$= 1.6 \times 10^{-2-9}$

$Q = 1.6 \times 10^{-11} C$

~~∴ 1.6 × 10⁻¹¹ C তে~~

∴ n ইলেকট্রন সংখ্যা $n = \frac{Q}{e}$

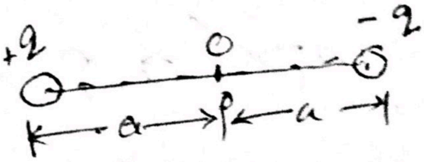
$= \frac{1.6 \times 10^{-11}}{1.6 \times 10^{-19}}$

$= 10^{8}$ টি.

* বৈদ্যুতিক দ্বি মেরু: (Electric dipole) (+q, -q)

দুটি সমান এবং বিপরীত ধর্মী বিন্দুসম আধান পাশাপাশি ক্ষুদ্রতম দূরত্বে রাখলে তাদেরকে বৈদ্যুতিক দ্বিমেরু বলে।

* দ্বিমেরু দৈর্ঘ্য (2a)



দ্বিমেরুর আধান দুটার মাঝের দূরত্বকে দ্বিমেরু দৈর্ঘ্য বলে।

দ্বিমেরুর মধ্যবিন্দুকে দ্বিমেরুর কেন্দ্র বলে।

* দ্বিমেরু ভ্রামক (dipole moment) $\vec{P}$

দ্বিমেরু দৈর্ঘ্য এবং যেকোনো একটি আধানের গুণফলকে দ্বিমেরু ভ্রামক বলে।

অর্থাৎ,
$$\vec{P} = (2\vec{a}).q$$

* $\vec{P}$ একটি ভেক্টর রাশি। ইহার দিক ঋণাত্মক আধানের থেকে ধনাত্মক দিকে থাকে।

* SI পদ্ধতি দ্বিমেরু ভ্রামক ($\vec{P}$) এর একক হলো ~~Cm~~ C.m

~~$\vec{P} = 2\vec{a}$~~

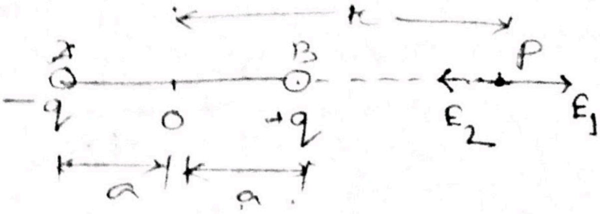
$\vec{P}$ এর মাত্রা
$$[\vec{P}] = [ATL]$$

* দ্বিমেরুর মোট আধান = 0, দ্বিমেরুর আশেপাশে বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র, বৈদ্যুতিক বিভব, এবং বৈদ্যুতিক শক্তি দেখা যায়।

** আদর্শ দ্বিমেরু বা বিন্দু দ্বিমেরু।

দ্বিমেরু ভ্রামক ($\vec{P}$) কে স্থির রেখে রাশিগুলো তুলে ঐ আধানের মান (q) যদি বৃদ্ধি করা হয় এবং দূরত্বের মান কমানো হয়। তাহলে ঐ দ্বিমেরুকে আদর্শ দ্বিমেরু বা বিন্দু দ্বিমেরু বলে।

দ্বিমেরুর অক্ষের যে কোনো বিন্দুতে বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রের প্রাবল্য বাহির —



সমাধান

$2a$ দৈর্ঘ্যের দ্বিমেরু $(+q, -q)$ র মধ্যবিন্দু O র থেকে r দূরত্বে অক্ষীয় বিন্দু P তে বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রপ্রাবল্য $\vec{E}$ নির্ণয় করতে হবে।

$+q$ আধানের জন্য P বিন্দুতে ক্ষেত্রপ্রাবল্যের মান,

$$|\vec{E_1}| = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r}\cdot\frac{q}{(r-a)^2}$$ এবং দিক BP র দিকে

অনুরূপে, $-q$ আধানের জন্য P বিন্দুতে ক্ষেত্রপ্রাবল্যের মান

$$|\vec{E_2}| = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r}\cdot\frac{q}{(r+a)^2}$$ এবং দিক PBO দিকে

∴ P বিন্দুতে লব্ধ ক্ষেত্রপ্রাবল্যের মান,

$$|\vec{E}| = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r}\cdot\left(\frac{q}{(r-a)^2} - \frac{q}{(r+a)^2}\right)$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r}\cdot\frac{4raq}{(r^2-a^2)^2}$$

$$\therefore \vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r}\cdot\frac{2\vec{p}\,r}{(r^2-a^2)^2} \quad \Big| \ \vec{p} = 2\vec{a}(q)$$

শর্ত

(i) যদি $r \gg a$

$$\therefore \vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r}\cdot\frac{2\vec{p}}{r^3} \Rightarrow E \propto \frac{1}{r^3}$$ । নির্দিষ্ট দ্বিমেরুর ক্ষেত্রে।

