

**S.L. HARUTUNYAN, H.A. JIVANYAN, H.G. DEMIRTSHYAN**  
**ELECTRONIC STATES IN A CYLINDRICAL NANOLAYER WITHIN THE**  
**MODEL POTENTIAL VOLKANO AT LONGITUDINAL ADDITIONAL**  
**POTENTIAL**

The features of the electronic states in a cylindrical nanolayer in the presence of longitudinal additional potential with a finite range is investigated. One correspondence between the geometric and quantum-mechanical characteristics of the nanolayer is determined.

**Keywords:** nanolayer, localization radius, effective thickness.

ՀՏԴ 537.218

**Ն. Լ. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ, Լ. Ն. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ**

**ՀԱՎԱՍԱՐԱԶԱՓ ԽՏՈՒԹՅԱՄԲ ԼԻՑՔԱՎՈՐՎԱԾ ՀԱՐԹ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐԻ**  
**ԷԼԵԿՏՐԱՍՏԱՏԻԿ ԴԱՇՏԵՐԻ ՈՐՈՇՄԱՆ ՄԻ ՔԱՆԻ ՕՐԻՆԱԿՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ**  
**(Կապան)**

Դիտարկված է հավասարաչափ խտությամբ լիցքավորված մակերևույթների ստեղծած էլեկտրական դաշտերի որոշման արդյունավետ եղանակներից մեկը՝ մարմնային անկյուն հասկացության օգտագործմամբ, ինչպես նաև այդ եղանակի կիրառմամբ խնդիրների լուծման մի քանի օրինակներ, որոնք հաջողությամբ կարող են դիտարկվել ինչպես ավագ դպրոցի, այնպես էլ ֆիզիկայի բուհական դասընթացում:

**Առանցքային բառեր.** էլեկտրական դաշտ, լիցքի խտություն, մարմնային անկյուն, վերադրման սկզբունք:

**Ներածություն:** Լիցքավորված մարմինների ստեղծած էլեկտրական (էլեկտրաստատիկ) դաշտերի հաշվարկման հիմնարար մեթոդներից է *վերադրման սկզբունքի* մեթոդը, որը մի շարք դեպքերում կարող է լինել միակը և արդյունավետ: Վերադրման սկզբունքի էությանը և այդ սկզբունքի կիրառմամբ էլեկտրաստատիկայի խնդիրների լուծման մի շարք օրինակներին անդրադարձ է կատարվել [1] աշխատանքում, ուստի դրան մանրամասն անդրադառնալու կարիք չկա:

Աշխատանքում դիտարկվում են վերադրման սկզբունքի կիրառմամբ խնդիրներ, որոնց լուծման մեթոդաբանությունը կառուցվում է մարմնային անկյան գաղափարի կիրառմամբ, որը, ինչպես պարզվում է, շատ ավելի դյուրին է դարձնում մի շարք լիցքավորված մարմինների էլեկտրական դաշտերի որոշումը:

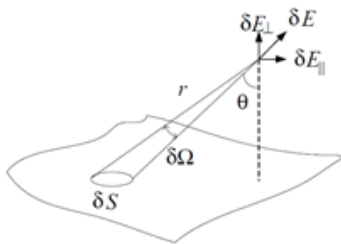
Դիտարկված խնդիրներն ավելի հասկանալի ու կիրառական են դարձնում սովորական իմաստով ընկալվող վերադրման սկզբունքի դերն ու նշանակությունը, այն դեպքերում, երբ այլ մեթոդների կիրառումը կամ չափազանց դժվար է, կամ էլ անհնարին:

Մեր կարծիքով, դիտարկված եղանակը և ներկայացված խնդիրները ոչ միայն օգտակար են սովորողներին և ուսանողներին թեման ընկալելու տեսանկյունից, այլ նաև նպաստում են հետաքրքրության ձևավորմանը <<ֆիզիկա>> գիտության և <<ֆիզիկա>> առարկայի նկատմամբ:

