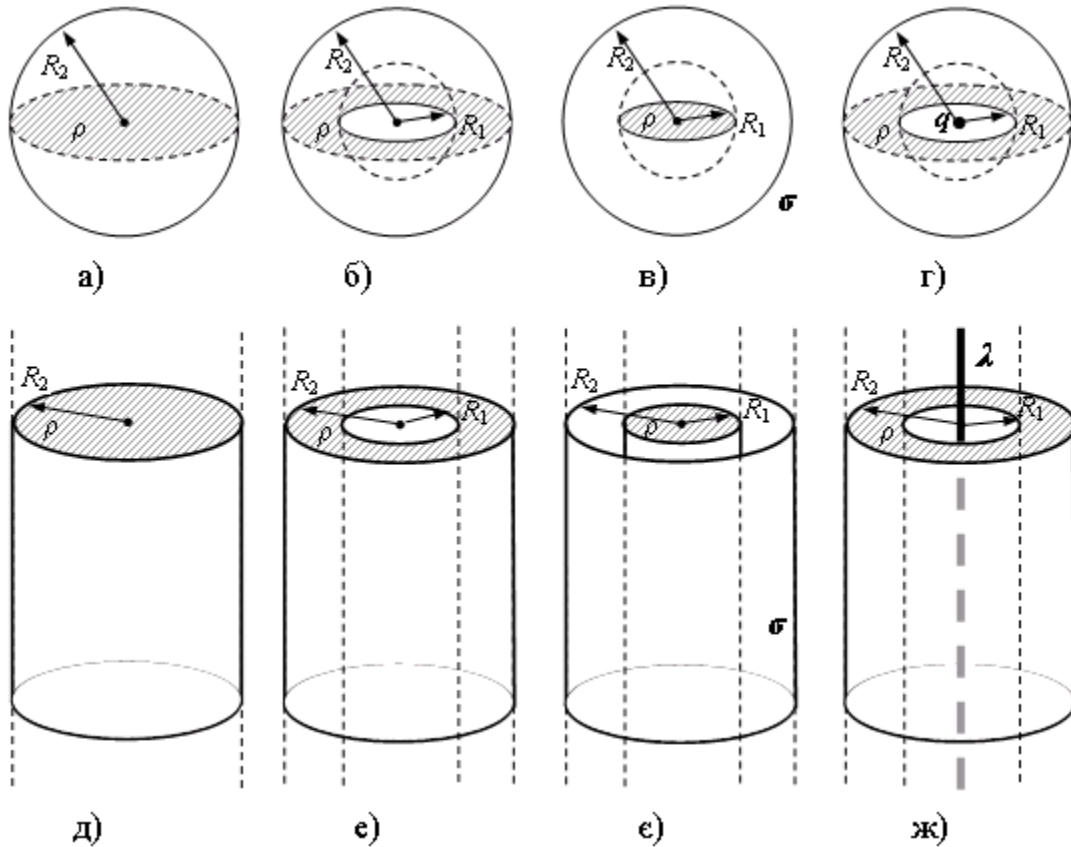


## Завдання для домашньої контрольної роботи з курсу «Загальна фізика» на тему:

## «Електричне поле в діелектриках».

Ізотропний діелектрик, форма і розміри якого вказані на рис. *а - ж* має діелектричну проникність  $\varepsilon$  і сторонні заряди, які розподілені з об'ємною густиною  $\rho = \rho(r)$ , де  $r$  – відстань від центра сфери на рис. *а - г*, та від осі циліндра на рис. *д - ж*.

