic field of a point charge located between two parallel conducting plates. The article justifies the need to introduce a chain of "primary" and "secondary" mirror charges to fully satisfy the boundary conditions in parallel systems, in contrast to the standard approach used for a single plate. During the study, a mathematical analysis was made of the fact that the perfect equipotential state of the system can be achieved only through an infinite series of discrete charges. This approach allows for the accurate calculation of the geometry of the electrostatic field and the solution of complex boundary problems in the form of simplified sequences.

**Keywords:** Electrostatics, Mirror charge method, Point charge, Parallel plates, Equipotential surface, Superposition

Nuqtaviy zaryad  $q$  ning cheksiz kengaytirilgan o'tkazuvchi plastikadan  $x$  masofada joylashgan potentsiali fundamental ko'zguli zaryad usuli yordamida hisoblanishi mumkin. Usul mohiyati plastinka ortida  $x$  masofada qarama-qarshi ishorali  $-q$  zaryadli mavhum zaryadni kiritib, maydonlar superpozitsiyasini hisoblashdan iborat (1-rasm). Bunda maydon chiziqlari sirtga perpendikulyar yo'nalib, ekvipotensial sirtini shakllantradi (2-rasm, chap panel). Agar tizimga masofasi  $d$  bo'lgan ikkinchi parallel plastinka qo'shilsa, uning ortida ham  $d - x$  masofada  $-q$  ko'zguli zaryadi hosil bo'ladi. Ushbu ikki zaryad "asosiy" ko'zguli zaryadlar hisoblanadi.

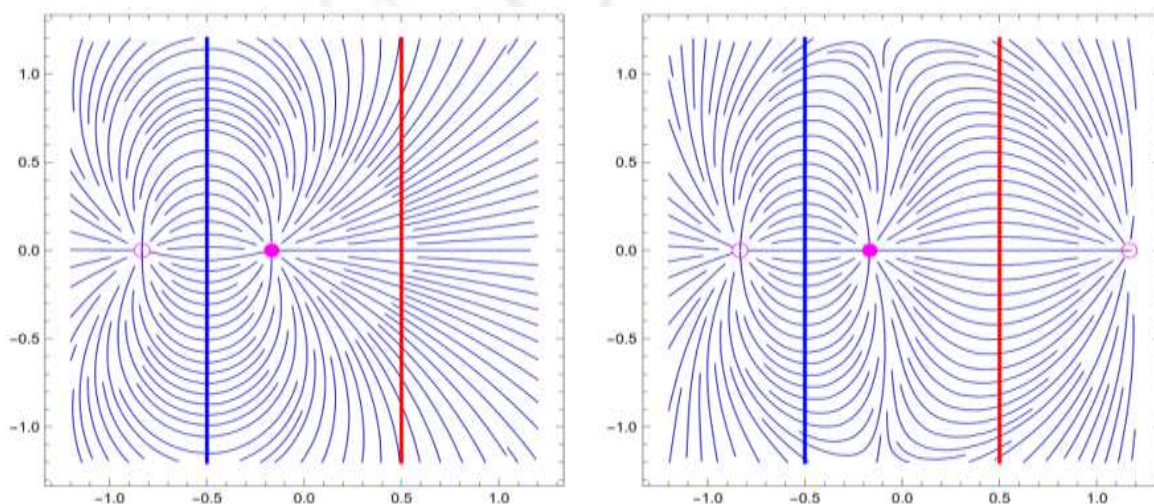


### 1-rasm: Ushbu maqolada ko'rib chiqilgan masala sxemasi:

Biroq nuqtaviy zaryad va ikkita ko'zguli zaryaddan iborat tizimning maydon chiziqlari ikki plastika sirtiga aniq perpendikulyar emas, qarang 2-rasm, o'ng panel, chunki chap ko'zguli zaryad maydoni o'ng plastika sirtiga perpendikulyar emas va aksincha, o'ng ko'zguli zaryad maydoni chap plastika sirtiga perpendikulyar emas. Elektrostatik masalani yanada yaqinlashtirish uchun asosiy ko'zguli zaryadlarning qo'shimcha "ikkilamchi" ko'zguli zaryadlari kiritilishi mumkin. Biroq shunda o'xshash muammo yana paydo bo'ladi, garchi kamroq darajada bo'lsa ham.