**Հավասարաչափ լիքավորված հարթ մակերևույթի էլեկտրական դաշտի լարվածությունը:** Պրակտիկայում հաճախ հանդիպում են խնդիրներ, որոնցում պահանջվում է հաշվել  $\sigma$  լիցքի մակերևույթային խտությամբ հավասարաչափ լիցքավորված հարթ մակերևույթի ինչ-որ տեղամասի ստեղծած դաշտը [3]: Նման խնդիրները լուծելու համար կարելի է լիցքավորված մարմինը բաժանել լիցքերի մակերևույթային  $\sigma$  <<էլեկտիվ>> խտությամբ բարակ հարթ շերտերի: Այդ դեպքում դժվար չէ ապացուցել, որ էլեկտրական դաշտի լարվածության հարթության մակերևույթին ուղղահայաց բաղադրիչը՝

$$E_{\perp} = \frac{\sigma}{4\pi\epsilon_0} \cdot \Omega, \quad (1)$$

որտեղ  $\Omega$ -ն այն մարմնային անկյունն է, որի տակ տարածության դիտարկվող կետից երևում է մակերևույթի տվյալ տեղամասն ամբողջությամբ: Յույց տանք դա:



Նկ. 1

Դիտարկվող մակերևույթից առանձնացնենք մակերեսի  $\delta S$  անվերջ փոքր տարր (նկ.1): Մակերեսի տարրից մինչև տարածության դիտարկվող  $A$  կետն եղած հեռավորությունը  $r$ -է, իսկ մակերևույթի նորմալի հետ կազմած անկյունը, որի տակ երևում է  $\delta S$  տեղամասն այդ կետից,  $\vartheta$ -է: Այդ դեպքում մակերևույթի տվյալ տեղամասի ստեղծած էլեկտրական դաշտի լարվածությունը  $A$  կետում կլինի՝

$$\delta E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dq}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sigma \delta S}{r^2}: \quad (2)$$

իսկ նրա նորմալ բաղադրիչը՝

$$\delta E_{\perp} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sigma \delta S}{r^2} \cos \vartheta, \quad (3)$$

(3) բանաձևի մեջ մտնող  $(\delta S \cos \alpha)/r^2$  արտադրյալը, ըստ սահմանման, ներկայացնում է այն անվերջ փոքր մարմնային անկյունը, որի տակ երևում է մակերևույթի  $\delta S$  տարրը տարածության դիտարկվող կետից: Ուստի դաշտի լարվածության նորմալ բաղադրիչի համար կարող ենք գրել՝

$$\delta E_{\perp} = \frac{\sigma}{4\pi\epsilon_0} \delta\Omega : \quad (4)$$

Կատարելով գումարում ըստ հարթ մակերևույթի բոլոր տեղամասերի (ըստ անվերջ փոքր  $\delta\Omega$  մարմնային անկյունների), կունենանք՝

$$E_{\perp} = \sum \delta E_{\perp} = \sum \frac{\sigma}{4\pi\epsilon_0} \delta\Omega = \frac{\sigma}{4\pi\epsilon_0} \cdot \Omega, \quad (5)$$

այսինքն՝ այն ինչ պահանջվում էր ապացուցել:

(1) արտահայտության պարզությունը խաբուսիկ է: Մասնավորապես, նրանից չի հետևում, որ եթե մակերևույթի տեղամասն անվերջ փոքր է, ապա նրա ստեղծած դաշտը նույնպես անվերջ փոքր է: Ամբողջ խնդիրը մինչև դիտարկվող կետը եղած հեռավորությունն է: Իհարկե, եթե դիտարկվող կետը բավականին հեռու է մակերևույթի անվերջ փոքր  $\delta S$  տարրից, ապա մարմնային անկյունը կլինի անվերջ փոքր, համապատասխանաբար և դաշտը կլինի անվերջ փոքր: Իսկ եթե դիտարկվեն մակերևույթին մոտ ընկած կետերը (սակայն չմոտենալով մակերևույթի եզրերին), ապա մարմնային անկյունը հավասար կլինի  $2\pi$ , և այդ դեպքում էլեկտրական դաշտի լարվածությունը մակերևույթի ցանկացած տարրին մոտ կետերում, համաձայն (1)-ի, կլինի՝

