

- Пояснювати квантово-механічну модель атома водню (енергетичні стани, квантові числа, принцип Паулі);
- Тракувати основні види, властивості та застосування люмінесценції;
- Пояснювати фізичні основи роботи лазера та принцип його дії;
- Класифікувати лазери та вирізняти напрями використання лазера в медицині;
- Пояснювати основи застосування квантово-механічних резонансних методів в медицині (ЕПР – електронний парамагнітний резонанс, ЯМР – ядерний магнітний резонанс, МРТ – магнітна резонансна томографія, ПЕТ – позитронна емісійна томографія).

Змістовий модуль 9.

Радіаційна фізика. Основи дозиметрії.

Тема 29. Рентгенівське випромінювання.

Спектр та характеристики. Первинні механізми взаємодії рентгенівського випромінювання з речовиною. Закон послаблення і захист від рентгенівського випромінювання. Застосування рентгенівського випромінювання в медицині (рентгенівська терапія, рентгенівська томографія тощо)

Тема 30. Радіоактивність, основні види і властивості.

Закон радіоактивного розпаду. Період напіврозпаду. Активність, одиниці активності. Іонізуюче випромінювання, властивості і основні механізми взаємодії з біологічними об'єктами. Захист від дії іонізуючого випромінювання. Фізичні та біофізичні проблеми, пов'язані з аварією на Чорнобильській АЕС.

Тема 34. Дозиметрія іонізуючого випромінювання. Експозиційна та поглинена дози. Еквівалентна біологічна доза. Потужність доз. Одиниці доз і потужностей доз.

Конкретні цілі вивчення змістового модуля 9:

- Пояснювати основні закони теплового випромінювання тіл;
- Пояснювати первинні механізми взаємодії рентгенівського випромінювання з речовиною та вирізняти напрями застосування рентгенівського випромінювання в медицині;
- Аналізувати основні види, властивості та дози радіоактивного випромінювання;
- Пояснювати основні механізми взаємодії іонізуючого випромінювання з біологічними об'єктами, робити висновки щодо шляхів захисту від дії іонізуючого випромінювання.

1. ОСНОВИ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЇ

1.1. Основні закони та формули

- *Напруженість електричного поля*

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}, \left[\frac{\text{В}}{\text{м}} \right].$$

- *Напруженість електричного поля, створеного точковим зарядом*

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2}.$$

- *Правило суперпозиції для напруженості*

$$\vec{E} = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i.$$

- *Потенціал електричного поля*

$$\varphi = \frac{W}{q}, [\text{В}].$$

- *Різниця потенціалів між двома точками електричного поля*

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{W_1 - W_2}{q}, [\text{В}].$$

- *Правило суперпозиції для потенціалів*

$$\varphi = \sum_{i=1}^n \varphi_i.$$

- *Зв'язок між напруженістю та різницею потенціалів електричного поля*

$$\vec{E} = -\vec{\nabla}\varphi.$$

- *Дипольний момент електричного диполя*

$$\vec{p} = q \cdot \vec{l}, [\text{Кл} \cdot \text{м}].$$

- *Потенціал поля, створеного електричним диполем*

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{p \cos \alpha}{r^2}.$$

- *Різниця потенціалів між двома точками поля, створеного електричним диполем*

$$\Delta\varphi = \frac{\sin^2 \beta}{2\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{p \cos \alpha}{r^2}.$$

- *Дипольний момент струмового диполя*

$$\vec{D} = I \cdot \vec{l}, [A \cdot \text{м}].$$

- *Потенціал поля, створеного струмовим диполем*

$$\varphi = \frac{\rho}{4\pi} \cdot \frac{D \cos \alpha}{r^2}.$$

- Різниця потенціалів між двома точками поля, створеного струмовим диполем

$$\Delta\varphi = \frac{\rho \sin^2 \frac{\theta}{2}}{2\pi} \cdot \frac{D \cos \alpha}{r^2} \quad \epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{М}}$$

- Еквівалентний електричний вектор серія

$$\vec{D}_{\text{екв}} = \sum_{i=1}^n \vec{D}_i$$

- Стандартна система відведень

I – права рука, ліва рука;

II – права рука, ліва нога;

III – ліва рука, ліва нога.

