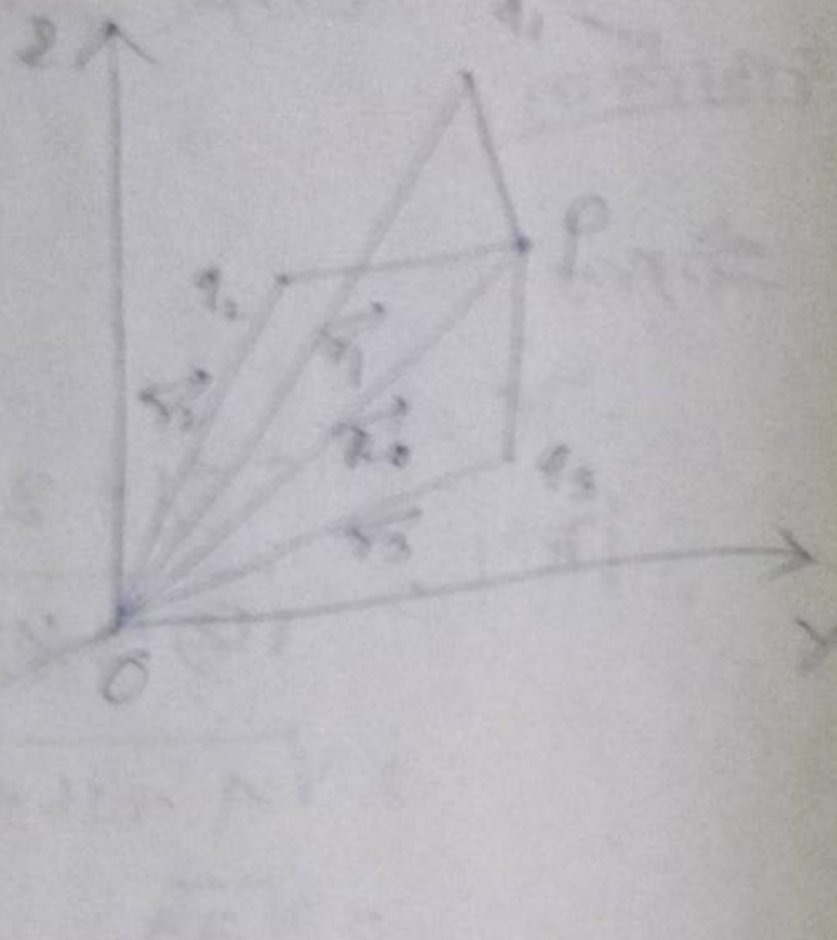
ছৈ 15 কার্তিক অর্থনাম ও নিকাম কর্মের ফলে ইতিহাস হোল্ড বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র নির্ণয় করা।



সমাধান:

ধরি, কোনো বিন্দুতে বিন্দু-চার্জের সুষ্ঠিতার $\vec{r_0}$ অবস্থান ভেক্টর বিন্দুতে একক ধনাত্মক চার্জ স্থাপন করা হলো। চার্জের $q_1, q_2, q_3 \ldots q_n$ অবস্থান ভেক্টর যথা

ইহাদের ক্ষেত্রসমূহ,

$$\vec{E_r} = \vec{E_{01}} + \vec{E_{02}} + \vec{E_{03}} + \cdots + \vec{E_{0n}}$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1}{r_{01}^2} \hat{r}_{01} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_2}{r_{02}^2} \hat{r}_{02} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_3}{r_{03}^2} + \cdots + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_n}{r_{0n}^2} \hat{r}_{0n}$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{q_1}{(\vec{r_1} - \vec{r_0})^3} (\vec{r_1} - \vec{r_0}) + \frac{q_2}{(\vec{r_2} - \vec{r_0})^3} (\vec{r_2} - \vec{r_0}) + \cdots + \frac{q_n}{(\vec{r_n} - \vec{r_0})^3} (\vec{r_n} - \vec{r_0}) \right]$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^{n} \frac{q_i}{(\vec{r_i} - \vec{r_0})^3} (\vec{r_i} - \vec{r_0})$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \sum_{i=1}^{n} \frac{q_i}{r_{0i}^2} \hat{r}_{0i}$$

Scanned by TapScanner

* বিস্তৃত আধান। যিবোৰ - আহিত বস্তুৰ - আধানৰ স্তৰপীয় বা ক্ষেপীয় বৃদ্ধি আধানৰ গোটকৰণ নিয়ম মতে পাইয়া, তাকেই বিস্তৃত আধান কোৱা।

