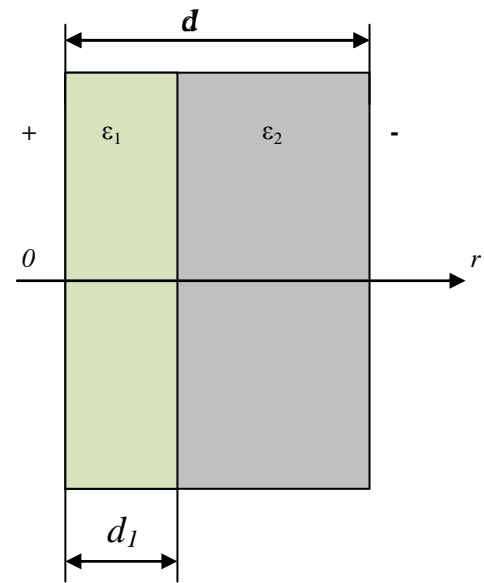
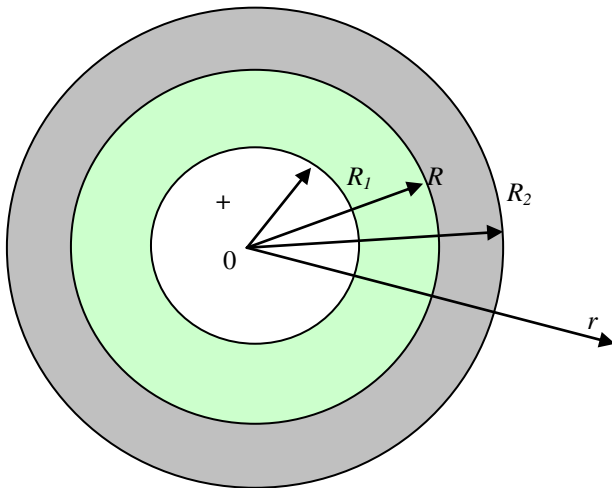


Розрахункова робота з курсу «Загальна фізика» на тему:
«Електричне поле в діелектриках. Конденсатори.»

Конденсатор заповнений двома шарами ізотропного діелектрика заданої товщини, один з яких однорідний, а інший – однорідний або неоднорідний з заданою залежністю діелектричної проникності від координати, в залежності від рівня складності завдання (див. табл.1 або 2). Конденсатор містить заряд q заданої величини, «+» на внутрішній або лівій обкладці (див. рис.).



1. Сферичний конденсатор;
2. Циліндричний конденсатор;
(довжина конденсатора - $10R$.)

3. Плоский конденсатор;
(обкладка – квадрат зі стороною 1 см.)

Завдання:

1. Отримати вирази для векторів електричного зміщення $\vec{D}(r)$, напруженості $\vec{E}(r)$ та потенціалу $\varphi(r)$ поля у всьому просторі.
2. Розрахувати таблиці значень та побудувати графіки залежностей $D(r)$, $E(r)$, $\varphi(r)$ та $\varepsilon(r)$.
3. Обчислити ємність конденсатора.
4. Обчислити енергію конденсатора через ємність та заряд.
5. Обчислити енергію поля конденсатора через об'ємну густину енергії.
6. Зробити оригінальні висновки, щодо виконаної роботи.

Вказівки до виконання роботи:

- Робота виконується українською або російською мовами 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.
- Нумерація сторінок – обов'язкова. На титулі номер не ставиться.
- Робота виконується в пакеті Word Windows. Як виняток, дозволяється написання від руки.
- Графіки друкуються на принтері в MathCAD, Maple та ін., або будуються на міліметровому папері формату А4 олівцем.
- Всі аналітичні перетворення і обчислення наводяться повністю. У разі використання комп'ютерних математичних програм наводиться лістинг програм 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. 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 $\vec{D} = \epsilon\epsilon_0 \vec{E}$.

6. Для визначення функції $\varphi(r)$ нульову точку P_0 взяти: для конденсатора 1-го і 3-го типів - в нескінченності ($\varphi(\infty)=0$); для 2-го типу - на зовнішній поверхні ($\varphi(R_2)=0$).