Теорія Ейнштейна (галілей)

- серія генератор струму на роторі в магнітній в об'єктиві проводимої
- вис струми позитивні електричне поле на 2 симетричні полюси;
- і по магнітні є джерелом проводимої сферичній формі та
- магнітний великий полюси.
- Електро поле на поверхні струми, мають характер інтеграційним
- електр'їсатори серія $E = \sum D_i$, $q = D \cdot l$, q – сила струму з якою аналізу
- в-вдстані між полюсами генератора.
- в-вдстані стандартні між полюсами генератора різниця φ між верши-
- нами ротора $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \dots$ вектор \vec{E} .

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot 9 \cdot 10^9$$

1.2. Задачі для самостійного розв'язку

Для кожної з 10 наступних задач запишіть скорочену умову, розв'язок та відповідь.

1. Вісім точкових зарядів $|q_1| = |q_2| = |q_3| = \dots = q$ містяться у вершинах куба зі стороною a . У вершинах нижньої основи розміщені позитивні заряди, верхньої – негативні. Знайти напруженість і потенціал в центрі куба.

$$E_{\text{т.о.}} = ? \quad \varphi = ? \quad AB = \sqrt{a^2 + a^2} = \sqrt{2}a^2 = a\sqrt{2}$$

$$AC = \sqrt{a^2 + (a\sqrt{2})^2} = \sqrt{a^2 + 2a^2} = \sqrt{3}a^2 = a\sqrt{3}$$

$$AO = CO = \frac{a\sqrt{3}}{2}$$

$E = 1$ Відносно діагональ куба AO ділимо навпіл ст. O
 Напруженість поля скомпонувані від позитивного заряду
 та негативного заряду діаметра куба

$$E_{1,0} = \frac{12 \cdot 10^9 \cdot q \cdot \sqrt{2}}{a^2} + \frac{12 \cdot 10^9 \cdot q \cdot \sqrt{2}}{a^2} = E_1 + E_2 = \frac{24 \cdot 10^9 \cdot q \cdot \sqrt{2}}{a^2}$$

$$E_{1,0} = E_1 + E_2 = \frac{24 \cdot 10^9 \cdot q \cdot \sqrt{2}}{a^2} = 3 \cdot 10^9 \cdot \frac{q}{a^2} = 12 \cdot 10^9 \cdot \frac{q}{a^2}$$

2. Знайти силу, що діє на диполь з електричним моментом $15 \cdot 10^{-10}$ Кл·м в неоднорідному електричному полі з градієнтом потенціалу $0,1$ мВ/см.

$$F = ? \quad E = \frac{\varphi}{l} \quad F = E \cdot q$$

$$p = 15 \cdot 10^{-10} \text{ Кл} \cdot \text{м} \quad q = 0,1 \frac{\text{В}}{\text{см}} = 10^{-2} \frac{\text{В}}{\text{м}} \quad l = 1 \text{ см} = 10^{-2} \text{ м}$$

$$F = 10^{-2} \frac{\text{В}}{\text{м}} \cdot \frac{15 \cdot 10^{-10} \text{ Кл} \cdot \text{м}}{10^{-2} \text{ м}} = 15 \cdot 10^{-10} \text{ Н}$$

Відповідь: $15 \cdot 10^{-10} \text{ Н}$

3. Для деякого диполя відомі співвідношення між проєкціями дипольного моменту і різницями потенціалів на сторонах рівностороннього трикутника 15 : $U_{BC} = 8 = p_{AB} : 1,3 : 0,9$. Знайдіть дані, яких не вистачає.

$$U_{BC} = ? \quad p_{AB} = ?$$

15) $U_{BC} = 8 = p_{AB} : 1,3 : 0,9$

$$p_{AB} = 8 \cdot 1,3 = 10,4$$

$$U_{BC} = \frac{p_{AB}}{1,3} = \frac{10,4}{1,3} = 8$$

$$U_{BC} = \frac{p_{AB}}{0,9} = \frac{10,4}{0,9} = 11,55556 \text{ (Кл} \cdot \text{м)}$$

Відповідь: $11,56 \text{ (кВ}\cdot\text{м)}$

4. Порівняйте потенціали поля, створеного струмовим диполем в точках А та В, які лежать на прямій, яка є продовженням плеча диполя. Точка віддалена на відстань, в 10 разів більшу плеча диполя, а точка В – в разів.

