物理基礎・物理

問題 1

(1)

図 2 のグラフより、

$$a = \frac{v_1 - 0}{t_{\mathrm{B}} - 0} = \frac{v_1}{t_{\mathrm{B}}} \quad 〔\mathrm{m/s^2}〕$$

答. $\frac{v_1}{t_{\mathrm{B}}}$ 〔m/s^2〕

(2)

斜面 AB における、斜面に沿った向きのおもりの運動方程式は、

$$ma = mg\sin\theta_1 - \mu mg\cos\theta_1$$

よって、

$$\mu mg\cos\theta_1 = mg\sin\theta_1 - ma$$

$$\mu = \tan\theta_1 - \frac{v_1}{t_{\mathrm{B}} g\cos\theta_1}$$

答. $\tan\theta_1 - \frac{v_1}{t_{\mathrm{B}} g\cos\theta_1}$

(3)

おもりは水平面 BC 間においては等速直線運動をしているので、おもりに摩擦力ははたらかない。したがって、おもりにはたらく力は次の 2 つである。

・鉛直下向きに重力　mg〔N〕

・鉛直上向きに水平面からの垂直抗力mg〔N〕

(4)

おもりの斜面 CD 上での加速度をa_2 とすると、図 2 のグラフより

$$a_2 = \frac{0 - v_1}{t_\mathrm{D} - t_\mathrm{C}} = \frac{-v_1}{t_\mathrm{D} - t_\mathrm{C}} \quad 〔\mathrm{m/s^2}〕$$

よって、おもりが斜面 CD 上を進む距離をxとすると、

$$0 - v_1^2 = 2xa_2$$

よって、

$$x = \frac{-v_1^2}{2a_2} = \frac{-v_1^2}{2}\frac{(t_\mathrm{D} - t_\mathrm{C})}{-v_1} = \frac{v_1}{2}(t_\mathrm{D} - t_\mathrm{C}) \quad 〔\mathrm{m}〕$$

したがって、おもりが到達した点 D の高さは、

$$h = x\sin\theta_2 = \frac{v_1}{2}(t_\mathrm{D} - t_\mathrm{C})\sin\theta_2 \quad 〔\mathrm{m}〕$$

答. $\frac{v_1}{2}(t_\mathrm{D} - t_\mathrm{C})\sin\theta_2$　〔m〕

物理基礎・物理

問題２

(1)

上側回路の合成抵抗：$2R_1$〔Ω〕
下側回路の合成抵抗：R_1+R_2〔Ω〕

これが並列につながっているので、XY 間の合成抵抗を R とすると、

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{2R_1}+\frac{1}{R_1+R_2}$$

よって、

$$R=\frac{2R_1(R_1+R_2)}{3R_1+R_2}$$

流れる電流は、電圧 V〔V〕÷合成抵抗 R〔Ω〕から、

答. $\dfrac{(3R_1+R_2)V}{2R_1(R_1+R_2)}$ 〔A〕

(2)

下側回路の合成抵抗：R_1+R_2〔Ω〕
下側回路にかかる電圧：V〔V〕

よって、下側回路に流れる電流は、

$\dfrac{V}{R_1+R_2}$ 〔A〕

電力は、電流^2×抵抗値であるから、

答. $\dfrac{R_2V^2}{(R_1+R_2)^2}$ 〔W〕

(3)

左側回路の合成抵抗：$\frac{R_1}{2}$〔Ω〕

右側回路の合成抵抗：$\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$〔Ω〕

これが直列につながっているので、XY 間の合成抵抗は、

$$\frac{R_1}{2}+\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$$

$$=\frac{R_1^2+3R_1R_2}{2(R_1+R_2)}$$

流れる電流は、電圧 V〔V〕÷合成抵抗〔Ω〕から、

答. $\frac{2(R_1+R_2)V}{R_1^2+3R_1R_2}$ 〔A〕

(4)

