

第1問

問1

$$V = \frac{m}{M+m}v$$

問2

$$E = \frac{Mm}{2(M+m)}v^2$$

問3

$$v_0 = \frac{M+m}{m}\sqrt{2gr(1-\cos\theta)}$$

問4

$$t_0 = \frac{\sqrt{3(V^2 - gr)}}{g}$$

$$x_0 = \frac{\sqrt{3}}{2g}(V^2 - gr)$$

$$y_0 = \frac{3}{8g}(V^2 - gr)$$

問5

$$\frac{t_{i+1}}{t_i} = e$$

$$\frac{x_{i+1}}{x_i} = e$$

$$\frac{y_{i+1}}{y_i} = e^2$$

問6

$$T = \frac{t_0}{1-e}$$

導出過程

問5より, $\frac{t_1}{t_0} = e$ より, $t_1 = et_0$ $\frac{t_2}{t_1} = e$ より, $t_2 = e^2t_0$ 以下同様にして, $t_i = e^it_0$ と表せる

$T = \sum_{i=0}^{\infty} t_i = (1+e+e^2+\dots)t_0$ これは公比 e の無限等比級数の計算であり, $0 < e < 1$ より,

$$1+e+e^2+\dots = \frac{1}{1-e} \quad \therefore T = \frac{t_0}{1-e}$$

第2問

問1

$$B_0 = \frac{\sqrt{3}mg}{3a}$$

問2

ア

問3

ア

理由 金属棒①を動かす際、外力のする仕事と重力のする仕事は回路に加わるため、回路で消費される電力は増加する。

(または、磁場が貫く部分の減少に伴い、電池と同じ方向に金属棒①に誘導起電力が生じるため、回路に流れる電流が大きくなり、回路の消費電力は大きくなる。)

問4

$$V = 3.0 - \frac{\sqrt{3}abB_0}{30} \quad [\text{V}]$$

問5

$$V = 3.0 \quad [\text{V}]$$

第3問

問1

$$Q_1 = \frac{5(a-1)}{2a} RT_0 \quad [\text{J}]$$

$$W_1 = \frac{a-1}{a} RT_0 \quad [\text{J}]$$

$$T_1 = \frac{1}{a} T_0 \quad [\text{K}]$$

問題文にある体積は $\frac{1}{a}$ になった。という文は $\frac{1}{a}$ [倍] となつたとして、解答にあたった。

問2

$$Q_2 = \frac{3(ab-1)}{2a} RT_0 \quad [\text{J}]$$

$$T_2 = bT_0 \quad [\text{K}]$$

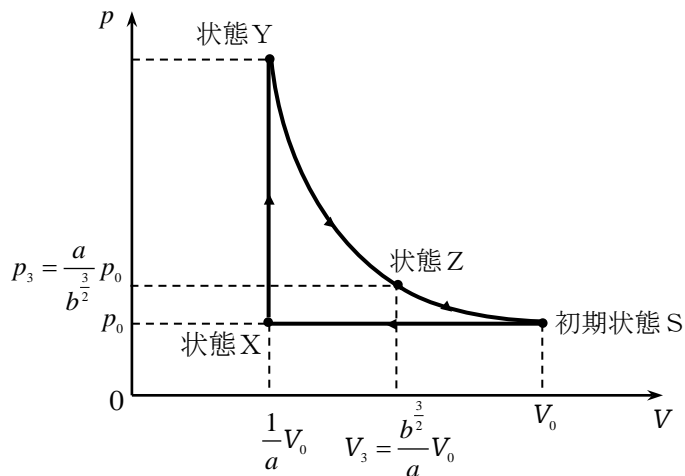
問3

$$V_3 = \frac{b^{\frac{3}{2}}}{a} V_0 \quad [\text{m}^3]$$

$$p_3 = \frac{a}{b^{\frac{3}{2}}} p_0 \quad [\text{Pa}]$$

$$W_3 = \frac{3}{2} (b-1) RT_0 \quad [\text{J}]$$

問4



どのように動くか述べてよ。 b が大きくなると、圧力 p_3 は小さくなり、体積 V_3 は大きくなる。

この変化において、状態Zは、上図のZ→Sの等温曲線上を動き、状態Zから初期状態Sまでの等温変化の部分は小さくなり、やがて状態Zは初期状態Sに近づく。

第4問

問1

$$\frac{\lambda}{n_1}$$

問2

$$\sin \theta_1 = n_1 \sin \theta_2$$

問3 点Aと点Bに含まれる波の数

$$\frac{\overline{AD} \sin \theta_1}{\lambda}$$

点Eと点Dに含まれる波の数

$$\frac{\overline{AD} \sin \theta_1}{\lambda}$$

問4 経路差

$$2d \cos \theta_2$$

光路差

$$2n_1 d \cos \theta_2$$

問5 $n_1 > n_2$ の場合

$$\lambda = \frac{4n_1 d \cos \theta_2}{2m+1}$$

$n_1 < n_2$ の場合

$$\lambda = \frac{2n_1 d \cos \theta_2}{m}$$

問6

強めあう・弱めあう

理由

経路1と経路2の光路差と経路3と経路4の光路差はいずれも同じであるが、点Dの反射において、経路1と経路2の干渉においては固定端反射であるが、経路3と経路4の干渉においては自由端反射であるので、経路1と経路2の干渉条件と経路3と経路4の干渉条件は逆の関係になるため。