नोट्स

whatsapp

8696608541

अपडेटेड नोट्स

OM PRAKASH SAINI

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Chapter -3 विद्युत विभव

*** विद्युत विभवान्तर -**

~~जब~~ जबकि सी एकांक परिक्षण धनावेश को वि० क्षैत्र में स्थित किन्ही दो बिंदुओं के मध्य विस्थापित करने में क्षैत्र के विरुद्ध जो कार्य किया जाता है। उस कार्य को ही विद्युत विभवान्तर कहा जाता है।

इसका मान -

$$V_B - V_A = \frac{W_{AB}}{q_0} \quad \text{—— (1)}$$

यदि $q_0 = 1$ cul. हो तो.

$$V_B - V_A = W_{AB}$$

अथवा -

किसी एकांक परिक्षण धनावेश को विद्युत क्षैत्र में क्षैत्र के विरुद्ध किन्ही दो बिंदुओं के मध्य विस्थापित करने में स्थितिज ऊर्जा में होने वाले परिवर्तन को ही विभवान्तर कहा जाता है।

$$V_B - V_A = \frac{\Delta U}{q_0}$$

*** विद्युत विभव -**

जब किसी एकांक परिक्षण धनावेश को अनन्त से विद्युत क्षैत्र में स्थित किसी बिंदु तक लाने में क्षैत्र के विरुद्ध किया गया कार्य ही विद्युत विभव कहलाता है। इसका मान -

समी० (1) से

यदि $A = \infty$

तो $V_A = 0$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

$$V_B = \frac{W_{\infty B}}{q_0}$$

यदि $q_0 = 1C$ हो तो

$$\boxed{V_B = W_{\infty B}}$$

* विद्युत विभव व विभवान्तर की विमा व मात्रक -

$$\text{विमा} = \frac{M^1L^2T^{-2}}{A^1T^1}$$

$$= [M^1L^2T^{-3}A^{-1}]$$

मात्रक $= \frac{J}{C}$ or $\frac{Kg \times m^2}{Sec^3 \times Amp}$ or Volt — S.I. मात्रक

Note :- 1ev की परिभाषा -

$1e^-$ को एक वोल्ट से त्वरित करने के लिए आवश्यक ऊर्जा की मात्रा को ही 1ev कहते हैं।

$$\boxed{1ev = 1.6 \times 10^{-19} \text{ Joule}}$$

* विद्युत विभव के गुण या विशेषतायें -

विद्युत विभव एक अदिश राशि होती है।

1. विद्युत विभव स्थिती का फलन होता है। अर्थात इसका
2. मान अलग-2 स्थितीयो पर अलग-2 होता है।
3. विद्युत विभव का मान अनन्त पर तथा पृथ्वी पर शून्य माना जाता है।

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

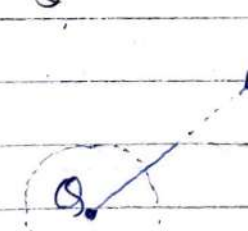
4. विद्युत विभव में परिक्षण आवेश को अत्यल्प लिया जाता है। ताकि यह विद्युत क्षेत्र कि तीव्रता को प्रभावित न कर सकें।

5. विद्युत विभव में जिस परिक्षण आवेश को बाह्य बल के द्वारा वि. क्षेत्र में लाया जाता है। वे बल विद्युतीय बल के साथ संतुलन की अवस्था में होना चाहिए ताकि विस्थापन अत्वरित हो।

6. विद्युत विभव एक सापेक्ष राशी होती है जबकि विभवान्तर निरपेक्ष राशी होती है।

Note:- विद्युत विभव का मान समविभव पृष्ठ पर एक समान होता है। लेकिन नुकीले सिरों पर क्षेत्रफल कम होने के कारण σ (पृष्ठीय आवेश घनत्व) का मान बढ़ जाता है जिससे वि. क्षेत्र के मान में भी वृद्धि होती है और इस कारण वि. विभव का मान बढ़ जाता है।

* बिंदु आवेश के लिए वि. विभव कि गणना -



माना कोई बिंदु आवेश Q है जिसके कारण उत्पन्न वि. क्षेत्र में है जिसे किसी परिक्षण धनावेश q_0 को क्षेत्र के विरुद्ध विस्थापित करने में किया गया कार्य ही वि. विभव कहलाता है इसका मान -

वि. क्षेत्र तथा वि. विभव में सम्बन्ध से -

$$V = -\int_{\infty}^{r} \vec{E} \cdot d\vec{r} \quad \text{---} (1)$$

बिंदु आवेश के लिए -

$$\vec{E} = \frac{KQ}{r^2} \cdot \hat{r}$$

समी॰(1) से:-

$$V = -\int_{\infty}^{r} \frac{KQ}{r^2} \cdot \vec{dr} \cdot \hat{r}$$

$$V = -KQ \int_{\infty}^{r} \frac{1}{r^2} \cdot \vec{dr} \cdot \hat{r}$$

$\because \vec{dr} \cdot \hat{r} = dr$

$$V = -KQ \int_{\infty}^{r} r^{-2} dr$$

$\because \int x^n \cdot dx = \frac{x^{n+1}}{n+1}$

$$V = -KQ \left[\frac{r^{-2+1}}{-2+1}\right]_{\infty}^{r}$$

$$V = -KQ \left[\frac{r^{-1}}{-1}\right]_{\infty}^{r}$$

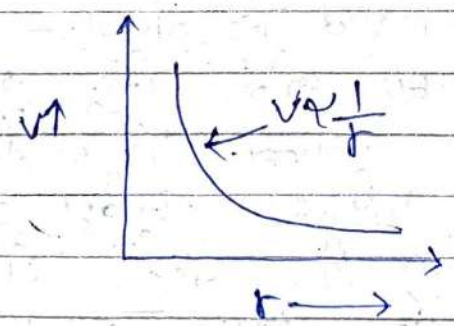
$$V = KQ \left[\frac{1}{r}\right]_{\infty}^{r}$$

$$V = KQ \left[\frac{1}{r} - \frac{1}{\infty}\right]$$

$$V = KQ \left[\frac{1}{r}\right]$$

$$\boxed{V = \frac{KQ}{r}}$$

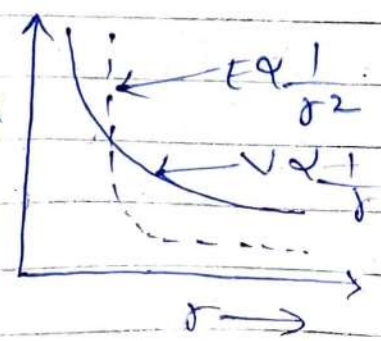
* बिंदु आवेश के लिए V तथा r के मध्य ग्राफ -



* बिंदु आवेश के V या E तथा r के मध्य ग्राफ -

$V = \frac{KQ}{r}$

$E = \frac{KQ}{r^2}$



Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

* असमान वि० क्षेत्र में वि० विभव अथवा वि० क्षेत्र तथा वि० विभव में सम्बन्ध -

माना कि एक परिक्षण आवेश q_0 को किसी असमान वि० क्षेत्र $\vec{E}$ में dr दूरी तक विस्थापित किया जाता है तो इस स्थिति में क्षेत्र के विरुद्ध किए गए कार्य का मान -

$$dW = -\vec{F} \cdot d\vec{r} \quad \text{---} (1)$$

यहाँ पर ऋणात्मक चिन्ह वि० क्षेत्र के विरुद्ध किए गए कार्य को प्रदर्शित करता है।

विभवान्तर की परिभाषा से -

$$dV = \frac{dW}{q_0}$$

समी० (1) से

$$dV = \frac{-\vec{F} \cdot d\vec{r}}{q_0} \quad \text{---} (2)$$

वि० क्षेत्र की तीव्रता की परिभाषा से

$$E = \frac{F}{q_0} \text{ से}$$

$$\vec{F} = q_0 \vec{E}$$

समी० (2) से -

$$dV = -\frac{q_0 \vec{E} \cdot d\vec{r}}{q_0}$$

$$dV = -\vec{E} \cdot d\vec{r} \quad \text{---} (3)$$

अतः विभव की परिभाषा से -

$$\int_B dV = -\int_\infty^B \vec{E} \cdot d\vec{r}$$

$$V_B - V_\infty = -\int_\infty^B \vec{E} \cdot d\vec{r}$$

$\because V_\infty = 0$

$$\boxed{V_B = -\int_\infty^B \vec{E} \cdot d\vec{r}}$$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Date ______
Page ______

Q.1. बिंदु आवेश के समान दूरी पर स्थित बिंदु के लिए वि० क्षेत्र तथा वि० विभव में किसका मान अधिक होगा और क्यों ?

इस स्थिति में –

$$V \propto \frac{1}{r}$$

$$E \propto \frac{1}{r^2}$$ होने के कारण

V का मान E कि तुलना मे अधिक होगा।

Q.2. यदि किसी तत्व का परमाणु क्रमांक 30 है। तो इससे 5 cm कि दुरी पर स्थित बिंदु पर वि० विभव कि गणना करो ?

$z = 30$

$r = 5cm$

Solu. $Q = ne$ से

$Q = 30 \times 1.6 \times 10^{-19}$

$Q = 48 \times 10^{-19} C$

अतः विभव $V = \frac{KQ}{r}$

$$V = \frac{9 \times 10^9 \times 48 \times 10^{-19}}{5 \times 10^{-2}}$$

$$V = \frac{9 \times 48 \times 10^{-8}}{5}$$

$$\boxed{V = 9 \times 9.6 \times 10^{-8}} \Rightarrow \boxed{86.4 \times 10^{-8}}$$

* द्विध्रुव के लिए वि० विभव की गणना – I-Method

माना किसी द्विध्रुव के केन्द्र O से r दूरी पर एक बिंदु P (r, θ) स्थित है जिस पर वि० विभव की

Eg. 1, 2, 3, 4

Date ______ Page ______

गणना करनी हैं तो-

बिंदु A के कारण विभव-

$\because V = \frac{KQ}{r}$ से

$V_A = -\frac{Kq}{r_1}$ —— (1)

इसी प्रकार बिंदु B के कारण विभव -

$V_B = \frac{Kq}{r_2}$ —— (2)

अतः द्विध्रुव के कारण कुल विभव-

$V = V_A + V_B$

$V = -\frac{Kq}{r_1} + \frac{Kq}{r_2}$

$V = Kq\left[\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1}\right]$

$V = Kq\left[\frac{r_1 - r_2}{r_1 r_2}\right]$ —— (3)

चित्र से समकोण ΔAMO में -

$\cos\theta = \frac{A}{K} = \frac{\vec{OM}}{a}$

$\vec{OM} = a\cos\theta$

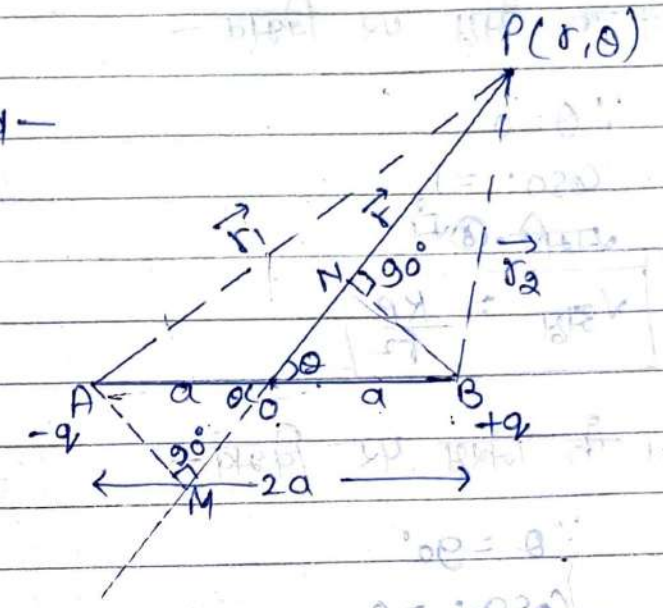
$\because \vec{r_1} = \vec{OP} + \vec{OM}$

$\vec{r_1} = \vec{r} + a\cos\theta$ —— (4)

इसी प्रकार समकोण ΔBNO में

$\cos\theta = \frac{A}{K} = \frac{\vec{ON}}{a}$

$\vec{ON} = a\cos\theta$



अतः $\vec{r_2} = \vec{OP} - \vec{ON}$

$\vec{r_2} = \vec{r} - a\cos\theta$ —— (5)

समी. (3) से -

$V = Kq\left[\frac{(\vec{r} + a\cos\theta) - (\vec{r} - a\cos\theta)}{(\vec{r} + a\cos\theta)(\vec{r} - a\cos\theta)}\right]$

$V = Kq\left[\frac{\vec{r} + a\cos\theta - \vec{r} + a\cos\theta}{(\vec{r})^2 - a^2\cos^2\theta}\right]$