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} : \quad (6)$$

Մտապահենք այս արդյունքը: Հայտնի է, որ ճիշտ նույն արտահայտությունը ստացվում է նաև տարածության ցանկացած կետում հավասարաչափ մակերևույթային լիցքով լիցքավորված անվերջ հարթության ստեղծած էլեկտրական դաշտի դեպքում:

### Խնդիրների լուծման օրինակներ

**Խնդիր 1:** Որոշել էլեկտրական դաշտի լարվածությունը կանոնավոր քառանիստի կենտրոնում, որի երեք նիստերը լիցքավորված են  $\sigma_1$  խտությամբ մակերևույթային լիցքով, իսկ չորրորդ նիստը լիցքավորված է  $\sigma_2$  խտությամբ մակերևույթային լիցքով:

**Լուծում:** Վերադրման սկզբունքի համաձայն՝ լրիվ դաշտի լարվածությունը քառանիստի կենտրոնում ներկայացնում է չորս վեկտորների գումար, որոնցից յուրաքանչյուրի մոդուլը կարելի է գտնել (1) բանաձևով, որտեղ  $\Omega = 4\pi/4 = \pi$  (այստեղ հաշվի է առնվել, որ լրիվ մարմնային անկյունը հավասար է  $4\pi$ ): Ոչ մեկ հարթության մեջ ընկած այդ չորս վեկտորների գումարի որոշելը այնքան էլ հեշտ խնդիր չէ: Այն լուծելու համար օգտվենք խնդրի համաչափությունից և հաճախ կիրառվող

հնարքից, որի էությունը հետևյալն է: Քառանիստի չորրորդ նիստի լիցքի խտությունը ձևականորեն ներկայացնենք երկու գումարելիների տեսքով.

$$\sigma_2 = \sigma_1 + (\sigma_2 - \sigma_1): \quad (7)$$

Ֆիզիկական տեսանկյունից (6) հավասարությունը նշանակում է, որ չորրորդ նիստի գրաված տեղում միանգամից գտնվում են երկու նիստեր. մեկը՝  $\sigma_1$  մակերևութային լիցքի խտությամբ, իսկ մյուսը՝  $\sigma_2 - \sigma_1$  խտությամբ: Այժմ հասկանալի է, որ դաշտը քառանիստի կենտրոնում պայմանավորված է միայն մեկ՝  $\sigma_2 - \sigma_1$  մակերևութային լիցքի խտությամբ նիստի ազդեցությամբ: Համաչափության նկատառումներից պարզ է, որ միևնույն  $\sigma_1$  մակերևութային լիցքի խտությամբ չորս նիստերի ստեղծած արդյունարար դաշտը հավասար է զրոյի: Այսպիսով՝ միանգամից ստանում ենք խնդրի պատասխանը. էլեկտրական դաշտի լարվածությունը քառանիստի կենտրոնում՝

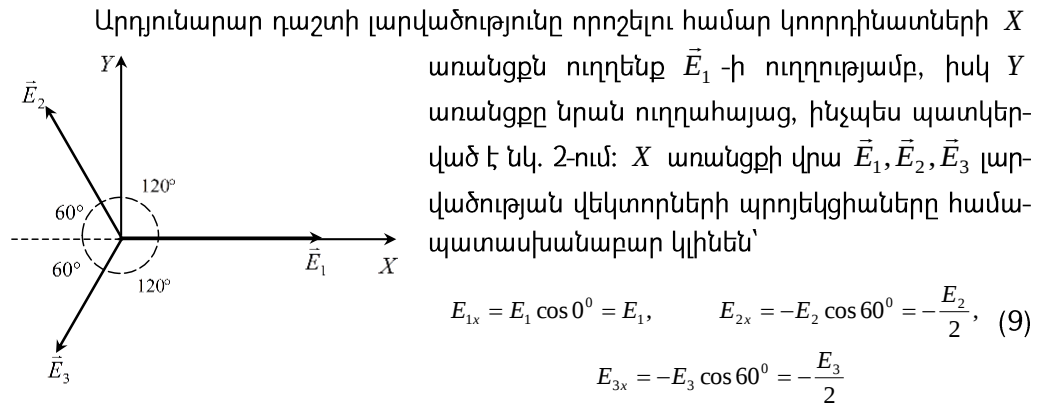
$$E = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{4\epsilon_0}:$$

