

## 物 理 (その 1)

## 問題 1

図1のように、長さ  $L$ 、質量  $M$  の2本の十分に細い棒ABとBCをくの字型につなぎ、端点Aに小球を取り付けた物体ABC(以降、物体と呼ぶ)がある。ABの延長線とBCのなす角度を  $\varphi$  ( $0^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$ ) とおく。棒は一様で、小球の大きさは無視できるものとする。小球の質量を  $m$  ( $m < M$ ) として以下の問い合わせよ。ただし、問1～問3では角度  $\varphi$  は固定されているものとし、問4では角度  $\varphi$  を調節できるものとする。

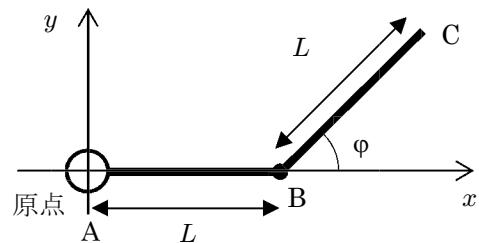


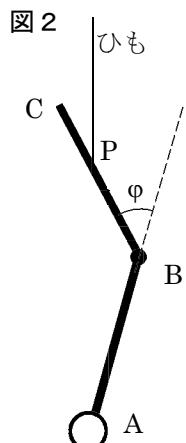
図 1

問1  $xy$  平面上で、小球が原点に、ABが  $x$  軸に重なるように置く(図1)。

図1において、物体の重心の  $x$  座標  $x_G$ 、重心の  $y$  座標  $y_G$  を求め、 $L$ 、 $M$ 、 $m$ 、 $\varphi$  の中から必要な記号を用いて表せ。

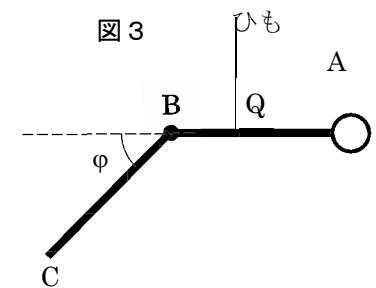
問2 物体のBC間にある点Pにひもをつけて静かにぶら下げる(図2)。

このとき、小球が点Pの鉛直下方(真下)で静止するようなCPの長さを求め、 $L$ 、 $M$ 、 $m$ 、 $\varphi$  の中から必要な記号を用いて表せ。



問3 物体のAB間にある点Qにひもをつけて静かにぶら下げる(図3)。

このとき、ABが水平になって静止するようなAQの長さを求め、 $L$ 、 $M$ 、 $m$ 、 $\varphi$  の中から必要な記号を用いて表せ。



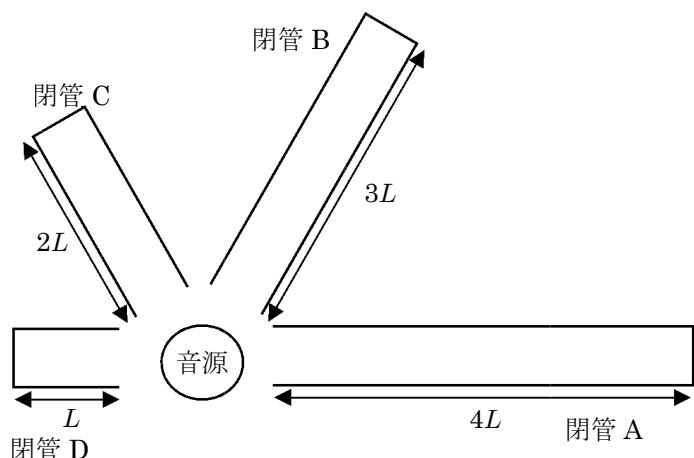
問4 まず、前問と同様に角度  $\varphi$  ( $>0^\circ$ )にして、前問で求めた点Qにひもを固定し、ABを水平にして静止させる。その後、AQの長さを変えずに、力のつり合いを保ちながら角度  $\varphi$  をゆっくり小さくしていく。このとき、小球の位置はどう変化するか。なぜそのように変化するといえるのか、根拠とともに説明せよ。そして、角度  $\varphi=0^\circ$  になったときの物体の様子を点A、点B、点Cの位置が分かるように解答欄の図に描き加えなさい。