यदि $r >> a$ हो तो -

$V = Kq\left[\frac{2a\cos\theta}{r^2}\right]$

$V = \frac{K(q \times 2a)\cos\theta}{r^2}$

$\because q \times 2a = P$

$$\boxed{V = \frac{KP\cos\theta}{r^2}} \quad \text{—— 6}$$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Date
Page

* द्विध्रुव के अक्ष पर विभव –

$\because \theta = 0^\circ$

$\cos 0^\circ = 1$

समी० (8) से

$$V_{अक्ष} = \frac{KP}{r^2}$$

* द्विध्रुव के निरक्ष पर विभव –

$\because \theta = 90^\circ$

$\cos 90^\circ = 0$

समी० (8) से

$$V_{निरक्ष} = 0$$

Note:– विद्युत विभव सदिश रूप में –

$$V = \frac{KP\cos\theta}{r^2} \times \frac{r}{r}$$

$$V = \frac{KPr\cos\theta}{r^3}$$

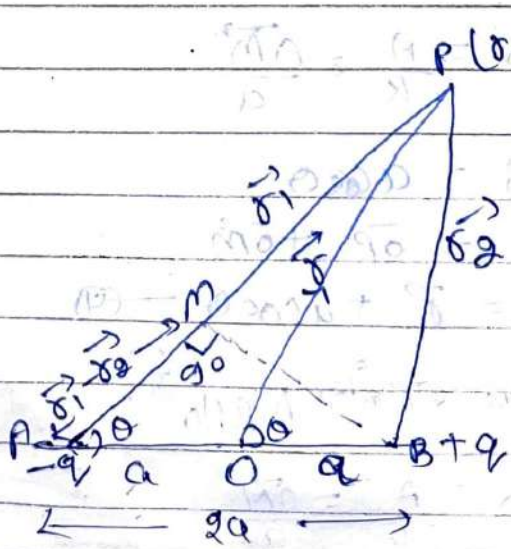
$$V = \frac{K(\vec{P}\cdot\vec{r})}{r^3}$$

II – Method

$$V = Kq\left[\frac{r_1 - r_2}{r_1 r_2}\right] \quad \text{—— (3)}$$

चित्र से समकोण ΔAMB में :-

जब बिंदु P द्विध्रुव से अत्यधिक दूरी पर हो –



$$\cos\theta = \frac{A}{K} = \frac{r_1 - r_2}{2a}$$

$$r_1 - r_2 = 2a\cos\theta \quad -④$$

$$\because r_1 = r_2 \cong r$$

$$r_1 r_2 \cong r^2$$

समी. ③ से

$$V = Kq\left[\frac{2a\cos\theta}{r^2}\right]$$

$$V = \frac{K(q \times 2a)\cos\theta}{r^2}$$

$$\because q \times 2a = P$$

$$\boxed{V = \frac{KP\cos\theta}{r^2}}$$

Eg. 3.1 $V_A = -15$ Volt

$V_B = V$, $W = 150$ J

$q = 6$ C

$V_B - V_A = \frac{W}{q}$

$V_B - (-15) = \frac{150}{6}$

$V_B + 15 = 25$

$V_B = 25 - 15$

$\boxed{V_B = 10 \text{ Volt}}$

Eg. 3.2 $q = 20$ C , $r = 0.2$ m

$W = 2$ J

Solu. $V_B - V_A = \frac{W}{q}$

$V_B - V_A = \frac{2}{20} = \frac{1}{10}$

$\boxed{V_B - V_A = 0.1}$

Eg. 3.3 $q = 1.1 \times 10^{-9}$ C

$r = 10\text{cm} = 10 \times 10^{-2}$ m

$V = ?$

Solu. $V = \frac{Kq}{r}$ से

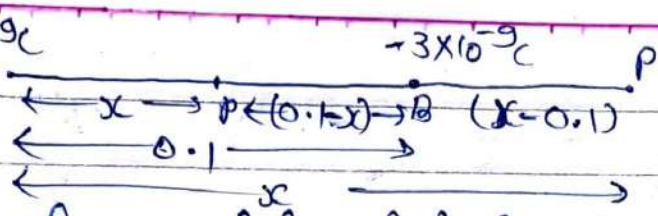
$V = \frac{9 \times 10^9 \times 1.1 \times 10^{-9}}{10 \times 10^{-2}}$

$V = \frac{9.9 \times 10^0}{10 \times 10^{-2}} = 99$

$\boxed{V = 99}$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Eg. 3.4.



Case I. जब बिन्दु P दोनों आवेशों के मध्य हो तो बिंदु P पर

$V_A + V_B = 0$

$\because V = \frac{kq}{r}$ से.

$$\frac{9\times10^9 \times 4\times10^{-9}}{x} - \frac{9\times10^9 \times 3\times10^{-9}}{(0.1-x)} = 0$$

$$\frac{9\times10^9 \times 4\times10^{-9}}{x} = \frac{9\times10^9 \times 3\times10^{-9}}{(0.1-x)}$$

$$\frac{4}{x} = \frac{3}{0.1-x}$$

$$0.4 - 4x = 3x$$

$$7x = 0.4$$

$$x = \frac{0.4}{7} \Rightarrow$$

Case II. जब बिन्दु P दोनों आवेशों के बाहर हो।

बिंदु P पर $V_A + V_B = 0$

$$\frac{k\times4\times10^{-9}}{x} - \frac{k\times3\times10^{-9}}{(x-0.1)} = 0$$

$$\frac{k\times4\times10^{-9}}{x} = \frac{k\times3\times10^{-9}}{x-0.1}$$

$$\frac{4}{x} = \frac{3}{x-0.1}$$

$$4x - 0.4 = 3x$$

$$\boxed{x = 0.4\,m}$$

Q. किसी बिंदु A पर Q आवेश रखा गया है। जिसके कारण अन्य बिंदु P पर वि. क्षेत्र की तीव्रता का मान 24 N/C है।

eg. 5, आं. Q = 1, 2.

तथा इस बिंदु पर वि. विभव का 12 J/C हैं तो A व B के मध्य दूरी व आवेश का मान ज्ञात करो।

Q.2) 27 छोटी बुंदो को मिलाकर एक बड़ी बुंद का निर्माण किया गया हैं तथा प्रत्येक छोटी बुंद समान आकार कि हैं तथा प्रत्येक बुंद को 220 volt पर आवेशित किया गया हैं तो बड़ी बुंद पर विभव का मान ज्ञात करो ?

Ans. $E = \frac{KQ}{r^2}$

$\frac{KQ}{r^2} = 24$ —— (1)

$\boxed{Q = 0.66 \times 10^{-9}}$

$V = \frac{KQ}{r}$

$\frac{KQ}{r} = 12$ —— (2)

Solu. समी (1) ÷ (2) से

$\frac{KQ}{r^2} \times \frac{r}{KQ} = \frac{24}{12}$

$\frac{1}{r} = 2$

$r = \frac{1}{2} = \boxed{0.5m}$

समी. (2) से

$\frac{KQ}{0.5} = 12$

$Q = \frac{12 \times 0.5}{9 \times 10^9}$

$Q = \frac{6.0}{9 \times 10^9}$

$Q = \frac{2}{3 \times 10^9}$.

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Q.2. 1 बड़ी बुंद का आयतन = 27 छोटी बुंदों का आयतन

$$\frac{4}{3}\pi R^3 = 27 \times \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$R^3 = 27 r^3$$

$$R = 3r \quad \text{---} (1)$$

आवेश संरक्षण के नियम से:-

1 बड़ी बुंद पर आवेश = 27 छोटी बुंदों पर आवेश

$$Q = 27q \quad \text{---} (2)$$

बड़ी बुंद पर विभव -

$$V_{बड़ी} = \frac{KQ}{R}$$

$$V_{बड़ी} = \frac{K \times 27 \times q}{3r}$$

$$V_{बड़ी} = \frac{Kq}{r} \times 9$$

$$V_{बड़ी} = V_{छोटी} \times 9$$

$$V_{बड़ी} = 220 \times 9$$

$$\boxed{V_{बड़ी} = 1980\,V}$$

Eg. 3.5.

Solu. बिन्दु A पर +q आवेश के कारण विभव -

$$V = \frac{Kq}{r}$$

$$V = \frac{Kq}{a} \quad \text{---} (1)$$

इसी प्रकार $-q$, आवेश के कारण-

$$V = \frac{-kq}{(r+a)} \quad \text{---(2)}$$

अतः A पर कुल विभव -

$$V_A = \frac{kq}{a} - \frac{kq}{(r+a)} \quad \text{---(3)}$$

इसी प्रकार बिन्दु B पर $+q$ के कारण विभव-

$$V = \frac{kq}{(r+a)} \quad \text{---(4)}$$

इसी प्रकार $-q$ के कारण

$$V = \frac{-kq}{a} \quad \text{---(5)}$$

अतः कुल विभव

$$V_B = \frac{kq}{(r+a)} - \frac{kq}{a} \quad \text{---(6)}$$

अतः $V_A - V_B = \frac{kq}{a} - \frac{kq}{(r+a)} - \left(\frac{kq}{(r+a)} - \frac{kq}{a}\right)$.

$$V_A - V_B = \frac{2kq}{a} - \frac{2kq}{(r+a)}$$

$$V_A - V_B = 2kq\left[\frac{1}{a} - \frac{1}{(r+a)}\right]$$

$$V_A - V_B = 2kq\left[\frac{r+a-a}{a(r+a)}\right]$$

$$V_A - V_B = 2kq\left[\frac{r}{a(r+a)}\right]$$

Q.1. $q = 3C$, $W = 6J$

$$V_B - V_A = \frac{W}{q}$$

$$V_B - V_A = \frac{6}{2} = \boxed{2V}$$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Date ______
Page ______

Q. 2. 2V ———————— 4V
A ———————— B

$8\mu C \longrightarrow$

$W = ?$

Solu. $V_B - V_A = \frac{W}{q}$

$4 - 2 = \frac{W}{8 \times 10^{-6}}$

$2 \times 8 \times 10^{-6} = W$

$\boxed{W = 16 \times 10^{-6}\ J}$

Note:- 1. द्विध्रुव के निरक्ष पर वि० विभव का मान शून्य होता है। लेकिन वि० क्षेत्र का नही।

2. द्विध्रुव के कारण प्राप्त वि० विभव दूरी अर्थात उसके स्थिती सदिश तथा द्विध्रुव आघूर्ण व इनके मध्य बने कोण पर निर्भर करता है।

Q. वि० द्विध्रुव के लिए समान दूरी पर स्थित बिंदु के लिए वि० विभव तथा वि० क्षेत्र में कौन अधिक होगा और क्यों?

Ans इस स्थिती में $V \propto \frac{1}{r^2}$

तथा $E \propto \frac{1}{r^3}$ होने के कारण वि० विभव का मान E की तुलना में अधिक होगा।

Q. किसी $2\mu C$ के आवेश को द्विध्रुव के निरक्ष पर 5cm की दूरी तक विस्थापित किया जाता है तो इस स्थिती में किये गए कार्य की गणना करो।

$V_A - V_B = \frac{W}{q}$

निरक्ष पर → $V_A - V_B = 0$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

$\frac{W}{q} = 0$

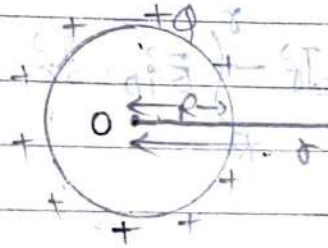
$\boxed{W = 0 \text{ J}}$

* समरूप आवेशित गोलीय कोश अथवा चालक गोले के कारण वि. विभव कि गणना -

माना कोई R त्रिज्या का एक चालक गोला है जिस पर आवेश Q इसकी सतह पर एकसमान रूप से वितरित है। तो इसकी विभिन्न स्थितियों पर वि. विभव की गणना करनी है।

Case I — जब बिंदु P चालक गोले के बाहर स्थित हो तो -

$r > R$ बाहर



वि. क्षेत्र व वि. विभव में संबंध से -

$V = -\int \vec{E} \cdot d\vec{r}$ से

$V_{out} = -\int_{\infty}^{r} \vec{E}_{out} \cdot d\vec{r}$ — ①

बिंदु आवेश के लिए -

$\vec{E}_{out} = \frac{KQ}{r^2} \cdot \hat{r}$

समी. ① से -

$V_{out} = -\int_{\infty}^{r} \frac{KQ}{r^2} \cdot \hat{r} \cdot d\vec{r}$ $\quad \because \hat{r} \cdot d\vec{r} = dr$

$V_{out} = -KQ \int_{\infty}^{r} \frac{1}{r^2} \cdot dr$

$V_{out} = -KQ \left[\frac{-1}{r}\right]_{\infty}^{r}$

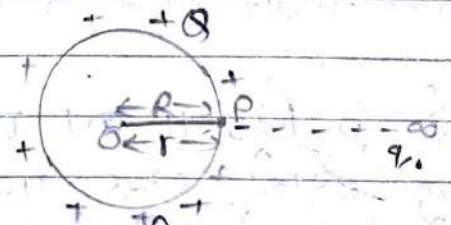
$V_{out} = KQ \left[\frac{1}{r} - \frac{1}{\infty}\right]$

