

ПЛАН-КОНСПЕКТ ПРОВЕДЕННЯ ЛЕКЦІЙНОГО ЗАНЯТТЯ №12

МОДУЛЬ 1.

ТЕМА 2.1. ЕЛЕКТРИЧНЕ ПОЛЕ. ЕЛЕКТРОСТАТИКА.

Заняття 2. Потік вектора напруженості електричного поля.

Навчальна дисципліна: Фізика

Категорія здобувачів вищої освіти: курсанти та студенти.

Навчальна мета: оволодіти знаннями про знаходження характеристик найпростіших електростатичних полів, що створені розподіленими зарядами.

Виховна мета: сприяти підвищенню рівня знань про основні форми руху матерії, формуванню наукового світогляду.

Розвивальна мета: розвивати інтелектуальні здібності, пам'ять, увагу, уяву, мислення, спостережливість, активність, творчість, самостійність здобувачів вищої освіти, прищеплювати їм раціональні способи пізнавальної діяльності з зазначеної теми.

Кількість аудиторних годин: 2 години.

Навчальне обладнання, ТЗН: відеопроєктор, комп'ютерна техніка та відповідне програмне забезпечення.

Наочні засоби: наочність викладення матеріалу забезпечується використанням схем, таблиць та мультимедійним супроводженням окремих питань теми.

Міжпредметні та міждисциплінарні зв'язки: Дисципліна "Фізика" зв'язана з дисципліною "Вища математика" та в ряду інших є основою для вивчення дисциплін загальної підготовки: «Хімія», «Технічна механіка», «Матеріалознавство та технологія матеріалів», «Технічна механіка рідини та газу», а також дисциплін циклу професійної підготовки: «Термодинаміка та теплопередача», «Електротехніка та пожежна профілактика в електроустановках», «Пожежна та виробнича автоматика», «Будівлі і споруди та їх поведінка в умовах пожежі», які викладаються як правило пізніше. Знання з дисципліни «Фізика» та одержані навички і уміння дозволять створити якісну базу для вивчення теоретичних і практичних питань вказаних дисциплін.

План лекції (навчальні питання):

2.1.4. Потік вектора напруженості електричного поля.

2.1.5. Теорема Остроградського-Гауса для потоку вектора напруженості.

2.1.6. Застосування теореми Остроградського-Гауса для розрахунків напруженості електростатичного поля.

Список рекомендованих джерел:

Основні джерела

1. Кучерук І.М. та ін. Загальний курс фізики. Т. 1. – Київ: Техніка, 1999.
2. Савельев И. В. Курс общей физики. Т. 1-4. М. : КноРус, 2009.
3. Горбачук І.Т. Загальна фізика (збірник задач). Київ: Вища школа, 1993.
4. Волькенштейн В. С. Сборник задач по общему курсу физики. М.: Профессия, 2010.
5. Фізика. Розділи: Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. Електростатика. Постійний електричний струм: довідник / Укладачі: В. Г. Борисенко, Ю.Ф. Деркач, В.І. Кривцова, К.Р. Умеренкова. – Х.: НУЦЗУ, 2018. – 94 с.
6. Фізика. Розділи: Магнітне поле. Електромагнетизм. Коливання, хвилі і хвильові явища. Елементи квантової механіки. Фізика атома і атомного ядра. Елементи фізики твердого тіла: довідник./ Укладачі: В. Г. Борисенко, Ю.Ф. Деркач, В.І. Кривцова, К.Р. Умеренкова. – Х.: НУЦЗУ, 2018. – 122 с.

Додаткові джерела

7. Яворский Б.М., Детлаф А.А., Лебедев А.К. Справочник по физике. М. : Мир и образование., 2006.

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

2.1.4. Потік вектора напруженості електричного поля.

Якщо силові лінії електростатичного поля напруженістю \vec{E} перетинають елементарну поверхню $d\vec{S} = \vec{n}dS$, де \vec{n} – одиничний вектор нормалі до поверхні, що задає орієнтацію поверхні в просторі, то *скалярний добуток*

$$d\Phi = \vec{E}d\vec{S} = EdS \cos \alpha = E_n dS, \quad (2.1.4.1)$$

називається *елементарним потоком* $d\Phi$ вектора напруженості \vec{E} через поверхню dS . Кут α в (2.1.4.1) – це кут між векторами \vec{n} і \vec{E} .

З визначення (2.1.4.1) випливає, що оскільки $\cos \alpha$ може змінювати знак, то і потік може бути додатним або від'ємним. Оскільки напруженість електростатичного поля пропорційна щільності силових ліній, то потік *вектора* напруженості \vec{E} може трактуватись як число силових ліній, що перетинають поверхню.

