

選 択 問 題 紙

工学部（建築学科）

2023 年 2 月 9 日

11：50 ～ 12：50（60分）

注 意 事 項

—— 注意事項は裏表紙にもある。問題紙を裏返して必ず読むこと。——

1. 解答用紙は問題紙の中に折り込まれている。

その他に計算用紙が1枚入っている。

解答する問題のページと解答用紙の色を下表で確認すること。

選択問題		ページ	解答用紙
物	理	2 ～ 5	紫 色
国	語	23 ～ 7	オレンジ色

2. 解答用紙は1枚だけ提出すること。2枚提出した場合にはすべて無効となる。
3. 解答はすべて解答用紙の指定された欄に記入すること。
4. 試験開始の合図があるまで問題紙を開いてはいけない。
- 試験終了まで退室してはいけない。
5. 受験番号の記入については裏表紙を参照すること。

物

1

図1のように、水平な床の上に質量 M の台があり、その上に質量 m の小球がある。台上の弧 BC は半径 r の四分円（円の4分の1）であり、点 B において水平な辺 AB になめらかに接続されている。小球と台との間の摩擦はないものとし、空気抵抗も無視する。また、重力加速度の大きさを g とし、床に沿って右向きに x 軸をとる。小球は質点とみなして、以下の問いに答えよ。

I. まず、台が床に固定されている場合を考える。小球は点 A で初速度 $v_0 (> 0)$ を与えられると、台上を運動し、やがて点 C を越えて台から離れた。

- (1) 点 C における小球の速さを g, r, v_0 で表せ。
- (2) 小球が点 C に達するために必要な v_0 の最小値を g, r で表せ。
- (3) 小球が点 C を離れた瞬間から最高点に達するまでの時間を g, r, v_0 で表せ。
- (4) 小球が達する最高点の点 C からの高さを g, r, v_0 で表せ。

II. 次に、台が床に固定されていない場合を考える。台と床との間の摩擦はないものとする。台は初め静止しており、小球は点 A で初速度 $v_0 (> 0)$ を与えられると、台上を運動し、やがて点 C を越えて台から離れた。

- (5) 小球が点 C に達した瞬間における、台に対する小球の相対速度の x 成分を求めよ。
- (6) x 軸方向の運動量保存則を用いて、小球が点 C に達した瞬間における、台の x 軸方向の速度を m, M, v_0 で表せ。
- (7) 点 C における小球の速度の鉛直成分の大きさを g, m, M, r, v_0 で表せ。
- (8) 小球が点 C を離れた瞬間から最高点に達するまでの時間を g, m, M, r, v_0 で表せ。
- (9) 小球が点 C から離れる瞬間における点 C の x 座標を x_C とする。小球が落下してきて再び台に戻る点の x 座標を x_C, g, m, M, r, v_0 で表せ。

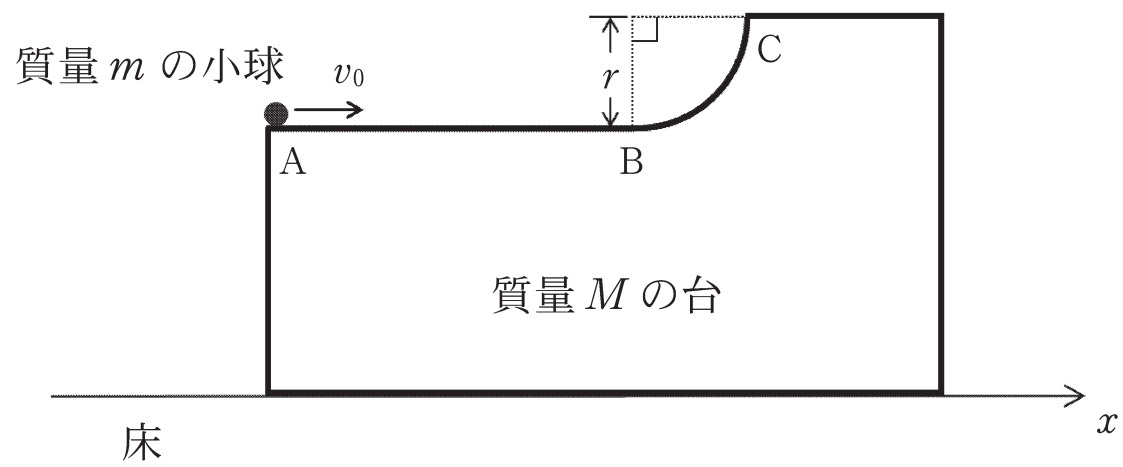


図 1

物

2

十分に広い水面上に図 2 - a のように xy 平面を張り、大きさの無視できる波源が水面に作る球面波を考える。波は波源から広がる振幅 A の正弦波で減衰しないものとする。以下の文中の空欄を適切な数値もしくは数式で埋めよ。また、選択肢がある場合はその記号で答えよ。