$\boxed{V_{out} = \frac{KQ}{r}}$ — ②

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Date
Page

Case II जब बिन्दु P चालक गोले की सतह पर स्थित हो:-

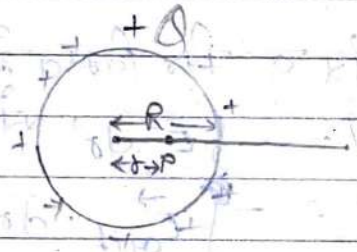


$r = R$

समी० (2) से

$$\boxed{V_{sur} = \frac{KQ}{R}} \quad \text{—(3)}$$

Case III जब बिंदु P चालक गोले के भीतर स्थित हो:-



$r < R$ (अन्दर)

वि० क्षेत्र व वि० विभव में सम्बंध से

$$V = -\int \vec{E} \cdot \vec{dr}$$

$$V_{in} = -\int_{\infty}^{R} \vec{E}_{out} \cdot \vec{dr} - \int_{R}^{r} \vec{E}_{in} \cdot \vec{dr}$$

चालक गोले के लिए-

$$\vec{E}_{out} = \frac{KQ}{r^2} \cdot \hat{r}$$

$$\vec{E}_{in} = 0$$

$$V_{in} = -\int_{\infty}^{R} \frac{KQ}{r^2} \cdot \hat{r} \cdot \vec{dr} - \int_{R}^{r} 0 \cdot \vec{dr}$$

$$V_{in} = -KQ \int_{\infty}^{R} \frac{1}{r^2} \cdot dr$$

$$V_{in} = -KQ \left[\frac{-1}{r} \right]_{\infty}^{R}$$

$$V_{in} = KQ \left[\frac{1}{R} - \frac{1}{\infty} \right]$$

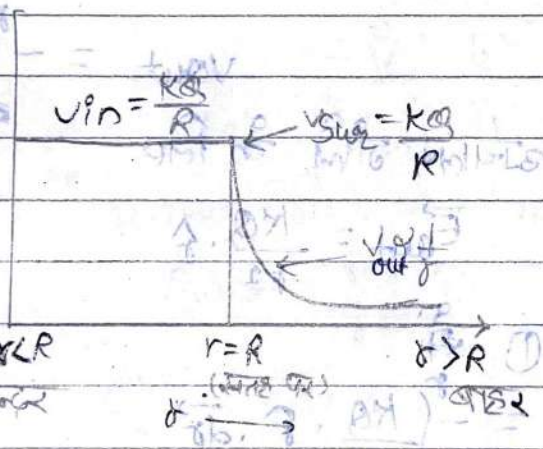
$$\boxed{V_{in} = \frac{KQ}{R}}$$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Note:- चालक गोले के भीतर तथा सतह पर वि० विभव का मान समान होता है।

Q.1. चालक गोले के लिए V तथा r के मध्य ग्राफ बनाओ।
Q.2. यदि किसी चालक गोले की त्रिज्या 10 cm है तथा इसकी सतह पर वि० विभव का मान 10 volt है। तो केंद्र से 5cm की दूरी पर वि० विभव कि गणना करो?
Q.3 सिद्ध करो कि द्विध्रुव के निरक्ष पर वि० क्षेत्र सदैव पृष्ठ के लम्बवत होता है।

Q.1.



Q.2.

Q.3. द्विध्रुव के निरक्ष पर

$V_{निरक्ष} = 0$

$\because W = qV$ से,

अतः $W = 0$

$\vec{F} \cdot \vec{dr} = 0$ से,

$\because \vec{F} = q_0\vec{E}$

$q_0\vec{E} \cdot \vec{dr} = 0$

$q_0 E dr \cos\theta = 0$

यदि $q_0 \neq 0$

$E \neq 0$

$dr \neq 0$

अतः $\cos\theta = 0$

$\theta = 90°$

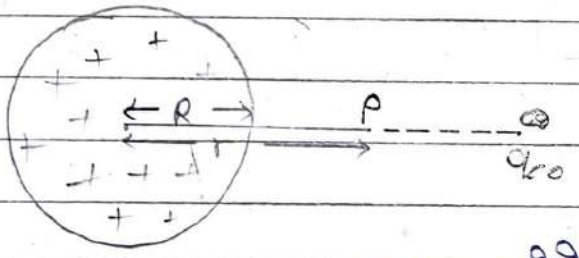
$E \perp dr$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Date
Page

* समरूप आवेशित अचालक गोले के कारण वि॰ विभव कि गणना – माना कोई R त्रिज्या का एक अचालक गोला हैं जिसपर आवेश Q इसके आयतन में एक समान रूप से वितरित हैं तो इसकी विभिन्न स्थितियों पर वि॰ विभव कि गणना करनी हैं।

Case I: जब बिंदु P अचालक गोले के बाहर स्थित हो –



$r > R$ (बाहर)

वि॰ क्षेत्र व वि॰ विभव में सम्बन्ध से –

$$V = -\int \vec{E} \cdot \vec{dr}$$

$$V_{out} = -\int_{\infty}^{r} \vec{E}_{out} \cdot \vec{dr} \quad —① $$

अचालक गोले के लिए

$$\vec{E}_{out} = \frac{KQ}{r^2} \cdot \hat{r}$$

समी॰ ① से

$$V_{out} = -\int_{\infty}^{r} \frac{KQ}{r^2} \cdot \hat{r} \cdot \vec{dr}$$

$$\because \hat{r} \cdot \vec{dr} = dr$$

$$V_{out} = -\int_{\infty}^{r} \frac{KQ}{r^2} \cdot dr$$

$$V_{out} = -KQ \int_{\infty}^{r} \frac{1}{r^2} \cdot dr$$

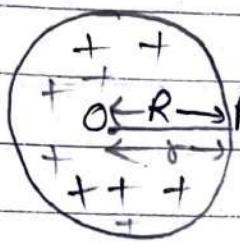
$$V_{out} = -KQ \left[\frac{-1}{r} \right]_{\infty}^{r}$$

$$V_{out} = KQ \left[\frac{1}{r} - \frac{1}{\infty} \right]$$

$$\boxed{V_{out} = \frac{KQ}{r}} \quad —②$$

Case II. जब बिंदु P अचालक गोले की सतह पर हो तो –

r = R (सतह पर)

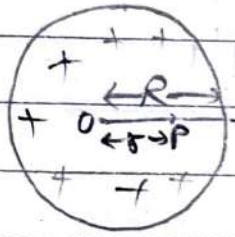


समी. ② से

$$\boxed{V_{sur} = \frac{KQ}{R}} \quad —— ③$$

Case III जब बिंदु P अचालक गोले के भीतर स्थित हो।

r < R अन्दर



वि॰ क्षेत्र व वि॰ विभव में सम्बन्ध से-

$$V = -\int \vec{E} \cdot \vec{dr} \text{ से}$$

$$V_{in} = -\int_{\infty}^{R} \vec{E}_{out} \cdot \vec{dr} - \int_{R}^{r} \vec{E}_{in} \cdot \vec{dr} \quad —— ④$$

अचालक गोले के लिए-

$$\vec{E}_{out} = \frac{KQ}{r^2} \cdot \hat{r}$$

$$\vec{E}_{in} = \frac{KQr}{R^3} \hat{r}$$

समी. ④ से

$$V_{in} = -\int_{\infty}^{R} \frac{KQ}{r^2} \cdot \hat{r} \cdot \vec{dr} - \int_{R}^{r} \frac{KQr}{R^3} \cdot \hat{r} \cdot \vec{dr}$$

$$V_{in} = -KQ \int_{\infty}^{R} \frac{1}{r^2} \cdot dr - \frac{KQ}{R^3} \int_{R}^{r} r \cdot dr$$

$$V_{in} = -KQ \left[\frac{-1}{r}\right]_{\infty}^{R} - \frac{KQ}{R^3} \left[\frac{r^2}{2}\right]_{R}^{r}$$

$$V_{in} = KQ\left[\frac{1}{R} - \frac{1}{\infty}\right] - \frac{KQ}{R^3}\left[\frac{r^2}{2} - \frac{R^2}{2}\right]$$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

$$V_{in} = \frac{KQ}{R} - \frac{KQr^2}{2R^3} + \frac{KQR^2}{2R^3}$$

$$V_{in} = \frac{KQ}{R} + \frac{KQ}{2R} - \frac{KQr^2}{2R^3}$$

$$V_{in} = \frac{KQ}{R}\left[1 + \frac{1}{2} - \frac{r^2}{2R^2}\right]$$

$$V_{in} = \frac{KQ}{R}\left[\frac{3}{2} - \frac{r^2}{2R^2}\right]$$

$$\boxed{V_{in} = \frac{KQ}{2R}\left[3 - \frac{r^2}{R^2}\right]} \longrightarrow (5) \quad V_{in} = \frac{KQ}{2R}\left[3 - \frac{r^2}{R^2}\right]$$

विशेष स्थिति – जब बिन्दु P अचालक गोले के केन्द्र पर हो।

$\therefore r = 0$

समी० (5) से,

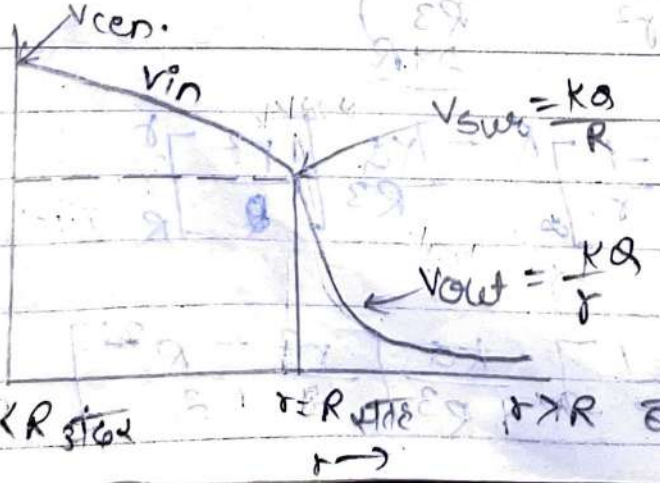
$$V_{cen.} = \frac{KQ}{2R} \times 3$$

$$V_{cen.} = \frac{3}{2} \times \frac{KQ}{R}$$

$\because \frac{KQ}{R} = V_{sur.}$

$$\boxed{V_{cen} = \frac{3}{2} \times V_{sur.}}$$

* V व r के मध्य ग्राफ –



Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Q. किसी अचालक गोले कि त्रिज्या 15cm है तथा इस पर उपस्थीती आवेश का मान 3mC है तो
i) केन्द्र से 20cm की दुरी पर
ii) केन्द्र से 15cm की दुरी है।
iii) केन्द्र से 9cm की दुरी पर
iv) केन्द्र पर वि॰ विभव कि गणना करो।

S. $Q = 3mC = 3\times10^{-3}C$

$R = 15cm = 15\times10^{-2}m$

i) $r = 20cm$

$V_{out} = \frac{KQ}{r} = \frac{9\times10^9\times3\times10^{-3}}{20\times10^{-2}} = \frac{27}{20}\times10^{11}\times10^{-3}$

$V_{out} = \frac{27}{20}\times10^8 = \frac{27}{2}\times10^7$

$\boxed{V_{out} = 13.5\times10^7}$

ii) $r = R = 15cm$

$V_{sur} = \frac{KQ}{R} = \frac{9\times10^9\times3\times10^{-3}}{15\times10^{-2}} = \frac{9}{5}\times10^{11}\times10^{-3}$

$\boxed{V_{sur} = 1.8\times10^8}$

iii) $r = 9cm$ (अन्दर)

$V_{in} = \frac{KQ}{2R}\left[3 - \frac{r^2}{R^2}\right]$

$V_{in} = \frac{9\times10^9\times3\times10^{-3}}{2\times15\times10^{-2}}\left[3 - \frac{81}{225}\right] = \frac{9}{10}\times10^8\left[3 - \frac{9}{25}\right]$

$V_{in} = 9\times10^7\left[\frac{75-9}{25}\right] = 9\times10^6\times\frac{660}{25} = 9\times10^6\times26.4 = 237.6\times10^6$

$\boxed{V_{in} = 2.376\times10^8}$

Eg. 6. 9.
आ. प्र. = 2, 3, 4

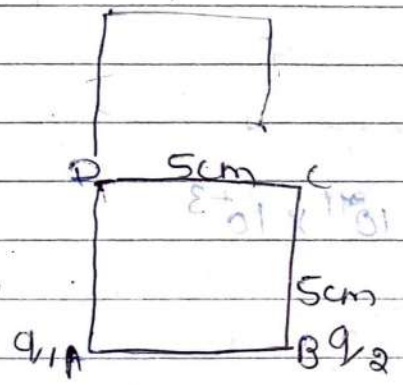
(iv) $V_{cen.} = \frac{3}{2} \times V_{sur}$

$V_{cen} = \frac{3}{2} \times \frac{9\times10^{9}\times 8\times10^{-3}}{15\times10^{-2}} = \frac{27}{2}\times\frac{10^{-8}}{5}$

$V_{cen} = \frac{27}{10}\times10^{-8}$

$\boxed{V_{cen} = 2.7\times10^{-8}}$

Q.