**Խնդիր 2:** Որոշել էլեկտրական դաշտի լարվածությունը խողովակի առանցքի վրա, որի հատույթը ներկայացնում է կանոնավոր եռանկյուն: Խողովակի նիստերի վրա լիցքի մակերևութային խտությունները հավասար են՝  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  [2]:

**Լուծում:** Խողովակի երկարությունը շատ անգամ մեծ է կտրվածքի չափերից, հետևաբար՝ այն կարելի է համարել անվերջ երկար: Վերադրման սկզբունքի համաձայն՝ առանցքի վրա դաշտի լարվածությունը ներկայացնում է երեք վեկտորների գումար, որոնցից յուրաքանչյուրի մոդուլը կարելի է գտնել դարձյալ (1) բանաձևով, որտեղ  $\Omega = 4\pi/3$ : Այս բանաձևը գրելիս հաշվի է առնվել խողովակի զործնականում անվերջ երկար լինելու հանգամանքը: Խողովակի լիցքավորված նիստերի ստեղծած էլեկտրական դաշտերի լարվածությունների մոդուլների համար, համաձայն (1)-ի և  $\Omega$  մարմնային անկյան համար գրված արժեքի, կունենանք՝

$$E_1 = \frac{\sigma_1}{3\epsilon_0}, \quad E_2 = \frac{\sigma_2}{3\epsilon_0}, \quad E_3 = \frac{\sigma_3}{3\epsilon_0}: \quad (8)$$

Համաչափության նկատառումներից ելնելով՝ պարզ է, որ լարվածության վեկտորները գտնվում են մեկ՝ խողովակի առանցքին ուղղահայաց հարթության մեջ: Եթե պայմանականորեն ենթադրենք, որ խողովակի նիստերի լիցքը դրական է և  $\sigma_3 < \sigma_2 < \sigma_1$ , ապա մեկ հարթության մեջ գտնվող  $\vec{E}_1, \vec{E}_2, \vec{E}_3$  վեկտորները կունենան նկ. 2-ում պատկերված դասավորությունը: Վեկտորները միմյանց հետ կազմում են հավասար՝  $\alpha = 120^\circ$ -ի անկյուններ:



Նկ. 2

Պրոյեկցիաների (9) արտահայտությունները հաշվի առնելով՝ գումարային դաշտի  $\vec{E}$  լարվածության  $E_x$  պրոյեկցիայի համար կունենանք՝

$$E_x = E_{1x} + E_{2x} + E_{3x} = \frac{\sigma_1}{3\varepsilon_0} - \frac{\sigma_2 + \sigma_3}{6\varepsilon_0} : \quad (10)$$

Լարվածության  $\vec{E}_1, \vec{E}_2, \vec{E}_3$  վեկտորների պրոյեկցիաները  $Y$  առանցքի վրա համապատասխանաբար կլինեն՝

$$E_{1y} = E_1 \cos 90^\circ = 0, \quad E_{2y} = E_2 \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} E_2, \quad (11)$$

$$E_{3y} = -E_3 \cos 30^\circ = -\frac{\sqrt{3}}{2} E_3$$

Այս դեպքում (11)-ը հաշվի առնելով՝ գումարային դաշտի  $\vec{E}$  լարվածության  $E_y$  պրոյեկցիայի համար կունենանք՝

$$E_y = E_{1y} + E_{2y} + E_{3y} = \frac{(\sigma_2 - \sigma_3)\sqrt{3}}{6\varepsilon_0} : \quad (12)$$

Արդյունարար դաշտի լարվածության մեծության համար կարող ենք գրել՝

$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} : \quad (13)$$

$E_x$ -ի և  $E_y$ -ի (10) և (11) արտահայտությունները (13)-ի մեջ տեղադրելով և կատարելով մաթեմատիկական որոշ ձևափոխություններ, խողովակի առանցքի