右側回路に流れる電流：$\frac{2(R_1+R_2)V}{R_1^2+3R_1R_2}$ 〔A〕

右側回路の合成抵抗：$\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$〔Ω〕

よって、右側回路にかかる電圧は、

$$\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}\times\frac{2(R_1+R_2)V}{R_1^2+3R_1R_2}$$

$$=\frac{2R_2V}{R_1+3R_2}$$ 〔V〕

電球に流れる電流は、右側回路にかかる電圧〔V〕÷抵抗 R_2〔Ω〕から、

$$\frac{2R_2V}{R_1+3R_2}\times\frac{1}{R_2}=\frac{2V}{R_1+3R_2}$$ 〔A〕

電力は、電流 ^{2}×抵抗値であるから、

答. $\frac{4R_2V^2}{(R_1+3R_2)^2}$ 〔W〕

(5)

上側回路に右向きに流れる電流を I_1、下側回路に右向きに流れる電流を I_2
電流計に Y から Z への向きに流れる電流を I_3、とする

キルヒホッフの第一法則から、
$I_1 + I_2 = I_3$・・・①
キルヒホッフの第二法則から、
$V = R_1I_1 + 2V$・・・②
$V = R_1I_2 + R_2I_2$・・・③

②より、$I_1 = -\frac{V}{R_1}$

③より、$I_2 = \frac{V}{R_1+R_2}$

$I_3 = -\frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_1 + R_2} = -\frac{VR_2}{R_1(R_1 + R_2)}$

答.　Z から Y への向きに、　$\frac{VR_2}{R_1(R_1+R_2)}$〔A〕

(6)

電球に流れる電流は、(5) の I_2 より、
$\frac{V}{R_1+R_2}$　〔A〕

電力は、電流 ^{2}×抵抗値であるから、

答.　$\frac{R_2V^2}{(R_1+R_2)^2}$　〔W〕

物理基礎・物理

問題３

(1)

気体定数をRとする。状態Aの気体を状態方程式で表すと、

$4P_0V_0 = RT_0$ …①

状態Bの温度を T_B とし、状態Bの気体を状態方程式で表すと、

$7P_0V_0 = RT_\mathrm{B}$ …②

式①②より、

$$T_\mathrm{B} = \frac{7}{4}T_0$$

答．$\frac{7}{4}T_0$　[K]

(2)

気体が外部へした仕事は図1における線分BCと V 軸に囲まれた部分の面積であるため、

$$W_\mathrm{BC} = \frac{1}{2}(P_0 + 7P_0)(4V_0 - V_0) = 12P_0V_0$$

答．$12P_0V_0$　〔J〕

(3)

図より直線 BC の傾きは、

$$\frac{P_0 - 7P_0}{4V_0 - V_0} = -\frac{2P_0}{V_0}$$

よって、直線 BC は、

$$P = -\frac{2P_0}{V_0}(V - V_0) + 7P_0 = -\frac{2P_0}{V_0}V + 2P_0 + 7P_0$$
$$= -\frac{2P_0}{V_0}V + 9P_0$$

さらに、

$$-\frac{2P_0}{V_0}V = P - 9P_0$$
$$V = -\frac{V_0}{2P_0}(P - 9P_0)$$

答．$V = -\frac{V_0}{2P_0}(P - 9P_0)$

(4)

解答例（1）の式①より、気体定数 R は③式のように表せる。

$$R = \frac{4P_0V_0}{T_0} \quad \cdots ③$$

(3)の結果と式③を状態方程式に代入して、

$$T = \frac{PV}{R} = \frac{T_0}{4P_0V_0}P\left\{-\frac{V_0}{2P_0}(P - 9P_0)\right\}$$
$$= -\frac{T_0}{8{P_0}^2}P^2 + \frac{9T_0}{8P_0}P = -\frac{T_0}{8{P_0}^2}\left(P - \frac{9}{2}P_0\right)^2 + \frac{81}{32}T_0$$

