

I 次の文章を読み、下の問い(問1～問6)について最も適当なものを、それぞれの選択肢から選べ。(40点)

水平方向右向きに x 軸，鉛直方向上向きに y 軸をとる。原点にある小球1を，初速度の大きさ v_1 ， x 軸の正の向きとなす角 θ で投げ上げると同時に，点 $P(a, b)$ にある小球2を，初速度の大きさ v_2 ， x 軸の正の向きとなす角 θ で投げ上げると，小球1が最高点に達したあとで小球1と小球2が衝突した。重力加速度の大きさを g ， $a > 0$ ， $b > 0$ ， $0 < v_2 < v_1$ ， $0 < \theta < 90^\circ$ とし，空気抵抗はないものとする。

問1 小球1が投げ上げられてから最高点に達するまでの時間を求めよ。 1

- ① $\frac{v_1}{g}$ ② $\frac{v_1 \sin \theta}{g}$ ③ $\frac{v_1 \cos \theta}{g}$ ④ $\frac{v_1 \tan \theta}{g}$
 ⑤ $\frac{v_1}{g \sin \theta}$ ⑥ $\frac{v_1}{g \cos \theta}$ ⑦ $\frac{v_1}{g \tan \theta}$

問2 小球1が最高点に達したときの y 座標を求めよ。 2

- ① $\frac{v_1^2}{2g}$ ② $\frac{v_1^2 \sin^2 \theta}{2g}$ ③ $\frac{v_1^2 \cos^2 \theta}{2g}$ ④ $\frac{v_1^2 \tan^2 \theta}{2g}$
 ⑤ $\frac{v_1^2}{2g \sin^2 \theta}$ ⑥ $\frac{v_1^2}{2g \cos^2 \theta}$ ⑦ $\frac{v_1^2}{2g \tan^2 \theta}$

問3 $\tan \theta$ を求めよ。 3

- ① $\frac{a}{b}$ ② $\frac{b}{a}$ ③ $\frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}$ ④ $\frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}}$
 ⑤ $\frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{a}$ ⑥ $\frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{b}$

問4 小球1と小球2が投げ上げられてから衝突するまでの時間を求めよ。

4

- ① $\frac{\sqrt{a^2+b^2}}{v_1}$ ② $\frac{\sqrt{a^2+b^2}}{v_2}$ ③ $\frac{a}{v_1}$ ④ $\frac{b}{v_2}$
⑤ $\frac{\sqrt{a^2+b^2}}{v_1-v_2}$ ⑥ $\frac{a}{v_1-v_2}$ ⑦ $\frac{b}{v_1-v_2}$

問5 小球1と小球2が衝突した点の x 座標を求めよ。

5

- ① a ② $\frac{v_1 a}{v_2}$ ③ $\frac{a^2}{\sqrt{a^2+b^2}}$ ④ $\frac{v_1 a^2}{v_2 \sqrt{a^2+b^2}}$
⑤ $\frac{v_1 a}{v_1-v_2}$ ⑥ $\frac{v_1 a^2}{(v_1-v_2)\sqrt{a^2+b^2}}$ ⑦ $\frac{v_1 a b}{(v_1-v_2)\sqrt{a^2+b^2}}$