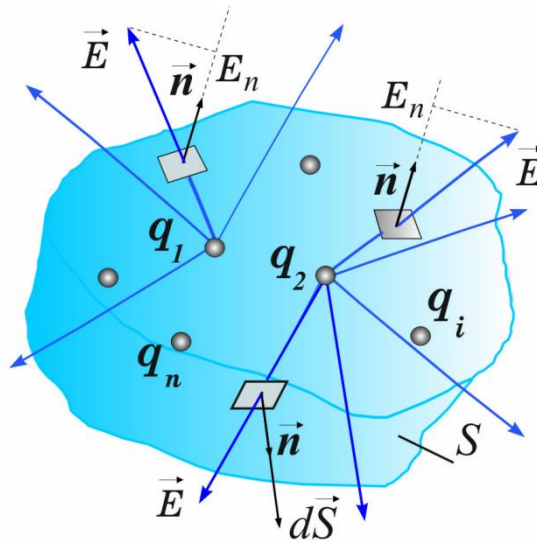


Рис. 2.1.5.1

2.1.5. Теорема Остроградського-Гауса для потоку вектора напруженості.

Теорема Гауса для вектора напруженості \vec{E} у вакуумі: потік вектора напруженості електростатичного поля \vec{E} через довільну замкнену поверхню S (рис. 2.1.5.1) дорівнює алгебраїчній сумі зарядів, що перебувають усередині цієї поверхні, поділеній на сталу ϵ_0

$$\oint_S \vec{E} d\vec{S} = \oint_S E_n dS = \frac{1}{\epsilon_0} \sum q_i. \quad (2.1.5.1)$$

Для однорідного ізотропного середовища *теорема Гауса* записується з урахуванням діелектричної проникності середовища ϵ і має вигляд

$$\oint_S E_n dS = \frac{1}{\epsilon\epsilon_0} \sum q. \quad (2.1.5.2)$$

2.1.6. Застосування теореми Остроградського-Гауса для розрахунків напруженості електростатичного поля.

Принцип суперпозиції й теорема Гауса дозволяють знаходити напруженість поля складних заряджених систем.

Напруженість електростатичного поля, яке створюється в однорідному ізотропному середовищі рівномірно зарядженою *сферою* радіусом R на відстані

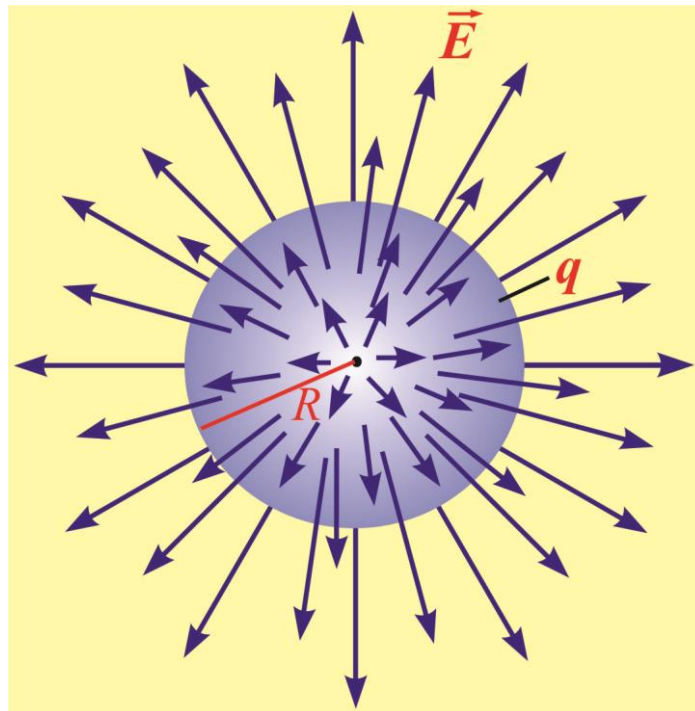


Рис. 2.1.6.1

r від її центру (рис. 2.1.6.1), дорівнює

$$E = 0 \quad (\text{для } r < R), \quad (2.1.6.1)$$

$$E = k \frac{q}{\epsilon r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{\epsilon r^2} \quad (\text{для } r \geq R), \quad (2.1.6.2)$$

де q – заряд сфери. Формули (2.1.6.2) і (2.1.6.3) описують поле всередині і поза сферою відповідно. Лінії напруженості електричного поля розташовані в зовнішній області сфери, починаються (або закінчуються) на її поверхні і спрямовані радіально, тобто це поле неоднорідне.

