

ЭЛЕКТРОСТАТИК МАЙДОНДА ЎТКАЗГИЧЛАР

Режа:

1. Электростатик майдондаги ўтказгичда зарядларнинг тақсимланиши.
2. Электр сиғими. Конденсаторлар.
3. Конденсаторларни кетма-кет ва параллел улаш.
4. Электростатик майдон энергияси.

Моддалар ўзининг электр хусусиятларига қараб ўтказгичлар, диэлектриклар (изоляторлар) ва ярим ўтказгичларга бўлинади. Агар ўтказгичга қўшимча зарядлар берилса, улар ўтказгичда бир-биридан итарилиб, унинг юзасида тақсимланади ва юза маълум потенциалга эга бўлиб қолади. Агар заряд dq га ошса потенциал ҳам $d\varphi$ га ошади:

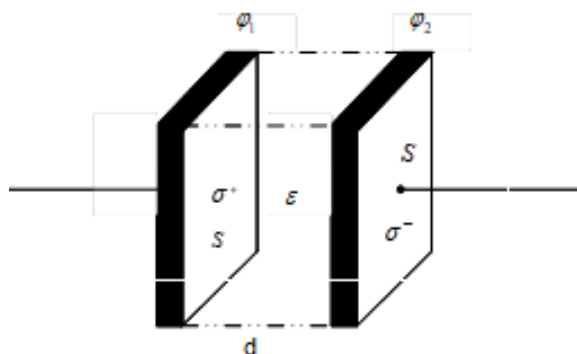
$$C = \frac{dq}{d\varphi} = \frac{q}{\varphi}$$

C ўтказгичнинг электр сиғими деб аталади. Сиғим ўтказгичнинг ўлчами ва шаклига боғлиқ. Формуладан кўриниб турибдики, ўтказгичнинг электр сиғими унинг потенциали 1 Вольтга ўзгариши учун керак бўладиган зарядга тенг экан. Сиғим бирлиги Фарад (Ф) деб аталади.

Радиуси r_0 ва электр заряди Q бўлган сферанинг потенциали: $\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r_0}$ бўлса, сиғими $C = \frac{Q}{\varphi} = 4\pi\epsilon_0 r_0$ билан аниқланади. Масалан, Ернинг сиғими ($R=6400\text{ км}$):

$$C_{\text{yer}} = 4\pi\epsilon_0 R_{\text{yer}} = 4 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}} \cdot 64 \cdot 10^5 \text{ м} \approx 710 \text{ мкФ}$$

Катта сиғимга эга ўтказгичлар катта ўлчамларга эга бўлади. Масалан, металл шар 1 мкФ сиғимга эга бўлиши учун радиуси 9 км бўлиши керак. Лекин бир-биридан диэлектриклар билан ажратилган ўтказгичлар системаси тузилса, бундай система кичик ўлчамли бўлса ҳам, катта сиғимга эга бўлиши мумкин. Бундай система конденсатор деб аталади. Энг оддий конденсатор - ўзаро параллел ва ўртасида ингичка диэлектриги бор икки металл пластинкалар. Бу пластинкаларга миқдори бир хил, лекин ишораси ҳар хил заряд берилади. Бундай системанинг сиғими:



$$C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2} \quad \text{Бу ерда } q\text{-битта}$$

пластинкадаги заряд.

d кичик бўлса, икки пластинка орасидаги майдонни бир жинсли дейиш мумкин. Бу ҳол учун қуйидаги муносабат ўринлидир:

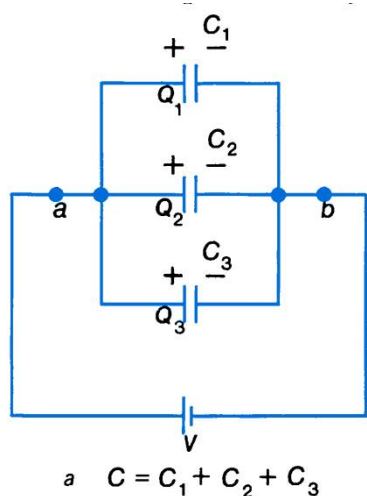
$$\varphi_1 - \varphi_2 = Ed = \frac{\sigma}{\epsilon_0 \epsilon} d;$$

$$\left(E = \frac{\sigma}{\epsilon_0 \epsilon} \right)$$

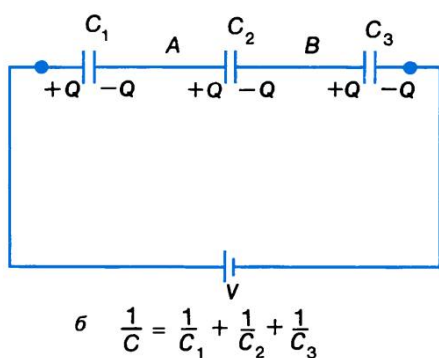
$$C = \frac{q \epsilon_0 \epsilon}{\sigma d} = \frac{\sigma S \epsilon_0 \epsilon}{\sigma d} = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$$

Зарядланган бўлгани учун конденсаторлар энергияга эга: $W = \frac{C(\varphi_1 - \varphi_2)^2}{2}$.

