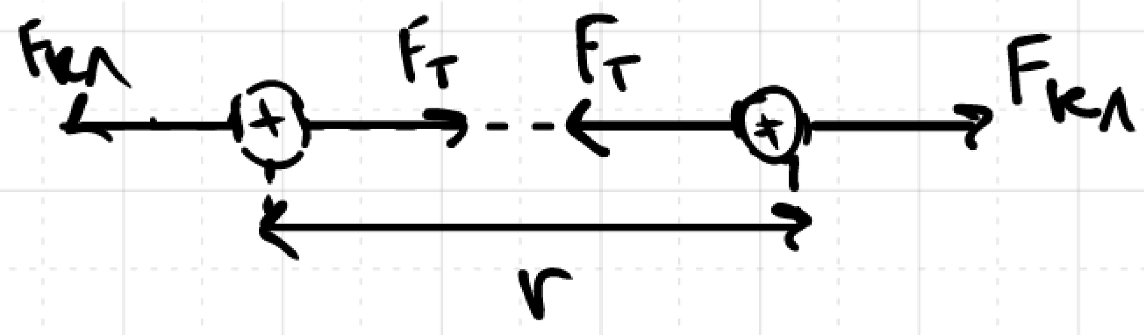
Неделя 1.

1–7 сен.	**1**	Электростатическое поле в вакууме. Поле диполя. Теорема Гаусса.	[0]1.1 [0]1.2 [0]1.3	1.14 1.21 T1 1.22/23	1.7 1.10 1.16 1.17

№1.1.

[0]1.1. Вычислить отношение сил электростатического отталкивания и гравитационного притяжения двух протонов.

$$F_т = \frac{Gm_p^2}{r^2},\quad F_{кл} = \frac{kq_p^2}{r^2} \rightarrow$$

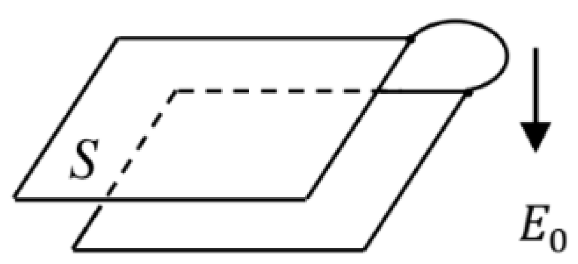


$$\rightarrow \frac{F_{кл}}{F_т} = \frac{kq_p^2}{Gm_p^2} = \frac{9\cdot10^9\cdot(1{,}6\cdot10^{-19})^2}{6{,}67\cdot10^{-11}\cdot(1{,}67\cdot10^{-27})^2} \approx 1{,}2\cdot10^{36}$$

$\boxed{\text{Ответ: } 1{,}2\cdot10^{36}}$

№1.2.

[0]1.2. Оцените среднюю концентрацию электрических зарядов в атмосфере, если известно, что напряжённость электрического поля на поверхности Земли равна 100 В/м, а на высоте h = 1,5 км она падает до 25 В/м. Вектор E направлен к центру Земли. Ответ выразить в элементарных зарядах на см^3.



Дано:

