

物理基礎・物理

問題 1

(1)

点 A は、水平面より高さ h のところにあるので、
物体の位置エネルギーは、

$$Mgh$$

答 Mgh

(2)

水平面での物体の速さを v とすると
物体の運動エネルギーは、

$$\frac{1}{2}Mv^2$$

力学的エネルギー保存の法則より、

$$Mgh = \frac{1}{2}Mv^2$$

$$v^2 = \frac{2Mgh}{M} = 2gh$$

よって、求める速さ v は

$$v = \sqrt{2gh}$$

答 $v = \sqrt{2gh}$

(3)

ばねが L 縮まった時の弾性エネルギーは、ばね定数が k であるので、

$$\frac{1}{2}kx^2$$

(2)より、力学的エネルギー保存の法則から、

$$\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}Mv^2$$
$$x^2 = \frac{M}{k}v^2 = \frac{2Mgh}{k}$$

よって、ばねが縮められた長さ x は

$$x = \sqrt{\frac{2Mgh}{k}}$$

答 $x = \sqrt{\frac{2Mgh}{k}}$

物理基礎・物理

問題 2

(1)

容器 A 内の気体の量を n_A 、容器 B 内の気体の量を n_B とすると容器 A における気体の状態方程式は

$$2p_0V_0 = n_A RT_0$$

となるので

$$n_A = \frac{2p_0V_0}{RT_0}$$

同様に容器 B では

$$3p_0V_0 = n_B R \times \frac{3}{4} T_0$$

より

$$n_B = \frac{4p_0V_0}{RT_0}$$

答 容器 A $\frac{2p_0V_0}{RT_0}$
 容器 B $\frac{4p_0V_0}{RT_0}$

(2)

状態 1 の容器 A 内の内部エネルギーを U_A 、容器 B 内の内部エネルギーを U_B 、状態 2 の内部エネルギーを U_1 とする。

$$U_A = \frac{3}{2} n_A RT_0 = \frac{3}{2} \times \frac{2p_0V_0}{RT_0} \times RT_0 = 3p_0V_0$$

$$U_B = \frac{3}{2} n_B R \times \frac{3}{4} T_0 = \frac{3}{2} \times \frac{4p_0V_0}{RT_0} \times R \times \frac{3}{4} T_0 = \frac{9}{2} p_0V_0$$

$$U_A + U_B = \frac{15}{2} p_0V_0$$

容器と周囲の間に熱の出入りはなく、また容器内の気体は外部に対して仕事をしない（されない）ので、 $U_A + U_B = U_1$

答 $\frac{15}{2} p_0V_0$

(3)

状態 2 の容器内の温度を T_1 とすると、

$$U_1 = \frac{3}{2}(n_A + n_B)RT_1 = \frac{3}{2} \times \frac{6p_0V_0}{RT_0} RT_1 = 9p_0V_0 \frac{T_1}{T_0}$$

$$9p_0V_0 \frac{T_1}{T_0} = \frac{15}{2} p_0V_0$$

より

$$T_1 = \frac{5}{6} T_0$$

状態 1 から容器の総容積および気体の総量は変わらず、温度は $\frac{5}{6}T_0$ なので、状態 2 における気体の圧力を p_1 とすると、気体の状態方程式より

$$p_1 \times 4V_0 = \frac{6p_0V_0}{RT_0} \times R \times \frac{5}{6} T_0$$

$$p_1 = \frac{5}{4} p_0$$

答 $\frac{5}{4} p_0$

物理基礎・物理

問題 3

- (1) 時計回りに、抵抗値が R_1 [Ω]、 R_2 [Ω]の抵抗に流れる電流を I_1 、 I_2 電池に流れる電流を I_3 とする
- スイッチを閉じた直後であるから、コンデンサーでの電圧降下は 0 である
- キルヒホッフの法則より、

$$I_1 + I_2 = I_3$$

電池の起電力は各抵抗の電圧降下につり合うので、

$$V = R_1 I_1 \quad V = R_2 I_2$$

$$\text{よって、} I_1 = \frac{V}{R_1} \quad I_2 = \frac{V}{R_2}$$

$$I_3 = I_1 + I_2 = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} V$$

$$\text{答 } R_1 \text{ } [\Omega] \text{ の抵抗に流れる電流 : } \underline{I_1 = \frac{V}{R_1} \text{ [A]}}$$

$$R_2 \text{ } [\Omega] \text{ の抵抗に流れる電流 : } \underline{I_2 = \frac{V}{R_2} \text{ [A]}}$$

$$\text{電池に流れる電流 : } \underline{\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} V \text{ [A]}}$$

- (2) 時計回りに、抵抗値が R_1 [Ω]、 R_2 [Ω]の抵抗に流れる電流を I_1' 、 I_2' とする。コンデンサーによる電圧降下は、 $\frac{q}{C}$ であるから、

$$V = \frac{q}{C} + R_1 I_1'$$

これを解くと

$$I_1' = \frac{CV - q}{CR_1}$$

$$\text{また、} V = R_2 I_2' \text{ から } I_2' = \frac{V}{R_2}$$

$$\text{答 } R_1 \text{ } [\Omega] \text{ の抵抗に流れる電流 : } \underline{\frac{CV - q}{CR_1} \text{ [A]}}$$

$$R_2 \text{ } [\Omega] \text{ の抵抗に流れる電流 : } \underline{\frac{V}{R_2} \text{ [A]}}$$

(3)

時計回りに、抵抗値が R_1 [Ω]、 R_2 [Ω]の抵抗に流れる電流を I_1'' 、 I_2''

電池に流れる電流を I_3'' とする

充電が完了しているから、 $I_1'' = 0$

また、 $V = R_2 I_2''$ から

$$I_2'' = \frac{V}{R_2}$$

$$I_3'' = I_1'' + I_2'' = \frac{V}{R_2}$$

答 R_1 [Ω]の抵抗に流れる電流：0 [A]

R_2 [Ω]の抵抗に流れる電流： $\frac{V}{R_2}$ [A]

電池に流れる電流： $\frac{V}{R_2}$ [A]

(4)

コンデンサーに蓄えられた電気量を Q とすると、

コンデンサーによる電圧降下は、 $\frac{Q}{C}$

抵抗による電圧降下は、 $R_1 \times 0$

キルヒホッフの第2法則を適用すると

$$V = \frac{Q}{C} + R_1 \times 0$$

$$Q = CV$$

答. CV [C]