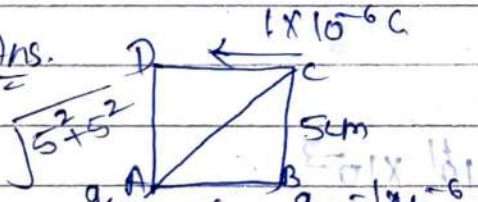


यदि $q_1 = 2\times10^{-6}C$

$q_2 = 1\times10^{-6}C$

प्रदर्शित चित्र में यदि आवेश $1\times10^{-6}C$ को बिंदु C से बिंदु D तक विस्थापित किया जाता है तो वि० क्षेत्र के विरुद्ध किये गये कार्य कि गणना करो?

Ans.



Solu. बिंदु C पर कुल विभव =

$V_C = V_1 + V_2 \quad \because V = \frac{Kq}{r}$ से

$V_C = \frac{9\times10^{9}\times2\times10^{-6}}{5\sqrt{2}\times10^{-2}} + \frac{9\times10^{9}\times1\times10^{-6}}{5\times10^{-2}}$

$V_C = \frac{18\times10^{5}}{5\sqrt{2}} + \frac{9\times10^{5}}{5}$

$V_C = \frac{9\times10^{5}}{5}\left[\frac{2}{\sqrt{2}}+1\right]$

$V_C = \frac{9\times10^{5}}{5}\left[\sqrt{2}+1\right] \rightarrow (1)$

इसी प्रकार बिंदु D पर विभव

$V_D = V_1 + V_2$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

$$V_D = \frac{9\times10^9 \times 2\times10^{-6}}{5\times10^{-2}} + \frac{9\times10^9\times1\times10^{-6}}{5\sqrt{2}\times10^{-2}}$$

$$V_D = \frac{18\times10^5}{5} + \frac{9\times10^5}{5\sqrt{2}}$$

$$V_D = \frac{9\times10^5}{5}\left[2+\frac{1}{\sqrt{2}}\right]$$

$$V_D = \frac{9\times10^5}{5}\left[\frac{2\sqrt{2}+1}{\sqrt{2}}\right] \quad -(2)$$

अतः विभवान्तर –

$$V_D - V_C = \frac{9\times10^5}{5}\left[\frac{2\sqrt{2}+1}{\sqrt{2}}\right] - \frac{9\times10^5}{5}\left[\sqrt{2}+1\right]$$

$$V_D - V_C = \frac{9\times10^5}{5}\left[\frac{2\sqrt{2}+1-(\sqrt{2}+1)}{\sqrt{2}}\right]$$

$$V_D - V_C = \frac{9\times10^5}{5}\left[\frac{2\sqrt{2}+1-2-\sqrt{2}}{\sqrt{2}}\right]$$

$$V_D - V_C = \frac{9\times10^5}{5}\left[\frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}}\right]$$

अतः कार्य –

$$W = qV \text{ से}$$

$$W = 1\times10^{-6}\left[\frac{9\times10^5}{5}\times\frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}}\right]$$

$$W = 10^{-6}\left[\frac{9\times10^5}{5}\times\frac{1.414-1}{1.414}\right]$$

$$W = 10^{-6}\left[\frac{9\times10^5}{5}\times\frac{0.414}{1.414}\right]$$

$$W = 10^{-6}\left[1.6\times10^5\times\frac{207}{707}\right]$$

$$=$$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

3.6. $q = \pm 8\times10^{-19} C$

$2a = 2\times10^{-10} m$

$r = 4\times10^{-6} m$

Sol:- i) द्विध्रुव के अक्ष पर –

$V_{अक्ष} = \frac{Kp}{r^2}$

$V_{अक्ष} = \frac{K(q\times2a)}{r^2} \Rightarrow \frac{9\times10^{9}(8\times10^{-19}\times2\times10^{-10})}{4\times4\times10^{-12}}$

$V_{अक्ष} = 9\times10^{-8}$ volt

ii) द्विध्रुव के निरक्ष पर

$V_{निरक्ष} = 0$ वोल्ट

iii) 60° के कोण पर

$V = \frac{kp}{r^2}\cos\theta$

$V = \frac{k(q\times2a)}{r^2}\times\cos60^\circ$

$V = 9\times10^{-8}\times\frac{1}{2} = 4.5\times10^{-8}$

3.9. $R = 10 cm$

$q = 3.2\times10^{-19} C$

Sol: i) $r = 14 cm$

$V_{out} = \frac{Kq}{r}$

$V_{out} = \frac{9\times10^{9}\times3.2\times10^{-19}}{14\times10^{-2}}$ (3.2 → 1.6, 14 → 7)

$V_{out} = \frac{9\times1.6\times10^{-10}}{7\times10^{-2}}$

$V_{out} = \frac{144}{7}\times10^{-8}$

$V_{out} = \frac{20.57}{10}\times10^{-8} = 2.057\times10^{-8} V$

ii) $r = 10 cm$

$\because r = R$

$V_{sur} = \frac{Kq}{R}$

$V_{sur} = \frac{9\times10^{9}\times8\times10^{-19}}{10\times10^{-2}}$

$= 7.2\times10^{-8}$

iii) $r = 4 cm$

$r<R$

$V_{in} = \frac{Kq}{2R}\left[3 - \frac{r^2}{R^2}\right]$

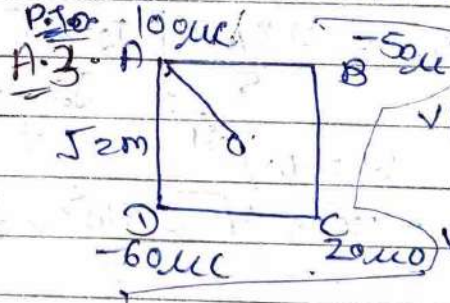
$V_{in} = \frac{9\times10^{9}\times3.2\times10^{-19}}{2\times10\times10^{-2}}\left[3 - \frac{16}{100}\right]$ (3.2 → 1.6, 16/100 → 4/25)

P.10 A.3

$V_{in} = 14.4\times10^{-9}\left[3 - \frac{4}{25}\right]$

$V_{in} = 14.4\times10^{-9}\left[\frac{75-4}{25}\right]$

$V_{in} = 14.4\times10^{-9}\times\frac{71}{25}$



$= 14.4\times10^{-9}\times2.84$

$= 40.896\times10^{-9}$

$V_{in} = 4.0896\times10^{-8}$ Volt

Q

A. 3. Ans.

Solu. बिन्दु O पर विभव –

$V = V_A + V_B + V_C + V_D$

$\because V = \frac{kq}{r}$ से –

$$V = \frac{9\times10^9\times100\times10^{-6}}{1} - \frac{9\times10^9\times50\times10^{-6}}{1} + \frac{9\times10^9\times20\times10^{-6}}{1} - \frac{9\times10^9\times60\times10^{-6}}{1}$$

$V = 90\times10^4 - 45\times10^4 + 18\times10^4 - 54\times10^4$

$V = 10^4[90 - 45 + 18 - 54]$

$\boxed{V = 10^4 \times 9 \text{ volt}}$

A. 4. $3\times10^{-8}C$ —— 15 cm, P —— $-2\times10^{-8}C$

A ← x → ← 15 − x → B

Solu. $V_P = V_A + V_B = 0$

$\because V = \frac{kq}{r}$

$$\frac{9\times10^9\times3\times10^{-8}}{x\times10^{-2}} - \frac{9\times10^9\times2\times10^{-8}}{(15-x)\times10^{-2}} = 0$$

$$\frac{9\times10^9\times3\times10^{-8}}{x\times10^{-2}} = \frac{9\times10^9\times2\times10^{-8}}{(15-x)\times10^{-2}}$$

$$\frac{3}{x} = \frac{2}{15-x}$$

$45 - 3x = 2x$

$45 = 5x$

$\boxed{x = 9 \text{ cm}}$

Case II. $3\times10^{-8}C$ (A) ← 15 cm → $-2\times10^{-8}C$ (B)

B ← x − 15 → P

← x →

$V_P = V_A + V_B = 0$

$\because V = \frac{kq}{r}$ से

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Date ______
Page ______

$$\frac{9\times10^9\times3\times10^{-8}}{x\times10^{-2}} - \frac{9\times10^9\times2\times10^{-8}}{(x-15)10^{-2}} = 0$$

$$\frac{9\times10^9\times3\times10^{-8}}{x\times10^{-2}} = \frac{9\times10^9\times2\times10^{-8}}{(x-15)\times10^{-2}}$$

$$\frac{3}{x} = \frac{2}{x-15}$$

$$3x - 45 = 2x$$

$$3x - 2x = 45$$

$$\boxed{x = 45}$$

*प्र. यदि किसी 10 cm त्रिज्या के अचालक गोले की सतह पर वि. विभव का मान 60 volt है तो इसके केंद्र पर वि. विभव कि गणना करो?

$$V_{cen} = \frac{3}{2}\times V_{sur}$$

$$= \frac{3}{2}\times 60$$

$$\boxed{V_{cen} = 90 \text{ volt}}$$

* समविभव पृष्ठ – वह पृष्ठ जिसके प्रत्येक बिंदु पर वि. विभव का मान समान होता है। उसे समविभव पृष्ठ कहा जाता है।

* समविभव पृष्ठ कि विशेषताए या गुण –

1. इस पृष्ठ के प्रत्येक बिंदु पर विभव का मान समान होता है अर्थात $V_A = V_B$
2. इस पृष्ठ में किन्ही दो बिंदुओ के मध्य विभवान्तर शून्य होता है।
   अर्थात $V_A - V_B = 0$

3. इस पृष्ठ में किसी आवेश को किन्ही दो बिंदुओ के मध्य विस्थापित करने में किए गये कार्य का मान सदैव शून्य प्राप्त होता है।

$W = qV$ से

$W = q(V_A - V_B)$

$\because V_A - V_B = 0$

$\boxed{W = 0}$

4. इस पृष्ठ में कार्यरत विद्युतीय बल सदैव पृष्ठ के लम्बवत होता है।

$W = 0$

$\vec{F} \cdot d\vec{r} = 0$

$F dr \cos\theta = 0$

यदि $F \neq 0, dr \neq 0$

अतः $\cos\theta = 0$

$\theta = \cos^{-1}(0)$

$\theta = \frac{\pi}{2}$ or 90°

$\boxed{F \perp dr}$

5. इस पृष्ठ में विद्युत क्षेत्र सदैव पृष्ठ के लम्बवत आरोपित होता है।

$W = 0$

$\vec{F} \cdot d\vec{r} = 0$

$\because \vec{F} = q_0\vec{E}$

$q_0\vec{E} \cdot d\vec{r} = 0$

$q_0 E dr \cos\theta = 0$

यदि $q_0 \neq 0, E \neq 0, dr \neq 0$

अतः $\cos\theta = 0^\circ$

$\theta = \frac{\pi}{2}$ or 90°

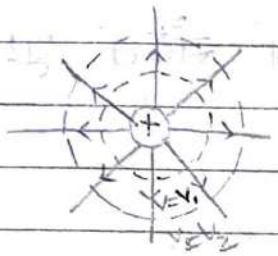
$\boxed{E \perp dr}$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

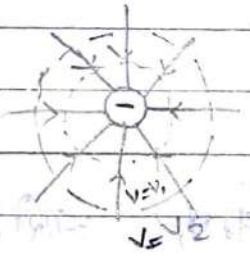
6. दो समविभव पृष्ठ कभी भी एक- दूसरे को नहीं काटते हैं। क्योंकि जिस बिंदु पर ये एक दूसरे को काटेंगे उस बिंदु पर वि. विभव के दो मान होंगे। जो कि सम्भव नहीं है।