বিস্তৃত আধানৰ বিষয়ে অধ্যয়নৰ বাবে — আধানৰ ঘনত্ব বিবেচনা কৰা হয়।—

① আধানৰ ৰৈখিক ঘনত্ব (Linear Charge Density)

আধানৰ ৰৈখিক ঘনত্ব,

$$\lambda = \frac{\text{মুঠ আধান}(Q)}{l}$$

$$= \frac{Q}{l}$$

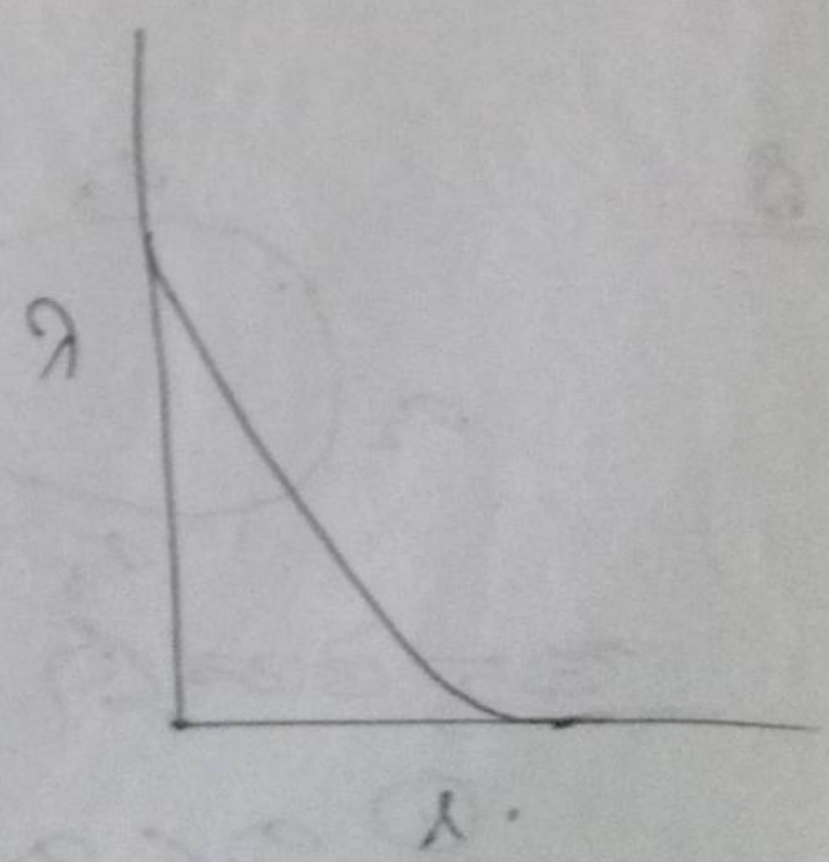
~~SI একক~~

- আধানৰ ৰৈখিক ঘনত্বৰ SI একক হ'ল $\frac{C}{m}$ or cm^{-1}।

আৰু, মাত্ৰা $D[\lambda] = \frac{[Q]}{[l]}$

$$= \frac{[AT]}{[L]}$$

$$= [L^{-1}AT]$$



লোম।

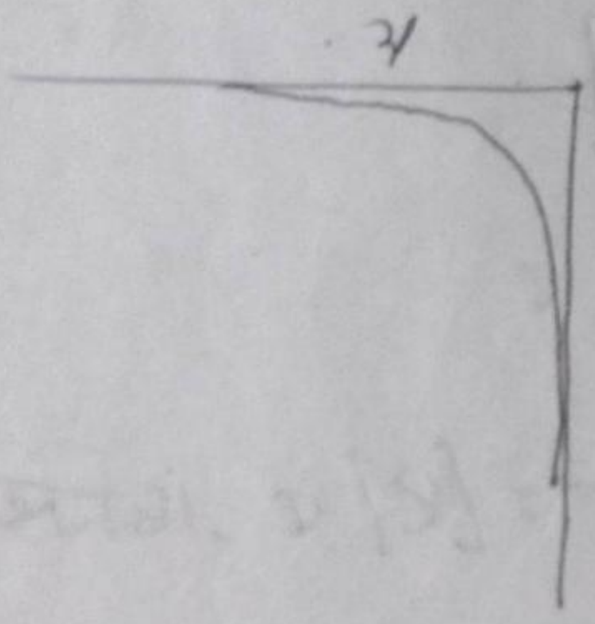
Scanned by TapScanner

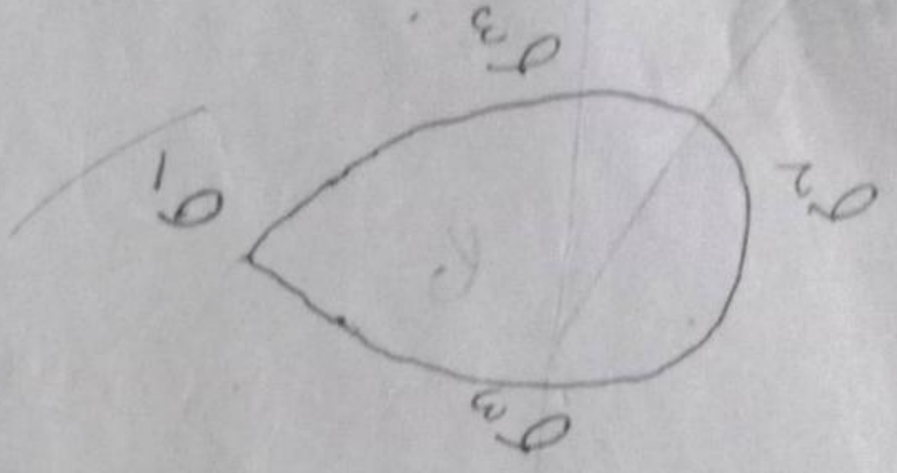
(i) $\sigma_1 < \sigma_2 < \sigma_3$

