No.

Date

P81 (3) まず、ρ'を定数として、条件より、

$$R = \rho' T \qquad (R:\text{抵抗})$$

また、Stefan-Boltzmann の法則より、放出する電磁波のエネルギーをE，比例定数 σ として、

$$E = \sigma T^4$$

となる。ここで、放出された電磁波のエネルギーは消費された電力に等しいので、

$$E = \frac{1}{2} V I$$

また $V = RI$ も成り立つ。

以上より、

$$\frac{1}{2} V \frac{V}{R} = \sigma T^4$$

$$\therefore \frac{1}{2} V^2 = \sigma \rho' T^5$$

$$\therefore \quad T = A V^{\frac{2}{5}} \qquad \left(A = \left(\frac{1}{2\sigma\rho'}\right)^{\frac{1}{5}} : \text{定数} \right)$$

また $I = \frac{1}{\rho' T} V$ より、

$$I = \frac{1}{\rho' A} V^{\frac{3}{5}} \qquad \left(\frac{1}{\rho' A} : \text{定数} \right)$$

以上より、温度 T は $V^{\frac{2}{5}}$

電流 I は $V^{\frac{3}{5}}$

に比例することが示された。

P123 (1)

静電ポテンシャル $\phi(\vec{r}) = \dfrac{e^{-\frac{r}{a}}}{r} = \dfrac{e^{-\frac{\sqrt{x^2+y^2+z^2}}{a}}}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}}$ (r は原点からの距離，$\vec{r}$ は位置ベクトル)

とおくて、Poisson の方程式より、 $\Delta \phi(\vec{r}) = -\frac{1}{\varepsilon} \rho_e(\vec{r})$

となる。(ただし $\rho_e(\vec{r})$ は電荷分布)

よって求める電荷分布は

$$\rho_e(\vec{r}) = -\varepsilon \Delta \phi(\vec{r})$$

$$= -\varepsilon \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} \phi(x,y,z) + \frac{\partial^2}{\partial y^2}(x,y,z) + \frac{\partial^2}{\partial z^2}(x,y,z) \right)$$

ここで、

$$\frac{\partial}{\partial x} \phi(x,y,z) = -\frac{e^{-\frac{\sqrt{x^2+y^2+z^2}}{a}}}{x^2+y^2+z^2} \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}} \right) x$$

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \phi(x,y,z) = \frac{-e^{-\frac{\sqrt{x^2+y^2+z^2}}{a}}}{(x^2+y^2+z^2)^2} \left[\left\{ \frac{-x^2}{a\sqrt{x^2+y^2+z^2}} \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}} \right) + \frac{1}{a} + \frac{\frac{y^2+z^2}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}}}{x^2+y^2+z^2} \right\} (x^2+y^2+z^2) - 2x^2 \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}} \right) \right]$$

より、求める電荷分布は、

$$\rho_e(\vec{r}) = \varepsilon \frac{e^{-\frac{r}{a}}}{r^4} \left\{ \left(-\frac{r}{a} \left(\frac{1}{a} + \cancel{\frac{1}{r}} \right) + \cancel{\frac{1}{a}} \right) r^2 - \frac{2r^2}{a} \right\}$$

$$= \varepsilon \frac{e^{-\frac{r}{a}}}{r^4} \left(-\frac{r^3}{a^2} - \frac{2r^2}{a} \right)$$

$$= -\varepsilon e^{-\frac{r}{a}} \left(\frac{1}{a^2 r} - \frac{2}{a r^2} \right) \qquad (r : \vec{r} \text{ の原点からの距離})$$