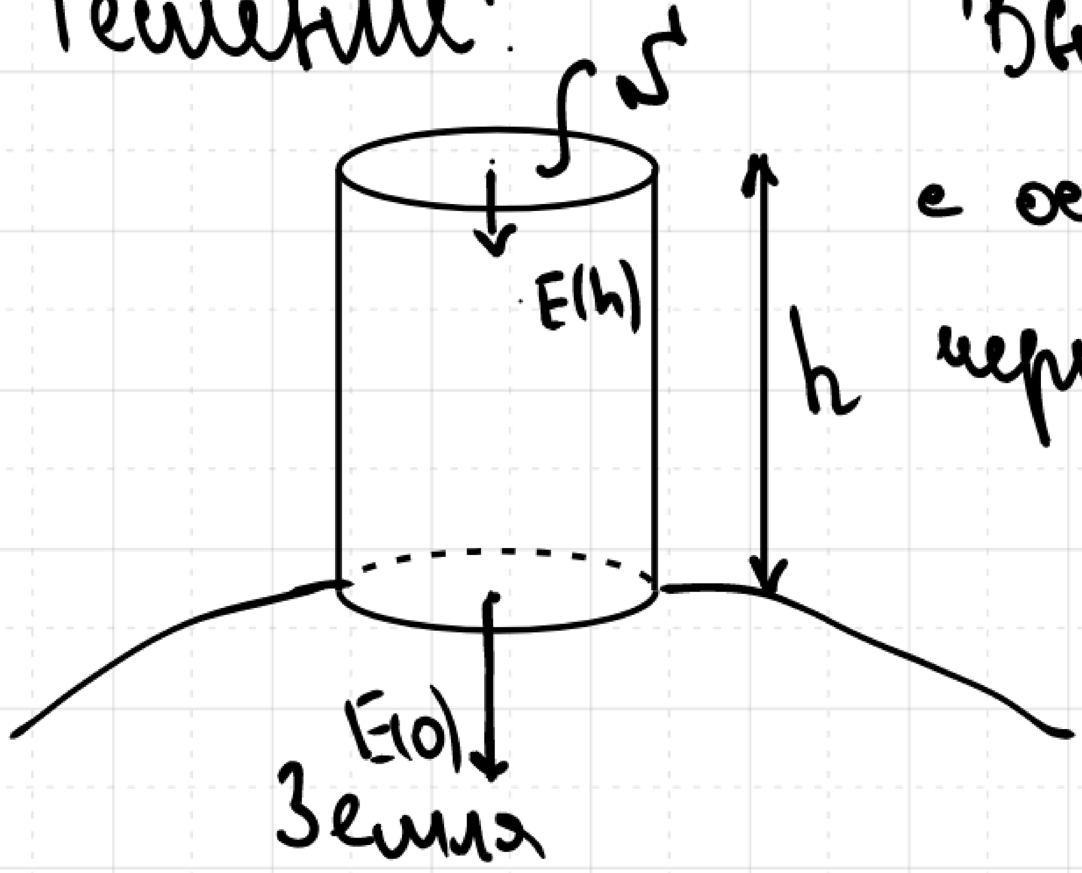
$E_0 = 100\ \frac{В}{м}$

$E_h = 25\ \frac{В}{м}$

$h = 1500\ м$

$\rho = ?$

Решение:



Выделим в атмосфере цилиндр с основанием S и высотой h. Поток вектора $\vec{E}$ через его поверхность:

$$\Phi = E_0 S - E_h S = (E_0 - E_h) S$$

По теореме Гаусса:

$$\Phi = 4\pi k q = 4\pi k \rho S h$$

Приравняем: $(E_0 - E_h)\cancel{S} = 4\pi k \rho h \cancel{S} \rightarrow \rho = \frac{E_0 - E_h}{4\pi k h} = \frac{100-25}{4\pi\cdot 9\cdot10^9\cdot1500} = 4{,}4\cdot10^{-13}\ \frac{Кл}{м^3}$

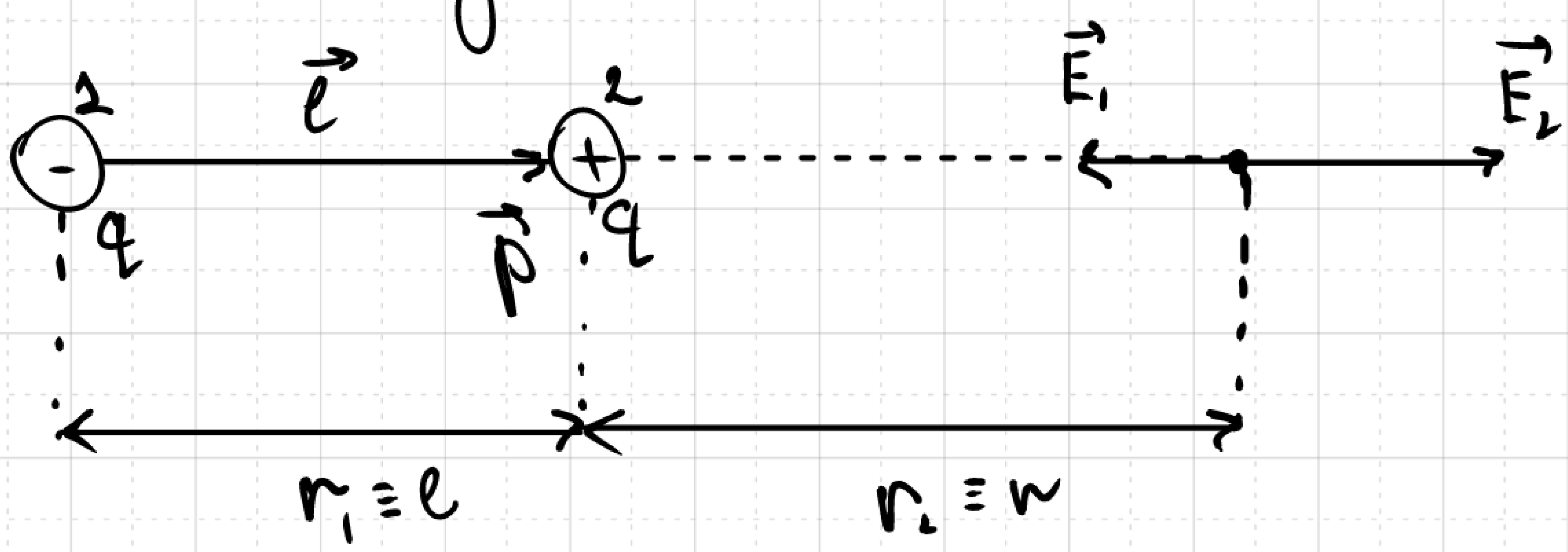
$\boxed{\text{Ответ: } 4{,}4\cdot10^{-19}\ \frac{Кл}{см^3}}$

№1.3

[0]**1.3.** Используя формулу для напряжённости поля точечного диполя с дипольным моментом $\vec{p}$, найдите напряжённость поля на оси диполя ($\alpha = 0$) и в перпендикулярном направлении ($\alpha = \pi/2$).