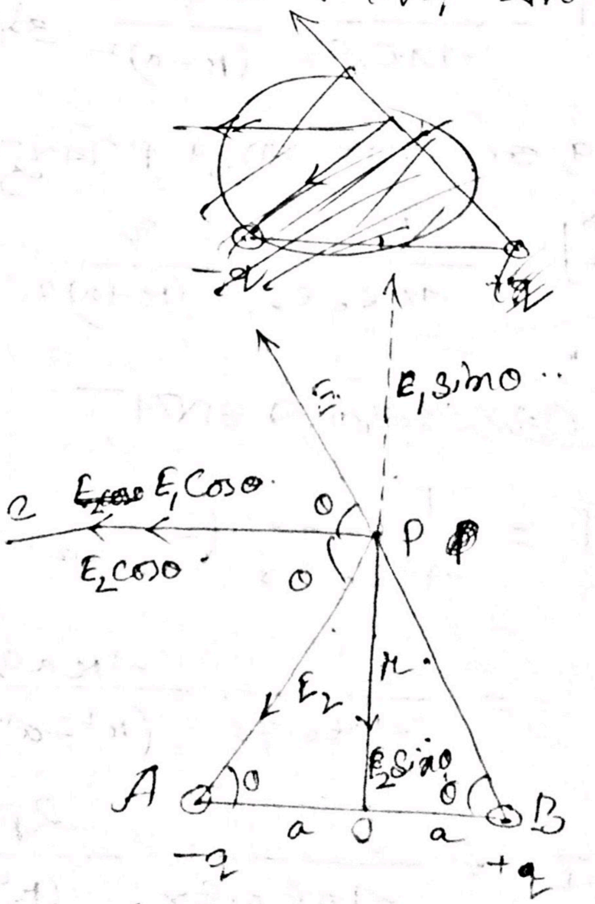
ii) বায়ু-মাধ্যমের ক্ষেত্রে,

$$\epsilon_r = 1.$$

$$\therefore \vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2pr}{(r^2-a^2)^2}$$

Q. দ্বিমেরুর অক্ষের উপর যে কোনো বিন্দুতে স্থানাঙ্ক অবস্থানের জন্য তড়িৎক্ষেত্র প্রাবল্যের মান গণনা কর।

Q. দ্বিমেরুর নিরক্ষরেখার উপর যে কোনো বিন্দুতে তড়িৎক্ষেত্র প্রাবল্যের মান নির্ণয় কর।



নিরক্ষরেখা: দ্বিমেরু অক্ষের মধ্যবিন্দুতে লম্ব রেখাকে নিরক্ষরেখা বলে।

ধরা যাক, $2a$ দৈর্ঘ্যের দ্বিমেরুর $(+q, -q)$ মধ্যবিন্দুর থেকে r দূরত্বে নিরক্ষ-

এক্ষণে P বিন্দুতে তড়িৎপ্রাবল্য নির্ণয় করিতে হইবে।

+q আধানের জন্য P বিন্দুতে তড়িৎপ্রাবল্যের মান,

$$|\vec{E_1}| = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r}\cdot\frac{q}{BP^2}$$, ইহা BP র দিকে ক্রিয়াশীল

অনুরূপে -q আধানের জন্য P বিন্দুতে তড়িৎপ্রাবল্যের মান,

$$|\vec{E_2}| = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r}\cdot\frac{q}{AP^2}$$, ইহা PA র দিকে ক্রিয়াশীল.

এখানে, $AP = BP = \sqrt{r^2+a^2}$

$\therefore |\vec{E_1}| = |\vec{E_2}|$

$\vec{E_1}$ এবং $\vec{E_2}$ কে আংশিক উপাংশে বিশ্লেষণ —

(i) y অক্ষের দিকে উপাংশের সমষ্টি $= |\vec{E_1}|\sin\theta - |\vec{E_2}|\sin\theta$
$= 0$.

(ii) x " " " " $= -|\vec{E_1}|\cos\theta + (-|\vec{E_2}|\cos\theta)$

$\therefore$ P বিন্দুতে লব্ধ প্রাবল্যের মান,

$$|\vec{E}| = -(|\vec{E_1}| + |\vec{E_2}|)\cos\theta$$

$$= -\left[\frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r}\cdot\frac{q}{(r^2+a^2)} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r}\cdot\frac{q}{(r^2+a^2)}\right]\cos\theta$$

$$= \frac{-2q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r}\left[\frac{1}{r^2+a^2}\right]\cos\theta$$