Напруженість електростатичного поля, яке створюється в однорідному ізотропному середовищі рівномірно зарядженим *нескінченим циліндром* радіусом R на відстані r від осі циліндра, дорівнює

$$E = 0 \quad (\text{для } r < R), \quad (2.1.6.3)$$

$$E = \frac{\tau}{2\pi\epsilon\epsilon_0 r} \quad (\text{для } r \geq R), \quad (2.1.6.4)$$

де $\tau = dq/dl$ – *лінійна щільність заряду*, дорівнює заряду, що знаходиться на одиниці довжини циліндра. Лінії напруженості електричного поля розташовані в зовнішній області циліндра, починаються (або закінчуються) на його поверхні й спрямовані радіально щодо осі циліндра, тобто це поле неоднорідне.

Напруженість електростатичного поля, яке створюється в однорідному ізотропному середовищі рівномірно зарядженою *нескінченною площиною*,

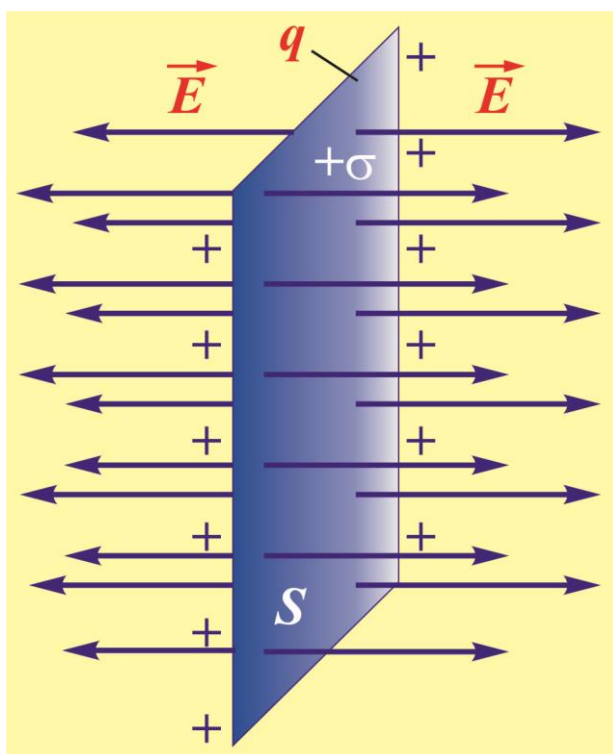


Рис 2.1.6.2.

дорівнює

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0}, \quad (2.1.6.3)$$

де $\sigma = dq/ds$ – *поверхнева щільність заряду*, яка дорівнює заряду, що приходить на одиницю площі. Напрямок вектора напруженості і його модуль у кожній точці простору однакові, тобто поле зарядженої нескінченної площини однорідне. Лінії напруженості починаються (або закінчуються) на площині і перпендикулярні до неї.

Напруженість електростатичного поля, яке створюється в однорідному ізотропному середовищі двома паралельними нескінченними площинами,

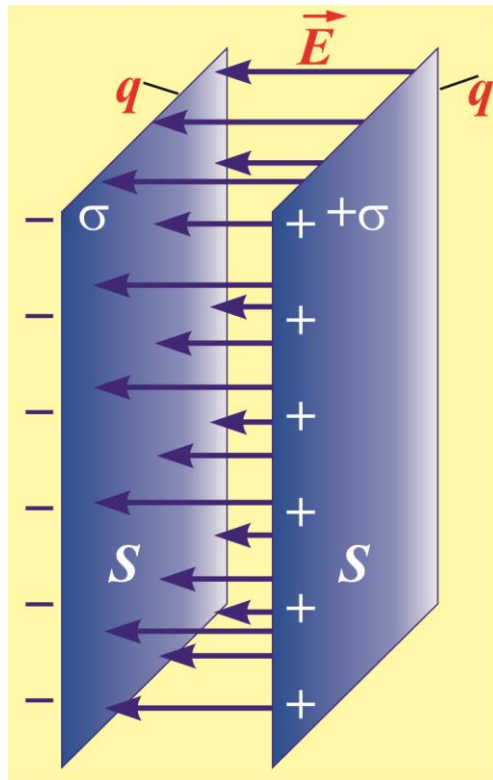


Рис. 2.1.4.4

рівномірно зарядженими однаковими різнойменними зарядами (рис. 2.1.4.4), дорівнює

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon\epsilon_0}. \quad (2.1.4.9)$$

Це поле однорідне й зосереджене тільки в області між площинами. За межами площин електричні поля площин компенсуються, так що $E = 0$.