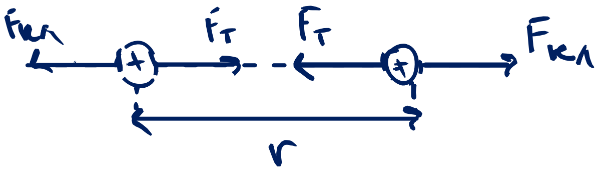
Неделя 1

1–7 сен.	**1**	Электростатическое поле в вакууме. Поле диполя. Теорема Гаусса.	°1.1 °1.2 °1.3	1.14 1.21 Т1 1.22/23	1.7 1.10 1.16 1.17

№1.1.

°1.1. Вычислить отношение сил электростатического отталкивания и гравитационного притяжения двух протонов.

$$F_т = \frac{G m_p^2}{r^2}, \quad F_{кл} = \frac{k q_p^2}{r^2} \rightarrow$$

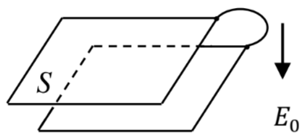


$$\rightarrow \frac{F_{кл}}{F_т} = \frac{k q_p^2}{G m_p^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (1{,}6 \cdot 10^{-19})^2}{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot (1{,}67 \cdot 10^{-27})^2} \approx 1{,}2 \cdot 10^{36}$$

Ответ: $1{,}2 \cdot 10^{36}$

№1.2.

°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:

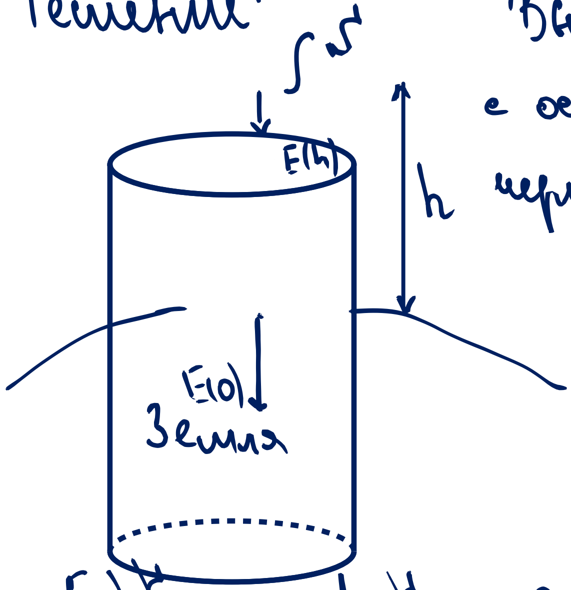
$E_0 = 100\ \frac{В}{м}$

$E_h = 25\ \frac{В}{м}$

$h = 1500$ м

$\rho = ?$

Решение:



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

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

По теореме Гаусса:

$$\Phi = 4\pi k q = 4\pi k \rho\, dS\, h$$

Приравняем: $(E_0 - E_h)\cancel{dS} = 4\pi k \rho h \cancel{dS} \rightarrow \rho = \dfrac{E_0 - E_h}{4\pi k h} = \dfrac{100 - 25}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 1500} = 4{,}4 \cdot 10^{-13}\ \dfrac{Кл}{м^3}$

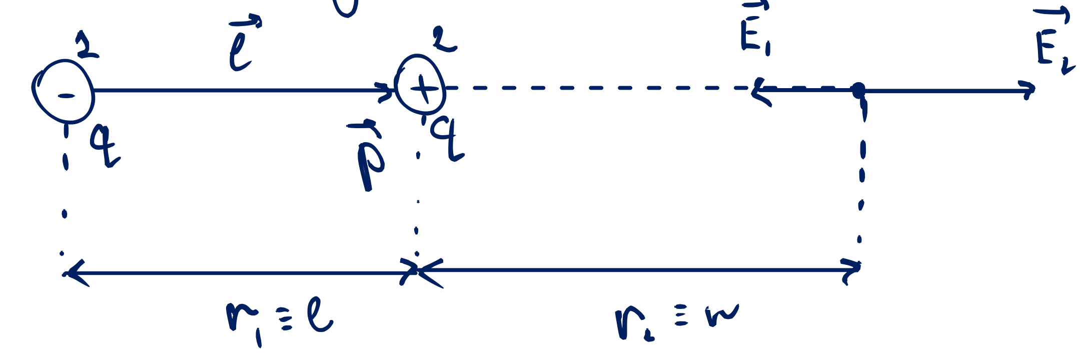
Ответ: $4{,}4 \cdot 10^{-19}\ \dfrac{Кл}{см^3}$

$\boxed{№1.3}$

[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

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



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

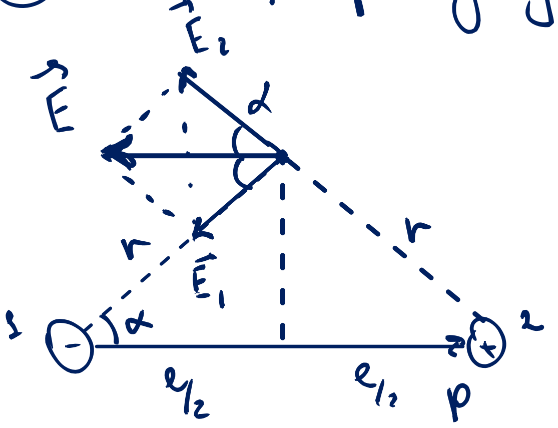
$$= kq\cdot\frac{(r_1+r_2-r_2)(r_1+r_2+r_2)}{r_2^2(r_1+r_2)^2} = kq\frac{r_1\cdot(r_1+2r_2)}{r_2^2(r_1+r_2)^2} \approx kq\cdot\frac{l\cdot 2r}{r^2\cdot r^2} = k\cdot\frac{2p}{r^3}$$

$l \ll r_1$

$r_2 \approx r$

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

Ответ: ① $\alpha = 0$: $\vec{E} = k\cdot\frac{2\vec{p}}{r^3}$

② $\alpha = \frac{\pi}{2}$: $\vec{E} = -k\frac{\vec{p}}{r^3}$