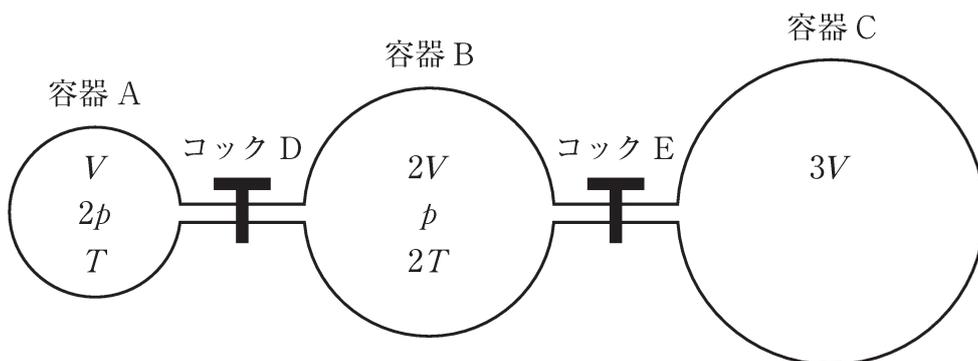
問6 小球1と小球2が衝突した点の y 座標を求めよ。

6

- ① b ② $\frac{v_1 b}{v_1-v_2}$ ③ $-\frac{g(a^2+b^2)}{2(v_1-v_2)^2}$
④ $\frac{v_1 b}{v_1-v_2} - \frac{g(a^2+b^2)}{2(v_1-v_2)^2}$ ⑤ $\frac{v_1 b}{v_1-v_2} - \frac{g a^2}{2(v_1-v_2)^2}$
⑥ $\frac{v_1 b}{v_1-v_2} - \frac{g b^2}{2(v_1-v_2)^2}$ ⑦ $\frac{v_1 b}{v_1-v_2} + \frac{g(a^2+b^2)}{2(v_1-v_2)^2}$

II 次の文章を読み、下の問い(問1～問7)について最も適当なものを、それぞれの選択肢から選べ。(30点)

下図のように、断熱材で囲まれた3つの容器A, B, Cが、それぞれコックD, Eのついた細い管でつながれている。はじめコックD, Eは閉じられている。容器A, B, Cの体積はそれぞれ V , $2V$, $3V$ である。容器Aに圧力 $2p$ 、絶対温度が T の単原子分子理想気体を、容器Bに圧力 p 、絶対温度が $2T$ の単原子分子理想気体を入れ、容器Cは真空にする。気体と容器や外部との熱のやりとりはなく、気体の内部エネルギーの合計は一定に保たれるとする。細い管の体積は無視できるものとし、気体定数は R とする。



問1 容器A内の気体の物質量はいくらか。

7

- ① $\frac{pV}{2RT}$ ② $\frac{2pV}{3RT}$ ③ $\frac{pV}{RT}$ ④ $\frac{4pV}{3RT}$
 ⑤ $\frac{2pV}{RT}$ ⑥ $\frac{3pV}{RT}$ ⑦ $\frac{6pV}{RT}$ ⑧ $\frac{9pV}{RT}$

問2 容器B内の気体の物質量はいくらか。

8

- ① $\frac{pV}{2RT}$ ② $\frac{2pV}{3RT}$ ③ $\frac{pV}{RT}$ ④ $\frac{4pV}{3RT}$
 ⑤ $\frac{2pV}{RT}$ ⑥ $\frac{3pV}{RT}$ ⑦ $\frac{6pV}{RT}$ ⑧ $\frac{9pV}{RT}$

問3 容器 A, B 内の気体の内部エネルギーの合計はいくらか。 p , V を用いて表せ。

9

- ① $\frac{1}{2}pV$ ② $\frac{2}{3}pV$ ③ pV ④ $\frac{4}{3}pV$
⑤ $2pV$ ⑥ $3pV$ ⑦ $6pV$ ⑧ $9pV$

次に、コック D を開いて十分な時間が経過した。

問4 容器 A, B 内の気体の温度はいくらか。

10

- ① $\frac{1}{2}T$ ② $\frac{2}{3}T$ ③ T ④ $\frac{4}{3}T$
⑤ $2T$ ⑥ $3T$ ⑦ $6T$ ⑧ $9T$

問5 容器 A, B 内の気体の圧力はいくらか。

11

- ① $\frac{1}{2}p$ ② $\frac{2}{3}p$ ③ p ④ $\frac{4}{3}p$
⑤ $2p$ ⑥ $3p$ ⑦ $6p$ ⑧ $9p$

最後に、コック E を開いて十分な時間が経過した。

問6 容器 A, B, C 内の気体の温度はいくらか。

12

- ① $\frac{1}{2}T$ ② $\frac{2}{3}T$ ③ T ④ $\frac{4}{3}T$
⑤ $2T$ ⑥ $3T$ ⑦ $6T$ ⑧ $9T$