(ii) $\sigma_1 > \sigma_2 < \sigma_3$

(iii) $\sigma_1 \geq \sigma_3 > \sigma_1$

(iv) $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$ [correct]





ଉପରୋକ୍ତ ଚିତ୍ରରେ କେଉଁ ସମୟରେ ଦୃଢ଼ତା ଶୂନ୍ୟ ହେବ ?

ଉତ୍ତର :- ଯେତେବେଳେ ଦୃଢ଼ତା ଶୂନ୍ୟ ହେବ ସେତେବେଳେ ଏହା ଏକ ସ୍ଥାୟୀ ଅବସ୍ଥା ଅଟେ ।

ଏଠାରେ $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$

ଏବଂ ଏହାକୁ ଜଳବାୟୁ ଅବସ୍ଥା (Surface condition) କୁହାଯାଏ ।

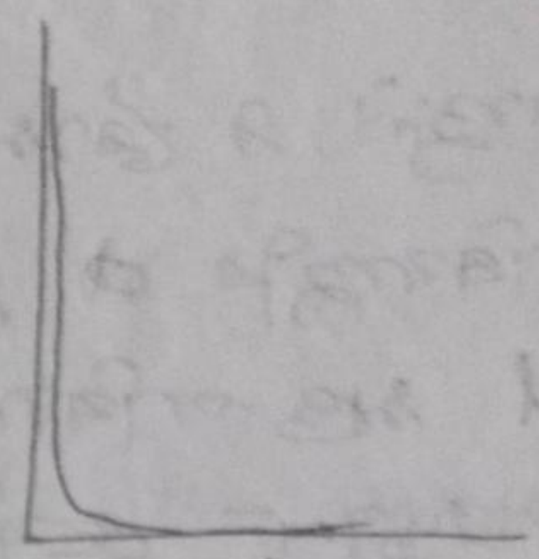
(3) আধানের আয়তন ঘনত্ব (Volume density of charge)

$$\rho = \frac{Q}{V}$$

যেহেতু গোলকের আয়তন $V = \frac{4}{3}\pi r^3$.