- із густиною  $\rho(r)$  по об'єму кулі,  $r$  – відстань від центра;
- із густиною  $\rho(r)$  по об'єму кульового шару,  $r$  – відстань від центра;
- із густиною  $\rho(r)$  по об'єму кулі радіуса  $R_1$  та з густиною  $\sigma$  по поверхні сфери радіуса  $R_2$ ,  $r$  – відстань від центра;
- із густиною  $\rho(r)$  по об'єму кульового шару, в центрі якого знаходиться точковий заряд  $q$ ,  $r$  – відстань від центра;
- із густиною  $\rho(r)$  по об'єму нескінченного циліндра,  $r$  – відстань від осі;
- із густиною  $\rho(r)$  по об'єму нескінченного циліндричного шару,  $r$  – відстань від осі;
- із густиною  $\rho(r)$  по об'єму нескінченного циліндра радіуса  $R_1$  та з густиною  $\sigma$  по нескінченній циліндричній поверхні радіуса  $R_2$ ,  $r$  – відстань від осі;
- із густиною  $\rho(r)$  по об'єму нескінченного циліндричного шару та з густиною  $\lambda$  по нескінченній нитці, що проходить по осі системи,  $r$  – відстань від осі.



**Завдання 1.** Отримати аналітичні вирази для векторів електричного зміщення  $\vec{D}(r)$ , напруженості  $\vec{E}(r)$  та потенціалу  $\varphi(r)$  поля у всьому просторі.

**Завдання 2.** Розрахувати таблиці значень та побудувати графіки залежностей  $\rho(r)$ ,  $\varepsilon(r)$ ,  $D_r(r)$ ,  $E_r(r)$  и  $\varphi(r)$ .

**Завдання 3.** Обчислити енергію електричного поля **в діелектрику** (для систем з аксіальною симетрією – на 1 м довжини).

**Завдання 4.** Проаналізувати отримані результати і зробити оригінальні висновки, щодо виконаної роботи.

Крайовими ефектами знехтувати.

**Домашня контрольна робота має складатися з таких частин:**

а) *титульний аркуш* (форма наведена у додатку 1);

б) *завдання на розрахункову роботу*; (вихідні дані для свого варіанту взяти в Табл.1) - окрема одна сторінка № 2;

в) *розрахункова частина*; виконується згідно із завданням на роботу. У тексті цього розділу необхідно навести послідовно всі розрахунки, усі необхідні формули з розшифровкою позначень, розрахункові таблиці і відповідні графіки та пояснення щодо отриманих результатів.

г) *висновки*;

д) *додатки* (у цьому розділі розміщуються однотипні розрахунки, використані данні з довідників, перелік використаних комп'ютерних програм, скріншоти та ін.).

**Вказівки до виконання і оформлення роботи:**

- Перед початком розрахунку напруженості поля необхідно обов'язково вивчити теоретичний матеріал і розібрати приклади розрахунку полів за конспектом і підручниками:

1. Иродов И.Е. Электромагнетизм. Основные законы, М, 2002 (або 1983), §§ 1.2, 1.3 (примеры 4, 5, 6);

2. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики, т. 2, Електрика і магнетизм, К, 2001, § 1.7, (приклад 4);

3. Савельев И.В. Курс физики, т.2, М, 1989, § 5 (ст.15-23), §§ 6,7,8.

- Робота виконується українською або російською мовами, повністю набирається на комп'ютері і подається на перевірку викладачу в надрукованому вигляді на папері формату А4 з одного боку. Аркуші *не зшиваються*, а вкладаються у файл або папку.

- На титульному аркуші вказується назва університету, факультету, номеру групи, прізвище та ім'я студента, назва роботи, номер варіанту, рік. (див. Додаток1).

- Нумерація сторінок – обов'язкова. На титулі номер не ставиться.

- Робота виконується в пакеті Word Windows. Шрифт основного тексту: Times New Roman, кегль — 14. Як виняток, дозволяється написання від руки.

- Параметри сторінки: поля зверху, знизу та зліва — 2 см, справа — 1,5 см; інтервал — 1,5; колонтитули (за необхідністю) зверху та знизу 0,8 см. Абзац: 1 см.

- Усі розділи роботи (Завдання) мають бути пронумеровані в десятичній системі. Заголовки розділів необхідно виділяти розміром шрифту, використовуючи відповідні стандартні стилі. Рисунки, таблиці і графіки потрібно також пронумерувати, вони повинні мати назву, в тексті на них обов'язково повинні бути посилання. Заголовки розділів, рисунків, таблиць не повинні залишатись на попередньому аркуші або бути відірваними від основного тексту. Додатки також нумеруються, або позначаються великими українськими літерами.

