

令和 6 年度 公立小松大学入学者選抜試験

一般選抜（中期日程）試験問題

（ 物 理 ）

【生産システム科学部】
生産システム科学科

（注意事項）

- 1 問題用紙は指示があるまで開いてはいけません。
- 2 問題用紙は本文 7 ページです。答案用紙は 4 枚です。
- 3 答案用紙の所定欄に受験番号を記入してください。
- 4 答えは答案用紙の指定欄に記入し、裏面には記入しないでください。
- 5 試験終了後、問題用紙と下書き用紙は持ち帰ってください。

問題 I

図 1.1 のように、重力が下向きにかかる環境で、小球を初速 v_0 で水平面から鉛直上方に投げ上げた。小球は、水平面から高さ H の位置で、鉛直面と 45° の角度をなす斜めの壁と非弾性衝突した。図 1.2 に示すように、衝突直前の速さを v とし、斜めの壁と平行方向、垂直方向の速度成分の大きさをそれぞれ v_t , v_n とする。衝突直後は、図 1.3 に示すように、平行方向の速度成分の大きさは v_t のままで、垂直方向の速度成分の大きさは v'_n に変化した。この衝突の反発係数を e とし、衝突直後の小球の速さを v' とする。重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗と小球の大きさは無視できるとして以下の問に答えなさい。

問 1 小球が斜めの壁に衝突する直前の速さ v を v_0, g, H を用いて表しなさい。

問 2 v'_n を e と v を用いて表しなさい。

問 3 v' を e と v を用いて表しなさい。

衝突後、小球は水平面に対して角度 15° の方向に飛んで行き、水平面に衝突した。以下の問に答えなさい。

問 4 e の値を求めなさい。

問 5 $v_0 = 7 \text{ m/s}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$, $H = 2 \text{ m}$ のとき、斜めの壁に衝突した時点から、水平面に衝突するまでの時間を求めなさい。ただし、 $\sin(15^\circ) = \alpha$ とおき、記号は α のみを用いて答えを表しなさい。