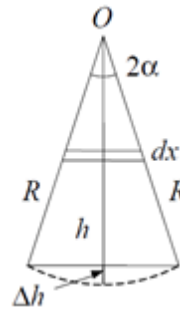
վրա դաշտի լարվածության համար վերջնականորեն ստանում ենք հետևյալ արտահայտությունը.

$$E = \frac{1}{3\varepsilon_0} \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_1\sigma_3 - \sigma_2\sigma_3} : \quad (14)$$

Հաջորդ խնդիրը վերաբերում է ծավալային լիցքով լիցքավորված մարմնին, սակայն այս դեպքում խնդրի լուծումը հանգեցվում է մակերևութային լիցքով լիցքավորված հարթ շերտերի ստեղծած դաշտերի լարվածությունների բանաձևերի կիրառությանը, որի արդյունքում ոչ միայն ավելի մատչելի ու պատկերավոր է դառնում խնդրի լուծումը, այլ նաև հստակ կերպով ցուցադրվում է վերադրման սկզբունքի կիրառությունը էլեկտրաստատիկայի այնպիսի խնդիր լուծելիս, որի լուծումն այլ եղանակով շատ ավելի դժվար է:

**խնդիր 3:** Գտնել էլեկտրական դաշտի լարվածությունը կոնի գագաթում, որի բարձրությունը հավասար է  $h$ , իսկ առանցքային հատույթի գագաթի անկյունը՝  $2\alpha$ : Կոնը հավասարաչափ լիցքավորված է  $\rho$  խտությամբ ծավալային լիցքով:

**Լուծում:** Առաջին հայացքից կարող է անհասկանալի թվալ, թե այս խնդրի հետ ինչ առնչություն կարող է ունենալ (1) բանաձևը, քանի որ մարմինը լիցքավորված է ծավալային, այլ ոչ թե մակերևութային լիցքով: Սակայն մարմնին անվերջ փոքր մասերի (տարրերի) կարելի է բաժանել տարբեր եղանակներով: Միակ պարտադիր պայմանն այս դեպքում մարմնի ողջ ծավալն առանց որևէ բացթողման լրացնելն է: Մեր դեպքում, պարզվում է, ավելի հարմար է կոնը բաժանել նրա առանցքին ուղղահայաց  $dx$  հաստությամբ անվերջ բարակ շերտերի (նկ. 3): Յուրաքանչյուր այդպիսի շերտ կարելի է ներկայացնել որպես հարթ տեղամաս  $\sigma = \rho dx$  մակերևութային լիցքի խտությամբ: Ընդ որում, կոնի գագաթից ( $O$  կետից) յուրաքանչյուր այդպիսի շերտ կերևա միևնույն  $\Omega$  մարմնային անկյան տակ: Այդ դեպքում, օգտագործելով վերադրման սկզբունքը և (1) բանաձևը,  $O$  կետում դաշտի լարվածության համար կարող ենք գրել.



Նկ. 3

$$E = \int dE = \int \frac{\rho dx \Omega}{4\pi\varepsilon_0} = \frac{\rho h}{4\pi\varepsilon_0} \Omega : \quad (15)$$

Մնում է միայն գտնել  $\Omega$ -ն: Երկրաչափությունից հայտնի է, որ գնդաձևից հանդիսանում է սեգմենտի մակերեսը (նկ. 3-ում այն առանձնացված է կետագծերով).

$$S_0 = 2\pi R \Delta h = 2\pi R(R - R \cos \alpha), \quad (16)$$

որտեղ  $R$ -ը գնդիկի շառավիղն է (մեր խնդրում՝ նաև կոնի ծնորդի երկարությունը):