- I. 座標 $(-L, 0)$ の点 P に波源を置いて十分に時間がたち、時刻 $t = 0$ で x 軸上において水平面からの水の変位が図 2 - b のようになった。そしてこの時刻を過ぎてから、座標 $(L, 0)$ の点 Q における水の変位が時刻 $t = t_1$ で初めて最大になった。この波源が作る波の波長は $\boxed{(1)}$ ，速さは $\boxed{(2)}$ ，振動数は $\boxed{(3)}$ である。また、時刻 $t = 0$ を過ぎてから座標 $(-2L, 0)$ の点で水の変位が初めて最大になる時刻は $t = \boxed{(4)}$ である。
- II. 前問 I の状態で $x = L$ の直線に沿って水平面と垂直に反射板を置くと波はそこで自由端反射し、十分に時間がたつと x 軸上の $-L \leq x \leq L$ の領域に定常波ができる。この定常波の腹の位置での振幅は $\boxed{(5)}$ であり、節の数は $\boxed{(6)}$ である。またこのとき、 x 軸上の $x < -L$ の領域にできる波は $\{(7) \text{ イ, 進行波, ロ, 定常波, ハ, 変位が常に 0} \}$ である。

以下の問題では点 P と点 Q において同一の波源が同位相で振動している場合を考える。

- III. 波が強めあう点を連ねると、点 P と点 Q を焦点とする双曲線になる。波源が作る波の波長が $\frac{3}{5}L$ であるとき、 x 軸上の点 P と点 Q の間にできる、波が強めあう点の数は $\boxed{(8)}$ である。また、点 Q から y 軸正の方向にある波が強めあう点の中で、点 Q に最も近いものの座標を (L, y) とすると、 y は $\boxed{(9)}$ である。
- IV. 波源が作る波の波長がある値 λ_0 を超えると、水面上に波が弱めあう場所が存在しなくなる。 x 軸上に波が弱めあう点がいなければ水面全体でも波が弱めあう点がないということから、 $\lambda_0 = \boxed{(10)}$ と求まる。

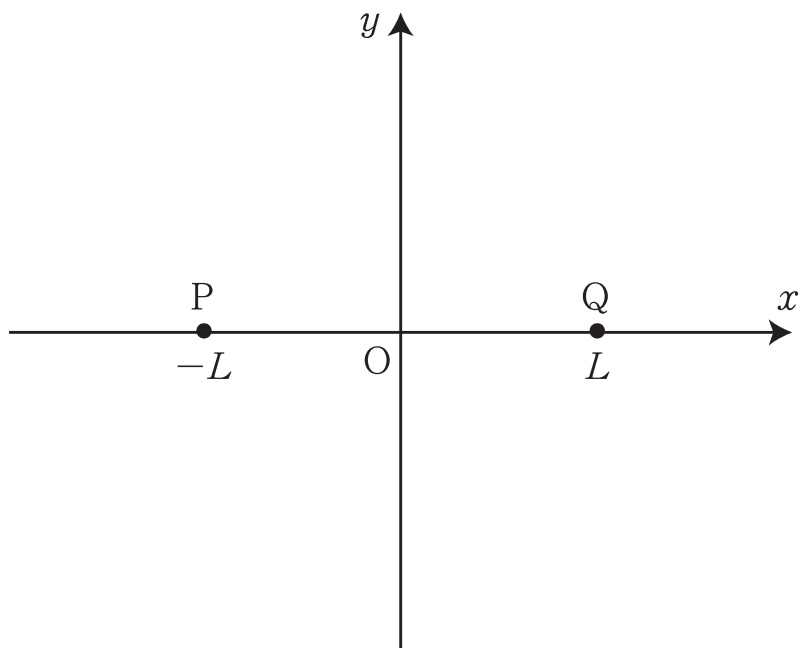


図 2 - a

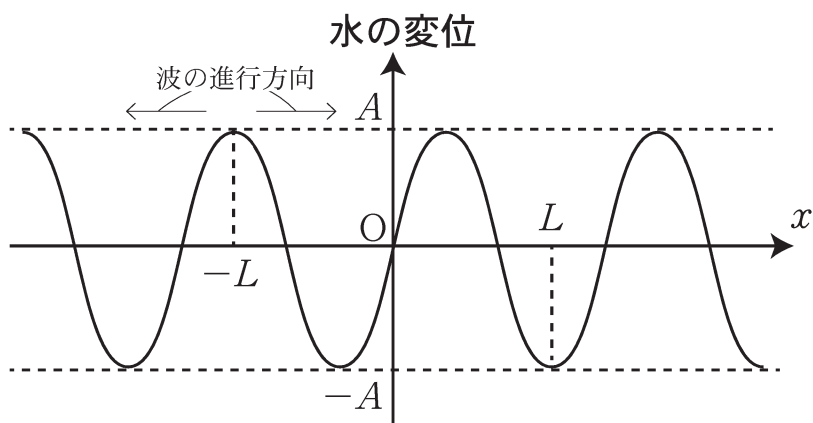


図 2 - b

(こ の ペ ー ジ は 白 紙 で す)