- Для побудови графіків, обчислення деяких інтегралів та перевірки аналітичних обчислень бажано використовувати аналітичні пакети (MathCAD, Maple, Mathematica та інші). Графіки друкуються на принтері, або будуються на міліметровому папері формату А4. Для побудови графіків *не дозволяється* використовувати спеціальні інтернет - програми.

- Всі аналітичні перетворення і обчислення наводяться повністю. У разі використання комп'ютерних математичних програм в Додатках наводиться лістинг програм або їхні скріншоти та таблиці значень для побудови графіків, якщо вони будуються на міліметровому папері.

- Виконана та належним чином оформлена робота здається в термін, вказаний викладачем.

**Порядок виконання завдання.**Завдання 1.

1. Скористатись інтегральною теоремою Гауса для діелектрика.
2. В залежності від заданого розподілу зарядів, встановити форму ліній поля та форму замкнених поверхонь.

$$3. \text{Отримати алгебраїчний вираз потоку } \vec{D}: \oint_S \vec{D} d\vec{S} = D_n S(r)$$

де  $S(r)$  - площа поверхні, крізь яку створюється потік,  $D_n$  - нормальна до неї складова вектора  $\vec{D}$ .

4. Знайти заряд  $q$  інтегруванням виразу  $q = \int_V \rho dV$ , котрий знаходиться в середині гаусової поверхні.

5. Знайти напруженість електричного поля, скориставшись матеріальним рівнянням

$$\vec{D} = \varepsilon \varepsilon_0 \vec{E}.$$

6. Для визначення функції  $\varphi(r)$  нульову точку  $P_0$  взяти:

- на нескінченності для системи з сферичною симетрією,
- на зовнішній поверхні діелектрика для систем з циліндричною симетрією.

Послідовність розрахунків потенціалу:

спочатку визначити потенціал в області де знаходиться нульова точка  $P_0$

$$\varphi(r) = \int_{P(r)}^{P_0} \vec{E} d\vec{l}$$

Інтегрування ведеться вздовж лінії поля від довільної точки  $P(r)$  до нульової точки  $P_0$ .

За отриманою формулою визначити потенціал  $\varphi_1$  в точці  $P_1$  перетину лінії поля з межею розділу даної області з сусідньою.

Інтегруванням виразу  $\varphi(r) - \varphi_1 = \int_{P(r)}^{P_1} \vec{E} d\vec{l}$  знайти потенціал  $\varphi(r)$  в інших областях.

Завдання 2. Отримати числові формули, зробити розрахунки, занести отриманні значення в таблицю та вказати одиниці вимірювання обчислюваної величини.

Для розрахунків значень та побудови графіків вибрати крок розрахунку  $\Delta r$  так, щоб загальна кількість розрахункових точок була біля 20 (у випадку побудови на міліметровому папері за допомогою калькулятора).

Всі графіки будуються з суміщеними осями координат. Масштаби по осях ординат вибрати незалежно й зручно, так щоб графік займав більшу частину площі аркуша міліметрового паперу формату А4.

Результати розрахунків в таблиці значень мають бути розумно округлені.

Завдання 3. Обчислити енергію електричного поля в діелектрику за формулою  $W = \iiint_V \frac{1}{2} \vec{E} \vec{D} dV$