* समविभव पृष्ठ की रचना –

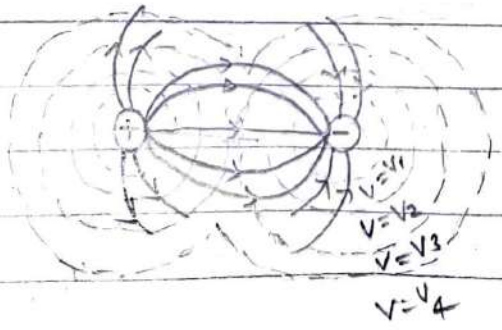
1. एकल धनावेश के लिए –



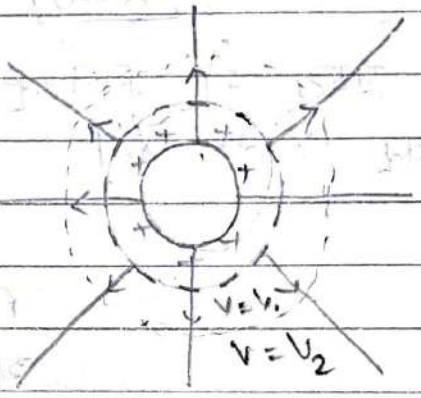
2. एकल ऋणावेश के लिए –



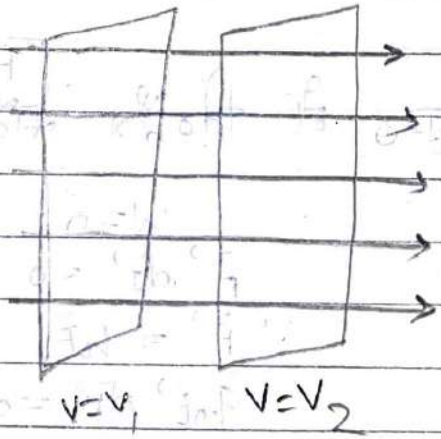
3. द्विध्रुव के लिए –



4. गोलीय चालक के लिए –



5. सम विद्युत क्षेत्र के लिए –



Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

* समविभव पृष्ठ का महत्व—

1. समविभव पृष्ठ कि सहायता से वि० क्षेत्र के परिमाण एवं दिशा के बारे में जानकारी प्राप्त होती है। जिन स्थानो पर समविभव पृष्ठ पास-2 होते हैं उन स्थानो पर वि० क्षेत्र का परिमाण अधिक होता है जबकि जिन स्थानो पर समविभव पृष्ठ दुर-2 होते हैं उन स्थानो वि० क्षेत्र का परिमाण कम प्राप्त होता है।

तथा वि० क्षेत्र कि दिशा सदैव दिए गए पृष्ठ के लम्बवत होती है।

Note:— विभवान्तर की परिभाषा से—

$$dV = -\int_A^B \vec{E}\cdot d\vec{r} \quad \text{—①}$$

यदि A व B पास-2 हो तो—

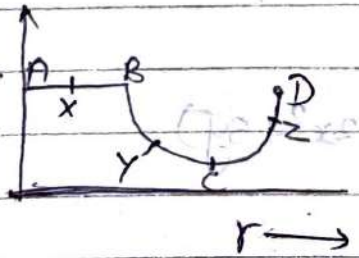
$$dV = -\vec{E}\cdot d\vec{r}$$

अधिकतम विभवान्तर के लिए

$$dV = -E\,dr$$

$$\boxed{E = \frac{-dV}{dr}}$$

अतः इससे स्पष्ट होता है कि वि० विभव की ऋणात्मक प्रवणता वि० क्षेत्र के बराबर होती है।

Q. 

प्रदर्शित चित्र में बिंदु x, y, z पर वि० क्षेत्र के चिन्ह बताइए।

बिंदु x के लिए

$V = \text{Constant}$

$\therefore E = \frac{-dV}{dr}$ से

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

$E = 0$

बिंदु y के लिए

$V = (-)ive$

$\because E = \frac{-dv}{dr}$ से

$E = -(-)ive$

$E = (+)ive$ बढ़ेगा।

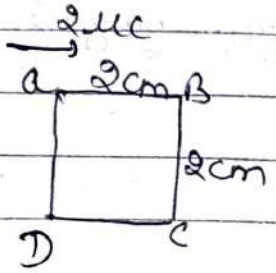
बिंदु z के लिए

$V = (+)ive$

$\because E = \frac{-dv}{dr}$ से

$E = -(+)ive$

$E = (-)ive$ कम होगा।

Q. 

प्रदर्शित चित्र में 2μC के आवेश को A से B, B से C, C से D तथा D से A तक विस्थापित किया जाता है तो कुल कार्य का मान ज्ञात करो?

$W = 0$ J.

संस्थी बलों के अन्तर्गत किये गए कार्य का मान शून्य प्राप्त होता है।

Q. यदि $V = 2x^2 + 3y$ Volt है तो इसके लिए मूल बिंदु पर वि. क्षेत्र की गणना करो?

$V = 2x^2 + 3y$ Volt

$E = \frac{-dv}{dr}$ से

$E = \frac{-d}{dr}(2x^2 + 3y)$

$E = \frac{-d(2x^2+3y)}{dx} - \frac{d(2x^2+3y)}{dy}$

$E = -4x - 3$

मूल बिंदु पर - $x = 0$, $y = 0$

$E = -3$ N/C

Eg 7.8
A = 5.6 ±0.10

Imp.

Q. सिद्ध करो की $E = -\vec{\nabla} V$ होता है।

solu. $\vec{E} = E_x\hat{i} + E_y\hat{j} + E_z\hat{k}$

$d\vec{r} = dx\hat{i} + dy\hat{j} + dz\hat{k}$

gradient → $\vec{\nabla} = \frac{\delta}{\delta x}\hat{i} + \frac{\delta}{\delta y}\hat{j} + \frac{\delta}{\delta z}\hat{k}$

$dv = \left(\frac{\delta v}{\delta x}\right)dx\hat{i} + \left(\frac{\delta v}{\delta y}\right)dy\hat{j} + \left(\frac{\delta v}{\delta z}\right)dz\hat{k}$

$\because E = \frac{-dv}{dr}$ से

$dv = -\vec{E} \cdot d\vec{r}$

$dv = -(E_x\hat{i} + E_y\hat{j} + E_z\hat{k}) \cdot (dx\hat{i} + dy\hat{j} + dz\hat{k})$

$dv = -(E_x dx + E_y dy + E_z dz)$

dv का मान रखने पर

$\left(\frac{\delta v}{\delta x}\right)dx\hat{i} + \left(\frac{\delta v}{\delta y}\right)dy\hat{j} + \left(\frac{\delta v}{\delta z}\right)dz\hat{k} = -E_x dx - E_y dy - E_z dz$

तुलना करने पर -

$-E_x dx = \left(\frac{\delta v}{\delta x}\right)dx\hat{i} = \left(\frac{\delta v}{\delta x}\right)dx\hat{i} \Rightarrow E_x = \frac{-\delta v}{\delta x}\hat{i}$

इसी प्रकार -

$E_y = \frac{-\delta v}{\delta y}\hat{j}$

$E_z = \frac{-\delta v}{\delta z}\hat{k}$

अतः कुल वि० होगा

$\vec{E} = E_x + E_y + E_z$

$E = -\left(\frac{\delta v}{\delta x}\hat{i} + \frac{\delta v}{\delta y}\hat{j} + \frac{\delta v}{\delta z}\hat{k}\right)$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Date
Page

$$\vec{E} = -\left(\frac{\delta}{\delta x}\hat{i} + \frac{\delta}{\delta y}\hat{j} + \frac{\delta}{\delta z}\hat{k}\right)V$$

$$\boxed{\vec{E} = -\vec{\nabla} V}$$

3.7. $V = \frac{343}{r}$ volt

$\vec{r} = 3\hat{i} + 2\hat{j} - 6\hat{k}$ m

$E = ?$

Solu. $\vec{E} = -\frac{dv}{dr}\cdot\hat{r}$ $\quad \because \hat{r} = \frac{\vec{r}}{|r|}$

$$\vec{E} = -\frac{d}{dr}\left(\frac{343}{r}\right)\cdot\frac{\vec{r}}{|r|}$$

$$\vec{E} = -343\left(\frac{-1}{r^2}\right)\cdot\frac{3\hat{i} + 2\hat{j} - 6\hat{k}}{\sqrt{(3)^2 + (2)^2 + (-6)^2}}$$

$$\vec{E} = \frac{343}{r^2}\cdot\frac{3\hat{i} + 2\hat{j} - 6\hat{k}}{\sqrt{9 + 4 + 36}}$$

$$= \frac{343}{r^2}\cdot\frac{3\hat{i} + 2\hat{j} - 6\hat{k}}{\sqrt{49}}$$

$$= \frac{343}{(\sqrt{49})^2}\cdot\frac{3\hat{i} + 2\hat{j} - 6\hat{k}}{7}$$

$$= \frac{343}{49}\cdot\frac{3\hat{i} + 2\hat{j} - 6\hat{k}}{7}$$

$$\boxed{\vec{E} = 3\hat{i} + 2\hat{j} - 6\hat{k} \text{ V/m}}$$

3.8. $V(x, y, z) = 6x - 8xy - 8y + 6yz$

बिंदु (1, 1, 1) पर $E = ?$

Solu. $\vec{E} = -\vec{\nabla} V$

$$\vec{E} = -\left(\frac{\delta}{\delta x}\hat{i} + \frac{\delta}{\delta y}\hat{j} + \frac{\delta}{\delta z}\hat{k}\right)\cdot V$$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

$$\vec{E} = -\left(\frac{\delta V}{\delta x}\hat{i} + \frac{\delta V}{\delta y}\hat{j} + \frac{\delta V}{\delta z}\hat{k}\right)$$

$$\vec{E} = -\left[(6-8y)\hat{i} + (-8x-8+6z)\hat{j} + (6y)\hat{k}\right]$$

$$\vec{E} = -6\hat{i} + 8y\hat{i} + 8x\hat{j} + 8\hat{j} - 6z\hat{j} - 6y\hat{k}$$

बिंदु (1, 1, 1) पर·

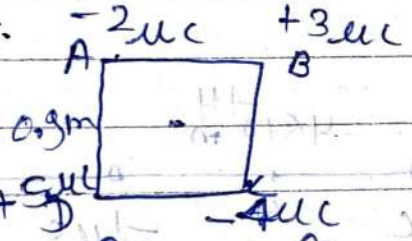
$$\vec{E} = -6\hat{i} + 8\hat{i} + 8\hat{j} + 8\hat{j} - 6\hat{j} - 6\hat{k}$$

$$\vec{E} = 2\hat{i} + 10\hat{j} - 6\hat{k}$$

$$|\vec{E}| = \sqrt{(2)^2 + (10)^2 + (-6)^2} = \sqrt{4 + 100 + 36}$$

$$|\vec{E}| = \sqrt{35 \times 4}$$

$$\boxed{|\vec{E}| = 2\sqrt{35}\ V/m}$$



A·5·

बिंदु O पर विभव·

Solu·

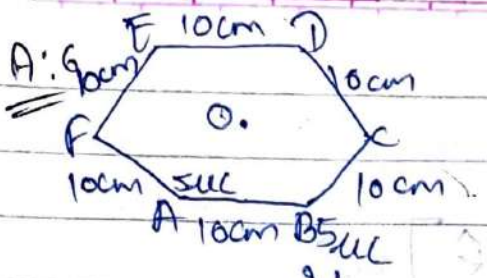
$V = V_A + V_B + V_C + V_D$

$\because V = \frac{kq}{r}$

$V =$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

A: 6



Solu. $V = \frac{Kq}{r}$ से

बिंदु O पर विभव -

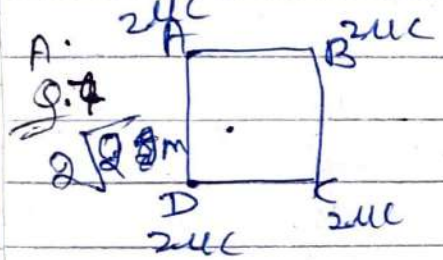
$V = 6 \times \frac{Kq}{r} = \frac{6 \times 9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-6}}{10 \times 10^{-2}}$

$= 27 \times 10^{11} \times 10^{-6}$

$= 27 \times 10^5$

$V = 2.7 \times 10^6 \text{ V}$

A: 7



Solu. बिंदु O पर विभव -

$\because V = \frac{kq}{r}$

$V = 4 \times \frac{kq}{r}$

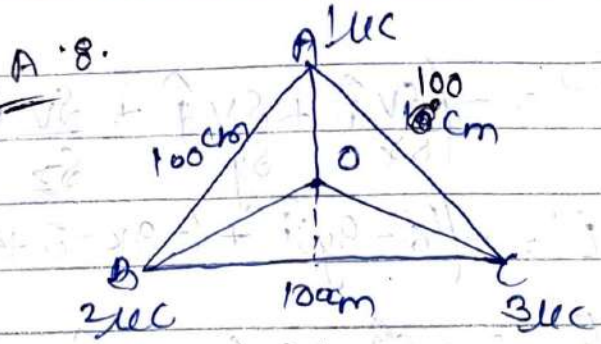
$V = \frac{4 \times 9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-2}}$

$V = \frac{36 \times 10^3}{10^{-2}}$

$V = 36 \times 10^5$

A. 8.

Solu. बिंदु O पर विभव



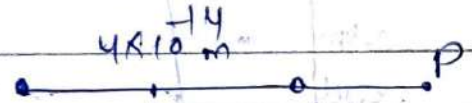
$V = V_A + V_B + V_C$

$\because V = \frac{Kq}{r}$

$V = \frac{9 \times 10^9 \times 1 \times 10^{-6}}{\left(\frac{100 \times 10^{-2}}{\sqrt{3}}\right)}$

