工学専攻・分野５･６（機械宇宙システム工学・電気宇宙システム工学）

物理・解答用紙

I

受験番号	模範解答

（１）

各成分の運動方程式は、

・東方向（x）：

$$m\frac{d^2x}{dt^2} = -2m\omega\cos\theta \cdot \frac{dz}{dt} + 2m\omega\sin\theta \cdot \frac{dy}{dt}$$

・北方向（y）：

$$m\frac{d^2y}{dt^2} = -2m\omega\sin\theta \cdot \frac{dx}{dt}$$

・鉛直上方向（z）：

$$m\frac{d^2z}{dt^2} = -mg + 2m\omega\cos\theta \cdot \frac{dx}{dt}$$

（２）

$$x(T) = -\frac{2\omega v_0^3\sin^3\alpha\cos\theta}{3g^2}$$

裏面を使用する場合は，その旨断り書きすること

工学専攻・分野５･６（機械宇宙システム工学・電気宇宙システム工学）

物理・解答用紙

2

（１）

$W_1 = \int_{b_1}^{b_2} P_1 a\, dx = P_1 \int_{V_1}^{V_2} \quad dv = P_1(V_2 - V_1)$ [J]

（２）

$W_2 = \int_{b_2}^{b_3} Pa\, dx = \int_{V_2}^{V_3} P\, dv \quad dv = 0$ より　0 [J]

（３）

$W_3 = \int_{b_3}^{b_1} Pa\, dx = \int_{V_3}^{V_1} \frac{nRT_3}{v} dv = nRT_3[logv]_{V_3}^{V_1} = nRT_3(logV_1 - logV_3) = nRT_3 log\frac{V_1}{V_3}$ [J]

（４）

設問（１）のエントロピー変化

$$S_B - S_A = \int_A^B \quad dS = nC_p \int_{T_1}^{T_2} \frac{1}{T} dT = nC_p[logT]_{T_1}^{T_2} = nC_p(logT_2 - logT_1) = nC_p log\frac{T_2}{T_1}$$

設問（２）のエントロピー変化

$$S_c - S_B = \int_B^C \quad dS = nC_v \int_{T_2}^{T_3} \frac{1}{T} dT = nC_v[logT]_{T_2}^{T_3} = nC_v(logT_3 - logT_2) = nC_v log\frac{T_3}{T_2}$$

設問（３）のエントロピー変化

$$S_A - S_C = \int_C^A \quad dS = nR \int_{V_3}^{V_1} \frac{1}{V} dV = nR[logV]_{V_3}^{V_1} = nR(logV_1 - logV_3) = nR\, log\frac{V_1}{V_3}$$

裏面を使用する場合は，その旨断り書きすること

工学専攻・分野 5･6（機械宇宙システム工学・電気宇宙システム工学）

物理・解答用紙

3

(1)　電場は球殻の中心に向かっている。ガウス面の微小面積要素を $d\vec{A}$ とすると、ガウスの法則により点 A の電場は

$$\varepsilon_0 \oint \overrightarrow{E_A} \cdot d\vec{A} = -\varepsilon_0 E_A \cdot 4\pi r^2 = -Q \qquad \therefore\ E_A = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

ガウスの法則により点 B の電場は

$$\varepsilon_0 \oint \varepsilon_r \overrightarrow{E_B} \cdot d\vec{A} = -\varepsilon_0 \varepsilon_r E_B \cdot 4\pi r^2 = -Q \qquad \therefore\ E_B = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 \varepsilon_r r^2}$$

ガウスの法則により点 C の電場は

$$\varepsilon_0 \oint \overrightarrow{E_C} \cdot d\vec{A} = -\varepsilon_0 E_C \cdot 4\pi r^2 = -Q \qquad \therefore\ E_C = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

2)　内殻電極表面から外殻電極表面に向かう積分経路に対して設問(1)の解答を用いて積分すると

$$V = \int_{r_1}^{a} -\overrightarrow{E_A} \cdot d\vec{r} + \int_{a}^{b} -\overrightarrow{E_B} \cdot d\vec{r} + \int_{b}^{r_2} -\overrightarrow{E_C} \cdot d\vec{r} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left\{\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) + \left(1 - \frac{1}{\varepsilon_r}\right)\left(\frac{1}{b} - \frac{1}{a}\right)\right\}$$

3)　電気容量は $Q = CV$ より、

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{4\pi\varepsilon_0}{\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) + \left(1 - \frac{1}{\varepsilon_r}\right)\left(\frac{1}{b} - \frac{1}{a}\right)}$$

裏面を使用する場合は，その旨断り書きすること