Այդ դեպքում մարմնային անկյան սահմանումից հետևում է, որ՝

$$\Omega = \frac{S_0}{R^2} = 2\pi(1 - \cos \alpha): \quad (17)$$

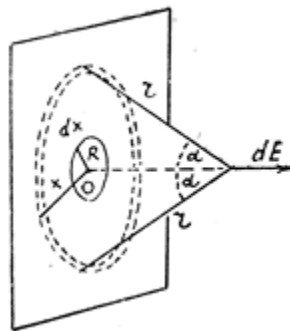
Այս արտահայտությունը (15) -ի մեջ տեղադրելով՝ կոնի գագաթում դաշտի լարվածության համար ստանում ենք՝

$$E = \frac{\rho h}{2\varepsilon_0}(1 - \cos \alpha): \quad (18)$$

Այժմ դիտարկենք մի խնդիր, որը դարձյալ հանգեցվում է վերադրման սկզբունքի կիրառմամբ լիցքավորված հարթության էլկտրական դաշտը որոշելուն, սակայն դրա հետ միասին մեկ անգամ ևս ցույց է տրվում, որ վերջավոր չափեր ունեցող լիցքավորված հարթ մակերևույթի, տվյալ դեպքում՝ սկավառակի, էլեկտրական դաշտի լարվածությունը որոշվում է (1) բանաձևով:

**Խնդիր 4:** Հավասարաչափ  $\sigma$  մակերևութային լիցքով լիցքավորված անվերջ հարթության վրա կա  $R$  շառավիղով կլոր անցք: Գտնել էլեկտրական դաշտի լարվածությունը անցքի կենտրոնից հարթությանը կանգնեցրած ուղղահայացի այն կետում, որը հարթությունից գտնվում է  $a$  հեռավորության վրա [4]:

**Լուծում:** Անվերջ հարթությունը մտովի բաժանենք կլոր անցքին համակենտրոն  $dx$  լայնությամբ անվերջ թվով բարակ օղակների,



Նկ. 4

որոնց  $x$  շառավիղները փոփոխվում են  $R \leq x \leq \infty$  սահմաններում (Նկ. 4): Այս դեպքում հարթության ստեղծած դաշտի լարվածությունը հարթությունից դուրս գտնվող որևէ կետում, տվյալ դեպքում՝ օղակի առանցքի վրա գտնվող հարթությունից  $a$  հեռավորության վրա գտնվող կետում, համաձայն վերադրման սկզբունքի, հավասար կլինի բոլոր օղակների ստեղծած դաշտերի լարվածությունների գումարին: Համաչափության նկատառումներից ելնելով՝ պարզ է, որ ինչպես յուրաքանչյուր օղակի, այնպես էլ ամբողջ հարթության դաշտի լարվածությունը դիտարկվող կետում ուղղված կլինի օղակի առանցքով:  $x$  շառավիղ և  $dx$  լայնություն ունեցող օղակի լիցքը՝  $dq = 2\pi x dx \sigma$  (այստեղ  $2\pi x dx$ -ը օղակի մակերեսն է), իսկ օղակի կետերի հեռավորությունը դիտարկվող կետից՝  $r = \sqrt{x^2 + a^2}$ : Օղակի

կետերի ստեղծած դաշտերի լարվածությունների հարթությանը զուգահեռ բաղադրիչների լրիվ գումարը հավասար է զրոյի, ուստի օղակի ստեղծած դաշտի լարվածությունը գտնելու համար պետք է վերցնել նրա բոլոր կետերի ստեղծած դաշտերի լարվածությունների պրոյեկցիաները օղակի (անցքի) առանցքի վրա և գումարել այդ պրոյեկցիաները: Այդ քայլերից հետո դիտարկվող կետում օղակի ստեղծած դաշտի լարվածության համար կարող ենք գրել՝

$$dE = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dq}{r^2} \cos\alpha = \frac{\sigma a}{2\epsilon_0} \cdot \frac{xdx}{\left(\sqrt{x^2 + a^2}\right)^3}, \quad (19)$$

որտեղ  $\cos\alpha = a/r = a/\sqrt{x^2 + a^2}$ : (19) հավասարումն ինտեգրելով  $x = R$ -ից  $x = \infty$  սահմաններում, կստանանք տրված հարթության ստեղծած էլեկտրական դաշտի լարվածությունը դիտարկվող կետում.

$$E = \frac{\sigma a}{2\epsilon_0} \int_R^{\infty} \frac{xdx}{\left(\sqrt{x^2 + a^2}\right)^3} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \cdot \frac{a}{\sqrt{R^2 + a^2}}: \quad (20)$$

Այն դեպքում, երբ այդ հարթությունը հոծ է, այսինքն՝  $R = 0$ , (20)-ից կհետևի, որ՝

$$E_0 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}, \quad \vec{E} = \text{const}:$$

Այսինքն՝ հավասարաչափ լիցքավորված անվերջ հարթության դաշտը համասեռ է:

Ստացված արդյունքները թույլ են տալիս որոշելու նաև լիցքավորված սկավառակի էլեկտրական դաշտը սկավառակի հարթությանն ուղղահայաց նրա կենտրոնով անցնող առանցքի վրա:

Իրոք, եթե տրված է  $\sigma$  մակերևութային խտությամբ հավասարաչափ լիցքավորված բարակ սկավառակ (շրջան), որի շառավիղը  $R$  է, ապա օգտվելով ստացված արդյունքներից և դաշտերի վերադրման սկզբունքից՝ կստանանք, որ սկավառակի առանցքի վրա սկավառակից  $a$  հեռավորություն ունեցող կետում դաշտի լարվածության մեծությունը՝

$$E' = E_0 - E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left( 1 - \frac{a}{\sqrt{R^2 + a^2}} \right): \quad (21)$$

Հաշվի առնելով, որ մարմնային անկյունը, որի տակ երևում է սկավառակն իր առանցքի դիտարկվող կետից, հավասար է՝

$$\Omega = 2\pi(1 - \cos\alpha) = 2\pi\left(1 - \frac{a}{\sqrt{R^2 + a^2}}\right) \quad (22)$$

դաշտի լարվածության համար կարող ենք գրել՝

$$E' = \frac{\sigma}{4\pi\epsilon_0} \cdot \Omega: \quad (23)$$

Ինչպես տեսնում ենք, ստացված արտահայտությունը համընկնում է (1) բանաձևին:

#### ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Պետրոսյան Լ.Ն., Սարգսյան Ա.Մ.** Վերադրման սկզբունքի կիրառմամբ էլեկտրաստատիկ դաշտերի հաշվարկման օրինակներ // Բնագետ.- 2011.- N 2:
2. Задачи по физике / Под ред. **О.Я. Савченко.**- М.: Наука, 1981.- 432 с.
3. **Иродов И. Е.** Основные законы электромагнетизма.-М.: Высшая школа, 1983.- 279 с.
4. Электричество и магнетизм. Методика решения задач: Уч. пособие для ВУЗ-ов / **Д.Ф. Киселев и др.**- М.: Физический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова, 2010.- 332 с.

**Н.Л. ПЕТРОСЯН, Л.Н. ПЕТРОСЯН**

#### **О НЕКОТОРЫХ ПРИМЕРАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ, ЗАРЯЖЕННЫХ С РАВНОМЕРНОЙ ПЛОТНОСТЬЮ**

Рассматривается один из эффективных способов определения электрических полей, созданных поверхностями, заряженными с равномерной плотностью, с использованием понятия телесного угла. Предлагается несколько интересных примеров решения задач с помощью этого способа, которые могут успешно использоваться при изучении курса физики как в старшей школе, так и в вузе.

**Ключевые слова:** электрическое поле, плотность заряда, телесный угол, принцип суперпозиции.

**N.L. PETROSYAN, L.N. PETROSYAN**

#### **ON SOME EXAMPLES OF DEFINING ELECTROSTATIC FIELDS OF FLAT SURFACES CHARGED WITH EVEN DENSITY**

One of the effective means of defining electric fields created by surfaces charged with even density by using the notion of the solid angle is considered. Some interesting examples of solving tasks applying the mentioned means which can be successfully observed both in the course of Physics at School and in Higher Educational Establishment.

**Keywords:** electric field, charge density, solid angle, the principle of superposition.