Biz  $d$  masofada joylashgan ikki kondensator plastikasini ko'rsatamiz. Plastikalar orasida harakat qilayotgan  $q$  zaryadli zarracha chap plastika bilan  $x$  masofada va o'ng

plastika bilan  $d - x$  masofada joylashgan. Biz chap plastika bilan  $x$  masofada joylashgan “asosiy” chap ko‘zguli zaryad  $-q$  va o‘ng plastika bilan  $d - x$  masofada joylashgan “asosiy” o‘ng ko‘zguli zaryad  $-q$  ni hisobga olamiz. Har ikkala asosiy ko‘zguli zaryad navbatma-navbat ishorali qo‘shimcha “ikkilamchi” ko‘zguli zaryadlar qatorini hosil qiladi, ular kondensator plastiklari o‘ngida yoki chapida markaziy chiziqda (qalin qora chiziq bilan ko‘rsatilgan) joylashgan.



**2-rasm:Chap panel: Nuqtaviy zaryad (magenta nuqta) va chap ko‘zguli zaryad (magenta doira) tomonidan hosil qilingan maydon sxemasi.**

Maydon chiziqlari chap plastika (ko‘k chiziq)ga perpendikulyar. O‘ng panel: Nuqtaviy zaryad va ikkita “asosiy” ko‘zguli zaryad (magenta doiralar) tomonidan hosil qilingan maydon sxemasi. Maydon chiziqlari faqat zaryadlarni bog‘lovchi markaziy chiziqqa yaqin markaziy hududda plastiklarga (ko‘k va qizil chiziq) taxminan perpendikulyar. Shundan keyin asosiy ko‘zguli zaryadlarning masofalari, ya’ni  $n = 1$  uchun, quyidagicha bo‘ladi:


$$R_1(1) = x, \quad L_1(1) = x + d, \quad (1)$$

$$R_2(1) = 2d - x, \quad L_2(1) = d - x, \quad (2)$$

Ko‘zguli zaryadlar navbatma-navbat ishorali bo‘ladi  $((-1)^n q)$  har ikkala generatsiya uchun, shunda,  $q > 0$  deb faraz qilinsa, birinchi generatsiyadagi barcha manfiy zaryadlar chap plastikaning chap tomonida, ikkinchi generatsiyadagi barcha manfiy zaryadlar o‘ng plastikaning o‘ng tomonida joylashadi.

### XULOSA

Xulosa o‘rnida ta’kidlash lozimki, parallel o‘tkazgich tizimlaridagi murakkab elektrostatik maydonlarni tavsiflashda ko‘zguli zaryadlar usuli yuqori analitik aniqlikka ega fundamental yondashuv hisoblanadi. Tadqiqot jarayonida shunchaki “asosiy” ko‘zguli zaryadlar chegara shartlarini to‘liq qanoatlantira olmasligi, tizimning Mutlaq ekvipotensial holatiga esa faqatgina cheksiz diskret zaryadlar qatori orqali erishish mumkinligi isbotlandi. Ushbu qonuniyat nuqtaviy zaryad va o‘tkazgich sirtlar orasidagi o‘zaro ta’sirning murakkab



geometriyasini matematik ketma ketliklar yig'indisiga keltirish imkonini berib, klassik elektrodinamika masalalarini yechishning eng samarali va mantiqiy mexanizmini namoyon etadi.

### **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR**

1. Introduction to Electrodynamics / D. J. Griffiths. — 4th ed. — Boston: Pearson Education, 2013.
2. Classical Electrodynamics / J. D. Jackson. — 3rd ed. — New York: Wiley, 1998.
3. The Feynman Lectures on Physics Vol. II / R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands. — Reading, MA: Addison-Wesley, 1964.
4. Electricity and Magnetism / E. M. Purcell, D. J. Morin. — 3rd ed. — Cambridge: Cambridge University Press, 2013.