$\frac{\phi_1}{\phi_2} = ?$	$\phi_1 = \frac{p}{4\pi\epsilon_0 r_1^2} \cos\alpha$	$\phi_2 = \frac{p}{4\pi\epsilon_0 r_2^2} \cos\alpha$
	$\phi_1 = \frac{p}{4\pi\epsilon_0} \frac{\cos\alpha}{r_1^2}$	$\phi_2 = \frac{p}{4\pi\epsilon_0} \frac{\cos\alpha}{r_2^2}$
	$r_1 = 10l$	$r_2 = 15l$
	$\phi_1 = \frac{p \cos\alpha}{4\pi\epsilon_0 (10l)^2} = \frac{p \cos\alpha}{400\pi\epsilon_0 l^2}$	$\phi_2 = \frac{p \cos\alpha}{4\pi\epsilon_0 (15l)^2} = \frac{p \cos\alpha}{900\pi\epsilon_0 l^2}$
	$\frac{\phi_1}{\phi_2} = \frac{900}{400} = 2,25$	

Відповідь: $\phi_1 = 2,25 \phi_2$

5. Знайти потенціал поля, створеного диполем в точці А, яка віддалена від диполя на відстань 0,5 м в напрямку під кутом 30° відносно електричного моменту диполя. Середовище – вода. Диполь утворений зарядами $2 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$ розташованими на відстані 0,5 см.

$q_1 = 2 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$
 $l = 0,5 \text{ см} = 0,005 \text{ м}$
 $r = 0,5 \text{ м}$
 $\alpha = 30^\circ$
 $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{В}\cdot\text{м}^2}{\text{Кл}^2}$
 $\epsilon = 81$

$p = q \cdot l = 2 \cdot 10^{-7} \text{ Кл} \cdot 0,005 \text{ м} = 0,01 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}\cdot\text{м}$

$\phi = \frac{p \cos\alpha}{4\pi\epsilon_0 r^2}$

$\phi = \frac{0,01 \cdot 10^{-7} \cdot \cos 30^\circ}{4\pi \cdot 81 \cdot (0,5)^2} = \frac{0,01 \cdot 10^{-7} \cdot 0,866}{4\pi \cdot 81 \cdot 0,25} = 0,36 \cdot 10^{-9} \text{ В}$

Відповідь: $0,36 \cdot 10^{-9} \text{ В}$

6. Використовуючи умову попередньої задачі, знайдіть різницю потенціалів між двома точками поля, створеного диполем. Точки знаходяться на відстані 0,5 м під кутами відповідно 0° та 90° .

$\Delta\phi = ?$
 $r = 0,5 \text{ м}$
 $\alpha = 30^\circ$
 $p = 0,01 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}\cdot\text{м}$
 $\epsilon = 81$
 $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$

$\phi_1 = \frac{p \cos 0^\circ}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{0,01 \cdot 10^{-7}}{4\pi \cdot 81 \cdot 0,25} = 0,56 \cdot 10^{-9} \text{ В}$

$\phi_2 = \frac{p \cos 90^\circ}{4\pi\epsilon_0 r^2} = 0$

$\Delta\phi = \phi_1 - \phi_2 = 0,56 \cdot 10^{-9} \text{ В}$

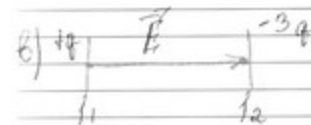
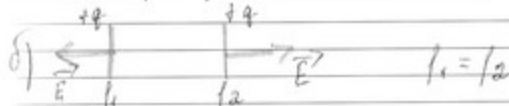
Відповідь: $0,56 \cdot 10^{-9} \text{ В}$

7. Побудуйте графіки напруженості і потенціалу поля вздовж лінії, яка проходить через два точкових заряди, відстань між якими $2d$. Заряди мають такі значення: а) $+q$ і $-q$; б) $+q$ і $+q$; в) $+q$ і $-3q$.

а) $+q$ і $-q$

$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0 (2d-r)^2}$

$\phi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0 (2d-r)}$



8. Знайдіть період ЕКГ, якщо відстань між двома сусідніми R зубцями становить 48 мм. При записі електрокардіограми за 10 секунд використовують 50 см паперової стрічки.