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 φ_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 Δr так, щоб загальна кількість розрахункових точок була біля 20 (у випадку побудови на міліметровому папері).

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 ємність конденсатора за формулою $C = q / |\Delta\varphi|$.

Завдання 4. Обчислити енергію конденсатора за формулою $W = q^2 / 2C$.

Завдання 5. Обчислити енергію конденсатора через об'ємну густину енергії електричного поля $W = \iiint_{Vc} \frac{1}{2} \vec{E} \vec{D} dV$, та порівняти з значенням отриманим в завданні 4.

Варіанти завдань першого рівня. Табл.1.

Варіант	Тип	$R_1, \text{мм}$	$R_2, \text{мм}$	$R, \text{мм}$	$d1, \text{мм}$	$d, \text{мм}$	ε_1	ε_2	$q, \text{нКл}$
1	1	50	60	58			3,0	1,0	100
2	2	50	60	52			1,0	3,0	200
3	3				80	100	2,0	1,0	100
4	1	100	150	130			1,0	2,0	150
5	2	100	150	110			2,0	1,0	800
6	3				20	50	1,0	5,0	50
7	1	150	200	190			5,0	1,0	200
8	2	150	200	160			1,0	5,0	500
9	3				50	80	3,0	1,0	100
10	1	200	250	220			1,0	3,0	150
11	2	200	250	230			3,0	1,0	300
12	3				55	60	1,0	4,0	200
13	1	40	50	45			1,0	2,5	750
14	2	40	50	45			2,5	1,0	500
15	3				40	50	1,0	2,0	50
16	1	90	100	96			2,0	1,0	200
17	2	90	100	94			1,0	6,0	400
18	3				60	80	6,0	1,0	200
19	1	60	80	75			1,0	6,0	30
20	2	60	80	75			6,0	1,0	300
21	3				100	120	1,0	6,0	200
22	1	100	120	105			5,0	1,0	200
23	2	100	120	105			1,0	5,0	200
24	3				90	100	2,5	1,0	100
25	1	50	75	60			1,0	2,5	30

Варіант	Тип	ε_1	ε_2	α
1	2	$(\alpha + (r/4R_1)^2)^{-1}$	2,0	0,193
2	2	4,0	$\alpha(1 + (R_1/r))$	1,800
3	1	$\alpha r/R_1$	2,0	2,667
4	3	$\alpha / \cos(\pi r / 3d_1)$	2,0	3,000
5	2	4,0	$\alpha((r/R_1) + (R_1/r^2))$	0,923
6	1	5,0	$(\alpha r/R_1)^2$	1,333
7	1	3,0	$(\alpha - (r/6R_1))^{-1}$	0,917
8	2	$(\alpha + (r/5R_1))^{-1}$	2,0	0,100
9	1	$(\alpha - (r/6R_1))^{-1}$	3,0	0,417
10	1	$(\alpha + (r/5R_1))^{-1}$	2,0	1,556
11	2	5,0	$(\alpha + (r/3R_1)^2)^{-1}$	0,150
12	1	$(\alpha + (r/5R_1))^{-1}$	3,0	0,200
13	2	$\alpha((R_1/r) + (r/R_1))$	3,0	1,385
14	2	4,0	$(\alpha + (r/5R_1))^{-1}$	0,100
15	1	4,0	$\alpha R_1/r$	4,500
16	2	4,0	$1/(\alpha + (r/4R_1)^2)$	0,193
17	3	$\alpha(1 - (r/3d_1)^2)$	4,0	2,000
18	2	$\alpha(r + R_1)/r$	2,0	1,200
19	3	2,0	$\alpha / \sin(\pi r / 6d_1)$	2,000
20	3	2	$1/(\alpha + r/4d_1)$	0,250

Для всіх варіантів 2 рівня прийняти :

$$q = 1 \text{ нКл,}$$

$$R = \frac{1}{2}(R_1 + R_2), R_2 = 2R_1, R_1 = 1 \text{ мм.}$$

$$d = 3d_1, d_1 = 1 \text{ мм.}$$