

物

1

半径 r の半球が平面部分を下にして水平な地面に固定されている。図 1 はこの半球を横から見たものであり、半球の頂点を P とし、点 P の真下の地面上の点を O とする。点 P に置かれた大きさを無視できる質量 m の物体が静かに球面を滑り始め、球面上の点 Q を速さ v で通過した。その後、物体は点 R で球面から離れ、そのときの速さは v_1 であった。ここで、 $\angle POQ = \theta$ 、 $\angle POR = \theta_1$ 、 $0 < \theta \leq \theta_1$ とする。重力加速度の大きさを g とし、物体が受ける摩擦力や空気抵抗は無視できるものとして、以下の問いに答えよ。

1. 点 P と点 Q の間での力学的エネルギー保存則から点 Q での物体の速さ v を求めよう。ただし、物体の位置エネルギーの基準面を地面とする。
 - (1) 点 P での物体の位置エネルギーを m 、 g 、 r を用いて表せ。
 - (2) 点 Q での物体の位置エネルギーを m 、 g 、 r 、 θ を用いて表せ。
 - (3) 点 Q での物体の運動エネルギーを m 、 v を用いて表せ。
 - (4) 点 Q での速さ v を g 、 r 、 θ を用いて表せ。
2. ここで、物体とともに動く観測者の立場で力のつり合いを考えて、点 Q で物体が球面から受ける垂直抗力の大きさ N を求めよう。
 - (5) 点 Q で物体が受ける重力を分解したとき、球面に垂直な成分の大きさを求めよ。
 - (6) 点 Q で物体が受ける遠心力の大きさを、 m 、 g 、 θ を用いて表せ。
 - (7) 垂直抗力の大きさ N を m 、 g 、 θ を用いて表せ。
3. 最後に、1 と 2 の結果を用いて、点 R で物体が球面から離れるときの速さ v_1 を求めよう。
 - (8) このとき物体が球面から受ける垂直抗力の大きさを答えよ。
 - (9) $\cos \theta_1$ を分数で答えよ。
 - (10) 点 R での速さ v_1 を g 、 r を用いて表せ。

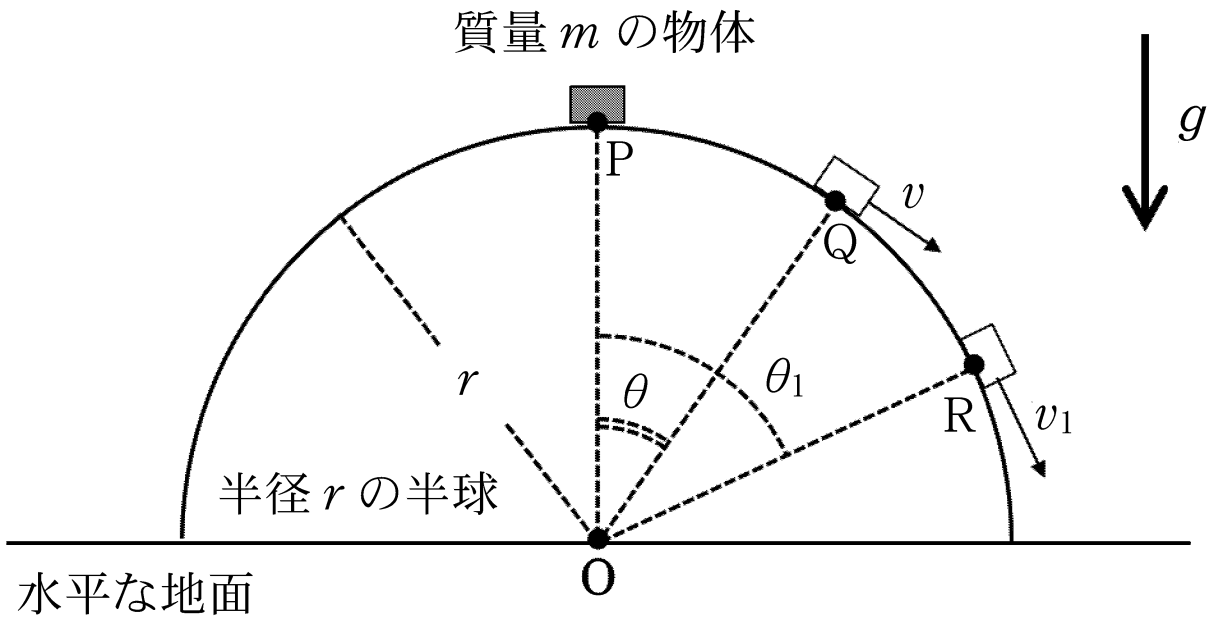


図 1

物

2

以下の3種類の回路について問いに答えよ。ただし、導線の抵抗と電池の内部抵抗はゼロとする。

1. 図2-aに示す回路において、電池の起電力が9.0 Vであるとき、抵抗器 R_1 , R_2 の両端の電圧の大きさはそれぞれ3.0 V, 1.0 Vであった。
 - (1) 抵抗器 R_2 を流れる電流の大きさを求めよ。
 - (2) 抵抗器 R_1 と抵抗器 R_2 の抵抗値をそれぞれ求めよ。