$T = ?$

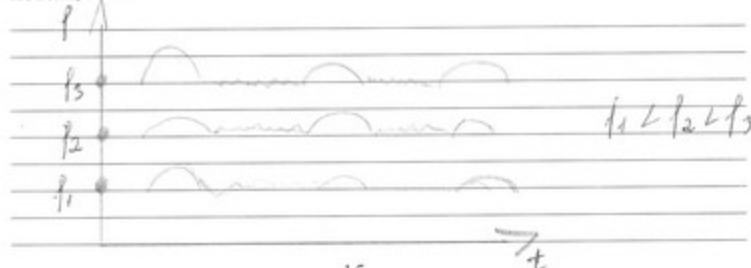
$l_1 = 48 \text{ мм} = 48 \cdot 10^{-3} \text{ м}$
 $l_2 = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$
 $t = 10 \text{ с}$

$v = \frac{l_2}{t} = \frac{0,5}{10} = 0,05 \text{ м/с}$

$T = \frac{l_1}{v} = \frac{48 \cdot 10^{-3}}{0,05} = 0,96 \text{ с}$

Відповідь: $0,96 \text{ с}$

9. Який вигляд мали б електрокардіограми, зняті у трьох можливих відведеннях, якщо електричний момент серця рівномірно обертався у фронтальній площині? Запишіть загальні формули і побудуйте три електрокардіограми, відкладаючи по осі X час, а по осі Y – різницю потенціалів.



10. Який вигляд мала б електрокардіограма, знята у трьох можливих відведеннях, якщо б електричний момент серця-диполя змінювався фронтальною площині за законом $p = p_0 \cos \omega t$, зберігаючи орієнтацію простору паралельно одній із сторін трикутника Ейнтховена. Запишіть загальні формули і побудуйте графіки.

Закон Діла в векторній формі $j = \frac{1}{\rho} \frac{d\varphi}{dt}$, де ρ - питомий опір середовища. Зберігати струм $j = \frac{I}{S} = \frac{I}{\pi r^2}$, де $S = \pi r^2$ - площа поверхні серця радіуса r , через яку йде струм I . φ - ел. потен. ств. і серця.

$\rho = \frac{R \cdot S}{l}$ ρ з відстанню від центру ABC до даної точки, R - на опір середовища, l - довжина вектора E і напрямлена.

Графік залежить від різниці потенціалів у певному відведенні від часу на електрокардіограмі (як змінює φ - у відведеннях R, S, T це буде потенціал по трьох напрямках відносно потенціалу).

$$U_{AB} = \frac{p}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad T = \frac{2\pi}{\omega} \quad \omega = \frac{2\pi}{T} \quad 400 = \frac{2\pi}{T} \cdot 60 \text{ с}$$

A - B

1.3. Тестові завдання

Для кожного з наступних 10 тестових завдань знайдіть одну вірну відповідь і позначте її хрестиком в таблиці тестових відповідей (після тесту № 10).

1. За якими формулами обчислюються

- 1) напруженість поля, створеного точковим зарядом;
- 2) потенціал поля, створеного точковим зарядом;
- 3) потенціал поля електричного диполя;
- 4) потенціал поля струмового диполя.

- A. $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r}$; B. $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{p \cos \alpha}{r^2}$; C. $\frac{\rho}{4\pi} \cdot \frac{D \cos \varphi}{r^2}$; D. $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2}$
- а) 1 - A; 2 - B; 3 - D; 4 - C;
 б) 1 - B; 2 - C; 3 - A; 4 - D;
 в) 1 - C; 2 - D; 3 - C; 4 - A;
 г) 1 - D; 2 - A; 3 - B; 4 - C.

2. На диполь в однорідному електричному полі діє...

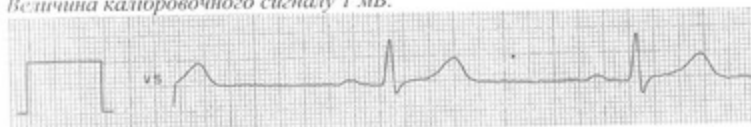
- а) пара сил, яка виштовхує диполь з електричного поля;
- б) сила, яка намагається втягнути диполь в поле;
- в) сила, прикладена до позитивного заряду диполя;
- г) пара сил, яка повертає диполь, орієнтуючи його вздовж ліній напруженості поля;
- д) пара сил, яка повертає диполь, орієнтуючи його проти ліній напруженості поля.