$$\therefore \rho = \frac{Q}{\frac{4}{3}\pi r^3}$$

$$= \frac{K}{r^3} \quad \left| K = \frac{Q}{\frac{4}{3}\pi} \right.$$



চিত্র

SI একক $= \frac{C}{m^3} = C m^{-3}$

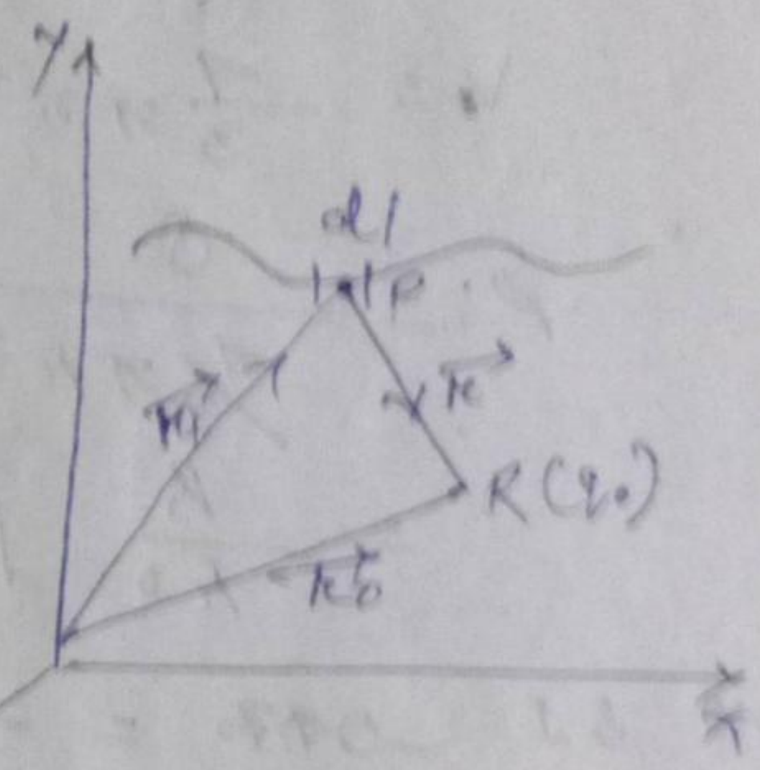
মাত্রা সমীকরণ $[\rho] = \frac{[AT]}{[L^3]}$

$= [L^{-3} AT]$.

* অবিচ্ছিন্ন আধানৰ বিতৰণ আৰু বিস্তৃত আধানৰ বাবে প্ৰয়োগ বল আৰু ক্ষেত্ৰ প্ৰাবল্য। (Electric force and electric field intensity due to continuous charge distribution or extended charge)

1. আধানৰ ৰৈখিক ঘনত্বৰ বাবে

ধৰা হ'ল, λ ৰৈখিক ঘনত্বৰ পৰিবাহীৰ P বিন্দুত dl খণ্ড পৰিবাহীৰ অৱস্থান ভেক্টৰ $\vec{r_1}$ আৰু R বিন্দুত q_0 আধানৰ অৱস্থান ভেক্টৰ $\vec{r_0}$। ৰৈখিক পৰিবাহীৰ বাবে q_0 আধানত প্ৰয়োগ হোৱা বৈদ্যুতিক বল নিৰ্ণয় কৰিব লাগে।



dl খণ্ড পৰিবাহীৰ বাবে q_0 আধানত উপৰত প্ৰয়োগ হোৱা বল,

$$\vec{dF} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_0 (dl)\lambda}{r^2} \hat{r} \longrightarrow (1)$$

ইয়াক $L = 0$ ৰ পৰা L সীমাত অনুকলন কৰিলে, q_0 আধানত উপৰত প্ৰয়োগ হোৱা মুঠ বল,

$$\vec{F} = \int_0^L d\vec{F} = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0}\int_0^L \frac{d\lambda}{R^2}\cdot\hat{R}$$

$$= \frac{q_0\lambda}{4\pi\epsilon_0}\cdot\frac{\hat{k}}{R^2}\int_{L=0}^{L} dl$$

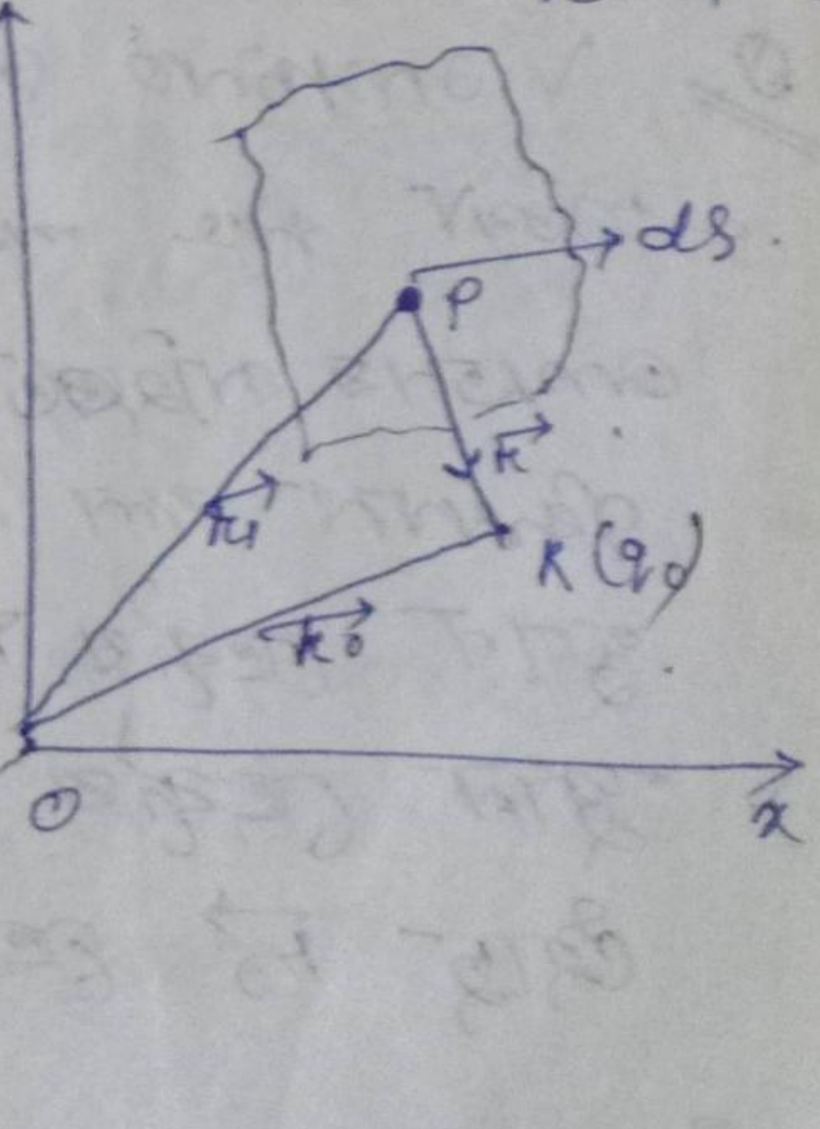
$$\therefore \vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\cdot\frac{q_0 L\lambda}{R^2}\cdot\hat{R}$$

