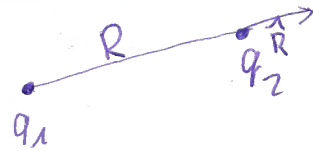


Imię i nazwisko: Albert Einstein Grupa: 2T2 Numer indeksu: 123 456

Prowadzący wykład: Erwin Schrödinger Punkty z egzaminu: 10

- ✓ 1. (1 punkt) Jaka siła działa między ładunkami  $q_1$  i  $q_2$  odległymi o  $R$  od siebie?

Jest to siła Coulomba:  $\vec{F}_{12} = \frac{q_1 q_2}{R^2} \hat{R}$



- ✓ 2. (1 punkt) Jaki będzie tor ładunku w stałym polu magnetycznym, jeżeli jego początkowa prędkość jest prostopadła do pola?

Na ładunek będzie działata siła Lorentza  $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$  skierowana zawsze prostopadle do prędkości, tak więc ładunek poruszać się będzie po okręgu o promieniu  $qvB = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv^2}{qvB} = \frac{mv}{qB}$

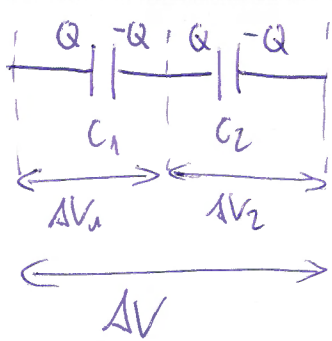
- ✓ 3. (1 punkt) Przejdź z postaci całkowej prawa Gaussa do postaci różniczkowej.

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{a} = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{a} = \int_V \nabla \cdot \vec{E} \, d\tau = \frac{1}{\epsilon_0} \int_V \rho \, d\tau \Rightarrow \nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

$$Q = \int_V \rho \, d\tau$$

- ✓ 4. (1 punkt) Wyprowadź wzór na szeregowe łączenie kondensatorów.



$$C_1 = \frac{Q}{\Delta V_1} \quad C_2 = \frac{Q}{\Delta V_2}$$

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2$$

$$\Delta V = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2}$$

$$\frac{Q}{\Delta V} = \left( \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right)^{-1} = C_2$$

- ✓ 5. (1 punkt) Wyprowadź równanie ciągłości z praw Maxwella.

$$\nabla \times \vec{B} = \mu_0 \vec{j} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \leftarrow \text{prawo Ampère'a}$$

$$\nabla \cdot (\nabla \times \vec{B}) = 0 = \mu_0 \nabla \cdot \vec{j} + \mu_0 \epsilon_0 \nabla \cdot \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \leftarrow \text{prawo Gaussa}$$

$$-\nabla \cdot \vec{j} = \epsilon_0 \frac{\partial}{\partial t} \nabla \cdot \vec{E}, \text{ ale } \epsilon_0 \nabla \cdot \vec{E} = \rho$$

$$-\nabla \cdot \vec{j} = \frac{\partial \rho}{\partial t}$$

- ✓ 6. (1 punkt) Co to jest rozkład mikrokanoniczny?

Rozkład mikrokanoniczny to zespół statystyczny opisujący układy izolowane (brak wymiany materii i energii z otoczeniem). Wszystkie mikrostanu w rozkładzie mikrokanonicznym są jednakowo prawdopodobne.

- ✓ 7. (1 punkt) Wyznacz entropię łańcucha 32 spinów, z których połowa ustawiona jest do góry, a połowa do dołu.

$$S = k \ln \binom{32}{16} = k \ln \frac{32!}{16!16!} \approx k [32 \ln 32 - 32 - 2 \cdot 16 \ln 16 + 2 \cdot 16] \\ = k [32 \ln 32 - 32 \ln 16] = k 32 \ln 2 = k \ln 2^{32}$$

- ✓ 8. (1 punkt) Napisz równanie Schrodingera i wyprowadź z niego równanie Schrodingera niezależne od czasu.

$$i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + V\Psi ; \Psi = \psi(x)\varphi(t) \\ i\hbar \psi \frac{d\varphi}{dt} = -\frac{\hbar^2}{2m} \psi \frac{d^2 \psi}{dx^2} + V\psi\varphi \quad | : \psi \\ i\hbar \frac{1}{\psi} \frac{d\varphi}{dt} = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{1}{\psi} \frac{d^2 \psi}{dx^2} + V = E \quad \rightarrow \quad -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2 \psi}{dx^2} + V\psi = E\psi$$

- ✓ 9. (1 punkt) Czym różnią się bozony od fermionów.

W przypadku fermionów obowiązuje zasada Pauliego - dwa fermiony nie mogą być w tym samym stanie.

- ✓ 10. (1 punkt) O czym mówi postulat o pomiarze w mechanice kwantowej?

Jeżeli pewnej wielkości fizycznej odpowiada operator o wartościach własnych  $\alpha_i$  i funkcjach własnych  $\psi_i$ , to w wyniku pomiaru można otrzymać jedną z wartości własnych z prawdop.  $p(\alpha_i) = \left| \int_{-\infty}^{+\infty} \psi_i^*(x) \Psi(x,t) dx \right|^2$ , gdzie  $\Psi$  to f. falowa opisująca układ.