3. Потенціал поля, створеного електричним диполем у віддаленій точці простору...

- а) не залежить від розташування диполя відносно цієї точки;
- б) прямо пропорційний дипольному моменту і відстані від диполя до точки;
- в) залежить від дипольного моменту, орієнтації диполя і квадрата відстані від диполя до даної точки;
- г) залежить від орієнтації диполя і не залежить від відстані між диполем і точкою;
- д) залежить від питомого опору середовища та сили струму.

4. Якщо диполь розміщений в центрі рівностороннього трикутника, то...
- різниця потенціалів на відповідних сторонах трикутника пропорційні цілим числам;
 - проекції дипольного моменту співвідносяться як напрути на відповідних сторонах трикутника;
 - струми, що протікають вздовж відповідних сторін, співвідносяться як проекції дипольного моменту на ці сторони;
 - проекції дипольного моменту на сторони трикутника рівні за величиною;
 - проекції дипольного моменту на сторони трикутника не змінюються з часом.
5. Струмовим диполем називається...
- ділянка електричного кола, по якій протікає постійний електричний струм;
 - електричний струм в генераторі з е.р.с. і внутрішнім опором;
 - двохполюсна система, що складається з витока і стока, поміщених в нескінченне однорідне провідне середовище;
 - коливальний контур, що складається з конденсатора та котушки індуктивності;
 - система двох електричних зарядів, рівних за величиною і протилежних за знаком, розміщених в непровідному середовищі.
6. Фізичною основою метода електрокардіографії є реєстрація часової залежності:
- частоти пульсу в точках відведень;
 - напруженості електричного поля в точках відведень;
 - різниці потенціалів електричного поля в точках відведень;
 - сили струму в точках відведень;
 - величини дипольного моменту електричного диполя.
7. Згідно теорії Ейнтховена, серце людини є...
- електричний диполь в непровідному середовищі,
 - електричний диполь в центрі квадрата, утвореного правими і лівими руками і ногами,
 - струмовий диполь в центрі рівностороннього трикутника, утвореного правою і лівою руками та лівою ногою,
 - струмовий диполь в провідному середовищі,
 - електричний диполь в провідному середовищі,
 - струмовий диполь в центрі квадрата, утвореного правими і лівими руками і ногами.
- а) 1, 2; в) 4, 6; д) 3, 4.
б) 2, 5; г) 1, 4;

8. На типовій електрокардіограмі знайдіть вірні значення для
- чутливості, 2 - амплітуди R зубця,
 - періоду, 4 - кількості ударів за хвилину.
- Швидкість протягування стрічки 50 мм/с.
Величина калібровочного сигналу 1 мВ.



- а) 1 - 0,1 мВ/мм, 2 - 9 мм, 3 - 0,98 с, 4 - 61;
б) 1 - 5 мВ/мм, 2 - 12 мм, 3 - 0,5 с, 4 - 77;
в) 1 - 10 мм/мВ, 2 - 15 мм, 3 - 0,7 с, 4 - 67;
г) 1 - 2 мВ/мм, 2 - 2 мм, 3 - 1,5 с, 4 - 80;
д) 1 - 0,1 мм/мВ, 2 - 9 мм, 3 - 0,5 с, 4 - 69.
9. Різниця потенціалів між двома точками електричного поля, створеного електричним диполем рівновіддаленим від цих точок, визначається:
- а) $\frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{p \cos \alpha}{r^2}$; б) $\frac{\rho \sin^2 \theta}{2\pi r^2} E \cos \alpha$; в) $\frac{\rho}{4\pi} \cdot \frac{D \cos \alpha}{r^2}$; г) $\frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r}$; д) $\frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2}$.
10. В скільки разів відрізняються потенціали в двох точках поля точкового заряду, якщо напруженості в цих точках відрізняються в 4 рази?
- а) в 4 рази; в) у 8 разів; д) потенціали в двох точках однакові.
б) в 2 рази; г) в 16 разів;

Таблиця відповідей на тестові завдання

№ тесту	а	б	в	г	д
1					✓
2					
3					
4					
5					
6			✓		
7					✓
8					
9					
10					

1.4. Установіть відповідності і заповніть таблиці логічних пар.

1.