চিত্র থেকে,

$$\cos\theta = \frac{a}{(r^2+a^2)^{1/2}}$$

$$= -\frac{2q}{4\pi\epsilon_0 (r^2+a^2)} \times \frac{a}{(r^2+a^2)^{1/2}}$$

$$|\vec{E}| = -\frac{(2a)q}{4\pi\epsilon_0 \cdot \epsilon_r (r^2+a^2)^{3/2}}$$

$$(r^2+a^2)^{1} \times (r^2+a^2)^{1/2} = (r^2+a^2)^{3/2}$$

$$= -\frac{1}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_r} \cdot \frac{|\vec{p}|}{(r^2+a^2)^{3/2}}$$

শর্ত

(i) যদি $r >> a$

$$|\vec{E}| = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0 \cdot \epsilon_r} \cdot \frac{\vec{p}}{r^3}$$

$$\therefore E \propto \frac{1}{r^3}$$

(ii) বায়ু মাধ্যমে হলে, $\epsilon_r = 1$

$$|\vec{E}| = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\vec{p}}{r^3}$$

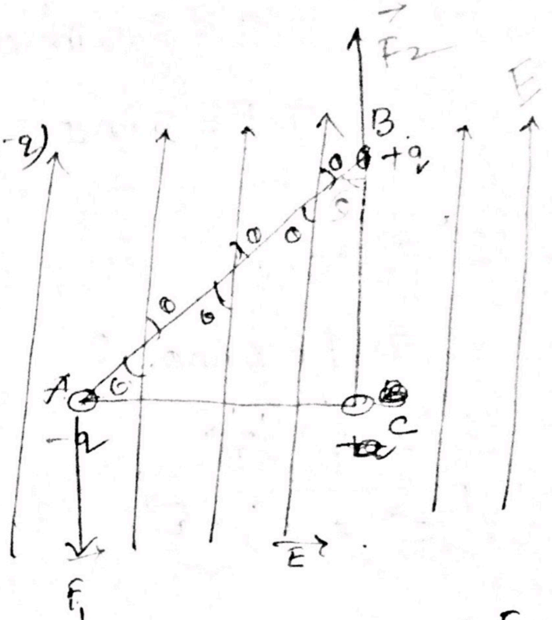
$$\therefore E \propto \frac{1}{r^3}$$

৪. একটি তড়িৎ দ্বিমেরুর ভ্রামক ভেক্টর p সম্পর্কে ধারণা দাও।

V.V.* সুষম বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রে স্থাপিত দ্বিমেরুতে উৎপন্ন টর্ক-সমীকরণ ব্যাখ্যা? (Torque experience on the electric dipole place in a uniform electric field.)

সমাধান,

2a দূরত্বে বিচ্ছিন্ন (+q, -q) এ $\vec{E}$ সুষম তড়িৎক্ষেত্রে স্থাপন করা হলো।



A তে রাখা $-q$ আধানের উপর প্রযুক্ত তড়িৎ বল হলে, জানি,

$$|\vec{F_1}| = |-q\vec{E}|$$

$= |q\vec{E}|$ দিক নিম্নমুখী।

$= q\vec{E}$

$F_1 = qE$

অনুরূপে B তে রাখা $+q$ আধানের উপর প্রযুক্ত তড়িৎ বলের মান

$$|\vec{F_2}| = |q\vec{E}| \Rightarrow F_2 = qE$$

$= q\vec{E}$ দিক ঊর্ধ্বমুখী।

$\vec{F_1}$ এবং $\vec{F_2}$ এর মান সমান কিন্তু দিক বিপরীত এবং বিপরীতমুখী হওয়ায় বল দুটি দ্বন্দ্বের সৃষ্টি করে। দ্বিমেরুটি বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রের লম্ব অবস্থানে আসার জন্য ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘুরতে থাকবে।

∴ টর্ক, বলযুগলের ভ্রামক হবে,

$$\tau = |\vec{F_1}| AC$$

$\sin\theta = \frac{AC}{2a}$

$\therefore AC = 2a\sin\theta$

$\therefore \tau = qE\,2a\sin\theta$

$= PE\sin\theta$

$\therefore \vec{\tau} = \tau\cdot\hat{n}$

$= PE\sin\theta\cdot\hat{n}$

$= \vec{P}\times\vec{E}$

$\therefore \boxed{\vec{\tau} = \vec{P}\times\vec{E}}$

$\vec{P} = 2\vec{a}q$

* দ্বিমেরু ভ্রামক ($\vec{p}$) এর সংজ্ঞা:

$\tau = pE\sin\theta$

If $E = 1$ একক তড়িৎ প্রাবল্য

$\theta = 90^\circ$

$\therefore \tau = p$

এক একক সুষম তড়িৎ প্রাবল্যে দ্বিমেরুকে অক্ষের সাথে 90° কোণে রাখি প্রতিবর্তন দিলে যে পরিমাণ টর্কের সৃষ্টি হয় তাকে ঐ দ্বিমেরুর ($\vec{p}$) ভ্রামক বলে।