A. 9.

Solu. द्विध्रुव के अक्ष पर विभव



$V = \frac{KP}{r^2}$ से

$V = \frac{K(q \times 2a)}{r^2}$

$V = \frac{9 \times 10^9 \times (1 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-14})}{4 \times 10^{-12}}$

$V = \frac{9 \times 10^{21} \times 4 \times 10^{-20}}{4 \times 10}$

$V = 90 = 90 \text{ volt}$

A.10.

i) $q = 4\times10^{-7} C$

$r = 9 cm = 9\times10^{-2} m$

$V = \frac{Kq}{r}$ से

$V = \frac{9\times10^{9}\times4\times10^{-7}}{9\times10^{-2}}$

$\boxed{V = 4\times10^{4}\ Volt}$

ii) $Q = 2\times10^{-9} C$

$W = qV$

$W = Q(V - V_\infty)$

$W = 2\times10^{-9}(4\times10^{4} - 0)$

$\boxed{W = 8\times10^{-5}\ जुल}$

किया गया कार्य पथ पर निर्भर नहीं करता है।

* आवेश अथवा आवेश निकाय कि वि० स्थितिज ऊर्जा-

=> परिभाषा-

जब किसी आवेश अथवा आवेश निकाय को अनन्त से वि० क्षेत्र मे स्थित किसी बिंदु तक लाने में क्षेत्र के विरुद्ध किया गया कार्य ही वि० स्थितिज ऊर्जा कहलाती है।

case I जब बाह्य वि० क्षेत्र उपस्थित न हो-

1. एकल आवेश कि वि० स्थितिज ऊर्जा-

जब किसी एक आवेश को अनन्त से किसी बिंदु तक लाने में किया गया कार्य ही एकल आवेश कि वि० स्थितिज ऊर्जा कहलाती है।

माना किसी आवेश q_1 को अनन्त से लाने में किया गया कार्य-

$\because E = 0$

$\therefore V = 0$

तो $W = qV$ से

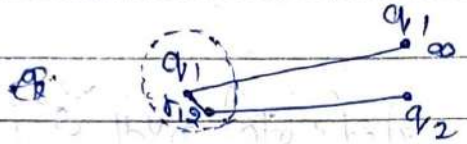
$\boxed{W = 0}$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

2. द्वि आवेश निकाय कि वि० स्थैतिज ऊर्जा -

जब दो आवेशों को अथवा द्वि आवेश निकाय को अनन्त से किसी बिंदु तक लाया जाता है तो इस स्थिति में किया गया कार्य ही द्वि आवेश निकाय कि वि० स्थैतिज ऊर्जा कहलाती है।

माना दो आवेश q_1 व q_2 आवेश को अनन्त से लाने में किया गया कार्य -



q_1 आवेश के लिए

$\because E = 0$

तो $\because V = 0$

$W_1 = qV$ से

$W_1 = 0$ ——— ①

q_2 आवेश के लिए

$W_2 = q_2 \times V_1$

$W_2 = q_2 \times \frac{K q_1}{r_{12}}$

$W_2 = \frac{K q_1 q_2}{r_{12}}$

अतः कुल कार्य -

$W = W_1 + W_2$

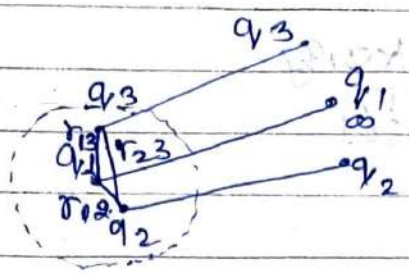
$W = 0 + \frac{K q_1 q_2}{r_{12}}$

$$\boxed{W = U = \frac{K q_1 q_2}{r_{12}}}$$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

3. त्रिआवेश निकाय की वि० स्थितिज ऊर्जा – जब द्विआवेशी अथवा अथवा त्रिआवेश निकाय को अनन्त से किसी बिंदु तक लाया जाता है। तो इस स्थिति में किया गया कार्य ही त्रि आवेश निकाय कि वि० स्थितिज ऊर्जा कहलाती हैं।

माना तीन आवेश q_1, q_2, q_3 आवेश को अनन्त से लाने मे किया गया कार्य –



q_1 आवेश के लिए –

$\because E = 0$

$\therefore V = 0$

तो $W = qV$ से

$W_1 = 0$ — ①

q_2 आवेश के लिए –

$W_2 = q_2 \times V_1$

$W_2 = q_2 \times \frac{Kq_1}{r_{12}}$

$W_2 = \frac{Kq_1q_2}{r_{12}}$ — ②

q_3 आवेश के लिए –

$W_3 = q_3 \times V_1 + q_3 \times V_2$

$W_3 = q_3 \times \frac{Kq_1}{r_{13}} + q_3 \times \frac{Kq_2}{r_{23}}$ — ③

अतः कुल कार्य –

$W = W_1 + W_2 + W_3$

$W = 0 + \frac{Kq_1q_2}{r_{12}} + \frac{Kq_3q_1}{r_{13}} + \frac{Kq_2q_3}{r_{23}}$

$$\boxed{W = U = \frac{Kq_1q_2}{r_{12}} + \frac{Kq_3q_1}{r_{13}} + \frac{Kq_2q_3}{r_{23}}}$$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Note:- n- आवेशों के निकाय के लिए वि० स्थितिज ऊर्जा-

$$U = \frac{1}{2}\sum_{\substack{i=1\\ j=1\\ i\neq 1}}^{n} \frac{Kq_iq_j}{r_{ij}}$$

Q. $V = (6x^2y - 2y + 6z)$ है तो इसके लिए मुल बिन्दु पर वि० क्षेत्र की गणना करो ?

Ans $V = 6x^2y - 2y + 6z$

$$E = -\frac{dV}{dr}$$

$$E = -\frac{d}{dr}(6x^2y - 2y + 6z)$$

$$E = -\frac{d}{dx}(6x^2y - 2y + 6z) - \frac{d}{dy}(6x^2y - 2y + 6z) - \frac{d}{dz}(6x^2y - 2y + 6z)$$

$$E = -12xy - (6x^2 - 2) - 6$$

$$E = -12xy - 6x^2 + 2 - 6$$

मुल बिंदु पर

$$E = +2 - 6$$

$$\boxed{E = -4 N/C}$$

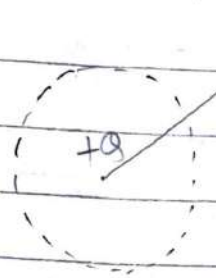
Case II. जब बाह्य वि० क्षेत्र उपस्थित हो तो वि० स्थितिज ऊर्जा-

1. एकल आवेश की वि० स्थितिज ऊर्जा-

जब किसी एक आवेश को अनन्त से वि० क्षेत्र में स्थित किसी बिंदु तक लाने में क्षेत्र के विरुद्ध किया गया कार्य ही एकल आवेश कि वि० स्थितिज ऊर्जा कहलाती है।

माना q_1 आवेश को लाने में किया गया कार्य -

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini



$W = qV$ से

$W_1 = q_1 \times V_Q$

$\because V = \frac{Kq}{r}$ से

$W_1 = q_1 \times \frac{KQ}{r_{01}}$

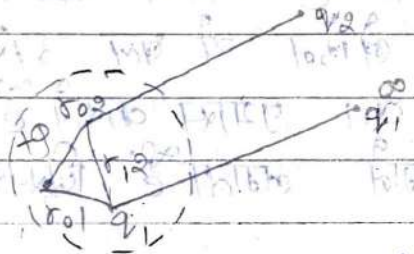
$W_1 = \frac{KQq_1}{r_{01}}$

$$\boxed{U = \frac{KQq_1}{r_{01}}}$$

Q. द्विआवेश निकाय कि स्थैतिज ऊर्जा –

जब किन्ही दो आवेशो को अनन्त से वि० क्षैत्र में स्थीत किया किसी बिंदु तक लाने में क्षैत्र के विरुद्ध किया गया कार्य ही द्विआवेश निकाय की वि० स्थैतिज ऊर्जा कहलाती हैं।

माना q_1 व q_2 आवेश को अनन्त से लाने में किया गया कार्य



$W = qV$ से

$W_1 = q_1 \times V_Q$

$\because V = \frac{Kq}{r}$ से

$W_1 = q_1 \times \frac{KQ}{r_{01}}$

$W_1 = \frac{KQq_1}{r_{01}}$ —— ①

q_2 आवेश को लाने में कार्य

$W_2 = q_2 \times V_Q + q_2 \times V_1$

$W_2 = q_2 \times \frac{KQ}{r_{02}} + q_2 \times \frac{Kq_1}{r_{12}}$

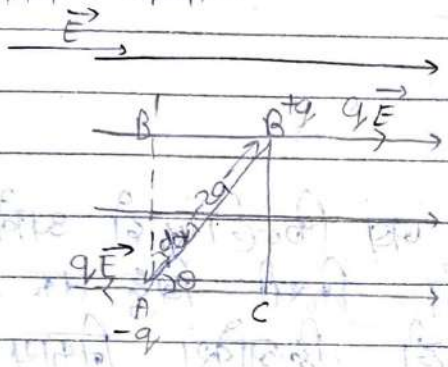
$W_2 = \frac{KQq_2}{r_{02}} + \frac{Kq_1q_2}{r_{12}}$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Date
Page

अतः कुल कार्य –

$$W = W_1 + W_2$$



$$W = U = \frac{Kq q_1}{r_{01}} + \frac{Kq q_2}{r_{02}} + \frac{K q_1 q_2}{r_{12}}$$

द्विध्रुव को समविद्युत क्षेत्र में रखने पर किया गया कार्य अथवा वि० स्थितिज ऊर्जा –

जब किसी द्विध्रुव को किसी सम विद्युत क्षेत्र में रखा जाता है तो इसके दोनों आवेशों के कारण परिमाण में समान व दिशा में विपरित विधुतीय बल कार्यरत होते हैं जिसके कारण परिणामी बल का मान शून्य प्राप्त होता है लेकिन ये बल असंरेखीत होने के कारण द्विध्रुव को घुमाने का प्रयास करते हैं। जिसके कारण इस पर बलाघुर्ण लगने लगता हैं जिसका मान

$$\tau = PE\sin\theta \quad \text{—(1)}$$

इस स्थिति मे द्विध्रुव को अल्प कोण $d\theta$ से घुमाने पर किया गया कार्य ही द्विध्रुव की वि० स्थितिज ऊर्जा कहलाती हैं।

अतः कार्य की परिभाषा से –

$$dW = \tau . d\theta$$

समी० (1) से

$$dW = PE\sin\theta . d\theta \quad \text{—(2)}$$

अतः कुल किया गया कार्य –

$$\int dW = \int_{\theta_1}^{\theta_2} PE\sin\theta . d\theta$$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

$W = U = pE\left[-\cos\theta\right]_{\theta_1}^{\theta_2}$

$$\boxed{W = U = -pE[\cos\theta_2 - \cos\theta_1]} \quad \text{--- (3)}$$

यदि $\theta_1 = 90°$ व $\theta_2 = \theta$ हो तो –

समी॰ (3) से

$U = -pE[\cos\theta° - \cos 90°]$

$$\boxed{U = -pE\cos\theta} \quad \text{--- (4)}$$

or

$$\boxed{U = -\vec{P}\cdot\vec{E}}$$

Case I. यदि $\vec{P}$ व $\vec{E}$ एक-दूसरे के समान्तर or एक ही दिशा में हो तो –

$\theta = 0°$

$\cos 0° = 1$

समी॰ (4) से – स्थायी अवस्था

$$\boxed{U_{min} = -PE}$$

यह स्थिति द्विध्रुव की ~~असंतुलन~~ स्थायी अवस्था की स्थिति कहलाती है। क्योंकि इस स्थिति में स्थितिज ऊर्जा का मान न्यूनतम होता है।

Case II यदि $\vec{P}$ व $\vec{E}$ एक-दूसरे के लम्बवत् हो तो –

$\theta = 90°$

$\cos 90° = 0$

समी॰ (4) से

$$\boxed{U = 0} \quad – \text{ असंतुलन की स्थिति}$$

यह स्थिति द्विध्रुव की असंतुलन की स्थिति कहलाती है।

Case III यदि $\vec{P}$ व $\vec{E}$ एक-दूसरे के प्रतिसमान्तर or विपरित हो तो –

$\theta = 180°$

$\cos 180° = 1$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Date
Page

समी० (4) से :-

$[U_{max} = +P.E]$ - अस्थायी अवस्था

यह द्विध्रुव की अस्थायी अवस्था कहलाती हैं क्योंकि इस स्थिति में स्थितिज ऊर्जा का मान अधिकतम होता है।

3.10. $p^+ \overset{6\times10^{-15}m}{\longleftrightarrow} p^+$

Solⁿ. $U = \frac{K q_1 q_2}{r_{12}}$ से

$$U = \frac{9\times10^9 \times 1.6\times10^{-19} \times 1.6\times10^{-19}}{6\times10^{-15}} \text{ J}$$

