

I

小物体および剛体球の抵抗力のある場合の運動を題材に、大学教養過程で学ぶ力学を問う

問1（グラフは省略）

$$\dot{x} = V_0 - \frac{\beta}{m}x$$

問2

$$\frac{mV_0}{\beta}$$

問3（グラフは省略）

$$x = \frac{mV_0}{\beta} \left(1 - e^{-\frac{\beta}{m}t} \right)$$

問4

$$m\ddot{x} = -\mu mg$$

$$\frac{2}{5}ma^2\dot{\omega} = \mu mga$$

問5

$$\frac{2V_0}{7\mu g}$$

問6

省略

Ⅱ

大学教養課程で学ぶ電磁気学を問う

問1

省略

問2

$$\vec{\nabla}^2 \phi = -\frac{\rho}{\epsilon_0} \left(\vec{\Delta} \phi = -\frac{\rho}{\epsilon_0} \text{でも可} \right)$$

問3

$$\phi = \frac{\rho_0 a^2}{2\epsilon_0} - \frac{\rho_0 r^2}{6\epsilon_0} \quad (r \leq a)$$

$$\phi = \frac{\rho_0 a^3}{3\epsilon_0 r} \quad (r > a)$$

問4

$$(a) \quad \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial}{\partial t} \vec{E} + \mu_0 \vec{j}$$

$$(b) \quad \left(\vec{\nabla}^2 - \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) \vec{E} = 0$$

$$(c) \quad \epsilon_0 \mu_0 \omega^2 = |\vec{k}|^2$$

$$(d) \quad \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$$

問5

省略

Ⅲ

ファンデルワールス気体を対象に、大学教養課程で学ぶ熱学の知識を問う。

問1

$$-RT \log \frac{V_1 - b}{V_0 - b} - a \left(\frac{1}{V_1} - \frac{1}{V_0} \right)$$

問2

$$R \log \frac{V_1 - b}{V_0 - b}$$

問3

$$-a \left(\frac{1}{V_1} - \frac{1}{V_0} \right)$$

問4

省略

問5

省略

問6

式 (3) は $T = \frac{2a}{Rb}$ を境に符号が変化する。

よって $T = \frac{2a}{Rb}$ が求める温度である。

$T < \frac{2a}{Rb}$ のとき、圧力減少とともに気体は冷却される。

$T > \frac{2a}{Rb}$ のとき、圧力減少とともに気体は加熱される。