$\therefore$ R বিন্দুতে ক্ষেত্রপ্রাবল্য,

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\cdot\frac{L\lambda}{R^2}\cdot\hat{R}$$

(ii) কোনো পৃষ্ঠীয় ধারকের মধ্যে বৈদ্যুতিক বল কোন ক্ষেত্রের প্রাবল্য.

$\vec{R} = \vec{R_1} - \vec{R_0}$



$\therefore$ ds ক্ষুদ্র ক্ষেত্রবস্তুর মধ্যে q_0 কোনো ক্ষেত্রের ক্ষেত্রপ্রাবল্য হলে বল

$$d\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\cdot\frac{q_0\cdot d\sigma}{R^2}\cdot\hat{R}$$

Scanned by TapScanner

এতিয়া $s=0$ ৰ পৰা s সীমান্ত অনুকলন কৰিলে পাওঁ, q_0 আধানৰ ওপৰত প্ৰয়োগ হোৱা বল,

$$\vec{F} = \int_0^s d\vec{F} = \frac{q_0 a}{4\pi\epsilon_0 r^2}\hat{r}\int_{s=0}^{s} ds$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\cdot\frac{q_0 a s}{r^2}\hat{r}$$

R বিন্দুত ক্ষেত্ৰ আৱলম্ব

$$\vec{E} = \frac{F}{q_{0_s}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\cdot\frac{Q}{r^2}\hat{r}$$

Q. V আয়তনৰ আধান ঘনত্ব হল $\rho(r)$. এতিয়া সৰু পৰীক্ষণীয় আধান q_0 এই আয়তনৰ বাহিৰত বাহিৰলৈ হয়ত ওপৰত কিমান বল পৰিব? q_0 আধানটোৰ স্থান ভেক্টৰ $\vec{r_0}$ আৰু আয়তন ঘনত্বৰ স্থান ভেক্টৰ যি মূলবিন্দুৰ পৰা জোখা হৈছে $\vec{r_0}$ ভেক্টৰৰ 'মূলবিন্দু' সেইটোৱেই। (2017)

Q. 1.6 g ভৰৰ মুদ্ৰাৰ পৰা কিমানটো ইলেক্ট্ৰন আঁতৰ কৰিলে 10^9 N/C বৈদ্যুতিক ক্ষেত্ৰত উপজি থাকিব।

৪. 10^{-3} kg ভরের একটি তেলবিন্দুকে স্থির রাখতে কতটি [illegible] বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র প্রাবল্য প্রয়োজন হবে, ইলেকট্রনের আধান = 1.6×10^{-19} C

৫. a বাহুবিশিষ্ট একটি বর্গক্ষেত্রের চার কোণায় চারটি আধান স্থাপিত আছে। বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্রে বিন্দুতে বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র প্রাবল্য নির্ণয় কর। বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্রে আধান বিভব কত নির্ণয় কর।

