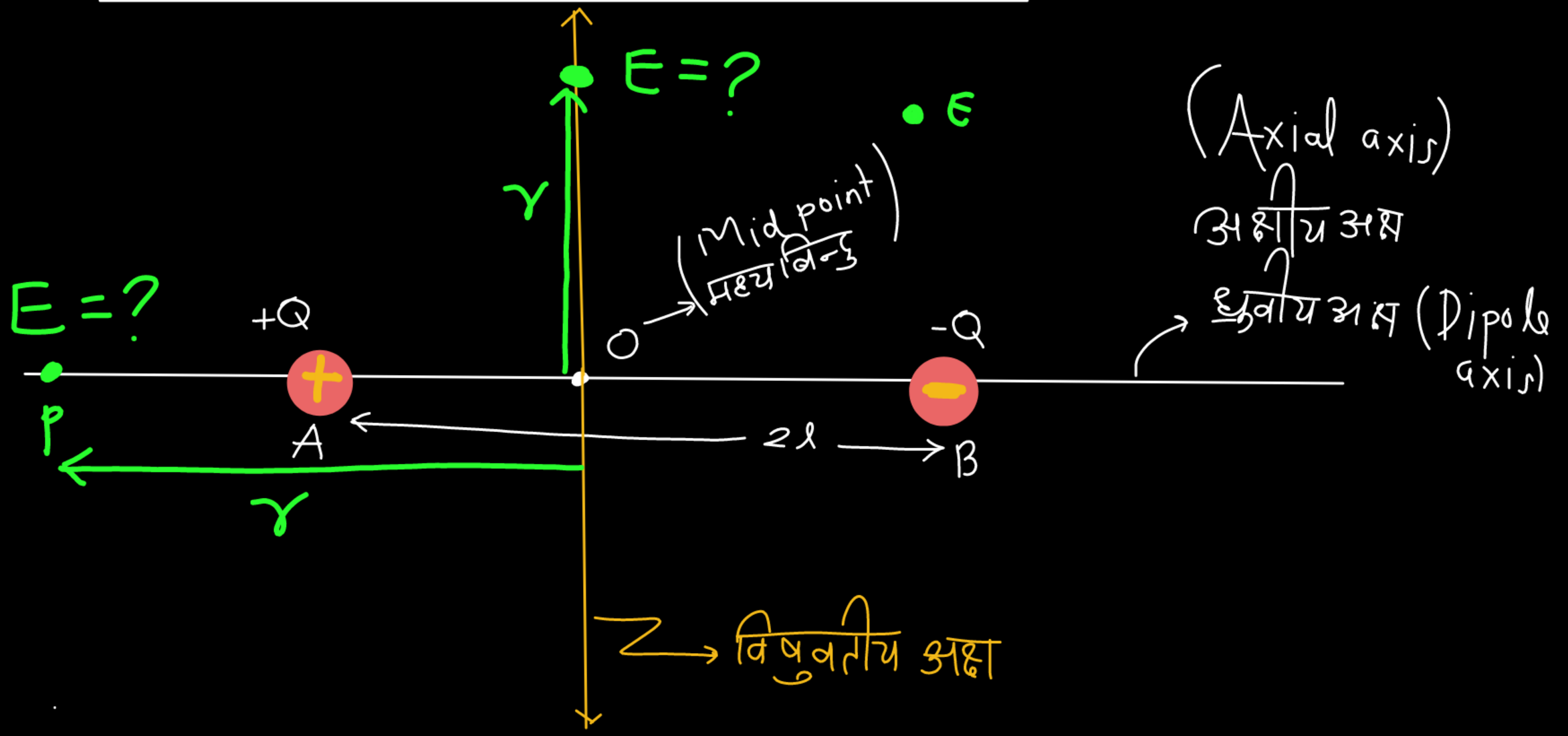
विद्युत द्विध्रुव के कारण विद्युत क्षेत्र
Electric field due to Electric dipole



(A) विद्युत द्विध्रुव के कारण द्विध्रुवीय/अक्षीय अक्ष पर उपस्थित किसी बिन्दु पर वि. क्षे.
Electric field due to dipole at dipole axis/axial axis