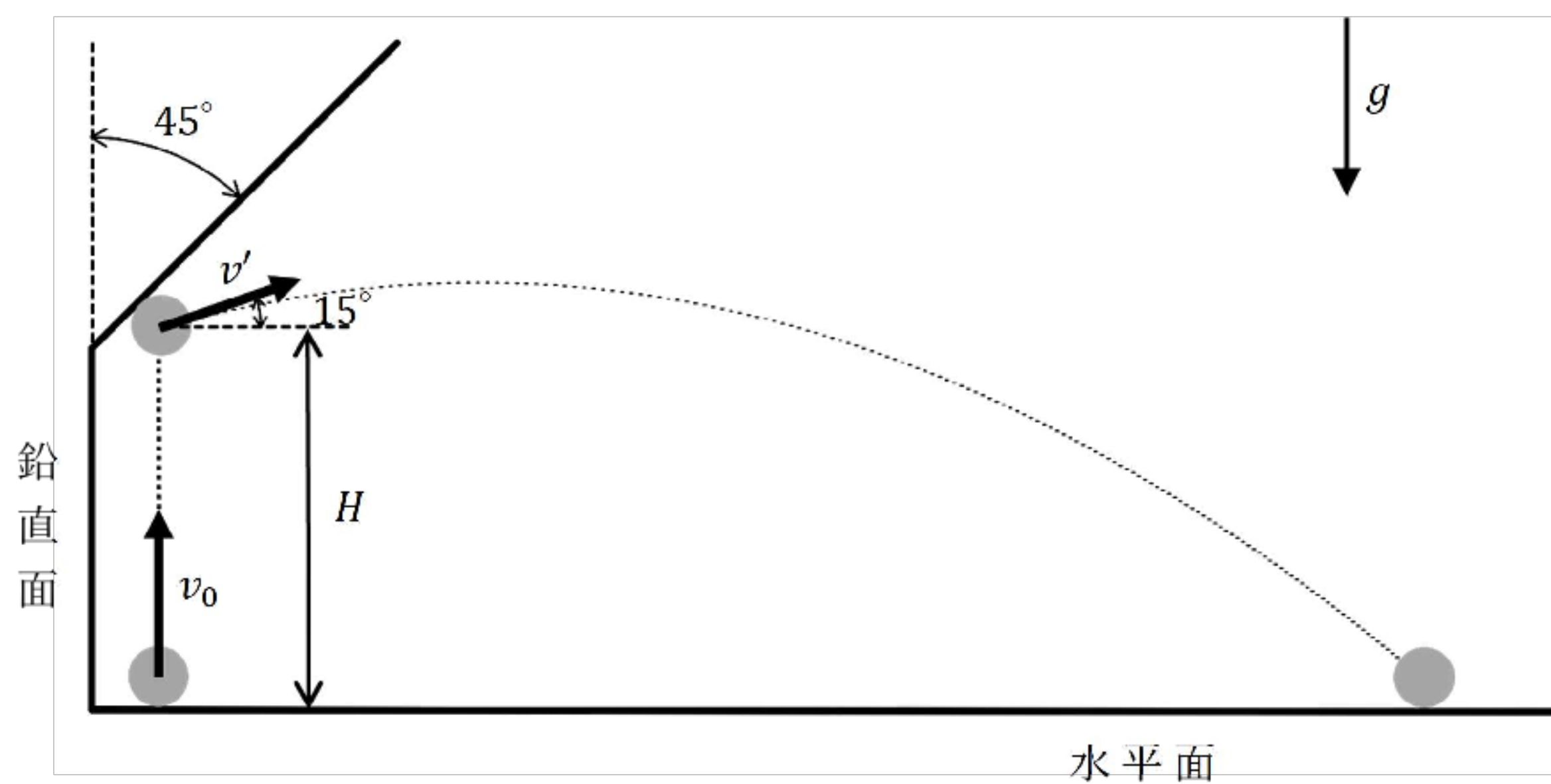


図 1.1

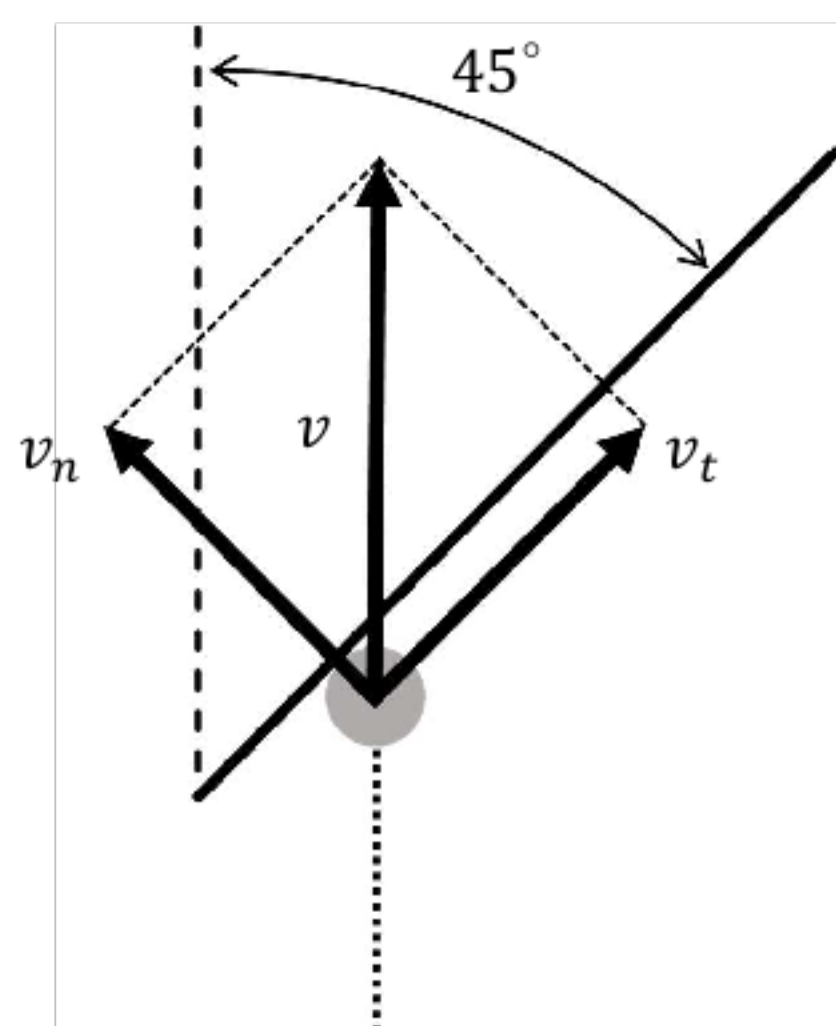


図 1.2

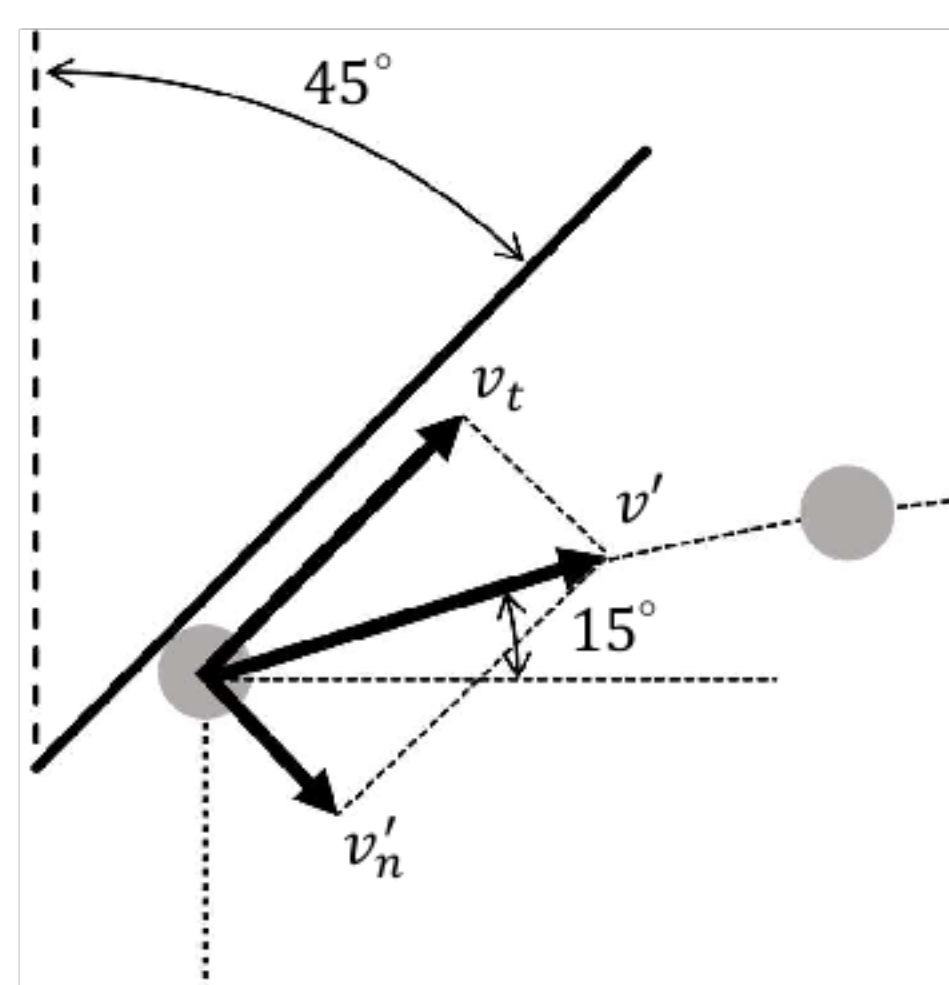


図 1.3

問題 II

図 2 のように、内部抵抗の無視できる電圧 20 V の電池 E 、電荷のたまっていない電気容量 $2.0\text{ }\mu\text{F}$ のコンデンサー A 、 B 、図中の抵抗値を持つ抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 、そしてスイッチ S からなる回路がある。スイッチ S は、はじめ b 側に倒してある。導線の抵抗は無視できるとして、以下の問に答えなさい。