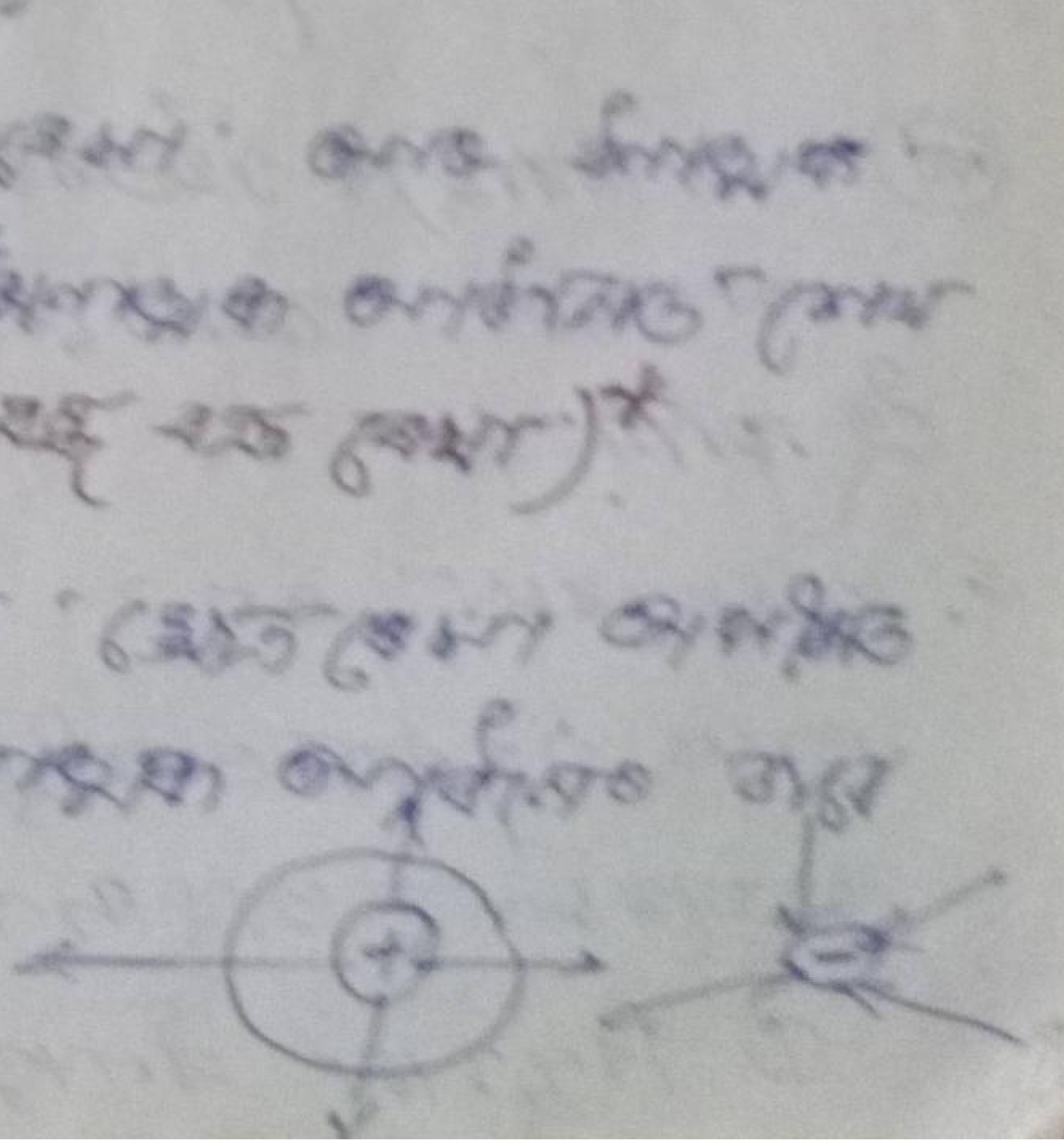
* **বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র রেখা:**

বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রে যে কাল্পনিক রেখা বরাবর যা একটি ক্ষেত্র প্রাবল্যের দিক নির্দেশ করে এবং রেখার যেকোনো বিন্দুতে অঙ্কিত স্পর্শক ক্ষেত্র প্রাবল্যের দিক নির্দেশ করে, তবে উক্ত রেখাকে বৈদ্যুতিক ক্ষেত্ররেখা বলে।

* **বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র রেখার বৈশিষ্ট্য:**

① ক্ষেত্ররেখা বিচ্ছিন্ন রেখা এবং ধনাত্মক আধানের থেকে নির্গত হয়ে ঋণাত্মক আধানে শেষ হয়। *(মুক্ত ক্ষেত্ররেখা বদ্ধ বক্র রেখা)* (+ive)