問7 容器 A, B, C 内の気体の圧力はいくらか。

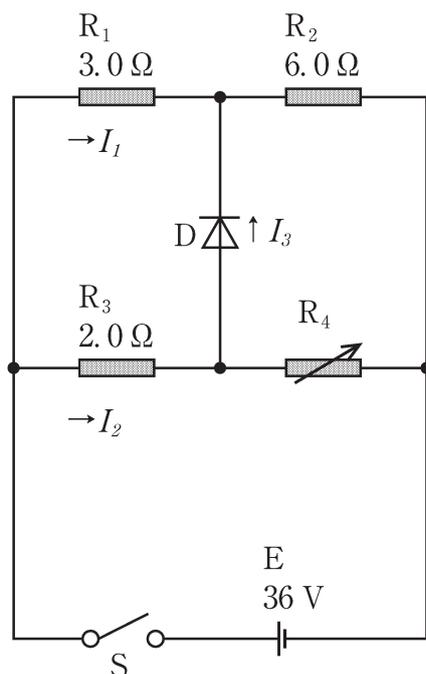
13

- ① $\frac{1}{2}p$ ② $\frac{2}{3}p$ ③ p ④ $\frac{4}{3}p$
⑤ $2p$ ⑥ $3p$ ⑦ $6p$ ⑧ $9p$

Ⅲ 次の文章を読み，下の問い(問1～問7)について最も適当なものを，それぞれの選択肢から選べ。(30点)

下図のように，起電力が36 Vの電池E，抵抗値が 3.0Ω の抵抗 R_1 ， 6.0Ω の R_2 ， 2.0Ω の R_3 ，抵抗値を変えることのできる可変抵抗 R_4 ，ダイオードDおよびスイッチSを接続した。電流 I_1 ， I_2 ， I_3 は矢印(→)の向きを正とする。電池の内部抵抗および導線の電気抵抗は無視できるものとする。また，ダイオードは順方向に電圧が加わったときに電流を流し，そのときの抵抗は0であり，逆方向の電圧に対しては全く電流を流さないものとする。

まず， R_4 の抵抗値を 2.0Ω にしてスイッチSを閉じたところ，ダイオードに電流は流れなかった。



問1 I_1 の大きさはいくらか。

14 A

- ① 1.0 ② 1.3 ③ 2.6 ④ 3.1 ⑤ 4.0
 ⑥ 4.7 ⑦ 5.6 ⑧ 8.9 ⑨ 9.0

問2 I_2 の大きさはいくらか。

15 A

- ① 1.0 ② 1.3 ③ 2.6 ④ 3.1 ⑤ 4.0
⑥ 4.7 ⑦ 5.6 ⑧ 8.9 ⑨ 9.0

次に、スイッチSを開き、 R_4 の抵抗値を 8.0Ω にしてスイッチSを閉じたところ、ダイオードに電流が流れた。

問3 I_1 の大きさはいくらか。

16 A

- ① 1.0 ② 1.3 ③ 2.6 ④ 3.1 ⑤ 4.0
⑥ 4.7 ⑦ 5.6 ⑧ 8.9 ⑨ 9.0

問4 I_2 の大きさはいくらか。

17 A

- ① 1.0 ② 1.3 ③ 2.6 ④ 3.1 ⑤ 4.0
⑥ 4.7 ⑦ 5.6 ⑧ 8.9 ⑨ 9.0

問5 I_3 の大きさはいくらか。

18 A

- ① 1.0 ② 1.3 ③ 2.6 ④ 3.1 ⑤ 4.0
⑥ 4.7 ⑦ 5.6 ⑧ 8.9 ⑨ 9.0

問6 R_4 での消費電力はいくらか。

19 W

- ① 11 ② 14 ③ 22 ④ 24 ⑤ 27
⑥ 77 ⑦ 80 ⑧ 89 ⑨ 110

最後に、スイッチSを開き、 R_4 の抵抗値を 0Ω にしてスイッチSを閉じてから、抵抗値を徐々に大きくしていったところ、抵抗値がある値を超えるとダイオードに電流が流れ始めた。

問7 このときの R_4 の抵抗値はいくらか。

Ω

- ① 1.0 ② 2.0 ③ 3.0 ④ 4.0 ⑤ 5.0
⑥ 6.0 ⑦ 7.0 ⑧ 8.0 ⑨ 9.0