$\because$ $1 eV = 1.6\times10^{-19}$ J

$$U = \frac{9\times10^9 \times 1.6\times10^{-19} \times 1.6\times10^{-19}}{6\times10^{-15} \times 1.6\times10^{-19}}$$

$$\boxed{U = 2.4\times10^5 eV}$$

Eg. 3.7. $V = \frac{343}{r}$ वोल्ट

$\vec{r} = (3\hat{i} + 2\hat{j} - 6\hat{k})$ m

$E = ?$

Solⁿ. $\vec{E} = -\frac{dV}{dr}\cdot\hat{r}$

$$\vec{E} = -\frac{dV}{dr}\cdot\frac{\vec{r}}{r}$$

$$\vec{E} = -\frac{\vec{r}}{r}\cdot\frac{d}{dr}\left(\frac{343}{r}\right)$$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

$$\vec{E} = \frac{-\vec{r}}{r} \cdot \left(\frac{-343}{r^2}\right)$$

$$\vec{E} = +\vec{r}\,\frac{343}{r^3}$$

$$\vec{E} = (3\hat{i} + 2\hat{j} - 6\hat{k}) \cdot \frac{343}{\left[\sqrt{(3)^2 + (2)^2 + (-6)^2}\right]^3}$$

$$\vec{E} = (3\hat{i} + 2\hat{j} - 6\hat{k}) \cdot \frac{343}{(7)^3}$$

$$\vec{E} = (3\hat{i} + 2\hat{j} - 6\hat{k})\ V/m$$

Eg. 3.8. $v(x,y,z) = 6x - 8xy - 8y + 6yz$ volt

बिन्दु $(1,1,1)$ पर $E = ?$

Solu. $E = \frac{-dv}{dr}$ से

$$E = \frac{-d}{dr}(6x - 8xy - 8y + 6yz) \cdot \hat{r}$$

$$E = -[(6 - 8y) + (-8x - 8 + 6z) + (6y)]\,\hat{r}$$

बिन्दु $(1, 1, 1)$ पर

$$E = -[(6 - 8)\hat{i} + (-8 - 8 + 6)\hat{j} + 6\hat{k}]$$

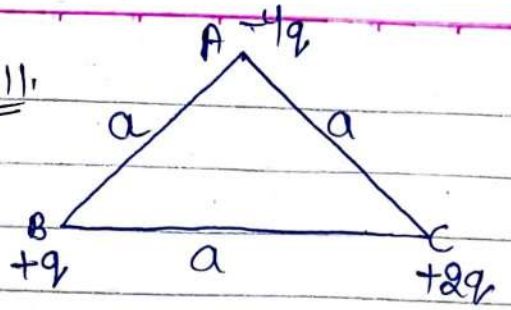
$$E = -[-2\hat{i} - 10\hat{j} + 6\hat{k}]$$

$$E = [2\hat{i} + 10\hat{j} - 6\hat{k}]$$

$|\vec{E}| =$

Nand
Date
Page

Q. 11.



$q = 1\times10^{-7} C$

$a = 0.10 m$

Solu. $U = U_{AB} + U_{BC} + U_{CA}$

$\because U = \frac{kq_1q_2}{r_{12}}$ से

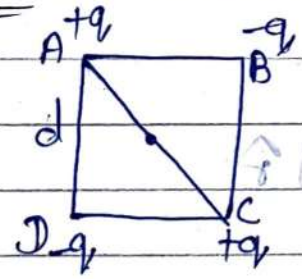
$$U = \frac{-k\times4q\times q}{a} + \frac{k\times q\times2q}{a} - \frac{k\times2q\times4q}{a}$$

$$U = \frac{k\times2q^2}{a}[-2+1-4]$$

$$U = \frac{-5k\times2q^2}{a} = \frac{-10kq^2}{a}$$

$$U = \frac{-10\times9\times10^9\times1\times10^{-7}\times1\times10^{-7}}{0.10}$$

Eg. 3.12. +q, -q, +q, -q



Solu. +q आवेश को लाने में कार्य -

$\because E = 0$

$\therefore V = 0$ से

$W = qV$

$W_1 = 0$ —— (1)

-q आवेश को लाने में कार्य -

$W_2 = -q\times V_A$

$\because V = \frac{kq}{r}$ से

$$W_2 = -q\times\frac{kq}{d}$$

$$W_2 = \frac{-kq^2}{d}$$ —— (2)

+q आवेश को लाने मे कार्य

$W_3 = +q\times V_A + q\times V_B$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

$$W_3 = q \times \frac{Kq}{d\sqrt{2}} - q \times \frac{Kq}{d}$$

$$W_3 = \frac{Kq^2}{d\sqrt{2}} - \frac{Kq^2}{d} \quad \text{---} (3)$$

$-q$ आवेश लाने में कार्य -

$$W_4 = -q \times V_A - q \times V_B - q \times V_C$$

$$W_4 = -q \times \frac{Kq}{d} + q \times \frac{Kq}{d\sqrt{2}} - q \times \frac{Kq}{d}$$

$$W_4 = \frac{-Kq^2}{d} + \frac{Kq^2}{d\sqrt{2}} - \frac{Kq^2}{d} \quad \text{---} (4)$$

अतः कुल कार्य -

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4$$

$$W = 0 - \frac{Kq^2}{d} + \frac{Kq^2}{d\sqrt{2}} - \frac{Kq^2}{d} - \frac{Kq^2}{d} + \frac{Kq^2}{d\sqrt{2}} - \frac{Kq^2}{d}$$

$$W = \frac{-4Kq^2}{d} + \frac{2Kq^2}{d\sqrt{2}}$$

$$\boxed{W = \frac{2Kq^2}{d}\left[-2 + \frac{1}{\sqrt{2}}\right] \text{ Joule}}$$

b) q_0 आवेश को केंद्र पर लाने मे कार्य -

$$W = q_0 V_A + q_0 \times V_B + q_0 \times V_C + q_0 \times V_D$$

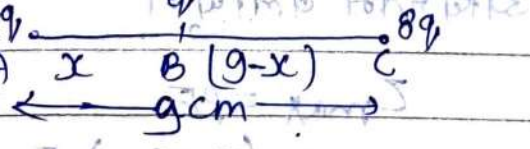
$$W = q_0 [V_A + V_B + V_C + V_D]$$

$$W = q_0 \left[\frac{Kq}{(d/\sqrt{2})} - \frac{Kq}{(d/\sqrt{2})} + \frac{Kq}{(d/\sqrt{2})} - \frac{Kq}{(d/\sqrt{2})}\right]$$

$$\boxed{W = 0 \text{ जूल}}$$

3.13. Sol

2q —— q —— 8q
A   x   B (9−x)   C
← 9 cm →



निकाय की कुल स्थितिज ऊर्जा -

$$U = U_{AB} + U_{BC} + U_{AC}$$

$$U = \frac{K \times 2q \times q}{x \times 10^{-2}} + \frac{K \times q \times 8q}{(9-x) \times 10^{-2}} + \frac{K \times 2q \times 8q}{9 \times 10^{-2}}$$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

$$U = \frac{2kq^2}{x \times 10^{-2}} + \frac{8kq^2}{(9-x) \times 10^{-2}} + \frac{16kq^2}{9 \times 10^{-2}}$$

$$U = \frac{2kq^2}{10^{-2}} \left[\frac{1}{x} + \frac{4}{(9-x)} + \frac{8}{9} \right]$$

न्यूनतम स्थितिज ऊर्जा के लिए-

$$\because \frac{dU}{dx} = 0$$

$$\frac{d}{dx}\left[\frac{2kq^2}{10^{-2}}\left\{\frac{1}{x} + \frac{4}{(9-x)} + \frac{8}{9}\right\}\right] = 0$$

$$\frac{2kq^2}{10^{-2}}\left[\frac{-1}{x^2} - \frac{4}{(9-x)^2}(-1)\right] = 0$$

$$\frac{2kq^2}{10^{-2}}\left[\frac{-1}{x^2} + \frac{4}{(9-x)^2}\right] = 0$$

$$\frac{1}{x^2} = \frac{4}{(9-x)^2}$$

$$\frac{1}{x} = \pm\frac{2}{9-x}$$

3.14.

1×10^{-6} ——— 2 cm ——— -1×10^{-6}

$E = 1 \times 10^5 \, V/m$

अधिकतम बलाघूर्ण

$$\tau_{max} = pE$$

$$\tau_{max} = (q \times 2a) E$$

$$\tau = (1 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-2}) \times 1 \times 10^{5}$$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

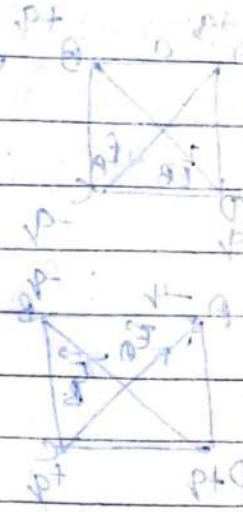
$\tau_{max} =$

ब. स्थायी संतुलन की अवस्था में:-

$\theta = 0°$

$U_{min} = -PE$

$U_{min} =$



स. $\theta_1 = 0° = \theta_2 = 180°$

$U = -pE[\cos\theta_2 - \cos\theta_1]$

$U = -PE[\cos 180° - \cos 0°]$

$U = -PE[-1-1]$

$U = -PE[-2]$

$U = +2PE$

U

द.) $\theta_1 = 0°, \theta_2 = 90°$

$U = -PE[\cos\theta_2 - \cos\theta_1]$

$U = -PE[\cos 90° - \cos 0°]$

$U = -PE(-1) = +PE$

objective Q. 1. $E = 50 V/m$

$V = 300 V$

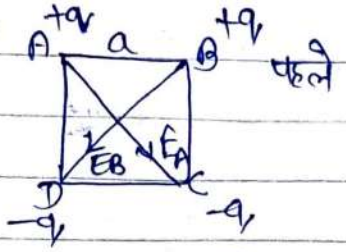
$r = ?$

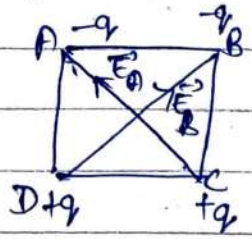
$V = E \times r \Rightarrow r = \frac{V}{E}$

$r = \frac{300}{50} = 6m$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Date ____ Page ____





obj: 2.

पहले

$\vec{E}$ बदल जाता है तथा V अपरिवर्तित रहता है।

obj: 3.

$V = 200$ वोल्ट

$W = qV$ से

$W = -eV$

$W = -1.6 \times 10^{-19} \times 200$

$$\boxed{W = -3.2 \times 10^{-17} \text{ Joule}}$$

obj: 4. $V_1 = V_2$

$\frac{Kq_1}{r_1} = \frac{Kq_2}{r_2}$ से

$\because \sigma = \frac{Q}{A}$

$Q = \sigma A$

$\frac{K\sigma_1 A_1}{r_1} = \frac{K\sigma_2 A_2}{r_2}$

$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{A_2}{r_2} \times \frac{r_1}{A_1}$

$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{4\pi r_2^2}{r_2} \times \frac{r_1}{4\pi r_1^2}$

$$\boxed{\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{r_2}{r_1}}$$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

obj 5:

$A(a,0)$

$B = \left(\frac{a}{\sqrt{2}}, \frac{a}{\sqrt{2}}\right)$

$\vec{r_1} = a\hat{i} + 0\hat{j}$

$\vec{r_2} = \frac{a}{\sqrt{2}}\hat{i} + \frac{a}{\sqrt{2}}\hat{j}$

$r_1 = \sqrt{(a)^2 + (0)^2} = a$

$r_2 = \sqrt{\left(\frac{a}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{a}{\sqrt{2}}\right)^2} = a$

अत: विभवान्तर -

$V_A - V_B = \frac{kq}{r_1} - \frac{kq}{r_2}$

$V_A - V_B = kq\left[\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right]$

$= kq\left[\frac{1}{a} - \frac{1}{a}\right]$

$V_A - V_B = 0$ वोल्ट

obj 7:

$W = \Delta K$

$W = qV$ से

$W = q(V_A - V_B)$

$W = 2e(50 - 70)$

$W = -2e \times 20$

$W = -40eV$

obj 8

$E = 0$ से

$E = \frac{-dV}{dr}$

$0 = \frac{-dV}{dr}$

obj Q. 15. 64 पारे की गोलियों का आयतन = 1 बड़ी गोली का आयतन

$\frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi r^3 \times 64$

$R^3 = 64 r^3$

$R = 4r$

given, $\frac{kq}{r} = 10$ volt —(1)

$Q = 64q$

बड़ी गोली पर विभव -

$V = \frac{KQ}{R} = \frac{K \times 64 \times q}{4r}$

$V = \frac{16 \times kq}{r}$

समी. (1) से,

$V = 16 \times 10$

$V = 160$ volt

Date
Page

V = Constant (नियत)

A.
Q. 16.

obj.
9. $V_1 = \frac{KQ_1}{R_1}$ से

$\because Q = \sigma A$

$V_1 = \frac{K\sigma A_1}{R_1}$ —— (1)

इसी प्रकार :

$V_2 = \frac{K\sigma A_2}{R_2}$ —— (2)

समी॰ (1) ÷ (2) से

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{K\sigma A_1}{R_1} \times \frac{R_2}{K\sigma A_2}$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{4\pi R_1^2}{R_1} \times \frac{R_2}{4\pi R_2^2}$

$\boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{R_1}{R_2}}$

obj.
10. $V = -5x + 3y + \sqrt{15}z$ वोल्ट

$E = -\frac{dV}{dr}$ से

$E = -\frac{d}{dr}[-5x + 3y + \sqrt{15}z]$

$E = -[-5\hat{i} + 3\hat{j} + \sqrt{15}\hat{k}]$

$E = \sqrt{(5)^2 + (-3)^2 + (-\sqrt{15})^2}$

$E = \sqrt{25 + 9 + 15}$

$E = \sqrt{49}$

$\boxed{E = 7}$

Obj 11.