- 問 1 コンデンサー A の両端の電位差を答えなさい。
- 問 2 スwitch S を a 側に倒した直後に抵抗 R_1 に流れる電流を求めなさい。
- 問 3 スwitch S を a 側に倒したのち十分に時間が経過した状態での、コンデンサー A の電位差、電荷、静電エネルギーを求めなさい。
- 問 4 スwitch S を a 側に倒した直後から十分に時間が経過するまでの間に、抵抗 R_1 で消費されるジュール熱を求めなさい。
- 問 5 次にスィッチ S を b 側に倒す。その直後に抵抗 R_2 に流れる電流を求めなさい。
- 問 6 スwitch S を b 側に倒した直後から十分に時間が経過するまでの間に、抵抗 R_2 と抵抗 R_3 で消費されるジュール熱の和を求めなさい。

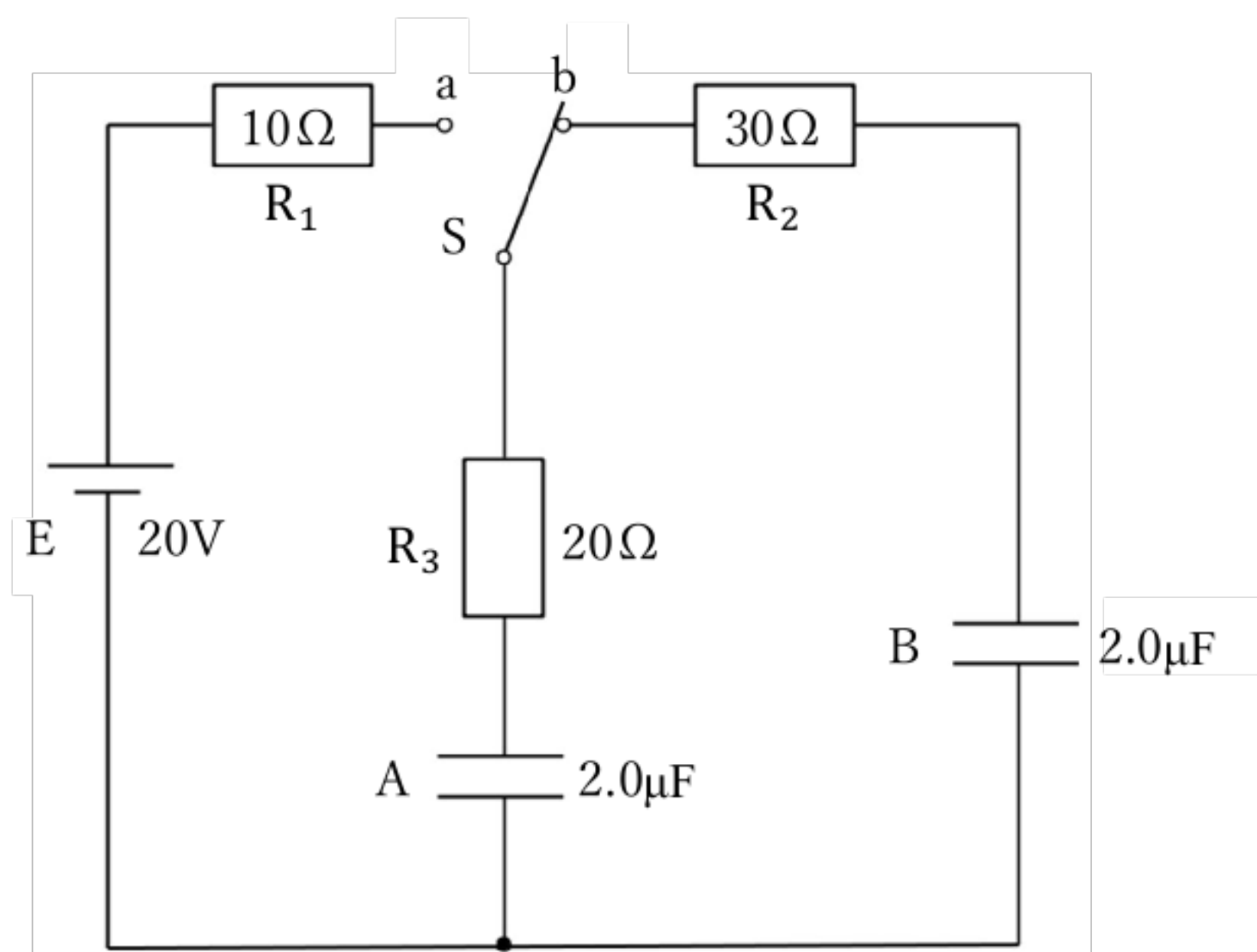


图 2

問題 III

全方向に等しく音を出す音源 S が、図 3.1 のように、点 O を中心とする半径 5 m の円周上を反時計回りに速さ 4 m/s で等速円運動している。音源は一定の振動数の音を出し続けている。観測者は、円周と同一平面上にある点 P に静止しており、点 P と点 O の距離を 10 m とする。観測者が測定した音の振動数は、高低を繰り返し、振動数の最小は f_1 、最大は f_2 であった。風は吹いていないとする。円周率を π とおき、以下の問に答えなさい。答えに単位が必要な場合は、単位も記しなさい。

- 問 1 最大振動数は何秒ごとに繰り返されるか答えなさい。
- 問 2 円周上の点 A で音源 S が発した音に対して、観測者は最小振動数 f_1 を観測し、円周上の点 B で音源 S が発した音に対して、観測者は最大振動数 f_2 を観測した。音源 S が点 A から点 B に初めて達するのに要する時間を答えなさい。
- 問 3 音源 S から出ている音の速さを f_1 と f_2 を用いて表しなさい。
- 問 4 音源 S から出ている音の振動数を f_1 と f_2 を用いて表しなさい。
- 問 5 音源 S が図 3.2 に示す位置関係にある場合を考える。線分 PS と線分 PO のなす角度は θ である。音源 S が出した音が、点 P で観測されたときの振動数を f_1 、 f_2 、 θ を用いて表しなさい。