Бир нечта конденсаторларни ҳар хил усулда улаб, конденсаторлар батареясини ҳосил қилиш мумкин. Конденсаторларни улашнинг иккита асосий усули – параллел ва кетма-кет улаш.



Конденсаторларнинг параллел уланиши.



Кетма–кет уланган конденсаторлар.

Заряди q , сиғими C , потенциали φ бўлган ўтказгич сиртига чексизликдан dq зарядни кўчириш учун мазкур зарядланган ўтказгич атропоидаги фазо сохасида мавжуд бўлган электр майдон кучларига қарши

$$dA = \varphi dq$$

иш бажариш лозим. Агар $q = C\varphi$ тенгликни эътиборга олсак, ифодани қуйидагича ўзгартириб ёза оламиз: $dA = \varphi d(C\varphi) = C\varphi d\varphi$ - ўтказгич потенциалини $d\varphi$ қадар орттириш учун бажарилиши лозим бўлган иш. Зарядланмаган (яъни потенциали ноль бўлган) ўтказгич потенциалини φ га етказиш учун бажарилиши керак бўладиган ишни эса интеграллаш ёрдамида аниқлаймиз:

$$A = \int_0^{\varphi} C\varphi d\varphi = C\varphi^2/2$$

Зарядланган ўтказгич энергияси шу ўтказгични зарядлаш учун бажариладиган иш билан аниқланади, шу сабабли зарядланган ўтказгич энергиясини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$W = C\varphi^2/2 = q^2/2C = q\varphi/2$$

Зарядланган конденсатор энергиясини топиш учун қуйидагича мулоҳаза юритамиз. Конденсаторни зарядлаш деганда унинг бир қопламасидан q зарядни иккинчи қопламасига кўчириш тушунилади. Натижада эркин электронларини йукотган қоплама

мусбат зарядланиб қолади. Иккинчи қопламада эса эркин электронлар ортиқча, шунинг учун у манфий зарядланган бўлади. Зарядланган конденсатор қопламалари орасида U кучланиш мавжуд бўлган ҳолда бир қопламадан иккинчи қопламага dq зарядни кўчиришда бажарилган иш

$$dA = U dq$$

ёки конденсатордаги кучланиш, заряд ва электр сиғим орасидаги муносабат ($q = CU$) дан фойдалансак:

$$dA = U d(CU) = CU dU$$

Мазкур ифодани интегралласак, зарядланмаган (яъни $U=0$ бўлган) конденсаторни зарядлаш (яъни унинг қопламалари орасида U кучланишни вужудга келтириш) учун бажариладиган ишни - зарядланган конденсатор энергиясини топган бўламиз:

$$W = A = \int_0^U CU dU = CU^2/2 = q^2/2C = qU/2$$

Ясси конденсаторнинг электр сиғими $C = \epsilon_0 \epsilon S/d$ ва унинг қопламалари орасидаги кучланиш $U = Ed$ эканлигидан фойдаланиб ясси конденсатор қопламалари орасида мужассамлашган электростатик майдон энергияси (W_3) ни аниқловчи ифодани қуйидагича ёза оламиз:

$$W_3 = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{2d} E^2 d^2 = \epsilon_0 \epsilon E^2 Sd/2$$

Қопламалар орасидаги хажм $V = Sd$. Агар ифодани V га бўлсак, бирлик хажмга тўғри келувчи электр майдон энергиясини топамиз. Бу катталиқ электр майдон энергиясининг зичлиги дейилади:

$$\omega_3 = W_3/V = \epsilon_0 \epsilon E^2/2$$

Агар электр индукцияси $D = \epsilon_0 \epsilon E$ эканлигини ҳисобга олсак:

$$\omega_3 = ED/2$$

бўлади. Электр индукция (D) ва қутбланиш (P) векторлари орасида $D = \epsilon_0 E + P$ боғланиш мавжуд эди. Шунинг учун

$$\omega_3 = E(\epsilon_0 E + P)/2 = \epsilon_0 E^2/2 + EP/2$$

Бу ифодадаги $\epsilon_0 E^2/2$ хад электростатик майдоннинг вакуумдаги энергия зичлигини, $EP/2$ хад эса диэлектрик муҳитнинг бирлик хажмини қутблаш учун сарфланадиган энергияни характерлайди.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Электр сиғими деб нимага айтилади?
2. Параллел ва кетма – кет уланган конденсаторлар системасининг сиғими нимага тенг?
3. Электр майдон энергияси қандай аниқланади, формуласини келтириб чиқаринг.
4. Конденсатор қандай электр қурилма, у қандай вазифани бажаради?
5. Электр доимийсини конденсатор ёрдамида аниқлаш йўлини кўрсатинг.
6. Қалинлиги l бўлган мис пластина конденсатор қопламаларига тегмасдан уларнинг орасига жойлаштирилса, конденсаторнинг сиғими ўзгарадими?

АДАБИЁТЛАР

1. Douglas C. Giancoli, Physics: Principles with Applications, Prentice Hall; 6 th edition January 17, 2014, USA
2. Султанов Н.А. “Физика курси” Т. “Фан ва технология” 2007 йил
3. Детлаф А.А., Яворский Б.М., Курс физики. Учебник -М.: “Академия”, 2007
4. Трофимова Т.И. Курс физики. Учебник. -М.: «Академия», 2007
5. google.com