(1) На оси диполя

$l \equiv r_1 \ll r_2 \equiv r$



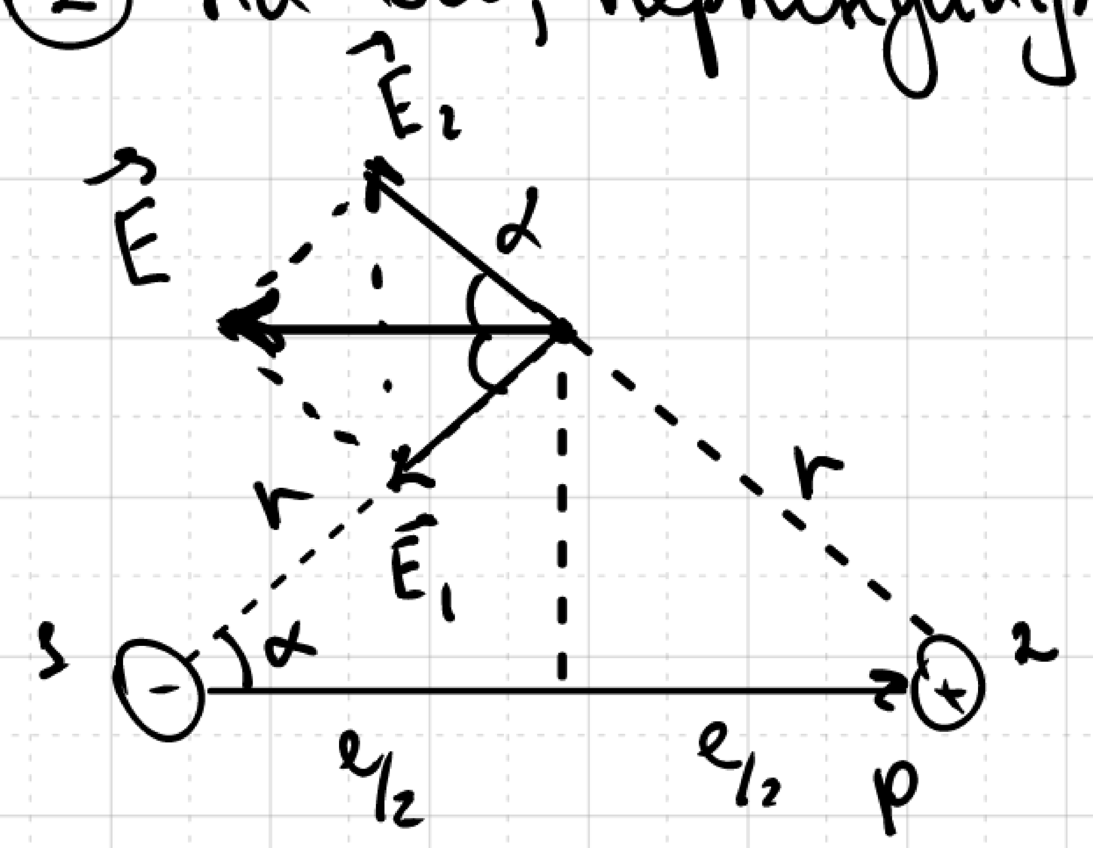
$$E = E_2 - E_1 = \frac{kq}{r_2^2} - \frac{kq}{(r_1+r_2)^2} = kq\left(\frac{1}{r_2^2} - \frac{1}{(r_1+r_2)^2}\right) = kq \cdot \frac{(r_1+r_2)^2 - r_2^2}{r_2^2 \cdot (r_1+r_2)^2} =$$

$$= kq \cdot \frac{(r_1+r_2-r_2)(r_1+r_2+r_2)}{r_2^2 (r_1+r_2)^2} = kq \frac{r_1 \cdot (r_1+2r_2)}{r_2^2 (r_1+r_2)^2} \approx kq \cdot \frac{l \cdot 2r}{r^2 \cdot r^2} = k \cdot \frac{2p}{r^3}$$

$l \ll r_1$
$r_2 \approx r$

В векторном виде: $\vec{E} = k\frac{2\vec{p}}{r^3}$

(2) На оси, перпендикулярной к диполю и проходящей ≈ через центр.



$$E = E_1\cos\alpha + E_2\cos\alpha = 2 \cdot \frac{kq}{r^2}\cos\alpha = \frac{2kq}{r^2} \cdot \frac{l/2}{r} =$$

$$= k \cdot \frac{ql}{r^3} = k\frac{p}{r^3}$$

В векторном виде: $\vec{E} = -k\frac{\vec{p}}{r^3}$

$$\boxed{\begin{aligned} &\text{Ответ: } (1)\ \alpha = 0:\ \vec{E} = k \cdot \frac{2\vec{p}}{r^3} \\ &(2)\ \alpha = \frac{\pi}{2}:\ \vec{E} = -k\frac{\vec{p}}{r^3} \end{aligned}}$$