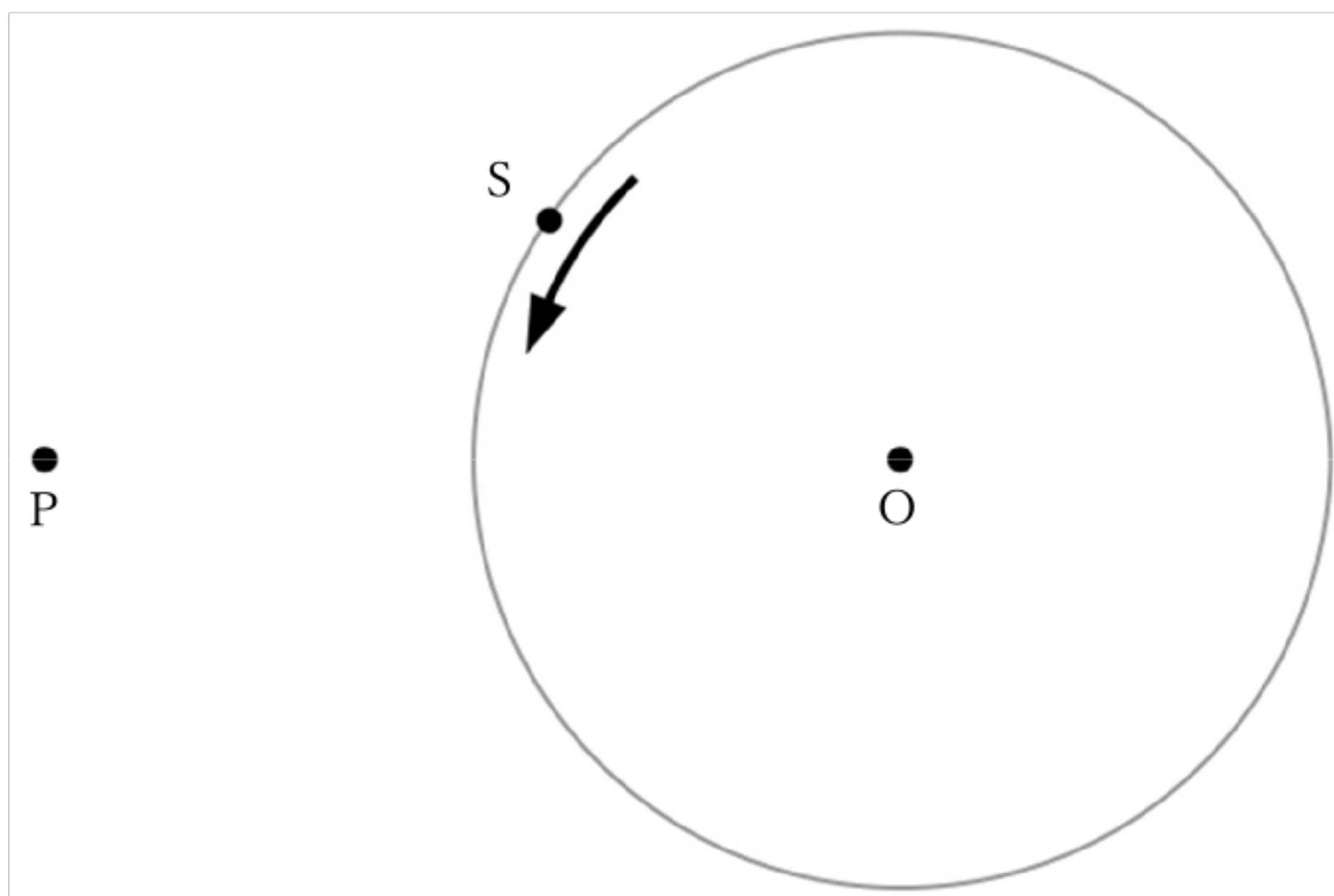


图 3.1

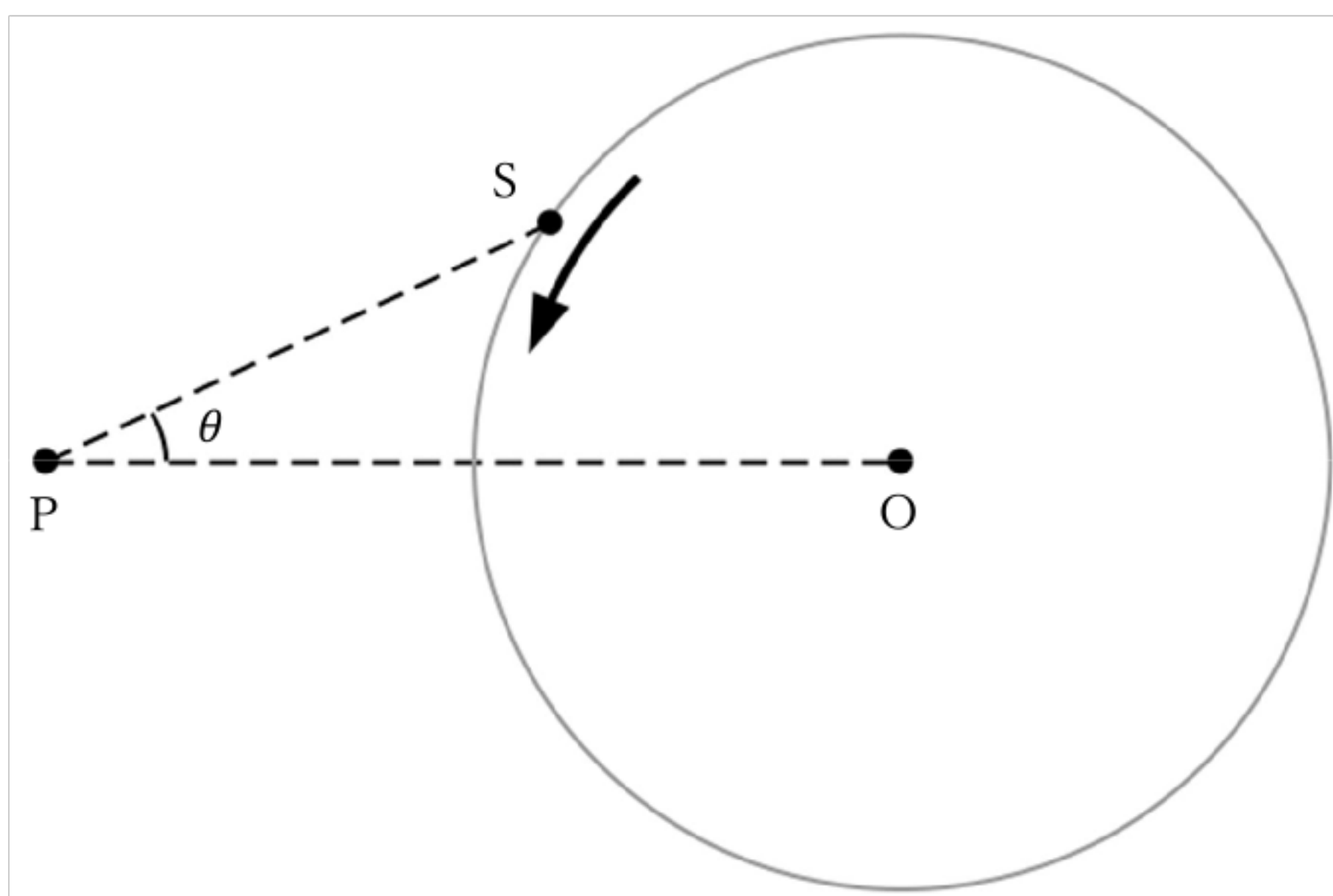


图 3.2

問題 IV

金属 a で出来た物体 A の温度を 10°C 、金属 b で出来た物体 B の温度を 20°C とする。両者を接触させ熱平衡状態にすると、両者とも 18°C になった。接触した物体間だけで熱のやり取りがあり、外部との熱のやり取りは無視できるとする。また、金属 a と金属 b は融解することは無いとして以下の問に答えなさい。

問 1 物体 B の熱容量は物体 A の熱容量の何倍か求めなさい。

問 2 金属 a の比熱は金属 b の比熱の 1.2 倍である。物体 B の質量は物体 A の質量の何倍か求めなさい。

以下では、接触した物体、水および氷の間だけで熱のやり取りがあるとし、容器の熱容量および外部との熱のやり取りは無視できるとする。

問 3 金属 a の比熱は水の比熱の 2 倍である。物体 A と同じ質量の 4°C の水の入った容器に 10°C の物体 A を入れた。熱平衡に達したときの水の温度を求めなさい。

問 4 温度 -10°C 、質量 100 g の氷と温度 100°C 、質量 100 g の金属 a で出来た物体 A' を容器内で接触させた。熱平衡に達したときの物体 A' の温度を求めなさい。ただし、水の比熱を $4\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、氷の比熱を $2\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ とし、氷の融解熱を 300 J/g とする。

問 5 問 4 で述べた変化の後に、温度 50°C 、質量 M の金属 b で出来た物体 B' を容器に入れた。十分に時間が経過し、熱平衡に達した後の水の温度が 45°C だった。質量 M は何 g か求めなさい。