5. స్థిర విద్యుత్ పొటెన్షియల్ - కెపాసిటెన్స్

ముఖ్య విషయాలు

- ఏకాంక ధన విద్యుదావేశంను అనంత దూరం నుంచి ఒక బిందువుకు తీసుకురావడానికి స్థిర విద్యుత్ బలాన్ని వ్యతిరేకిస్తూ చేయవలసిన పనియే ఆ బిందువు వద్ద పొటెన్షియల్ (V).
- q ఆవేశం నుంచి r దూరం వద్ద స్థిర విద్యుత్ పొటెన్షియల్ స్వేచ్ఛా అంతరాళంలో $V = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q}{r}$ మరియు $V_{యానకం} = \frac{1}{4\pi \epsilon} \frac{q}{r}$. పొటెన్షియల్ అదిశరాశి.
- 'Q' ఆవేశాన్ని 'V' పొటెన్షియల్ బేధముగల రెండు బిందువుల మధ్య జరపడానికి చేయవలసిన పని W=qV=qEd. E = విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత. d = జరిపిన దూరము.
- విద్యుత్ పొటెన్షియల్ యొక్క ఋణప్రవణతే విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత $E = -\frac{dv}{dr}$
- ఒక ఎలక్ట్రాన్ ఓల్టు $eV = 1.6 \times 10^{-19} J$. ఆవేశితం చేసిన అనంత పొడవు గల తిన్నని తీగ వల్ల విద్యుత్ పొటెన్షియల్ $V = -\frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0} \log_e r + K$ దీనిలో K సమాకలన స్థిరాంకం
- అనంత ఆవేశిత తలం వల్ల విద్యుత్ పొటెన్షియల్ $V = -\frac{\sigma}{2 \epsilon_0} r + K$, దీనిలో K సమాకలన స్థిరాంకం
- ఆవేశం q మరియు వ్యాసార్థం R కలిగిన ఒక బోలు గోళం వల్ల ఏర్పడే పొటెన్షియల్ బాహ్య బిందువు వద్ద $(r \geq R)$ $V = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q}{r}$

  గోళం లోపల మరియు గోళం తలం మీద $(r \leq R)$ $V = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q}{R}$
- అనేక ఆవేశాలను వాటి వాటి స్థానాలవద్దకు తీసుకు వచ్చి అమర్చడంలో చేయవలసిన పనియే ఆ ఆవేశ వ్యవస్థ యొక్క స్థితిశక్తి. రెండు ఆవేశాలు q_1 మరియు q_2 లు r_{12} దూరంలో ఉన్న అమరిక యొక్క (వ్యవస్థ) స్థితిశక్తి $U = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}}$.
- రెండు వాహకాల మధ్య ప్రదేశం గాలి లేదా రోధకంతో నింపబడి ఏర్పడిన వ్యవస్థయే కెపాసిటర్.
- ఒక వాహకం యొక్క ఆవేశం (Q) కి, దాని పొటెన్షియల్ (V) కి గల నిష్పత్తియే ఆ వాహకం కెపాసిటెన్స్ (C). $C = \frac{Q}{V}$
- ఒక సమాంతర పలకల కెపాసిటర్ పలకల మధ్య స్వేచ్ఛా అంతరాళం (శూన్యం లేదా గాలి) ఉన్నప్పుడు దాని కెపాసిటెన్స్ $C_0 = \frac{\epsilon_0 A}{d}$. ఇక్కడ A, ఒక్కొక్క పలక వైశాల్యం d పలకల మధ్య దూరం.
- రోధక స్థిరాంకం K కలిగిన రోధకంతో, కెపాసిటెన్స్ $C = KC_0$.

www.sakshieducation.com

- C కెపాసిటీ గల కెపాసిటర్ పలకల మధ్య t మందముగల, K రోధక స్థిరాంకం గల పదార్థాన్ని ప్రవేశపెడితే దాని కెపాసిటీ $C_1 = \dfrac{\epsilon_0 A}{d - t + \dfrac{t}{K}}$

- $C_1, C_2, C_3 \ldots\ldots\ldots$ కెపాసిటెన్స్‌లు కలిగిన కెపాసిటర్‌లను శ్రేణిలో కలిపినప్పుడు ప్రభావక కెపాసిటెన్స్ C అయితే $\dfrac{1}{C} = \dfrac{1}{C_1} + \dfrac{1}{C_2} + \dfrac{1}{C_3} + \ldots\ldots\ldots$

- సమాంతరంగా కలిపిన కెపాసిటర్ల విషయంలో ప్రభావక కెపాసిటెన్స్ $C = C_1 + C_2 + C_3 + \ldots\ldots\ldots$

- Q ఆవేశాన్ని V పొటెన్షియల్, C కెపాసిటెన్స్ కలిగిన కెపాసిటర్‌లో నిల్వ ఉండే శక్తి $U = \dfrac{1}{2}CV^2 = \dfrac{Q^2}{2C} = \dfrac{QV}{2}$.

- ఒక రోధకాన్ని బాహ్య విద్యుత్ క్షేత్రం (E_0) లో ఉంచినప్పుడు అది ధ్రువణం చెందుతుంది. ధ్రువణం కారణంగా, రోధకం లోపల (E_0) కి వ్యతిరేక దిశలో ప్రేరణ విద్యుత్ క్షేత్రం E_1 ప్రేరితం అవుతుంది. రోధకం లోపల ఫలిత విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత $E = E_0 - E_1 = \dfrac{E_0}{K}$

- ఆవేశపూరిత కెపాసిటర్ పలకల మధ్య రోధక పదార్థము (K) ని ప్రవేశ పెడితే

  ఎ) కెపాసిటర్‌ను ఆవేశపరచి వలయం నుండి బ్యాటరీని తొలగించితే దానిలో నిలవ ఉన్న శక్తి $\dfrac{1}{K}$ రెట్లు తగ్గును.

  $$U_1 = \frac{U}{K}$$

  బి) కెపాసిటర్‌ను ఆవేశపరచి వలయంలో బ్యాటరీని ఉంచితే కెపాసిటర్‌లో నిలువ ఉంచిన శక్తి K రెట్లు పెరుగును.

  $$U_1 = KU$$

- C_1, C_2 కెపాసిటీ గల కెపాసిటర్‌లను V_1 మరియు V_2 పొటెన్షియల్‌లకు ఆవేశపరచి వాటిని సమాంతరంగా కలిపితే ఫలిత పొటెన్షియల్ $V = \dfrac{C_1V_1 + C_2V_2}{C_1 + C_2}$

- C_1, C_2 కెపాసిటీ గల కెపాసిటర్‌లను V_1 మరియు V_2 పొటెన్షియల్‌లకు ఆవేశపరచి వాటి వ్యతిరేక ధృవములను జత కలిపితే ఫలిత పొటెన్షియల్ $V = \dfrac{C_1V_1 - C_2V_2}{C_1 + C_2}$

www.sakshieducation.com

అతిస్వల్ప సమాధాన ప్రశ్నలు

1. విద్యుత్ తీవ్రత శూన్యమైన బిందువు వద్ద విద్యుత్ పొటెన్షియల్ ఉంటుందా? ఒక ఉదాహరణనివ్వండి

జ: విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత శూన్యమైన బిందువు వద్ద పొటెన్షియల్ శూన్యం కావాల్సిన అవసరం లేదు.