$W = qV$ से

$W = q(V_A - V_A)$

$\boxed{W = 0 \text{ जूल}}$

Obj 12.

$V = \frac{Kq_1q_2}{r_{12}}$

$\boxed{U = \text{बढ़ेगी}}$

Obj 13.

$\frac{4}{3}\pi R^3 = 1000 \times \frac{4}{3}\pi r^3$

$R = 10r$ —— (1)

ऊर्जा संरक्षण के नियम से —

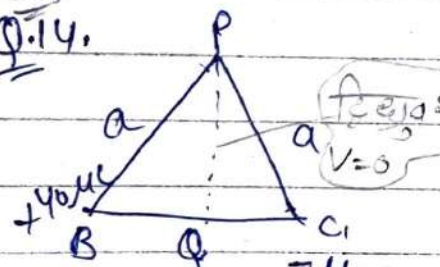
$Q = 1000q$

$V_{\text{बड़ी}} = \frac{KQ}{R} = \frac{K \times 1000q}{10r}$

$V_{\text{बड़ी}} = \frac{KQ}{r} \times 100$

$\boxed{V_{\text{बड़ी}} = V_{\text{छोटी}} \times 100}$

Obj Q.14.



$V = \frac{Kq}{r}$ से

$W = qV$ से

$\because V = 0$

$\boxed{W = 0}$

अतिलघु

Q.1

$V_{cen} = \frac{3}{2} V_{sur}$

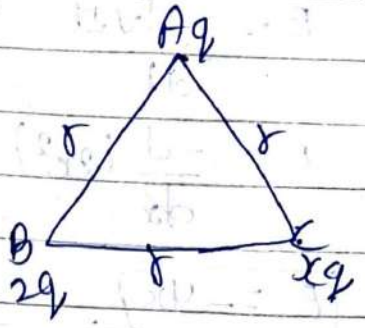
$V_{cen} = \frac{3}{2} \times 10$

$\boxed{V_{cen} = 15 \text{ volt}}$

A.

Q.17.

निकाय की स्थितिज ऊर्जा —



$U = U_{AB} + U_{BC} + U_{CA}$

$U = \frac{K \times q \times 2q}{r} + \frac{K\,2q \times xq}{r} + \frac{K \times xq \times q}{r}$

$U = \frac{2Kq^2}{r} + \frac{2Kq^2x}{r} + \frac{Kq^2x}{r}$

$\because U = 0$ होने पर

$0 = \frac{Kq^2}{r}(2 + 2x + x)$

$3x + 2 = 0$

$3x = -2$

$\boxed{x = \frac{-2}{3}}$

Obj 15.

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Date
Page

Q.12. $V = 2x^2$ volt

$E = -\frac{dV}{dr}$ से

$E = \frac{-d}{dx}(2x^2)$

$E = -4x$

बिन्दु (1m, 2m, 3m) पर

$E = -4 V/m$

Q.13. $U = \frac{K q_1 q_2}{r_{12}}$

A.15. $V = (6xy + y^2 - x^2)$ volt

Solu. $E = \frac{-dV}{dr}$ से

$E = \frac{-d(6xy + y^2 - x^2)}{dr}$

~~$E = -[(6y$~~

$E = -[(6y - 2x)\hat{i} + (6x + 2y)\hat{j}]$

Q.16. $W = qV$ से

$W = -e \times 20$

$W = -1.6 \times 10^{-19} \times 20$ Joule

$W = -32 \times 10^{-19}$

17. $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{Q}{R} = 10$ —①

$V_m = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{Q}{R} = ?$

$\frac{V}{V_m} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R} \times \frac{4\pi\epsilon R}{Q}$

$\frac{V}{V_m} = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} = \epsilon_r$

$V_m = \frac{V}{\epsilon_r} = \frac{10}{2}$

$V_m = 5 V$

18. $W = -PE[\cos\theta_2 - \cos\theta_1]$

$W = -PE[\cos 180° - \cos 0°]$

$W = -PE[-1-1]$

$W = 2PE$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Q.20.

$V = (4x + 3y)$ वोल्ट

बिंदु $(2,1)$ $E = ?$

Solu. $E = \frac{-dV}{dr}$ से

$E = \frac{-d}{dr}(4x + 3y)$

$\vec{E} = -(4\hat{i} + 3\hat{j})$

$E = \sqrt{(-4)^2 + (-3)^2}$

$\boxed{E = 5 \text{ V/m}}$

लघु० Q.16. $10\mu C$ —— $0.5m$ —— $5\mu C$

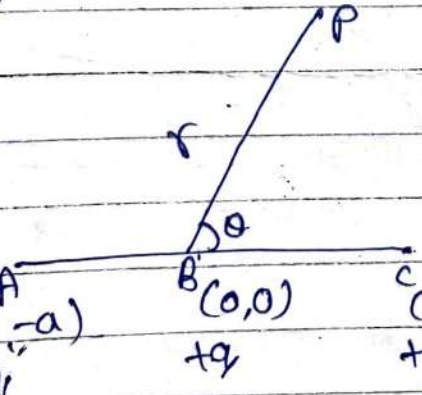
$U = \frac{K q_1 q_2}{r_2}$ से

$U = $

A.Q.18. $-q, +q, +q$

$A(0,-a), B(0,0), C(0,a)$

Solu.



बिंदु A व C द्विध्रुव का निर्माण करते हैं।
अतः इसके कारण विभव-

$V_1 = \frac{KP}{r^2}\cos\theta$ —— (1)

$+q$ आवेश के कारण P पर विभव-
बिंदु आवेश के कारण विभव

$V_2 = \frac{Kq}{r}$ —— (2)

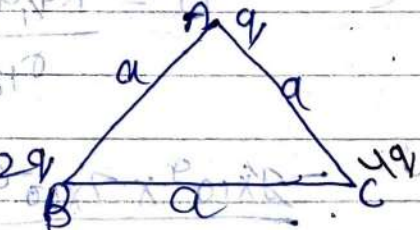
अतः कुल विभव-

$V = V_1 + V_2$

$V = \frac{KP}{r^2}\cos\theta + \frac{Kq}{r}$

$\boxed{V = K\left(\frac{P}{r^2}\cos\theta + \frac{q}{r}\right)}$

Q.13. $q, 2q, 4q$



Solu. q आवेश को लाने में कार्य

$W_1 = 0$ —— (1)

$2q$ आवेश को लाने में कार्य-

$W_2 = 2q \times V_A$

$W_2 = 2q \times \frac{Kq}{a}$

$W_2 = \frac{2Kq^2}{a}$ —— (2)

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

4q आवेश को लाने में कार्य

$W_3 = 4q \times V_A + 4q \times V_B$

$W_3 = 4q \times \frac{Kq}{a} + 4q \times K \times \frac{2q}{a}$

$W_3 = \frac{4Kq^2}{a} + \frac{8Kq^2}{a}$ —③

अतः कुल कार्य -

$W = W_1 + W_2 + W_3$

$W = 0 + \frac{2Kq^2}{a} + \frac{4Kq^2}{a} + \frac{8Kq^2}{a}$

$\boxed{W = \frac{14Kq^2}{a}}$

Q.14. $7\mu C$ (q_1) ———— O ———— $-2\mu C$ (q_2)

$(-9cm, 0, 0)$ O $(9cm, 0, 0)$

⟵ 18 cm ⟶

Sol. (अ) से,

$U = \frac{Kq_1q_2}{r_{12}}$

$U = -\frac{9 \times 10^9 \times 7 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{18 \times 10^{-2}}$

$U = -7 \times 10^{11} \times 10^{-12} = -\frac{7}{10} = \boxed{-0.7}$

(ब) अनन्त दूरी तक अलग करने पर कार्य -

$W = \Delta U$

$W = U_\infty - U$

$W = 0 - (-0.7)$

$W = +0.7$

A. 11

$A = (a, 0)$

$B = \left(\frac{a}{\sqrt{2}}, \frac{a}{\sqrt{2}}\right)$

$r_1 = \sqrt{(a^2) + (0)^2}$

$r_1 = a$

$r_2 = \sqrt{\left(\frac{a}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{a}{\sqrt{2}}\right)^2}$

$r_2 = \sqrt{\frac{a^2}{2} + \frac{a^2}{2}}$

$r_2 = \sqrt{\frac{2a^2}{2}}$

$r_2 = a$

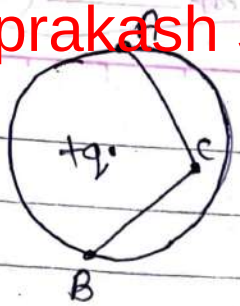
$V_A - V_B = \frac{Kq}{r_1} - \frac{Kq}{r_2}$

$= Kq\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$

$= Kq\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{a}\right)$

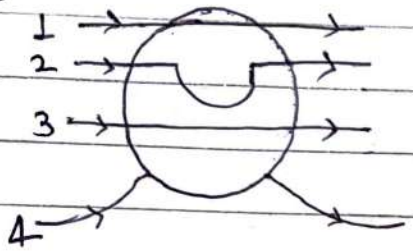
$\boxed{V_A - V_B = 0}$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

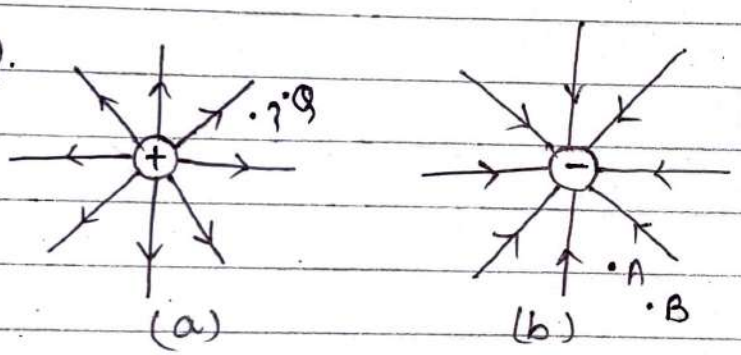
Q. 

प्रदर्शित चित्र में किसी आवेश Q को बिंदु A से C तथा C से B तक लाने मे किए गए कार्य का मान ज्ञात करो ?

Q. मुक्त आकाश में में $0.1\ m^3$ आयतन में वि. विभव का मान 5 Volt है तो इस क्षेत्र में वि० क्षेत्र कि गणना करो ?

Q. 

प्रदर्शित चित्र में धातु के गोले को सम वि. क्षेत्र में रखा गया है तो इससे वि० क्षेत्ररेखाये किस प्रकार निर्गत होगी ?

Q. 

प्रदर्शित चित्र में—

i) $V_P - V_Q$ व $V_B - V_A$ के चिन्ह बताइए।

ii) यदि किसी छोटे ऋणावेश को बिंदु Q से P तथा A से B तक ले जाने में वि० स्थितिज ऊर्जा के चिन्ह बताइए।

iii) किसी छोटे धनावेश को बिंदु Q से बिंदु P तक ले जाने में क्षेत्र के द्वारा किए गए कार्य का चिन्ह बताइए ?

iv) किसी छोटे ऋणावेश को बिंदु B से बिंदु A तक ले जाने में बाह्य स्रोत के द्वारा किए गए कार्य का चिन्ह बताइए ?

v) किसी छोटे ऋणावेश को बिंदु B से बिंदु A तक ले जाने में गतिज ऊर्जा में वृद्धि होगी या कमी ?

Q. यदि दो धातु कि प्लेटे एक-दुसरे से 3 mm की दूरी पर स्थित है व इन्हे 12 Volt की बेट्री से जोड़ा गया है तो इनके मध्य वि० क्षेत्र की गणना करो ?

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Q.1. A से C तक

$w_1 = Q(V_C - V_A)$ —(1)

C से B तक

$w_2 = Q(V_B - V_C)$ —(2)

समी (1) व (2) से

$w = Q(V_B - V_A)$ ∵ $V_B = V_A$

$w = 0$ जुल

Q.2. $V = 5$ Volt

$E = -\frac{dV}{dr}$ से

∵ $V = 5$ Volt

$E = 0\ V/m$

Notes (whatsapp) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini