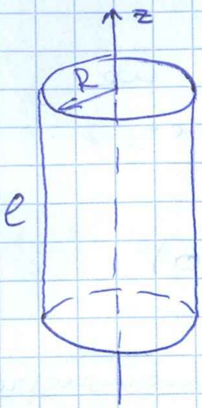
11.1

11



$$B(t) = \begin{cases} kt, & 0 \le r \le R_1 \\ 0, & r > R_1 \end{cases} \quad (R_1 > R)$$

$\uparrow \vec{B}$

В цилиндр. координатах (r, φ, z):

$$\vec{B} = (0, 0, kt)$$

1) $\operatorname{rot} \vec{E} = -\dfrac{\partial \vec{B}}{\partial t}$:

В силу симметрии: $\dfrac{\partial E}{\partial \varphi} = \dfrac{\partial E}{\partial z} = 0$

$$\begin{cases} \dfrac{1}{r}\dfrac{\partial E_z}{\partial \varphi} - \dfrac{\partial E_\varphi}{\partial z} = 0 \\ \dfrac{\partial E_r}{\partial z} - \dfrac{\partial E_z}{\partial r} = 0 \\ \dfrac{1}{r}\dfrac{\partial (r E_\varphi)}{\partial r} - \dfrac{\partial E_r}{\partial \varphi} = -k \end{cases} \Longrightarrow \begin{cases} 0 = 0 \\ \dfrac{\partial E_z}{\partial r} = 0 \\ \dfrac{1}{r}\dfrac{\partial (r E_\varphi)}{\partial r} = -k \end{cases}$$

$$\Rightarrow E_z = C_1 \; ; \; E_\varphi = -\frac{kr}{2} + \frac{C_2}{r}$$

В силу ограниченности E при $r = 0 \Rightarrow C_2 = 0$

2) $\operatorname{div} D = \rho \Rightarrow \operatorname{div} \varepsilon_0 E = 0 \quad (\rho = 0)$

$$\frac{1}{r}\frac{\partial (r E_r)}{\partial r} + \frac{1}{r}\frac{\partial E_\varphi}{\partial \varphi} + \frac{\partial E_z}{\partial z} = 0$$

В силу симметрии, имеем: $\left(\dfrac{\partial E}{\partial \varphi} = \dfrac{\partial E}{\partial z} = 0\right)$

$$\frac{\partial (r E_r)}{\partial r} = 0 \Rightarrow E_r = \frac{C_3}{r}$$

В силу ограниченности E при $r = 0 \Rightarrow C_3 = 0$

т.о. $\vec{E} = \left(0, -\dfrac{kr}{2}, C_1\right)$

$\vec{j} = \lambda \vec{E} = \left(0, -\frac{\lambda k r}{2}, \lambda C_2\right)$

В силу ограниченности кольца ток не является замкнутым $\Rightarrow$ не может поддерживаться $\Rightarrow C_1 = 0$

$\vec{E} = \left(0, -\frac{kr}{2}, 0\right) \quad \vec{j} = \left(0, -\frac{\lambda k r}{2}, 0\right)$

3) $\mathcal{D} = \frac{j^2}{\lambda} = \vec{j}\vec{E} = \frac{\lambda k^2 r^2}{4}$ (плотность мощности)

$$N = \int\limits_V \mathcal{D} dV = \int\limits_0^{2\pi} d\varphi \int\limits_0^R r dr \int\limits_0^l \mathcal{D} dz = \int\limits_0^{2\pi} d\varphi \int\limits_0^l dz \int\limits_0^R \frac{\lambda k^2 r^3}{4} dr =$$

$$= 2\pi \cdot l \cdot \frac{\lambda k^2 R^4}{16} = \frac{\pi}{8} \lambda k^2 R^4 l =$$

$$= \frac{\pi}{8} \cdot 6 \cdot 10^7 \frac{\text{Ом}}{\text{м}} \, 10^2 \frac{\text{Тл}^2}{c^2} \, (10^{-2})^4 \text{м}^4 \cdot 4 \cdot 10^{-2} \text{м} =$$

$$= 0{,}94 \text{ Вт}$$

$\boxed{11.3}$ $j(r,t) = kre^{-t/\tau}$ и линии тока — окружности с центром на Oz

$\overline{E} = \frac{\overline{j}}{\lambda} = \frac{kr}{\lambda} e^{-t/\tau}$

$\text{rot} \overline{E} = -\frac{\partial \overline{B}}{\partial t} \Rightarrow$

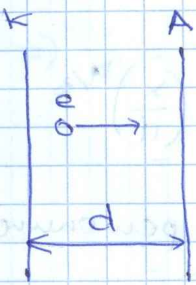
$$\text{rot} \overline{E} = \begin{vmatrix} 1/r \, \overline{e}_r & \overline{e}_\varphi & 1/r \, \overline{e}_z \\ \partial/\partial r & \partial/\partial \varphi & \partial/\partial z \\ 0 & \frac{kr}{\lambda} e^{-t/\tau} & 0 \end{vmatrix} =$$

$$= \bar{e}_r \cdot \frac{1}{r}\underbrace{\left[-\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{kr^2}{\lambda}e^{-t/\tau}\right)\right]}_{=0} + \bar{e}_z \frac{1}{r}\cdot\frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{kr^2}{\lambda}e^{-t/\tau}\right) =$$

$$= \bar{e}_z \cdot \frac{1}{r}\cdot\frac{2kr}{\lambda}e^{-t/\tau} = \frac{2k}{\lambda}e^{-t/\tau}\,\bar{e}_z$$

$$\Rightarrow \quad \bar{B} = \bar{e}_z \int\limits_0^t \frac{2k}{\lambda}e^{-\tilde{t}/\tau}\,d\tilde{t} = \frac{2k\tau}{\lambda}\left(e^{-t/\tau} - 1\right)\bar{e}_z$$

$\boxed{11.4}$ $\quad e = -q, \quad q > 0$



1) Выведем распределение потенциала между пластинами (см. пример 11.2)

уравнение Пуассона: $\underbrace{\dfrac{d^2\varphi}{dx^2}}_{\Delta\varphi} = -\dfrac{\rho(x)}{\varepsilon_0}$

$\varphi = 0 \qquad \varphi = U_0 \qquad \rho(x) = -qn(x)$, где $n(x)$ – концентрация электронов

$$j = \rho(x)\bar{v} = -qn(x)\bar{v} \Rightarrow n(x) = \frac{j}{qv}\ ; \ j = \text{const}$$

ЗСЭ: $\underbrace{\dfrac{mv_0^2}{2}}_{=0\ (v_0=0)} - \underbrace{q\varphi(0)}_{=0} = \dfrac{mv^2}{2} - q\varphi(x) \Rightarrow$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2q\varphi}{m}}$$

$$\frac{d^2\varphi}{dx^2} = \frac{j}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{m}{2q}}\ \varphi^{-1/2} = \alpha\,\varphi^{-1/2}$$

$$2\cdot\frac{d^2\varphi}{dx^2}\cdot\frac{d\varphi}{dx} = 2\varphi''\cdot\varphi' = \frac{d}{dx}\left(\varphi'^2\right)$$

$$\frac{d}{dx}\left[\left(\frac{d\varphi}{dx}\right)^2\right] = 2\cdot\alpha\varphi^{-1/2}\frac{d\varphi}{dx}$$

$$\left(\frac{d\varphi}{dx}\right)^2 = 4\alpha\varphi^{1/2} + c \qquad E(0)=0\ ;\ \left.\frac{d\varphi}{dx}\right|_{x=0} = 0$$

$$\Downarrow$$

$$c = 0$$

$$\frac{d\varphi}{dx} = 2\sqrt{\alpha}\,\varphi^{1/4} \Rightarrow \varphi(x) = \left(\frac{3\sqrt{\alpha}}{2}x\right)^{4/3} + c_1 \quad \Rightarrow$$

$$\varphi(0) = 0$$

$$\Rightarrow \varphi(x) = \left(\frac{3\sqrt{\alpha}}{2}x\right)^{4/3}$$

$$\varphi(d) = U_0 \qquad \Rightarrow \varphi(x) = U_0\left(\frac{x}{d}\right)^{4/3}$$

2) теперь приступим непосредственно к решению задачи

$$\Delta\varphi = \frac{d^2\varphi}{dx^2} = -\frac{\rho(x)}{\varepsilon_0} \quad \text{(ур-ие Пуассона)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \rho(x) = -\varepsilon_0\frac{d^2\varphi}{dx^2} = -\varepsilon_0\frac{d}{dx}\left(\frac{4}{3d}\cdot U_0\left(\frac{x}{d}\right)^{1/3}\right) =$$

$$= \frac{-4U_0\varepsilon_0}{3d}\,\frac{d}{dx}\left(\left(\frac{x}{d}\right)^{1/3}\right) = -\frac{4}{9}\varepsilon_0 U_0\left(\frac{d}{x}\right)^{2/3}\frac{1}{d^2}$$

$$\rho\left(\frac{d}{2}\right) = -\frac{4}{9}\varepsilon_0 U_0\frac{1}{d^2}\,2^{2/3} = -\frac{4}{9}\cdot 8{,}85\cdot10^{-12}\frac{Кл^2}{Н\cdot м^2}\cdot 100\,В\,\cdot$$

$$\cdot\frac{1}{5^2\cdot10^{-6}\,м^2}\cdot 2^{2/3} = -25\cdot10^{-6}\frac{Кл}{м^3}$$

$\boxed{11.5}$ из 11.4 имеем: $q = -e,\ q > 0$

$$\begin{cases} j = \rho(x)\,v(x) \\ v(x) = \sqrt{\dfrac{2q\varphi(x)}{m}} \\ \varphi(x) = U_0\left(\dfrac{x}{d}\right)^{4/3} \\ \rho(x) = -\dfrac{4}{9}\varepsilon_0 U_0 \dfrac{1}{x^{2/3} d^{4/3}} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow j = -\frac{4}{9}\varepsilon_0 U_0 \frac{1}{x^{2/3} d^{4/3}} \cdot \sqrt{\frac{2qU_0}{m}} \cdot \frac{x^{2/3}}{d^{2/3}} =$$

$$= -\frac{4}{9}\varepsilon_0 \sqrt{\frac{2qU_0}{m}}\,\frac{U_0}{d^2} =$$

$$= -\frac{4}{9}\cdot 8{,}85\cdot 10^{-12}\,\frac{Кл^2}{Н\cdot м^2}\sqrt{\frac{2\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19}\,Кл\cdot 200\,В}{9{,}1\cdot 10^{-31}\,кг}}\,\frac{200\,В}{5^2\cdot 10^{-6}\,м^2} =$$

$$= 264\,\frac{А}{м^2}$$

$\boxed{11.6}$ из 11.4 имеем: $q = -e,\ q > 0$

$$\begin{cases} v(x) = \sqrt{\dfrac{2q\varphi(x)}{m}} \\ \varphi(x) = U_0\left(\dfrac{x}{d}\right)^{4/3} \end{cases} \Rightarrow v(x) = \sqrt{\frac{2qU_0}{m}}\cdot\left(\frac{x}{d}\right)^{2/3}$$

$$v(d/2) = \sqrt{\frac{2qU_0}{m}}\cdot 2^{2/3} = 2^{2/3}\sqrt{\frac{2\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19}\,Кл\cdot 100\,В}{9{,}1\cdot 10^{-31}\,кг}} =$$

$$= 3{,}7\cdot 10^{6}\,м/с.$$

$\boxed{11.7}$ Из 11.6 имеем: $q = -e,\ q>0$

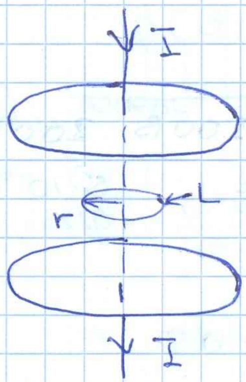
$$v(x) = \sqrt{\frac{2qU_0}{m}}\left(\frac{x}{d}\right)^{2/3} = \frac{dx}{dt}$$

$$t = \int_0^d \sqrt{\frac{m}{2qU_0}}\left(\frac{d}{x}\right)^{2/3} dx = 3d^{2/3}\sqrt{\frac{m}{2qU_0}}\cdot d^{1/3} =$$

$$= 3d\sqrt{\frac{m}{2qU_0}} = 3\cdot 10\cdot 10^{-3}\,\text{м}\sqrt{\frac{9{,}1\cdot 10^{-31}\,\text{кг}}{2\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19}\,\text{Кл}\cdot 100\,\text{В}}} =$$

$$= 5\cdot 10^{-9}\,\text{с}$$

$\boxed{11.8}$



$U = U_0\cos\omega t$

1) $$\oint_L \overline{H}_0\, d\overline{l} = 2\pi r\, H = I_{см}$$

2) $$I_{см} = \int_S \frac{\partial \overline{D}}{\partial t}\, d\overline{S} =$$

$$= \frac{\partial}{\partial t}\Big(\underbrace{\varepsilon_0 \frac{U}{d}}_{\varepsilon_0 E}\Big)\cdot S =$$

$$= \frac{\partial}{\partial t}\left(\varepsilon_0 \frac{U_0\cos\omega t}{d}\right)\pi r^2 =$$

$$= -\frac{U_0\varepsilon_0\omega\sin\omega t}{d}\,\pi r^2$$

$$H = \frac{I_{см}}{2\pi r} = -\frac{\varepsilon_0 U_0\omega\sin\omega t}{2d}\,r \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H_0 = \frac{\varepsilon_0 U_0\omega r}{2d}; \quad B_0 = \frac{\mu_0\varepsilon_0 U_0\omega r}{2d}$$

$$H_0 = \frac{\varepsilon_0 U_0 \omega r}{2d} = \frac{8{,}85\cdot 10^{-12}\,\frac{Кл^2}{Н\cdot м^2}\cdot 300В\cdot 3\cdot 10^{-6}с\cdot 1\cancel{см}}{2\cdot 1\cancel{см}} = 4\cdot 10^{-3}\,\frac{А}{м}$$

$$B_0 = \mu_0 H_0 = 4\pi\cdot 10^{-7}\,\frac{Н}{А^2}\cdot 4\cdot 10^{-3}\,\frac{А}{м} = 5\cdot 10^{-9}\,Тл$$

Аналогично выкладкам выше можно получить:

$$H_1 = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 U_0 \omega r}{2d} = 4\cdot 10^{-2}\,\frac{А}{м}$$

$$B_1 = \frac{\mu\mu_0 \varepsilon\varepsilon_0 U_0 \omega r}{2d} = 5\cdot 10^{-6}\,Тл$$

$\boxed{11.9}$ Пусть I – сила тока в искре, тогда

$$\oint H\,dl = H\cdot 2\pi r = I + I_{см}$$

Пусть R – радиус обкладки конденсатора, тогда

$$I_{см} = \frac{\partial}{\partial t}\int_S \bar{D}\,d\bar{S} = \frac{\partial}{\partial t}(\pi r^2\cdot D) = \left\{D = \varepsilon_0 E = \varepsilon_0\,\frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \sigma\right\} =$$

$$= \pi r^2\,\frac{\partial}{\partial t}\sigma = \frac{r^2}{R^2}\,\frac{\partial}{\partial t}Q = \frac{r^2}{R^2}\,I$$

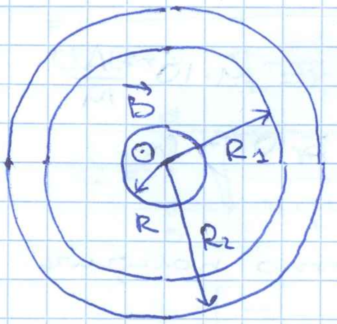
$$H = \frac{I + I_{см}}{2\pi r} = \frac{\left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)I}{2\pi r} \qquad (*)$$

В силу симметрии ~~магнитные~~ силовые линии будут коаксиальными окружностями с осью конденсат.

Знак минус в (*) связан с тем, что электрическое поле убывает.

(и чё дальше?!)

11.2



$$B(t) = \begin{cases} B_0 \sin\omega t, & 0 \le r \le R \\ 0, & r > R \end{cases}$$

В цилиндрических коорд. (r, φ, z):

$$\vec{B} = (0, 0, B_0 \sin\omega t)$$

1) $\operatorname{rot} \bar{E} = -\dfrac{\partial \bar{B}}{\partial t}$

<u>Внутри:</u> в силу симметрии $\dfrac{\partial E}{\partial \varphi} = \dfrac{\partial E}{\partial z} = 0.$ (*)

$$\begin{cases} \dfrac{1}{r}\dfrac{\partial E_z}{\partial \varphi} - \dfrac{\partial E_\varphi}{\partial z} = 0 \\ \dfrac{\partial E_r}{\partial z} - \dfrac{\partial E_z}{\partial r} = 0 \\ \dfrac{1}{r}\dfrac{\partial (r E_\varphi)}{\partial r} - \dfrac{\partial E_r}{\partial \varphi} = -\omega B_0 \cos\omega t \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \dfrac{\partial E_z}{\partial r} = 0 \\ \dfrac{\partial (r E_\varphi)}{\partial r} = -\omega r B_0 \cos\omega t \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \quad E_z = C_1 \quad ; \quad E_\varphi = -\frac{\omega r B_0 \cos\omega t}{2} + C_2$$

В силу ограниченности E при $r = 0 \Rightarrow C_2 = 0$

<u>Снаружи:</u> аналогично имеем:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial E_z}{\partial r} = 0 \\ \dfrac{\partial (r E_\varphi)}{\partial r} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \widehat{E_z} = \widehat{C_1} \\ \widehat{E_\varphi} = \dfrac{\widehat{C_2}}{r} \end{cases}$$

Запишем граничные условия на R:

$$E_{\tau_1} = E_{\tau_2} \Rightarrow E_z = \widehat{E}_z \Rightarrow C_1 = \widehat{C}_1$$

$$E_\varphi = \widehat{E}_\varphi \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -\frac{\omega R B_0 \cos\omega t}{2} = \frac{\widehat{C}_2}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \widehat{C}_2 = -\frac{\omega R^2 B_0 \cos\omega t}{2}$$

2) $\operatorname{div} D = \rho \Rightarrow \operatorname{div} \varepsilon_0 E = 0$

$$\frac{1}{r}\frac{\partial(rE_r)}{\partial r} + \frac{1}{r}\frac{\partial E_\varphi}{\partial \varphi} + \frac{\partial E_z}{\partial z} = 0$$ в силу (*):

$$\frac{\partial(rE_r)}{\partial r} = 0 \Rightarrow E_r = \frac{C_3}{r} \text{ (внутри)}$$

аналогично $\widehat{E}_r = \frac{\widehat{C}_3}{r}$ (снаружи)

В силу гранич. условий: $D_{n_1} = D_{n_2} \Rightarrow C_3 = \widehat{C}_3$

В силу ограниченности E при $r=0 \Rightarrow C_3 = 0$.

т.о. $E = \left(0, -\frac{\omega r B_0 \cos\omega t}{2}, C_1\right)$

$$\widehat{E} = \left(0, -\frac{\omega R^2 B_0 \cos\omega t}{2r}, C_1\right)$$

$\vec{j} = \lambda \widehat{E}$ и в силу ограниченности цилиндра ток не явл. замкн.

$\Rightarrow$ не может поддерживаться $\Rightarrow C_1 = 0$.

$$\vec{j} = \left(0, -\frac{\omega \lambda R^2 B_0 \cos\omega t}{2r}, 0\right)$$

3) $\mathcal{J} = \vec{j}\,\vec{E} = \dfrac{j^2}{\lambda} = \lambda \dfrac{\omega^2 R^4 B_0^2 \cos^2\omega t}{4r^2}$

$$N = \int_V \mathcal{J}\,dV = \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^h dz \int_{R_1}^{R_2} \lambda \frac{\omega^2 R^4 B_0^2 \cos^2\omega t}{4r^2}\, r\,dr =$$

$$= \frac{\lambda R^4 \cdot 2\pi h \cdot B_0^2 \cos^2\omega t}{4} \ln\frac{R_2}{R_1}$$

Рассмотрим $f(t) = \cos^2\omega t$ на $[0, \frac{2\pi}{\omega}]$

среднее значение $\hat{f}(t) = \dfrac{\omega}{2\pi} \cdot \displaystyle\int_0^{2\pi/\omega} \cos^2\omega t\, dt =$

$$= \frac{\omega}{2\pi} \int_0^{2\pi/\omega} \left[\frac{1+\cos 2\omega t}{2}\right] dt = \frac{1}{2}$$

$$\overline{N} = \frac{\lambda R^4 \pi h B_0^2}{4} \ln\frac{R_2}{R_1}$$

$\boxed{11.10}$

1) $I_{см} = j_{см} S = \dfrac{\partial}{\partial t}\displaystyle\int_S D\,dS = \dfrac{\partial}{\partial t}(DS) =$

$= S\dfrac{\partial}{\partial t} D \Rightarrow j_{см} = \dfrac{\partial}{\partial t} D = \dfrac{\partial}{\partial t}\sigma = 0$

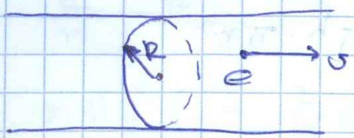
см. 11.9

2) $I_{см} = j_{см} S = S\dfrac{\partial}{\partial t} D$

$$j_{см} = \frac{\partial}{\partial t} D = \frac{\partial}{\partial t}\left(\varepsilon_0 \frac{U}{d+vt}\right) = -\varepsilon_0 U \frac{v}{(d+vt)^2} =$$

$$= -\varepsilon_0 U \frac{v}{d^2}$$

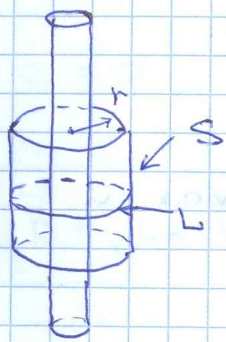
$\boxed{11.12}$ $e = -q$, $q > 0$



$$W = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2W}{m}}$$

$$j = -qn(x)v = -qn\sqrt{\frac{2W}{m}}$$

1) Вне пучка:



$$\oint_S \bar{D}\,d\bar{S} = \varepsilon_0 E \cdot 2\pi r \cdot h =$$

$$= Q = -nqh\pi R^2$$

$$E = \frac{-nqR^2}{2\varepsilon_0 r}$$

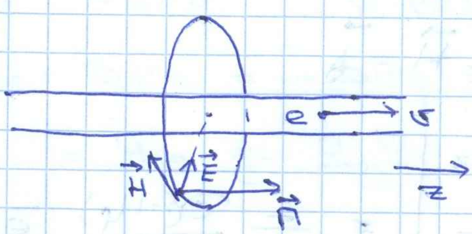
$$\oint_L \bar{H}\,d\bar{l} = H \cdot 2\pi r = I = j\pi R^2 =$$

$$= -qn\sqrt{\frac{2W}{m}}\pi R^2$$

$$H = \frac{-qnR^2\sqrt{\frac{2W}{m}}}{2r}$$

$\vec{E}$ направлено радиально пучку; $\vec{E} \perp \vec{H}$

$\vec{H}$ направлено по касательным к окружностям, с центрами на оси пучка



$$\vec{\Pi} = [\vec{E}, \vec{H}] =$$

$$= \frac{q^2 n^2 R^4}{4\varepsilon_0 r^2}\sqrt{\frac{2W}{m}}\,\vec{z}$$

2) Внутри пучка:

$$\oint_S \overline{D}\, d\overline{S} = \varepsilon_0 \cdot E \cdot 2\pi r \cdot h = Q = -nqh \cdot \pi r^2$$

$$E = \frac{-nqr}{2\varepsilon_0}$$

$$\oint_L \overline{H}\, d\overline{l} = H \cdot 2\pi r = j\pi r^2 = -nq\sqrt{\frac{2W}{m}}\,\pi r^2$$

$$H = -\frac{nqr}{2}\sqrt{\frac{2W}{m}}$$

Векторы $\vec{E}$ и $\vec{H}$ направлены так же, как и в случае „ВНЕ пучка":

$$\vec{\Pi} = [\vec{E} \times \vec{H}] = \frac{n^2q^2r^2}{4\varepsilon_0}\sqrt{\frac{2W}{m}}\ \vec{z}$$