ఉదా: ఆవేశ గోళాకార వాహకం లోపల విద్యుత్‌క్షేత్ర తీవ్రత శూన్యం. కాని పొటెన్షియల్ శూన్యం కాదు.

2. విద్యుత్ పొటెన్షియల్ శూన్యమైన బిందువు వద్ద విద్యుత్ తీవ్రత ఉంటుందా? ఒక ఉదాహరణలివ్వండి

జ: విద్యుత్‌పొటెన్షియల్ శూన్యమైన బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత శూన్యం కావాల్సిన అవసరం లేదు.

ఉదా: రెండు సమాన మరియు వ్యతిరేక ఆవేశాల మధ్యబిందువు వద్ద పొటెన్షియల్ శూన్యం. కాని తీవ్రత శూన్యం కాదు.

3. సమశక్మ ఉపరితలాలంటే అర్థం ఏమిటి?

జ: ప్రతి బిందువు వద్ద ఒకే పొటెన్షియల్ విలువ కలిగిన తలంను సమశక్మ తలం అంటారు. బిందువు ఆవేశానికి ఏకీకృత గోళాలు సమశక్మ తలాలు అవుతాయి.

4. సమశక్మ ఉపరితలానికి విద్యుత్ క్షేత్రం ఎప్పుడూ ఎందుకు లంబంగా ఉంటుంది?

జ: సమశక్మ తలం పై ఒక బిందువు నుండి మరొక బిందువుకు ఆవేశంను జరుపుటలో జరిగిన పని శూన్యం. సమశక్మ తలం వెంట విద్యేత్‌క్షేత్ర అంశం శూన్యం. కావున క్షేత్రరేఖలు తలానికి లంబంగా ఉండును.

5. $1\mu F, 2\mu F, 3\mu F$ కెపాసిటెన్స్ గల మూడు కెపాసిటర్‌లను సమాంతరంగా సంధాన చేశారు.

ఎ) ఆవేశాల నిష్పత్తి ఏమిటి?

బి) పొటెన్షియల్ భేదాల నిష్పత్తి ఏమిటి?

జ: కెపాసిటర్‌లను సమాంతరంగా కలిపినప్పుడు,

ఎ) $q_1 : q_2 : q_3 = C_1V : C_2V : C_3V = 1\mu F : 2\mu F : 3\mu F$

$\therefore q_1 : q_2 : q_3 = 1:2:3$

బి) $V_1 : V_2 : V_3 = 1:1:1$

6. $1\mu F, 2\mu F, 3\mu F$ కెపాసిటెన్స్ గల మూడు కెపాసిటర్‌లను శ్రేణిలో సంధానం చేశారు.

ఎ) ఆవేశాల నిష్పత్తి ఏమిటి?

బి) పొటెన్షియల్ భేదాల నిష్పత్తి ఏమిటి?

జ: కెపాసిటర్‌లను శ్రేణిలో కలిపినప్పుడు,

ఎ) $q_1 : q_2 : q_3 = 1:1:1$

బి) $V_1 : V_2 : V_3 = \frac{q}{C_1} : \frac{q}{C_2} : \frac{q}{C_3} = \frac{1}{1} : \frac{1}{2} : \frac{1}{3}$

$\therefore V_1 : V_2 : V_3 = 6:3:2$

7. నిర్దిష్ట పీడనం వద్ద గాలి రోధక సత్వం $3\times10^6 Vm^{-1}$ పలకల మధ్య గాలి ఉన్న సమాంతర పలకల కెపాసిటర్‌లో పలకల మధ్య ఎడం $1cm$ ఉన్నప్పుడు $3\times10^6 V$ కు కెపాసిటర్‌కు ఆవేశం చెందించగలరా?

జ: గాలి రోధక సత్వం $E_0 = 3\times10^6 Vm^{-1}$

పలకల మధ్య విద్యుత్‌క్షేత్ర తీవ్రత $E = \frac{E_0}{K} = 3\times10^6 Vm^{-1} \; [\because K = 1]$

పలకల మధ్యదూరం, $d = 1cm = 10^{-2} m$

పలకల మధ్య విద్యుత్ పొటెన్షియల్ తేడా, $V = Ed = 3\times10^6 \times 10^{-2}$

$\therefore V = 3\times10^4$ వోల్ట్‌లు

కావున కెపాసిటర్‌ను 3×10^6 వోల్ట్‌లకు ఆవేశపరచలేము.

www.sakshieducation.com

8. సమాంతర పలకల కెపాసిటర్‌లో పలకల వైశాల్యాన్ని రెట్టింపు చేసినట్లైతే కెపాసిటెన్స్ ఏమవుతుంది?

జ: సమాంతర పలకల కెపాసిటర్ కెపాసిటి $C = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$ కావున $C \propto A$

కావున పలకల వైశాల్యాన్ని రెట్టింపు చేస్తే కెపాసిటి కూడా రెట్టింపు అవుతుంది.

స్వల్ప సమాధాన ప్రశ్నలు

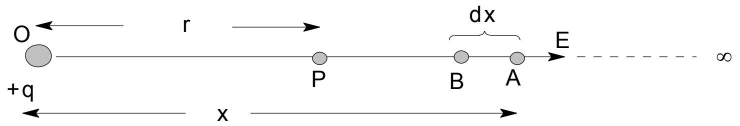
1. బిందు ఆవేశం కలిగే విద్యుత్ పొటెన్షియల్‌కు సమాసాన్ని ఉత్పాదించండి

జ: విద్యుత్ పొటెన్షియల్‌కు సమాసము:

ఏకాంక ధన విద్యుదావేశంను అనంత దూరం నుంచి ఒక బిందువుకు తీసుకురావడానికి స్థిర విద్యుత్ బలాన్ని వ్యతిరేకిస్తూ చేయవలసిన పనిని ఆ బిందువు వద్ద విద్యుత్ పొటెన్షియల్ అంటారు.

బిందు ఆవేశం ఆవేశం $+q$ నుండి r దూరం వద్ద ఒక బిందువు P ను భావిద్దాం.

B వద్ద విద్యుత్ క్షేత్రం $E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 x^2}$



ప్రమాణ ధనావేశంను B నుండి A కు తీసుకురావటంలో జరిగిన పని $= dV = -E.dX$

(విద్యుత్ క్షేత్రం మరియు స్థానభ్రంశం వ్యతిరేక దిశలో ఉండుటను రుణాత్మక విలువ సూచించును)

ప్రమాణ ధన ఆవేశంను అనంత దూరం నుండి P వద్దకు తీసుకురావటానికి చేయవలసిన పని

$$V = \int_{\infty}^{r} E.dx = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int_{\infty}^{r}\frac{q}{x^2}dx$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{q}{x}\right]_{\infty}^{r} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{q}{r}-\frac{q}{\infty}\right) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r}$$

$\therefore P$ వద్ద పొటెన్షియల్ $V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r}$

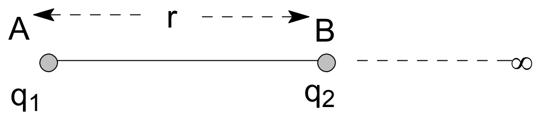
2. రెండు బిందు ఆవేశాలు గల వ్యవస్థ స్థిర విద్యుత్ స్థితిజశక్తి సమాసాన్ని ఉత్పాదించి, ఆవేశం యొక్క విద్యుత్ పొటెన్షియల్‌తో ఇది కలిగి ఉండే సంబంధాన్ని కనుక్కోండి

జ: స్థిర విద్యుత్ స్థితిజశక్తి:

q_1 మరియు q_2 అను రెండు బిందు ఆవేశాలు 'r' దూరంలో స్వేచ్ఛా యానకంలో వేరుచేయబడి ఉన్నాయనుకొనుము.

ఆవేశం q_2 ను అనంత దూరం నుండి ఆవేశం q_1 క్షేత్రం లోని B వద్దకు తీసుకురావటానికి చేయవలసిన పని

$W = q_2 V_B$



కాని, $V_B = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1}{r}$

$\therefore W = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r}$

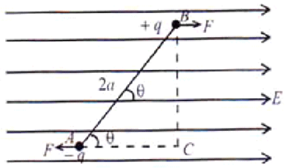
www.sakshieducation.com

ఈ పని రెండు ఆవేశాల వ్యవస్థ స్థిరవిద్యుత్ స్థితిజ శక్తిరూపంలో నిల్వ ఉండును.

$$\therefore U = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r}$$

3. ఏకరీతి విద్యుత్‌క్షేత్రంలో ఉంచిన విద్యుత్ ద్విధ్రువం స్థితిజశక్తి సమాసాన్ని ఉత్పాదించండి.

: ఒక విద్యుత్ ద్విధ్రువంలోని ఆవేశాలు $-q$ మరియు $+q$. వాటి మధ్య దూరము $2a$ అని అనుకోండి. ద్విధృవాన్ని ఏకరీతి విద్యుత్ క్షేత్రము E లో ఉంచినామనుకొనుము. రెండు సమానము మరియు వ్యతిరేకమైన రెండు బలాలు (Eq) ద్విధృవం చివరల పనిచేయడం వల్ల దాని పై టార్క్ 'τ' పనిచేసి ద్విధృవాన్ని భ్రమణం చెందిస్తుంది.



టార్క్ $\bar{\tau} = \bar{p} \times \bar{E} = pE\sin\theta$

విద్యుత్ క్షేత్రంలో ద్విధృవాన్ని స్వల్ప కోణం $d\theta$ భ్రమణం చెందించడానికి జరిగిన పని dW అయిన, $dW = \tau.\theta$

ద్విధృవాన్ని θ_1 నుండి θ_2 అను కోణం తిప్పడానికి జరిగిన పని, $W = \int_{\theta_1}^{\theta_2} dW = \int_{\theta_1}^{\theta_2} pE\sin\theta.d\theta = -pE[\cos\theta]_{\theta_1}^{\theta_2}$

$$\therefore W = -pE[\cos\theta_2 - \cos\theta_1] = pE[\cos\theta_1 - \cos\theta_2]$$

$\theta_1 = 0$ మరియు $\theta_2 = \theta$

$$W = pE[\cos\theta - \cos\theta] = pE[1-\cos\theta]$$

4. సమాంతర పలకల కెపాసిటర్ కెపాసిటెన్స్‌కు సమాసాన్ని ఉత్పాదించండి.

జ: కెపాసిటర్‌లో రెండు సమాంతర పలకల మధ్యదూరము 'd' మరియు పలకల వైశాల్యము A అనుకొనుము. ఒక పలకను ఆవేశపరచి. వేరొక పలకను భూమికి కలుపుతారు. ఒక పలక పై $+Q$ అయిన, వేరొక పలక పై $-Q$ అను ఆవేశం ప్రేరేపించపబడును.

పలకల బయట విద్యుత్ క్షేత్రం $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = 0$

పలకల మధ్య ఫలిత విద్యుత్ క్షేత్రం , $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{Q}{A\varepsilon_0}$

ఉపరితల ఆవేశ సాంద్రత $\sigma = \frac{Q}{A}$

పలకల మధ్య పొటెన్షియల్ $V = Ed = \frac{Q}{\varepsilon_0 A}d$

సమాంతర పలకల కెపాసిటర్ కెపాసిటి $C = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{\frac{Qd}{\varepsilon_0 A}} = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$

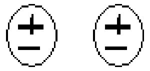
5. ఒక బాహ్య క్షేత్రంలో విద్యుత్ రోధకాల ప్రవర్తనను వివరించండి.

జ: రోధక పదార్థాలను 2 రకాలు.

1) అధృవిత రోధక పదార్థాలు 2) ధృవిత రోధక పదార్థాలు.

1) అధృవిత రోధక పదార్థాలలోని అణువుల పై భాహ్య విద్యుత్ క్షేత్రం ప్రయోగించినపుడు వాటి ధన మరియుఋణావేశాల కేంద్రకాలు ఒకదానితో ఒకటి ఏకీభవిస్తాయి. ఫలిత ద్విధృవ భ్రామకం సున్న.

www.sakshieducation.com



Ex: $H_2, N_2, O_2, CO_2 CH_4, CCl_4$

అధృవిత రోధకాన్ని బాహ్య విద్యుత్ క్షేత్రంలో ఉంచినపుడు దాని అణువులలోని ధనావేశాలన్నీ ఒక వైపు మరియు ఋణావేశాలన్నీ మరొక వైపు పోగుపడినట్లు ప్రవర్తిస్తాయి.

2) ధృవిత అణువులలో విద్యుత్ క్షేత్రము E లేప్పటికి ధన, ఋణ ఆవేశాలకు కేంద్రాలు వేరు వేరుగా ఉంటాయి.

Ex HCL, CO, H_2O, NH_3

దీర్ఘ సమాధాన ప్రశ్నలు

1. **విద్యుత్ పొటెన్షియల్‌ను నిర్వచించండి. విద్యుత్ ద్విధృవం వల్ల కలిగే విద్యుత్ పొటెన్షియల్‌కు సమాసాన్ని రాబట్టి, విద్యుత్ ద్విదృవం ఎ) అక్షీయ రేఖ పై బి) మధ్య లంబ రేఖ పై విద్యుత్ పొటెన్షియల్‌లను కనుక్కోండి.**

జ: **పొటెన్షియల్:**

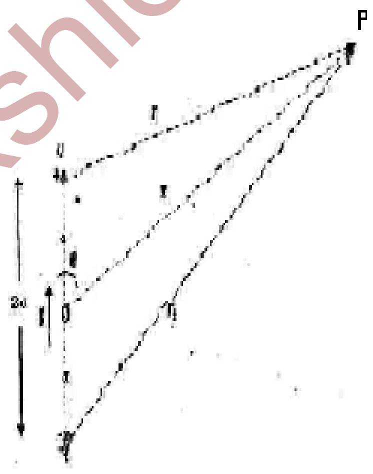
ఏకాంక ధన విద్యుదావేశంను అనంత దూరం నుంచి ఒక బిందువుకు తీసుకురావడానికి స్థిర విద్యుత్ బలాన్ని వ్యతిరేకిస్తూ చేయవలసిన పనిని ఆ బిందువు వద్ద విద్యుత్ పొటెన్షియల్ అంటారు.విద్యుత్ పొటెన్షియల్ అదిశరాశి.

ద్విధ్రువం:

స్వల్ప దూరంలో ($2a$) గల రెండు సమాన మరియు వ్యతిరేక ఆవేశాలను $(+q, -q)$ ద్విధ్రువం అందురు.

విద్యుత్ ద్విధృవం వలన పొటెన్షియల్ :

ఒక విద్యుత్ ద్విధృవంలో ఆవేశాలు q మరియు $-q$, వాటి మధ్య దూరం $'2a'$ అని అనుకోండి. ద్విధృవం మధ్యబిందువు నుండి $'r'$ దూరంలో గల ఏదైనా బిందువు $'p'$ ని తీసుకోండి.



p మొత్తం పొటెన్షియల్ $V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{q}{r_1} - \frac{q}{r_2}\right]$...............(1)

పటం నుండి $r_1^2 = r^2 + a^2 - 2ar\cos\theta$ మరియు $r_2^2 = r^2 + a^2 + 2ar\cos\theta$

$r_1^2 = r^2\left(1 - \frac{2a\cos\theta}{r} + \frac{a^2}{r^2}\right)$ మరియు $r_2^2 = r^2\left(1 + \frac{2a\cos\theta}{r} + \frac{a^2}{r^2}\right)$

అని రాయవచ్చు $a << r$ అయిన,

www.sakshieducation.com

$$\therefore r_1^2 = r^2\left(1-\frac{2a\cos\theta}{r}\right);\ r_2^2 = r^2\left(1+\frac{2a\cos\theta}{r}\right)$$ లేదా

$$r_1 = r\left(1-\frac{2a\cos\theta}{r}\right)^{1/2};\ r_2 = r\left(1+\frac{2a\cos\theta}{r}\right)^{1/2}$$ లేదా

$$\frac{1}{r_1} = \frac{1}{r}\left(1-\frac{2a\cos\theta}{r}\right)^{-1/2} \ \&\ \frac{1}{r_2} = \frac{1}{r}\left(1+\frac{2a\cos\theta}{r}\right)^{-1/2}$$

ద్విపద సిద్ధాంతం ప్రకారం ,

$$\frac{1}{r_1} = \frac{1}{r}\left(1-\frac{a}{r}\cos\theta\right);\ \frac{1}{r_2} = \frac{1}{r}\left(1+\frac{a}{r}\cos\theta\right)$$

సమీకరణం (1) నుండి.

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}2a\cos\theta$$

$$\therefore V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{p\cos\theta}{r^2} \quad (\because 2qa = p)$$

ఎ) ద్విధృవం అక్షీయ రేఖ పై పొటెన్షియల్ :

ద్విధృవం అక్షీయ రేఖ పై , $\theta = 0$

$$\therefore V_{axial} = \frac{P}{4\pi \in_0 r^2}$$

బి) మధ్య లంబ రేఖ పై విద్యుత్ పొటెన్షియల్ :

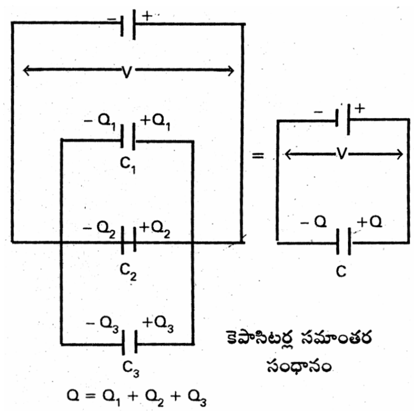
ద్విధృవం మధ్య లంబ రేఖ పై $\theta = 90^0$

$$\therefore V_{eq} = 0$$

2. కెపాసిటర్‌ల శ్రేణి, సమాంతర సంయోగాలను వివరించండి. ప్రతి సంయోగంలోను తుల్య కెపాసిటెన్స్‌కు ఫార్ములను రాబట్టండి.

జ. సమాంతర సంధానము :

కండెన్సర్‌ల ధన పలకలను బ్యాటరీ ధన ధృవమునకు మరియు ఋణ పలకలను బ్యాటరీ ఋణ ధృవమునకు కలిపిన సంధానాన్ని సమాంతర సంధానము అంటారు. ఇందు అన్ని కండెన్సర్ పలకల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడా సమానము.మొత్తం విద్యుదావేశము కండెన్సర్‌లపై వేరు వేరు పరిమాణాలలో వితరణ చెందును.



కెపాసిటర్ల సమాంతర సంధానం

www.sakshieducation.com

C_1, C_2 మరియు C_3 కెపాసిటీలు కల మూడు కండెన్సర్‌లను V పొటెన్షియల్ తేడాగల బ్యాటరీ ధృవాల మధ్య సమాంతర సంధానం చేసినామనుకొనుము. బ్యాటరీ నుండి ప్రవహించిన మొత్తం విద్యుదావేశము Q వివిధ కండెన్సర్‌లపై వరుసగా Q_1, Q_2 మరియు Q_3 లుగా వితరణ చెందినదనుకొనుము.

సమాంతర సంధానంలో అన్ని కండెన్సర్‌లకు పొటెన్షియల్ తేడాలు సమానం కాబట్టి,

మొదటి కండెన్సర్‌పై ఆవేశము $Q_1 = C_1V$

రెండవ కండెన్సర్‌పై ఆవేశము $Q_2 = C_2V$

మూడవ కండెన్సర్‌పై ఆవేశం $Q_3 = C_3V$

ఆవేశ నిత్యత్వ నియమము ప్రకారం, $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$

లేదా $CV = C_1V + C_2V + C_3V$

$\therefore C = C_1 + C_2 + C_3$

ఫలిత కెపాసిటి వేర్వేరు కెపాసిటీల మొత్తానికి సమానం.

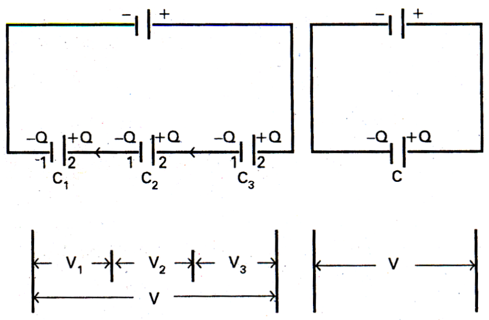
$\therefore$ 'n' కెపాసిటర్లను సమాంతరముగా కలిపినపుడు

$C_p = C_1 + C_2 + C_3 + ... + C_n$

శ్రేణి సంధానము :

మొదటి కండెన్సరు ఋణ పలకను రెండవ కండెన్సర్ ధన పలకకు, ఈ విధంగా కండెన్సర్‌లను కలుపుతూ, చివరి కండెన్సర్ ఋణ పలకను బ్యాటరీ ఋణ ధృవమునకు, మొదటి కండెన్సరు ధన పలకను బ్యాటరీ ధన ధృవమునకు కలిపిన సంధానాన్ని శ్రేణి సంధానం అంటారు. ఇందు కండెన్సర్ పలకలపై విద్యుదావేశాలు సమానముగా ఉండి పొటెన్షియల్ తేడాలు వేరుగా ఉంటాయి.

C_1, C_2 మరియు C_3 కెపాసిటిలు గల మూడు కండెన్సర్‌లను బ్యాటరీతో శ్రేణి సంధానంలో కలిపినామనుకొనుము.



కెపాసిటర్ల శ్రేణి సంధానం

కండెన్సర్‌ల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడాలు వరుసగా V_1, V_2 మరియు V_3 అయిన, శక్తి నిత్యత్వ నియమం ప్రకారము $V = V_1 + V_2 + V_3$

ఫలిత కెపాసిటి C అయిన, $V = \frac{Q}{C}$

www.sakshieducation.com

మొదటి కండెన్సర్ పలకల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడా $V_1 = \frac{Q}{C_1}$

రెండవ కండెన్సర్ పలకల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడా $V_2 = \frac{Q}{C_2}$

మూడవ కండెన్సర్ పలకల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడా $V_3 = \frac{Q}{C_3}$

$$\therefore \frac{Q}{C} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

ఫలిత కెపాసిటి యొక్క వ్యుత్క్రమము, వలయంలోని కండెన్సర్‌ల కెపాసిటీల వ్యుత్క్రమముల మొత్తానికి సమానం.

'n' కండెన్సర్‌లను శ్రేణిలో కలిపిన, $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + ... + \frac{1}{C_n}$

3. కెపాసిటర్‌లో నిల్వ ఉండే శక్తికి సమాసాన్ని రాబట్టండి. పలకల మధ్య ప్రదేశాన్ని రోధకంతో నింపినప్పుడు నిల్వ ఉండే శక్తిని కింది సందర్భాల్లో కనుక్కోండి

ఎ) ఆవేశం చెందించే బ్యాటరీని వేరుచేసినప్పుడు

బి) ఆవేశం చెందించే బ్యాటరీని వలయంలో ఉంచినప్పుడు

జ: ఒక కెపాసిటర్ యొక్క కెపాసిటి 'C' మరియు దాని పలకలకు గల ఆవేశం 'q' వల్ల దాని పొటెన్షియల్ 'V' అనుకోండి. కెపాసిటర్ మీద dq అను ఆవేశాన్ని పంపడానికి జరిపిన పని dW అయిన,

$$dW = Vdq = \frac{q}{C}dq$$

పలకల మీద Q అను ఆవేశాన్ని పంపడానికి జరిగిన మొత్తం పని

$$W = \int_0^Q dW = \int_0^Q \frac{q}{C}dq = \frac{1}{C}\left[\frac{q^2}{2}\right]_0^Q = \frac{Q^2}{2C} = \frac{1}{2}CV^2 \text{ లేదా } W = \frac{QV}{2}$$

కెపాసిటర్‌ను ఆవేశపరచటంలో జరిపిన పని దానిలో స్థితిశక్తి రూపంలో నిల్వ ఉంటుంది.

రోధక పదార్థ ప్రభావము :

ఎ) ఆవేశం చెందించే బ్యాటరీని వేరుచేసినప్పుడు:

ఒక కెపాసిటర్ 'C' ని V పొటెన్షియల్ వరకు ఆవేశపరచి వలయం నుండి బ్యాటరీని తొలగించినామనుకొనుము.వలయం ఉండి బ్యాటరీని తొలగించడం వల్ల Q మారదు . కెపాసిటర్ పలకల మధ్య K రోధక స్థిరాంకము గల రోధక పదార్థాన్ని ఉంచిన, దాని కెపాసిటి పెరుగును

కొత్త కెపాసిటి $C' = KC$

కెపాసిటిలో నిల్వ ఉన్న శక్తి $U = \frac{Q^2}{2C}$

$\therefore$ కెపాసిటర్‌లో నిల్వ ఉన్న శక్తి $U' = \frac{Q^2}{2C'} = \frac{Q^2}{2KC} = \frac{U}{K}$

అనగా బ్యాటరీ తొలగించి,రోధక పదార్థాన్ని ఉంచిన దాని శక్తి K రెట్లు తగ్గును.

బి) ఆవేశం చెందించే బ్యాటరీని వలయంలో ఉంచినప్పుడు:

వలయంలో బ్యాటరీని కొనసాగించి, కెపాసిటర్ పలకల మధ్య రోధక పదార్థాన్ని ప్రవేశపెడితే కెపాసిటర్ కొత్త కెపాసిటి $C' = KC$ వలయంలో బ్యాటరీ కొనసాగించడం వల్ల పొటెన్షియల్ V మారదు.

www.sakshieducation.com

కెపాసిటర్ లో నిల్వ ఉన్న శక్తి $U = \frac{1}{2}CV^2$

$\therefore$ కెపాసిటర్‌లో నిల్వ ఉన్న శక్తి $U' = \frac{1}{2}C'V'^2 = \frac{1}{2}KC.V^2 = K.\frac{1}{2}CV^2 = KU$

అనగా బ్యాటరీని వలయంలో కొనసాగించి, రోధక పదార్థాన్ని ఉంచిన దాని శక్తి K రెట్లు పెరుగును.

లెక్కలు

1. **తొలుత చాలా అత్యధిక దూరంలో ఉన్న 'm' ద్రవ్యరాశి, $+e$ ఆవేశం గల ఒక ప్రాథమిక కణాన్ని విరామంలో ఉన్న $+Ze$ ఆవేశం గల భారయుత కణం వైపు v వేగంతో ప్రక్షిప్తం చేస్తారు. పతన కణం అత్యంత సామీప్యంగా పోగలిగే దూరంను కనుకొనుము.**

జ: ప్రాథమిక కణం ద్రవ్యరాశి $= m$; ఆవేశం $= +e$; వేగం $= v$

చాలా అత్యధిక దూరంలో ఉన్న కణం ఆవేశం $= +Ze$

ఆవేశ నిత్యత్వ నియమము ప్రకారం

అత్యంత సామీప్యంగా పోగలిగే దూరం d అయిన,

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Ze \times e \times d}{d^2}$$

$$\therefore\ d = \frac{Ze^2}{2\pi\varepsilon_0 mv^2}$$

2. **హైడ్రోజన్ పరమాణువులో ఎలక్ట్రాను, ప్రోటాన్ $0.5A^0$ దూరంలో కలవు. వ్యవస్థ ద్విధృవ భ్రామకంను కనుగొనుము.**

జ: $q_e = -1.6\times10^{-19}C$, $q_p = +1.6\times10^{-19}C$

ప్రోటాను మరియు ఎలక్ట్రాన్‌ల మధ్య దూరం, $2a = 0.5A^0 = 0.5\times10^{-10}m$

వ్యవస్థ ద్విధృవ భ్రామకం $P = 2a\times q_p = 0.5\times10^{-10}\times1.6\times10^{-19}$

$\therefore P = 8\times10^{-30}cm$

3. **XOY తలంలో ఒక ఏకరీతి విద్యుత్ క్షేత్రంగా $(40\hat{i}+30\hat{j})Vm^{-1}$ ని సూచించడమైంది. మూలబిందువు వద్ద విద్యుత్ పొటెన్షియల్ $200V$ అయితే, $(2m,1m)$ నిరూపకాలు గల బిందువు విద్యుత్ పొటెన్షియల్‌ను కనుక్కోండి.**

జ: $\vec{E} = (40\hat{i}+30\hat{j})Vm^{-1}$, $V = 200V$

$d\vec{r} = (2\hat{i}+1\hat{j})m$

$dV = -\vec{E}.d\vec{r} = -(40\hat{i}+30\hat{j}).(2\hat{i}+\hat{j})$

$V_p - V_o = -(80+30) = -110volt$

$V_p = V_o - 110 = (200-110)volt = 90volt$

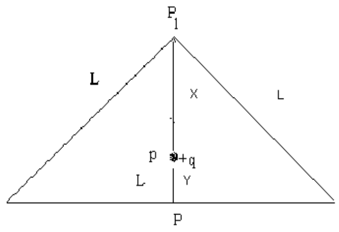
$\therefore V_p = 90volt$

4. **ఒక సమబాహు త్రిభుజం (పక్క) పొడవు L. దాని కేంద్ర బిందువు వద్ద $+q$ ఆవేశం ఉంచారు. త్రిభుజం పరిధి పై P ఒక బిందువు. బిందువు P కి సాధ్యమయ్యే కనిష్ఠ, గరిష్ఠ విద్యుత్ పొటెన్షియల్‌ల నిష్పత్తి**

జ: సమబాహు త్రిభుజ కేంద్రబిందువు వద్ద ఆవేశం $= +q$

ఆవేశం q రేఖాభాగంను 2:1 నిష్పత్తిలో విభజించును.

www.sakshieducation.com



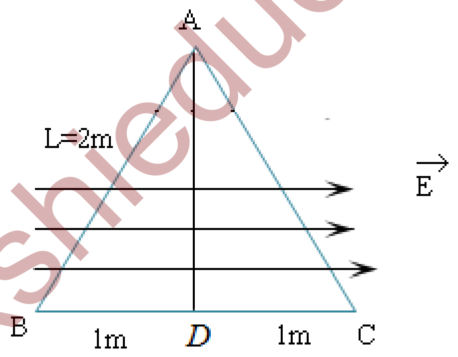
$x = \frac{L}{\sqrt{3}}, \quad Y = \frac{L}{2\sqrt{3}}$

$V_{\text{కనిష్ఠం}} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 \frac{L}{\sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{3}q}{4\pi\epsilon_0 L}$ మరియు $V_{\text{గరిష్ఠం}} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 \left(\frac{L}{2\sqrt{3}}\right)} = \frac{2\sqrt{3}q}{4\pi\epsilon_0 L}$

$\therefore V_{\text{కనిష్ఠం}} : V_{\text{గరిష్ఠం}} = 1:2$

5. ABC అనేది $2m$ అంచు గల ఒక సమబాహు త్రిభుజం. త్రిభుజ తలంలో $100V/m$ తీవ్రత గల ఏకరీతి విద్యుత్ క్షేత్రం BC కి సమాంతరంగా కలదు. ఒకవేళ విద్యుత్ పొటెన్షియల్ A వద్ద $200V$ అయితే, B, C ల వద్ద విద్యుత్ పొటెన్షియల్‌లు వరుసగా ఎంత?

జ: $a = 2m, E = 100V/m; V_A = 200V$



B మరియు C ల మధ్య బిందువు D అనుకొందాము.

D వద్ద పొటెన్షియల్ $= V_D = 200V$

పటం నుండి, $V_B - V_D = Ed$

$\Rightarrow V_B - 200 = 100 \times 1$

$\therefore B$ వద్ద పొటెన్షియల్, $V_B = 200 + 100 = 300V$

మరియు $V_D - V_C = Ed$

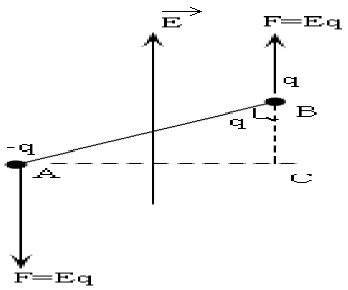
$200 - V_C = 100 \times 1$

$\therefore C$ వద్ద పొటెన్షియల్ $V_C = 200 - 100 = 100V$

www.sakshieducation.com

6. ద్విధృవ భ్రామకం P కలిగిన ఒక విద్యుత్ ద్విధృవాన్ని ఏకరీతి విద్యుత్ క్షేత్రం E లో P, E కి సమాంతరంగా ఉండేట్లు ఉంచారు. తరువాత దాన్ని q కోణంతో భ్రమణం చెందిస్తే, జరిగిన పనిని కనుక్కోండి?

జ:

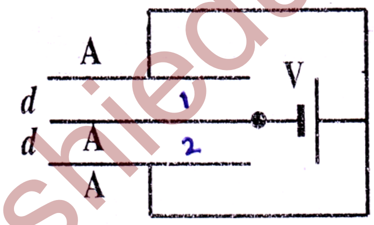


ద్విధ్రువంను θ కోణం త్రిప్పితే జరుగు పని,

$$W = \int_0^q PE\sin\theta d\theta \Rightarrow W = PE[\cos\theta]_0^q = PE(\cos 0^0 - \cos q)$$

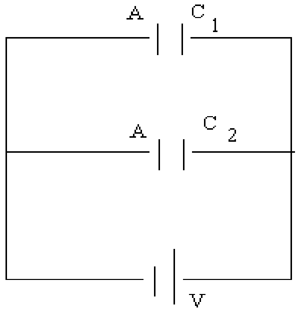
$$\therefore W = PE(1-\cos\theta)$$

7. మూడు సర్వసమానమైన లోహ పలకలు, ఒక్కొక్కటి 'A' వైశాల్యం గలవి, ఒకదానికొకటి పటంలో చూపినట్లుగా సమాంతరంగా అమర్చారు. 'V' వోల్టుల బ్యాటరీని పటంలో చూపినట్లుగా కలిపారు. పలకల వ్యవస్థలో నిల్వ ఉండే శక్తిని కనుక్కోండి.



జ: సమాంతర పలకల కెపాసిటర్ కెపాసిటి $C = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$

పటంలో చూపినట్లు రెండు కెపాసిటర్లు సమాంతరంగా కలుపబడినవి.



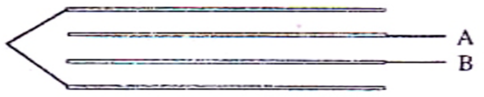
ఫలిత కెపాసిటి, $C_p = 2C = \frac{2\varepsilon_0 A}{d}$

వ్యవస్థలో నిల్వ ఉన్న శక్తి, $q = C_p V = \frac{2\varepsilon_0 A}{d}V$

www.sakshieducation.com

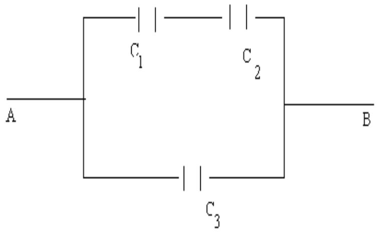
$$\therefore q = \frac{2A\varepsilon_0 V}{d}$$

8. ప్రతి పలకల వైశాల్యం A ఉండే నాలుగు సర్వసమానమైన లోహపు పలకల వర్వరం d దూరంలో వేరుచేసి పటంలో చూపినట్లు సంధానం చేయబడ్డాయి. A, B కొనల మధ్య వ్యవస్థ కెపాసిటిని కనుక్కోండి.