② বিন্দুসম আধানের ক্ষেত্রে ক্ষেত্ররেখা অরীয় সরলরেখা হয় এবং ঋণাত্মক আধানের জন্য কেন্দ্রাভিমুখী হয়।



Scanned by TapScanner

(ii) ক্ষেত্রটি ক্ষেত্রফল ক্ষেত্রটির ক্ষেত্রফল।

(iii) দুটো ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল ক্ষেত্রটির ক্ষেত্রফল সমান

(iv) দুটি ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল ক্ষেত্রটির ক্ষেত্রফল

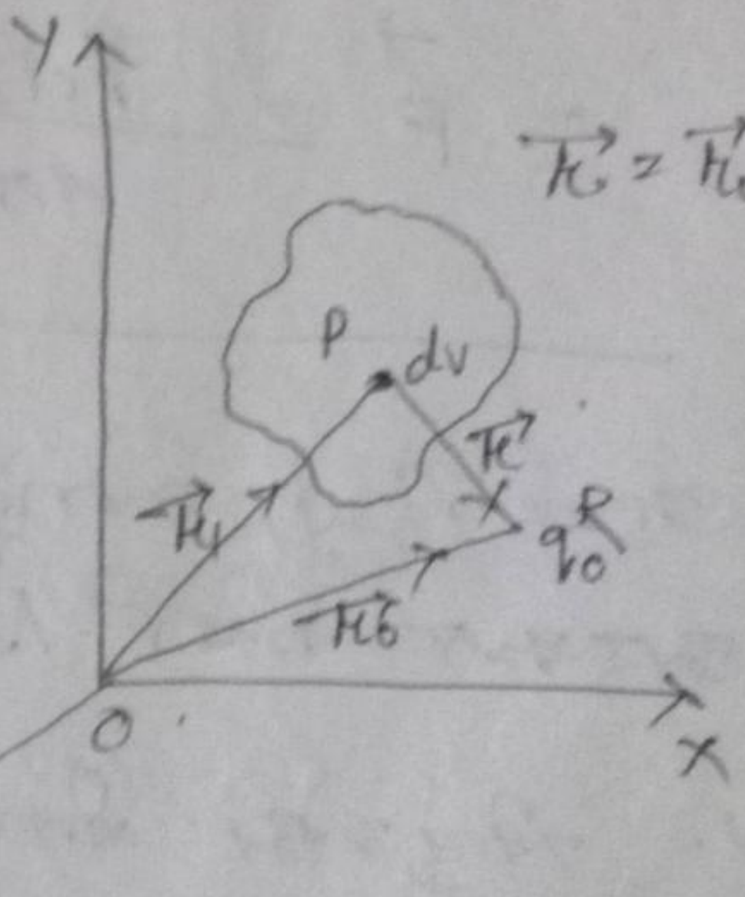
(v) দুটো ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল ক্ষেত্রটির ক্ষেত্রফল

(vi) ক্ষেত্রফল ক্ষেত্রের ক্ষেত্রটির ক্ষেত্রফলীয় সূত্র।

Q. V আয়তনের ক্ষেত্রীয় ঘনত্ব হলে $\rho(N)$। কোন্তিয় গড় মাধ্যাকর্ষণ ক্ষেত্র $\vec{g}_0$. এই আয়তনের বস্তুর ভর কিরূপে। ক্ষেত্রের ক্ষেত্র কিরূপে। $\vec{g}_0$ ক্ষেত্রের ক্ষেত্রটোর ধ্রুবক হলে ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল $\vec{g}_0$ ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল হলে ক্ষেত্রটির ক্ষেত্রফল কিরূপে হবে। ক্ষেত্রের ক্ষেত্রটির ক্ষেত্রফল কিরূপে হবে। (2017)

সমাধান:

Let, ρ আয়তনীয় ঘনত্বের বস্তুর কোনো ক্ষেত্রটি P বিন্দুতে dV ক্ষুদ্র আয়তনীয় ক্ষেত্রটির ক্ষেত্রফল $\vec{F}_1$ এবং R বিন্দুতে $\vec{g}_0$ মাধ্যাকর্ষণ ক্ষেত্রটির ক্ষেত্রফল $\vec{F}_0$। আয়তনীয় ক্ষেত্রটির ক্ষেত্রফল $\vec{g}_0$ হলে $\vec{F}_2$



মাধ্যাকর্ষণ ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল বলা কিরূপে ক্ষেত্রটির ক্ষেত্রফল।