**Таблиця варіантів.**

№ варіанту	Розподіл заряду	Густина заряду			$q$ (нКл)	$\epsilon$
		$\rho(r)$ (нКл/м <sup>3</sup> )	$\sigma$ (нКл/м <sup>2</sup> )	$\lambda$ (нКл/м)		
1	<i>a</i>	$\rho_0 r/R_1$				1
2	<i>a</i>	$\rho_0 r/R_2$				2
3	<i>a</i>	$\rho_0(r-R_2)/R_2$				3
4	<i>a</i>	$\rho_0(R_2-r)/R_2$				4
5	<i>a</i>	$\rho_0$				$1+r/R_2$
6	<i>б</i>	$\rho_0$				1
7	<i>б</i>	$\rho_0(R_1/r)$				2
8	<i>б</i>	$\rho_0(R_1/r)^2$				3
9	<i>б</i>	$\rho_0(1-(r/R_1))$				4
10	<i>б</i>	$\rho_0(1-(r/R_2))$				5
11	<i>в</i>	$\rho_0$	-0,1			1
12	<i>в</i>	$\rho_0$	0,1			2
13	<i>в</i>	$-\rho_0$	0,1			3
14	<i>в</i>	$-\rho_0$	-0,1			4
15	<i>в</i>	$\rho_0(1-(r/R_1))$	0,2			5
16	<i>г</i>	$\rho_0$			0,1	1
17	<i>г</i>	$-\rho_0$			-0,1	2
18	<i>г</i>	$\rho_0$			-0,1	3
19	<i>г</i>	$-\rho_0$			0,1	4
20	<i>г</i>	$\rho_0(1-(r/R_2))$			0,2	5
21	<i>д</i>	$\rho_0 r/R_1$				1
22	<i>д</i>	$\rho_0(r/R_1)^2$				2
23	<i>д</i>	$\rho_0 r/R_2$				3
24	<i>д</i>	$\rho_0(r/R_2)^2$				4
25	<i>д</i>	$\rho_0(1-(r/R_2))$				5
26	<i>e</i>	$\rho_0$				1
27	<i>e</i>	$\rho_0(r/R_1)^2$				2
28	<i>e</i>	$\rho_0 R_1/r$				3
29	<i>e</i>	$\rho_0 r/R_1$				4
30	<i>e</i>	$\rho_0(1-(r/R_1))$				5
31	<i>є</i>	$\rho_0$	-0,2			1
32	<i>є</i>	$\rho_0$	0,2			2
33	<i>є</i>	$-\rho_0$	0,1			3
34	<i>є</i>	$-\rho_0$	-0,1			4
35	<i>є</i>	$\rho_0(r/R_1)$	-0,2			5
36	<i>ж</i>	$\rho_0$		0,2		1
37	<i>ж</i>	$-\rho_0$		0,2		2
38	<i>ж</i>	$\rho_0$		-0,2		3
39	<i>ж</i>	$-\rho_0$		-0,2		4

Для всіх варіантів  $\rho_0=50$  нКл/м<sup>3</sup>,  $R_1=5$ см,  $R_2=10$ см.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»**

**Факультет \*\*\*\*\***

***Кафедра \*\*\*\*\****

**ДОМАШНЯ КОНТРОЛЬНА  
РОБОТА**

з дисципліни «*Загальна Фізика*»

на тему «*Електричне поле в діелектриках*»

студента \_\_\_\_\_ курсу, групи \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Залікова книжка № \_\_\_\_\_

Київ – 2018

Домашня контрольна робота з курсу «Загальна фізика» на тему:

«Електричне поле в діелектриках».

Ізотропний діелектрик, форма і розміри якого вказані на рисунку має діелектричну проникність  $\varepsilon$ =(відповідно до свого варіанту) і сторонні заряди, які розподілені з об'ємною густиною  $\rho(r)$ = (відповідно до свого варіанту)

Рис. (відповідно до свого варіанту)

**Завдання 1.** Отримати аналітичні вирази для векторів електричного зміщення  $\vec{D}(r)$ , напруженості  $\vec{E}(r)$  та потенціалу  $\varphi(r)$  поля у всьому просторі.

**Завдання 2.** Розрахувати таблиці значень та побудувати графіки залежностей

$\rho(r)$ ,  $\varepsilon(r)$ ,  $D_r(r)$ ,  $E_r(r)$  и  $\varphi(r)$ .

**Завдання 3.** Обчислити енергію електричного поля **в діелектрику** (для систем з аксіальною симетрією – на 1 м довжини).

**Завдання 4.** Проаналізувати отримані результати і зробити оригінальні висновки, щодо виконаної роботи.

Крайовими ефектами знехтувати.