$AB = 2l$

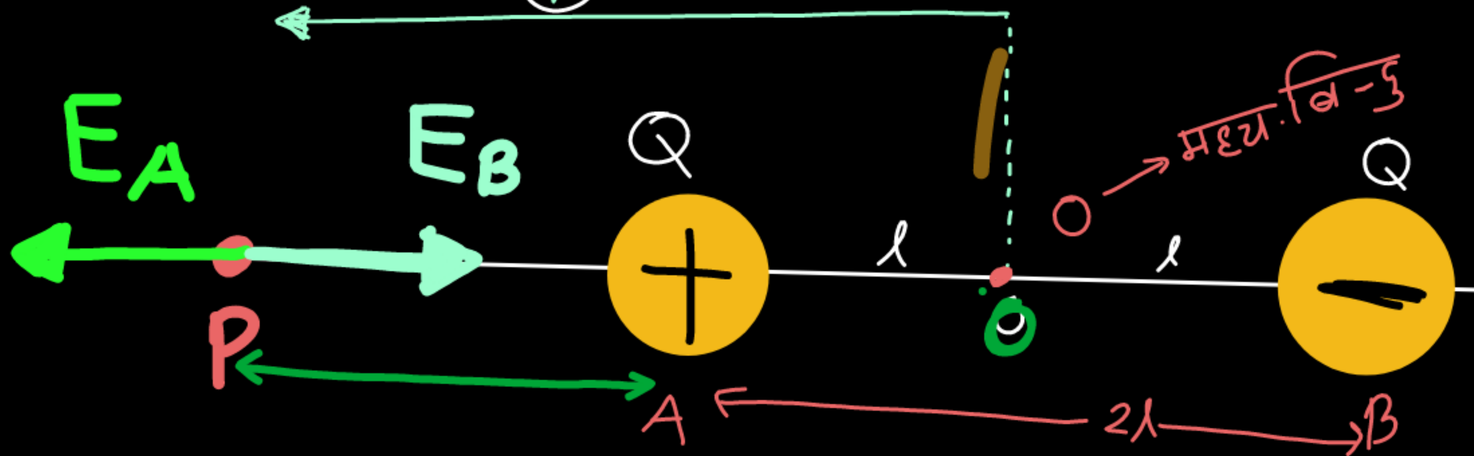
'O' मध्य बिन्दु है।

$OA = OB = l$

$OP = r$

$AP = r - l$

$BP = r + l$



+Q के कारण बिन्दु P पर विद्युत क्षेत्र,

$$\vec{E_A} = \frac{kQ}{(AP)^2}(-\hat{i})$$

$$\vec{E_A} = \frac{kQ}{(r-l)^2}(-\hat{i}) \quad \text{——(i)}$$

−Q के कारण बिन्दु P पर विद्युत क्षेत्र :

$$\vec{E_B} = \frac{kQ}{(BP)^2}\hat{i} = \frac{kQ}{(r+l)^2}\hat{i} \quad \text{——(ii)}$$

$(a-b)^2 - (a+b)^2 = \to 4AB$

बिन्दु 'P' पर द्विध्रुव के कारण विद्युत क्षेत्र (E)

$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B = \frac{kQ}{(r-l)^2}(-\hat{i}) + \frac{kQ}{(r+l)^2}\hat{i} = kQ\left[-\frac{1}{(r-l)^2} + \frac{1}{(r+l)^2}\right]\hat{i}$$

$$= kQ\left[\frac{1}{(r+l)^2} - \frac{1}{(r-l)^2}\right]\hat{i} = kQ\left[\frac{(r-l)^2 - (r+l)^2}{(r+l)^2(r-l)^2}\right]\hat{i}$$

$$= kQ\left[\frac{-4rl}{(r^2-l^2)^2}\right]\hat{i} = \frac{kQ\,4rl}{(r^2-l^2)^2}(-\hat{i})$$