$\therefore$ dV ক্ষুদ্র ক্ষেত্রটির ক্ষেত্রে $\vec{g}_0$ মাধ্যাকর্ষণ ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল বলা।

Scanned by TapScanner

$$d\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_0 \cdot dv \cdot \rho}{h^2} \cdot \hat{h}$$

এখন, V=0 র মান V সীমার অনুকলন করিলে পাই q_0 আধানের উপর প্রযুক্ত মোট বল,

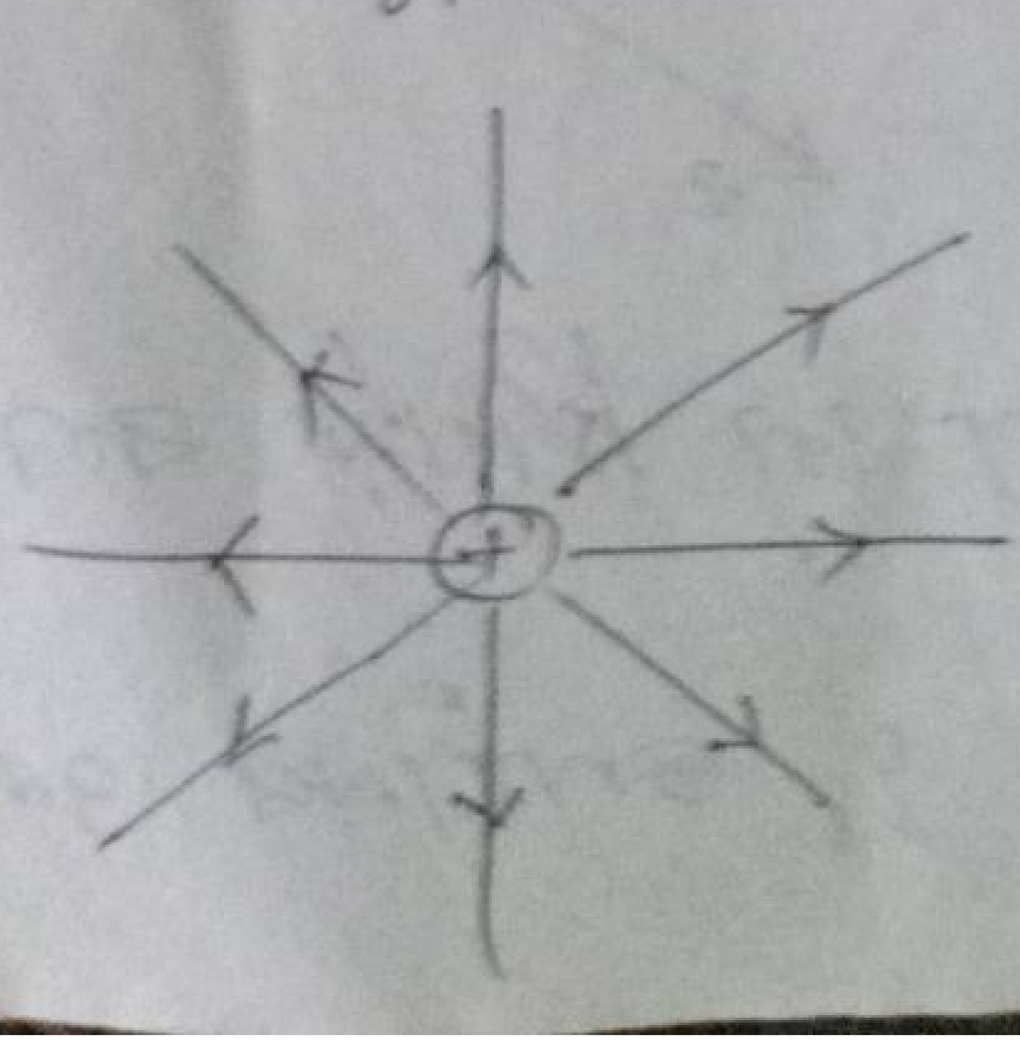
$$\vec{F} = \int_0^v d\vec{F}$$

$$= \int_0^v \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_0 \cdot dv\rho}{h^2} \cdot \hat{h}$$

$$= \frac{\rho q_0}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\hat{h}}{r^2} \int_0^v dv$$

$$\therefore \vec{F} = \frac{q_0 \rho V}{4\pi\epsilon_0 \cdot h^2} \cdot \hat{h}$$

———————— × ————————

৩. ধনাত্মক বিন্দু আধানের বলরেখার সূচি এবং বৈশিষ্ট্য উল্লেখ কর।

১. বিন্দুআধান ধনাত্মক আধান +ve charge