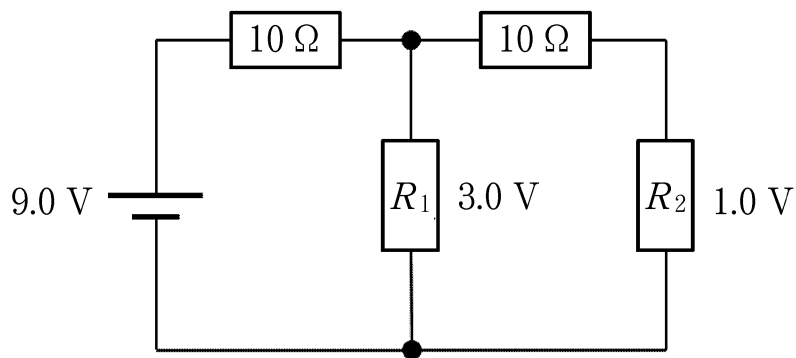


図2-a

2. 抵抗値8.0 Ωの抵抗器を15個と電池を図2-bのように接続したところ、抵抗器1に0.10 Aの電流が流れた。
 - (3) 抵抗器2の両端の電圧の大きさを求めよ。
 - (4) 抵抗器3を流れる電流の大きさを求めよ。
 - (5) 抵抗器4の両端の電圧の大きさを求めよ。
 - (6) 抵抗器5を流れる電流の大きさを求めよ。
 - (7) 点Aと等電位な点をB, C, D, E, F, Gの中から全て選び記号で答えよ。
 - (8) 回路全体の合成抵抗を求めよ。
 - (9) 回路全体の合成抵抗での消費電力を求めよ。

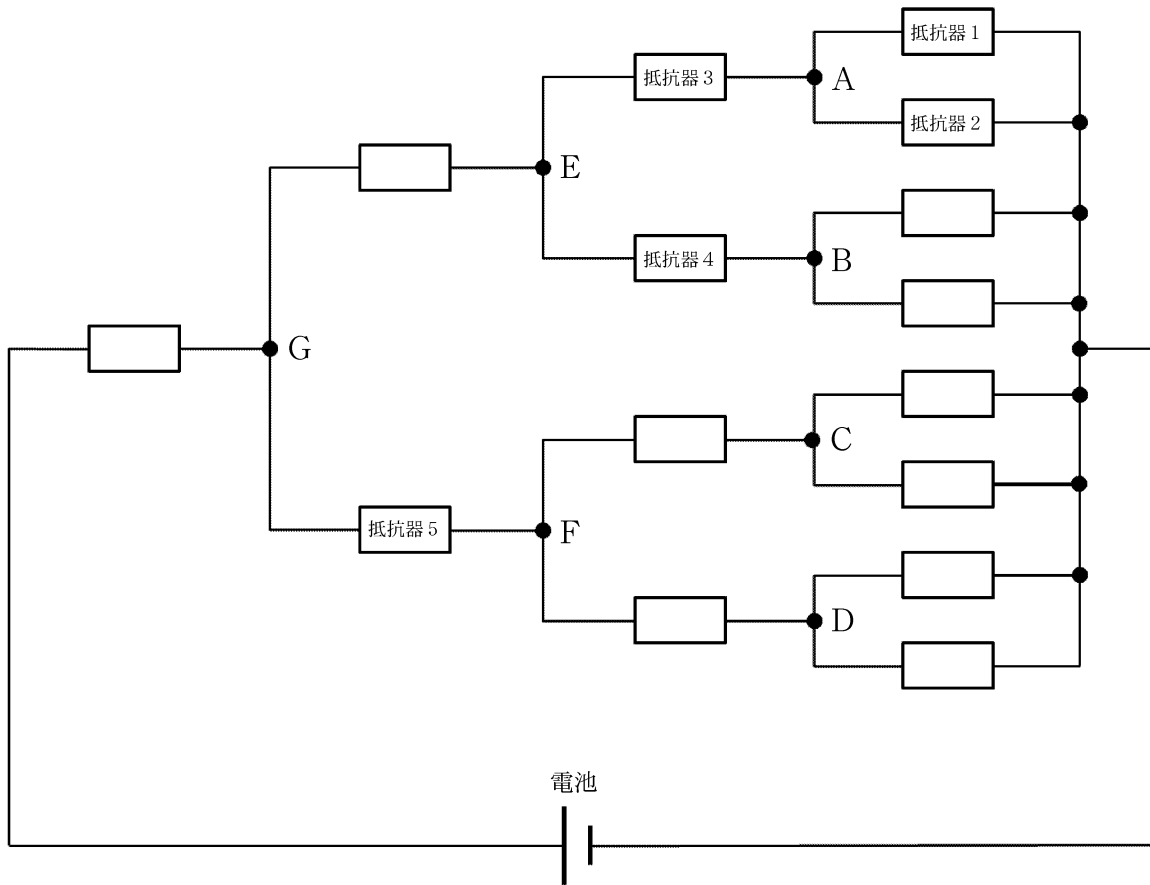


図 2 - b

3. 図 2 - c は抵抗値 $20\ \Omega$ の抵抗器 5 個を接続してつくった回路である。

(10) PQ 間の合成抵抗を求めよ。

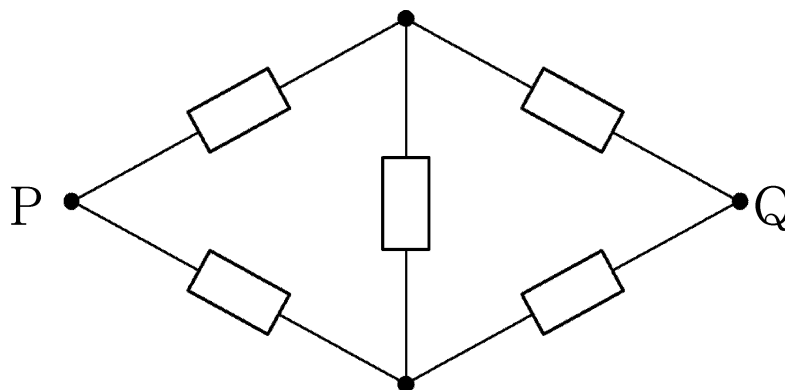


図 2 - c