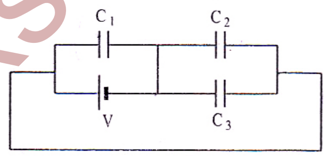
జ: సమాంతర పలకల కెపాసిటర్ కెపాసిటి, $C = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$

ప్రభావ కెపాసిటన్స్ $C_{ప్రభావ} = \frac{C}{2} + C = \frac{3C}{2}$ $\left[\because C_S = \frac{C \times C}{2C}\right]$

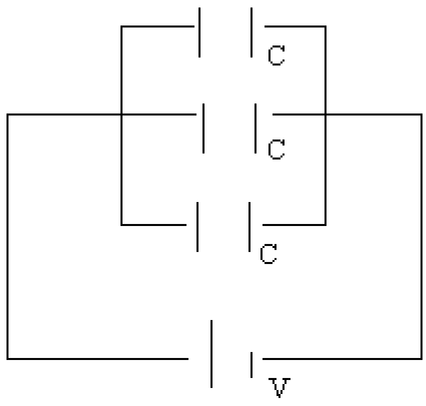


$$\therefore C_{ప్రభావ} = \frac{3\varepsilon_0 A}{2d}$$

9. పటంలో చూపిన వలయంలోని బ్యాటరీ 'V' వోల్టులు కలిగి అంతర్నిరోధం లేకుండా ఉంది. మూడు కెపాసిటర్లు సమాన కెపాసిటి కలిగి ఉన్నాయి. ఏ కెపాసిటర్ అధిక ఆవేశం కలిగి ఉంటుందో కనుక్కోండి.



జ: ఇచ్చిన వలయం యొక్క తుల్య వలయం పటంలో చూపబడింది.

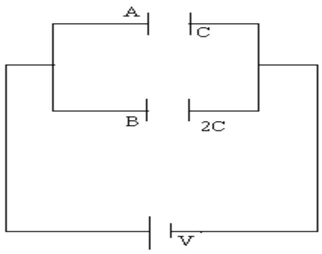


మూడు కెపాసిటర్‌లలో ఒకే ఆవేశం ప్రవహించును.

www.sakshieducation.com

10. A, B అనే $C, 2C$ కెపాసిటర్‌లను సమాంతరంగా సంధానం చేసి సంయోగాన్ని V వోల్టుల బ్యాటరీకి సంధానం చేశారు. ఆవేశం చెందించడం పూర్తవగానే, బ్యాటరీని తొలగించి $K=2$ గల రోధక దిమ్మెను A పలకల మధ్య ప్రదేశం పూర్తిగా నిండేట్లుగా ప్రవేశపెట్టారు. ఆవేశాలను పంచుకొనేటప్పుడు వ్యవస్థ కోల్పేయే శక్తిని కనుక్కోండి

జ: $i)$ సమాంతర సంయోగంతో బ్యాటరీ కలిపినప్పుడు:



$C_1 = C;\ C_2 = 2C; V = V$

$C_p = C_1 + C_2 = 3C; q = 3CV$

నిల్వ ఉన్న తొలిశక్తి, $U_i = \frac{1}{2}C_p V^2 = \frac{3}{2}CV^2$

$ii)$ సమాంతర సయోగంతో బ్యాటరీ తొలగించినప్పుడు:

$C_p^1 = KC + 2C = 2C + 2C = 4C \ [\because K = 2]$

$V^1 = \frac{q}{C_p^1} = \frac{3CV}{4C} = \frac{3V}{4}$

నిల్వ ఉన్న తుదిశక్తి $U_f = \frac{1}{2}C_p^1 (V^1)^2$

$U_f = \frac{1}{2} \times 4C \times \left(\frac{3V}{4}\right)^2$

$\therefore U_f = \frac{1}{2} \times 4C \times \frac{9V^2}{16} = \frac{9CV^2}{8}$

$\therefore$ వ్యవస్థ కోల్పోయిన శక్తి $\Delta U = U_i - U_f = \frac{3}{2}CV^2 - \frac{9CV^2}{8}$

$\therefore \Delta U = \frac{3CV^2}{8}$

www.sakshieducation.com

11. నియమిత కెపాసిటి గల కెపాసిటర్‌ను V పొటెన్షియల్‌కు ఆవేశితం చేసినప్పుడు అది కొంత శక్తిని నిల్వ ఉంచుకుంది. దీనికి రెట్టింపు కెపాసిటి మొదటిదాని శక్తిలో నగం శక్తిని నిల్వ చేనుకోవాలంటే ఎంత పొటెన్షియల్‌కు ఆవేశితం చేయాలి?

జ: $C_1 = C;\ V_1 = V$ మరియు $U_1 = \frac{1}{2}C_1V_1^2 = \frac{1}{2}CV^2$

$C_2 = 2C_1 = 2C;$ మరియు $U_2 = \frac{U_1}{2} = \frac{1}{4}CV^2;$

కెపాసిటర్ పలకల మధ్య పొటెన్షియల్ $= V_2$ అనుకుందాం.

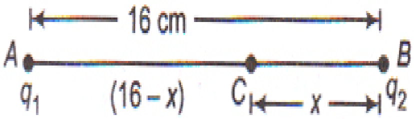
$$U_2 = \frac{1}{2}C_2V_2^2 = \frac{1}{4}CV^2 = \frac{1}{2}\times 2C\times V_2^2 \Rightarrow V_2^2 = \frac{V^2}{4}$$

$$\therefore V_2 = \frac{V}{2}$$

అభ్యాసాలు

1. $5\times10^{-8}C$, $-3\times10^{-8}C$ అనే రెండు విద్యుదావేశాలు $16cm$ దూరంలో కలవు. వాటిని కలిపే రేఖ పై ఏ బిందువు (ల) వద్ద పొటెన్షియల్ సున్నా అవుతుంది? అనంతం వద్ద పొటెన్షియల్‌ను సున్నాగా తీసుకోండి.

జ: $q_1 = 5\times10^{-8}C$, $q_2 = -3\times10^{-8}C$



ఆవేశం $q_1 = 5\times10^{-8}C$ నుండి x దూరం వద్ద పొటెన్షియల్ శూన్యం అనుకుందాం.

$$\therefore r_1 = x\times10^{-2}m$$

$$r_2 = (16-x)\times10^{-2}m$$

$$V = \frac{q_1}{4\pi\varepsilon_0 r_1} + \frac{q_2}{4\pi\varepsilon_0 r_2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2}\right]$$

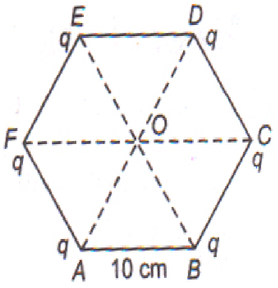
$$\therefore \frac{q_1}{r_1} = \frac{-q_2}{r_2}$$

$$\frac{5}{x} = \frac{3}{16-x}$$

$$\therefore x = 10cm$$

2. భుజం పొడవు $10cm$ గల ఒక క్రమ షడ్భుజి $5\mu C$ ఆవేశం కలదు. అయితే ఆ షడ్భుజి మధ్య బిందువు వద్ద పొటెన్షియల్‌ను కనుక్కోండి.

జ: భుజం $=10cm$



$$\therefore OA = OB = OC = OD = OE = r = 10cm = 10^{-1}m$$

O వద్ద పొటెన్షియల్ $V = 6\times\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r} = \frac{9\times10^9\times6\times5\times10^{-6}}{10^{-1}} = 2.7\times10^6 V$

www.sakshieducation.com

3. $12cm$ వ్యాసార్థం గల ఒక గోళాకార వాహక ఉపరితలం పై $1.6\times10^{-7}C$ ఆవేశం ఏకరీతిగా వితరణ చెంది ఉంది. అయితే క్రింది సందర్భాల్లో విద్యుత్ క్షేత్రం ఏమిటి?