答．$T = -\frac{T_0}{8{P_0}^2}\left(P - \frac{9}{2}P_0\right)^2 + \frac{81}{32}T_0$

(5)

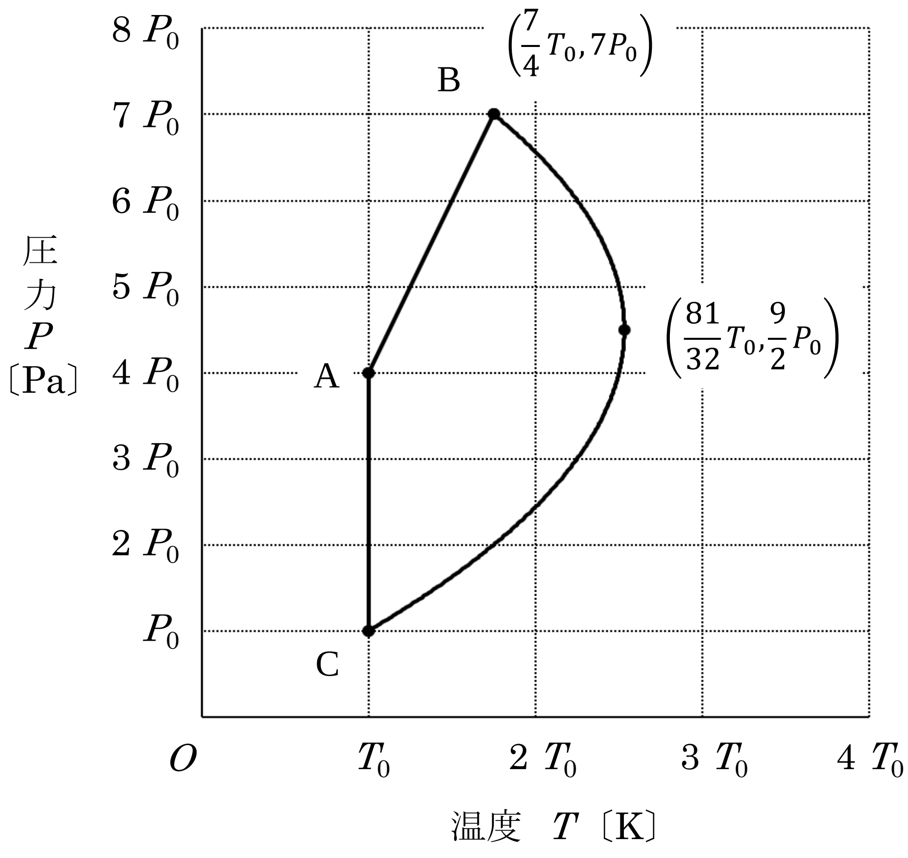
状態変化 A→B は体積 V_0 の定積変化であるため、ボイル・シャルルの法則および解答例（4）の式③から、

$$PV_0 = \frac{4P_0V_0}{T_0}T$$

$$P = \frac{4P_0}{T_0}T$$

状態変化 B→C は(4)の結果より、図のように曲線を描き、温度 T が $\frac{81}{32}T_0$、圧力 P が $\frac{9}{2}P_0$ のとき、T が最大になる。

状態変化 C→A は、等温変化であるため、$T_C = T_A = T_0$ となる。
よって、求める P-T 図は以下のようになる。



物理基礎・物理

問題４

(1)	陰極	(2)	比電荷
(3)	電気素量	(4)	正
(5)	原子核	(6)	ヘリウム
(7)	アルファ	(8)	放射線
(9)	ベータ	(10)	ガンマ
(11)	ガンマ	(12)	アルファ
(13)	ベータ	(14)	プランク
(15)	定常状態	(16)	量子条件
(17)	量子数	(18)	陽子
(19)	中性子	(20)	核子
(21)	核分裂	(22)	核融合
(23)	結合	(24)	減少
(25)	Δmc^2		