Характеристика	Визначення
1) електростатичне поле	а) ..., що з'єднують точки з однаковими напруженостями
2) силові лінії	б) ..., всі точки яких мають потенціал одного знаку
3) екіпотенціальні поверхні	в) ..., виникає навколо нерухомих електричних зарядів
	г) ..., дотичні в кожній точці до яких співпадають з напрямком вектора напруженості електричного поля
	д) ..., всі точки яких мають однаковий потенціал
	е) особливий вид матерії, завдяки якому відбувається взаємодія між всіма тілами, що мають масу

1)	<input type="checkbox"/>
2)	<input type="checkbox"/>
3)	<input type="checkbox"/>

2.

Характеристика	Визначення
1) напруженість електричного поля	а) енергетична характеристика поля, скалярна величина
2) потенціал електричного поля	б) енергетична характеристика поля, векторна величина
	в) силова характеристика поля, скалярна величина
	г) силова характеристика поля, векторна величина

1)	<input type="checkbox"/>
2)	<input type="checkbox"/>

3. В кожній точці електричного поля, створеного декількома джерелами ... дорівнює...

1) напруженість поля	а) алгебраїчній різниці ... полів кожного із джерел
2) потенціал поля	б) алгебраїчній сумі ... полів кожного із джерел
	в) геометричній різниці ... полів кожного із джерел

	г) скалярній сумі ... полів кожного із джерел
	д) геометричній сумі ... полів кожного із джерел

1)	<input type="checkbox"/>
2)	<input type="checkbox"/>

4.

Характеристика	Формула
1) дипольний момент електричного диполя	а) $\frac{1}{\rho} \cdot \frac{d\phi}{dr}$
2) дипольний момент струмового диполя	б) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r}$
3) потенціал електричного диполя	в) $I \cdot l$
4) потенціал струмового диполя	г) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{p \cos \alpha}{r^2}$
5) потенціал поля точкового заряду	д) $q \cdot l$
	е) $\frac{\rho}{4\pi} \cdot \frac{D \cos \alpha}{r^2}$

1)	<input type="checkbox"/>
2)	<input type="checkbox"/>
3)	<input type="checkbox"/>
4)	<input type="checkbox"/>
5)	<input type="checkbox"/>

5.

Характеристика	Визначення
1) електричний диполь	а) система з декількох електричних зарядів
2) мультиполь	б) система з одного електричного заряду
3) струмовий диполь	в) система з двох однакових електричних зарядів
4) уніполь	г) двополюсна система з витока і стока
	д) система з двох рівних за величиною і протилежних за знаком електричних зарядів

1)	<input type="checkbox"/>
2)	<input type="checkbox"/>
3)	<input type="checkbox"/>
4)	<input type="checkbox"/>

6.

Характеристика	Одиниця вимірювання
1) напруженість електричного поля	а) А · м
2) потенціал електричного поля	б) $\frac{В}{м}$
3) дипольний момент електричного диполя	в) В · м
4) дипольний момент струмового диполя	г) Кл · м
	д) В

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

7.

Електрограма	Визначення
1) електрокардіограма	а) залежність від часу електричної активності м'язів
2) електроенцефалограма	б) залежність від часу електричної активності сітківки ока
3) електроміограма	в) залежність від часу електричної активності легенів
4) електроретинограма	г) залежність від часу електричної активності серця
	д) залежність від часу електричної активності мозку

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

8. Як розташований диполь в трикутнику Ейнтховена, якщо ...

1) $U_{AB} = U_{BC}$	а) під кутом 45° до сторони BC
2) $U_{AB} = 0$	б) перпендикулярно стороні AB
3) $U_{BC} = 0$	в) перпендикулярно стороні BC
	г) перпендикулярно стороні AC

- 1)
- 2)
- 3)

9.

1) перше відведення	а) права рука – ліва нога
2) друге відведення	б) ліва рука – права нога
3) третє відведення	в) права рука – ліва рука
	г) ліва рука – ліва нога
	д) права рука – права нога

- 1)
- 2)
- 3)

10.

Блоки електрокардіографа	Функціональне призначення
1) підсилювач	а) перетворює електричний сигнал в механічний рух пера
2) електроди	б) забезпечує рівномірний рух паперу
3) електромеханічний перетворювач	в) змінює величину біоелектричних сигналів
4) стрічконтяжний механізм	г) забезпечує величину калібровочного сигналу на рівні 1 мВ
	д) використовують для зняття різниці потенціалів

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)