ఎ) గోళ అంర్భాగంలో

బి) గోళానికి కాస్తంత వెలువల

సి) గోళం కేంద్రం నుంచి $18cm$ దూరంలో గల బిందువు వద్ద

జ: $r = 12cm = 12\times10^{-2}m,\ q = 1.6\times10^{-7}C$

ఎ) గోళం లోపల, $E = 0$

బి) గోళమునకు కొద్దిగా వెలుపల,

$$E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2} = 9\times10^9\times\frac{1.6\times10^{-7}}{(12\times10^{-2})^2} = 10^5\,N/C$$

సి) $r = 18cm = 18\times10^{-2}m$

$$E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r'^2} = \frac{9\times10^9\times1.6\times10^{-7}}{(18\times10^{-2})^2} = 4.4\times10^4\,N/C$$

4. పలకల మధ్య గాలి ఉన్న ఒక సమాంతర పలకల కెపాసిటర్ కెపాసిటి $8pF(1pF = 10^{-12}F)$. అయితే, పలకల మధ్యదూరాన్ని సగానికి తగ్గించి, వాటి మధ్యగల ప్రదేశాన్ని రోధక స్థిరాంకం 6 గల ఒక పదార్థంతో నింపినట్లైతే కెపాసిటెన్స్ ఎంతవుతుంది?

జ: $C_1 = \frac{\varepsilon_0 A}{d} = 8pF$

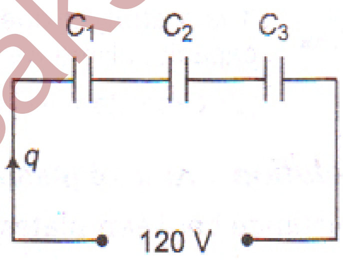
$$C_2 = \frac{K\varepsilon_0 A}{d/2} = \frac{6\times2\varepsilon_0 A}{d} = 12\times8 = 96pF$$

5. $9pF$ కెపాసిటెన్స్ గల 3 కెపాసిటర్లను శ్రేణి సంధానం చేశారు

ఎ) ఈ సంయోగం మొత్తం కెపాసిటెన్స్ ఎంత?

బి) ఈ సంయోగాన్ని $120V$ బ్యాటరీకు కలిపినప్పుడు ప్రతీ కెపాసిటర్ కొనల మధ్య పొటెన్షియల్ భేదం ఎంత?

జ:



ఎ) $\frac{1}{C_S} = \frac{1}{9}+\frac{1}{9}+\frac{1}{9} = \frac{3}{9} = \frac{1}{3};\ C_S = 3pF$

బి) పొటెన్షియల్ భేదము $= \frac{V}{3} = \frac{120}{3} = 40V$

6. $2pF, 3pF, 4pF$ ల కెపాసిటెన్స్ గల 3 కెపాసిటర్లను సమాంతర సంధానం చేశారు.

ఎ) ఈ సంయోగం మొత్తం కెపాసిటెన్స్ ఎంత?

బి) ఈ సంయోగాన్ని $100V$ బ్యాటరీకు కలిపినప్పుడు ప్రతీ కెపాసిటర్ పై ఉండే ఆవేశాన్ని కనుక్కోండి

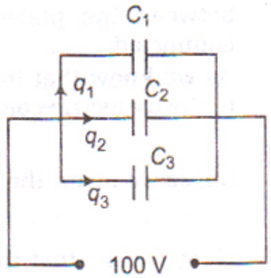
జ:

ఎ) $C_p = 2+3+4 = 9pF$

బి) $V = 100volt$

www.sakshieducation.com

$$q_1 = C_1V = 2\times100 = 200\,pC$$
$$q_2 = C_2V = 3\times100 = 300\,pC$$
$$q_3 = C_3V = 4\times100 = 400\,pC$$



7. పలకల మధ్య గాలి ఉన్నటువంటి ఒక సమాంతర పలకల కెపాసిటర్‌లో ప్రతి పలక వైశాల్యం $6\times10^{-3}m^2$. వాటి మధ్యదూరం $3mm$ అయితే, ఆ కెపాసిటర్ కెపాసిటెన్స్‌కు కనుక్కోండి. ఈ కెపాసిటర్‌ను $100V$ బ్యాటరీకి కలిపినట్లయితే కెపాసిటర్ ప్రతీ పలక పై ఆవేశం ఎంత?

జ: $A = 6\times10^{-3}m^2,\ d = 3mm = 3\times10^{-3}m,\ C = ?\ \ V = 100V,\ q = ?$

$$C_0 = \frac{\varepsilon_0 A}{d} = \frac{(8.85\times10^{-2})(6\times10^{-3})}{3\times10^{-3}} = 1.77\times10^{-11}F$$

$$q = C_0V = 1.77\times10^{-11}\times100 = 1.77\times10^{-9}C$$

8. పైన అభ్యాసంలోని కెపాసిటర్ పలకల మధ్య $3mm$ మందం కలిగిన మైకా (రోధక స్థిరాంకం = 6) ని ప్రవేశ పెట్టినట్లయితే

ఎ) కెపాసిటర్‌కు సంధానం చేసిన వోల్టేజి సరఫరాను అలాగే ఉంచినప్పుడు

బి) సరఫరాను తొలగించిన తరువాత ఏమి జరుగుతుంది?

జ: ఎ) $C = KC_0 = 6\times1.77\times10^{-11}F$

$$q^1 = C^1V = 6\times1.77\times10^{-11}\times10^2C$$

బి) జనకంను తొలగించినపుడు,ఎ $C = KC_0 = 6\times1.77\times10^{-11}F$

$$V^1 = \frac{q}{C^1} = \frac{1.77\times10^{-9}}{6\times1.77\times10^{-11}} = 16.67V$$

9. $12pF$ గల ఒక కెపాసిటర్‌ను $50V$ బాటరీకి సంధానం చేశారు. అయితే కెపాసిటర్‌లో ఎంత స్థిర విద్యుత్ శక్తి విలువ అవుతుంది?

జ: $C = 12pF = 12\times10^{-12}F,$

$V = 50volt,\ E = ?$

$$E = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}(12\times10^{-12})(50)^2 = 1.5\times10^{-8}J$$

10. $200V$ బ్యాటరీతో $600pF$ కెపాసిటర్‌ను ఆవేశపరచారు. తరువాత దీనిని బ్యాటరీ నుంచి తొలగించి, $600pF$ గల మరోక ఆవేశరహిత కెపాసిటర్‌కు సంధాన చేశారు. ఈ ప్రక్రియలో ఎంతమేర స్థిర విద్యుత్ శక్తి నష్టపోతుంది?

జ: $C_1 = C_2 = 600pF = 600\times10^{-12}$

$F = 6\times10^{-10}F,$

$V_1 = 200V,\ V_2 = 0$

$$\text{శక్తినష్టం} = \frac{C_1C_2(V_1-V_2)^2}{2(C_1+C_2)} = \frac{6\times10^{-10}6\times10^{-10}(200-0)^2}{2(6\times10^{-10}+6\times10^{-10})}$$

$$= \frac{36\times10^{-20}\times4\times10^4}{24\times10^{-10}} = 6\times10^{-6}J$$

www.sakshieducation.com