$\boxed{11.13}$ из 11.5 имеем: $-q = e$, $q > 0$

$$j = -\frac{4}{9}\varepsilon_0\sqrt{\frac{2qU_0}{m}}\ \frac{U_0}{d^2}$$

из 11.4 известно, что $\rho(x)$ не зависит от t

$\Rightarrow$ из $\operatorname{div}\vec{D} = \rho$ следует, что $\vec{D}$ не $\Rightarrow$ зависит от t

$$\Rightarrow \frac{\partial D}{\partial t} = 0 \Rightarrow \operatorname{rot}\vec{H} = \vec{j}$$

$$\operatorname{rot} H = \begin{vmatrix} \frac{1}{r}\overline{e}_r & \overline{e}_\varphi & \frac{1}{r}\overline{e}_z \\ \frac{\partial}{\partial r} & \frac{\partial}{\partial \varphi} & \frac{\partial}{\partial z} \\ 0 & rH_\varphi & 0 \end{vmatrix} = \frac{1}{r}\frac{\partial(rH_\varphi)}{\partial r}\,\overline{e}_z$$

$H_r = H_z = 0$ в силу симметрии

$$\frac{1}{r}\frac{\partial(rH_\varphi)}{\partial r} = -\frac{4}{9}\varepsilon_0\sqrt{\frac{2qU_0}{m}}\frac{U_0}{d^2}$$

$$rH_\varphi = -\frac{2}{9}\varepsilon_0\sqrt{\frac{2qU_0}{m}}\frac{U_0}{d^2}r^2 + C$$

$$H_\varphi = -\frac{2}{9}\varepsilon_0\sqrt{\frac{2qU_0}{m}}\frac{U_0}{d^2}r + \frac{C}{r}$$

$C = 0$ в силу того, что $H = 0$ при $r = 0$, (т. о циркуляции)

$$\vec{B} = \mu_0\vec{H} = \left(0,\ -\frac{2}{9}\underbrace{\varepsilon_0\mu_0}_{1/c^2}\sqrt{\frac{2qU_0}{m}}\frac{U_0}{d^2}r,\ 0\right)$$

$$B = -\frac{2}{9}\frac{1}{c^2}\sqrt{\frac{2qU_0}{m}}\frac{U_0}{d^2}r =$$

$$= -\frac{2}{9}\cdot\frac{1}{9\cdot 10^{12}\ м^2/с^2}\cdot\sqrt{\frac{2\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19}\ Кл\cdot 200\ В}{9{,}1\cdot 10^{-31}\ кг}}\cdot\frac{200\ В}{25\cdot 10^{-6}\ м^2}\cdot 10^{-2}\ м$$

$$= -1{,}4\cdot 10^{-19}\ Тл$$

$\boxed{11.14}$ $e = -q$, $q > 0$

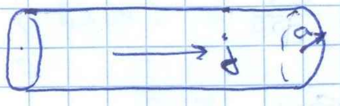
из 11.13: $B = -\frac{2}{9}\varepsilon_0\mu_0\sqrt{\frac{2qU_0}{m}}\frac{U_0}{d^2}R$

из 11.6: $v(d) = \sqrt{\frac{2qU_0}{m}}$

$$F_л = Bve = -Bvq = \frac{2}{9}\cdot\frac{1}{c^2}\cdot\frac{2q^2U_0}{m}\frac{U_0}{d^2}R =$$

$$= 4/9\ \frac{1}{c^2}\frac{q^2U_0^2}{m}\frac{R}{d^2} \qquad \left(\vec{F}_л = q[\vec{v}\times\vec{B}]\right)$$

$\boxed{11.11}$



$\vec{j} = \lambda \vec{E}$, поэтому

$\vec{\Pi} = [\vec{E} \times \vec{H}]$

$\vec{E} \perp \vec{H}$

П сонаправлено с радиусом.

$$\Pi S_{бок} = EH \cdot \ell \cdot 2\pi a = \left\{ \oint_L H d\ell = H \cdot 2\pi a = I \right\} =$$
$$= E\ell \cdot I = \Delta U \cdot I = N$$

$\boxed{11.9}$ (продолжение)

$\Phi_{\Pi} = \int_S \vec{\Pi}\, d\vec{S}$, но $\vec{\Pi} = [\vec{E} \times \vec{H}] = 0$, т.к. $\vec{H}(R) = 0$.

S – цилиндр, с осью на оси конденсатора и радиусом R (радиус обкладок конденс.).