$$\left[\begin{array}{l} r >>> l \\ r^2 - l^2 \simeq r^2 \end{array}\right]$$

$$= \frac{2k(Q\cdot 2l)r}{(r^2)^2}(-\hat{i}) = \frac{2kpr}{r^4}(-\hat{i})$$

$$\boxed{\vec{E}_p = \frac{2pk}{r^3}(-\hat{i})}$$ *

$$\vec{E_p} = \frac{2pk}{r^3}(-\hat{i})$$

$$\boxed{|\vec{E_p}| = \frac{2pk}{r^3}}$$

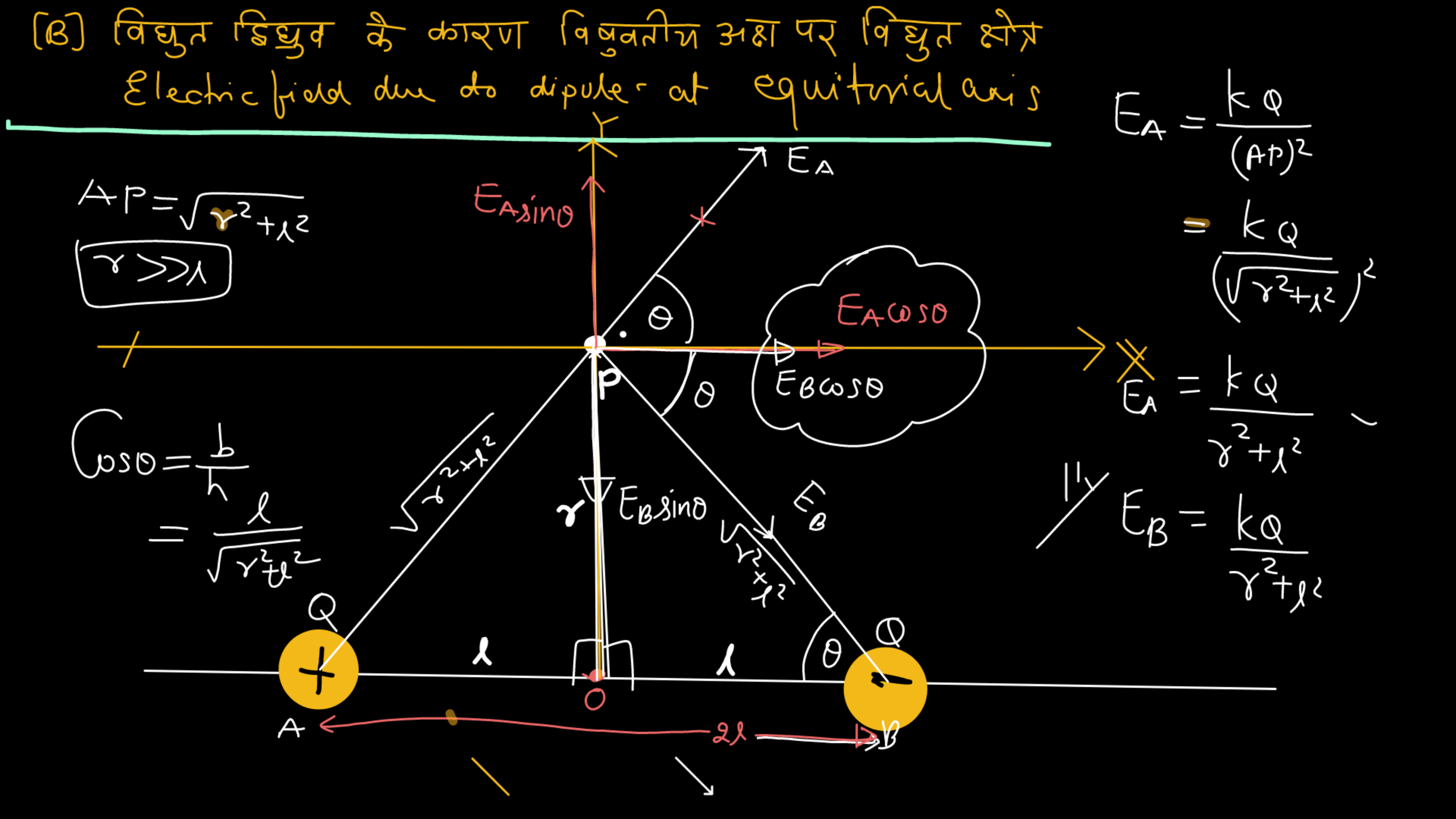
* $E = \frac{kQ}{r^2}$

* $E = \frac{2pk}{r^3}$

* अगर P = नियत हो।

$$\boxed{E_p \propto \frac{1}{r^3}} \longrightarrow \text{विद्युत द्विध्रुव के लिए}$$

[B] विद्युत द्विध्रुव के कारण विषुवतीय अक्ष पर विद्युत क्षेत्र
Electric field due to dipole at equitorial axis



$$E_A=\frac{kQ}{(AP)^2}$$

$$=\frac{kQ}{(\sqrt{r^2+l^2})^2}$$

$$E_A=\frac{kQ}{r^2+l^2}$$

$$E_B=\frac{kQ}{r^2+l^2}$$

Y-दिशा। विद्युतीय अक्ष के अनुदिशा विद्युत क्षेत्र:

$$\vec{E_y} = E_A \sin\theta \hat{j} + E_B \sin\theta(-\hat{j})$$

$$= E_A \sin\theta \hat{j} - E_A \sin\theta \hat{j} = \boxed{0.}$$

X- अक्ष की ओर:

$$\vec{E_p} = (E_A \cos\theta + E_B \cos\theta)\hat{i} = 2E_A \cos\theta \hat{i}$$

$$= 2 \cdot \frac{kQ}{r^2+l^2} \cdot \frac{l}{\sqrt{r^2+l^2}} \hat{i} = \frac{k \cdot (Q \cdot 2l)}{(r^2+r^2)^{3/2}} \hat{i} \quad \text{—} \quad \left[\begin{matrix} r >>> l \\ r^2+l^2 \simeq r^2 \end{matrix} \right]$$

$$= \frac{kP}{(r^2)^{3/2}} \hat{i} = \frac{kp}{r^3} \hat{i} = \boxed{\frac{pk}{r^3} \hat{i}}$$

$$E_{equitorial} = \boxed{\frac{pk}{r^3}}$$

$$* \quad \frac{E_{ध्रुवीय}}{E_{विषुवतीय}} = \frac{2\cancel{pk}/\cancel{r^3}}{\cancel{pk}/\cancel{r^3}} = \frac{2}{1}$$