このとき、解答用紙の上側を図中の鉛直上向きとして図を描くこと。

## 物 理 (その 2)

## 問題 2

右図のように、長さ  $4L$ 、 $3L$ 、 $2L$ 、 $L$  の閉管 A、B、C、D を音源の周囲に置いて共鳴実験をする。音源は周波数を自由に調節することができるとする。開口端補正是無視できるものとし、音速を  $c$  とする。音源の周波数を 0 (ゼロ) から大きくしていくと、共鳴する閉管が次々と移り変わっていく現象が観測された。



問1 最初（1番目）に共鳴する閉管はどれか。A～D の記号で答えよ。この時の共鳴音の周波数を求めよ。

問2 2番目に共鳴する閉管はどれか。A～D の記号で答えよ。この時の共鳴音の周波数を求めよ。

問3 複数の閉管が初めて同時に共鳴するとき、どの閉管が共鳴するか。共鳴する閉管をもれなく A～D の記号で答えよ。また、この時の共鳴音の周波数を求めよ。

問4 前問（問3）の共鳴は何番目に起きる共鳴か答えよ。

## 物 理 (その 3)

## 問題 3

図のように、 $x$  軸を設定し、 $x \geq 0$  の領域に紙面に垂直で裏から表に向かう向きに磁束密度の大きさが  $B$  の一様な磁場をかける。一边の長さが  $L$  の正方形が 2 つ並んだ形をした回路を紙面に平行に置き、回路の辺 bdf を  $x$  軸に平行に保ったまま、 $x$  軸の正の向きに一定の速さ  $v$  で動かす場合を考える。この回路の ab 間、cd 間、ef 間には電気抵抗（抵抗 1、抵抗 2、抵抗 3）があり、各々の抵抗値を  $R$ 、 $2R$ 、 $3R$  とする。これら以外の部分には電気抵抗はないものとする。また、抵抗の太さは無視できるものとし、回路の自己誘導の影響も無視できるとする。点 a の  $x$  座標を  $x_a$  とし、回路の位置を  $x_a$  で表す。

回路の位置が  $0 < x_a < L$  のとき、

問1 辺 ab の部分に生じる誘導起電力の大きさを答えよ。

問2 各抵抗に流れる電流の大きさと向きを求めよ。

電流の向きを答える際に、例えば、 $a \rightarrow b$  または  $b \rightarrow a$  というように向きを記号でかけ。

問3 部分回路 cdfe での消費電力を求めよ。

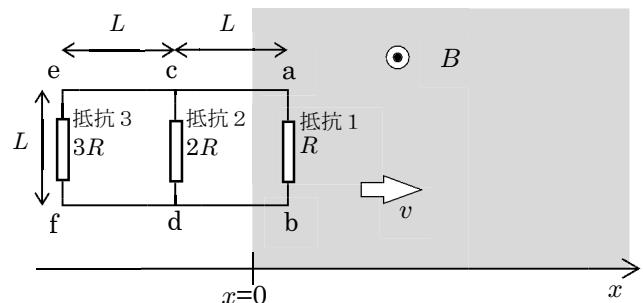
問4 一定の速さ  $v$  で動かすために、回路に加えるべき  $x$  軸方向の力の大きさを求めよ。

回路の位置が  $L < x_a < 2L$  のとき、

問5 各抵抗に流れる電流の大きさと向きを求めよ。

電流の向きを答える際に、例えば、 $a \rightarrow b$  または  $b \rightarrow a$  というように向きを記号でかけ。

問6 一定の速さ  $v$  で動かすために、回路に加えるべき  $x$  軸方向の力の大きさを求めよ。



## 物 理 (その 4)

## 問題 4

右図のように、水平な床の上に質量  $M$  の台を置き、この台の上で質量  $m$  の小球をすべらせる場合を考える。台の上面は、点 A より左側では水平であり、点 B と点 D の間は水平面からの傾斜角  $60^\circ$  の斜面になっている。点 A から点 B までの間の形は点 O を中心とした半径  $R$  の円周の一部になっている ( $OA = OB = R$ )。点 O は点 A の真上にある (直線 OA は鉛直)。図中の斜面 BD 上の点 C は点 O と同じ高さにある点である。

小球と台の間に摩擦はなく、また、点 A や点 B において面はなめらかにつながっており、小球が通過するとき抵抗を受けないものとする。台は床に対してすべらないものとする。

図中に示してあるように、水平方向右向きに  $x$  軸をとり、点 A の  $x$  座標を  $x = 0$  とする。

台上の左側、 $x = -L$  の位置で小球に右向きの初速度を与えたところ、点 C まで上がって斜面を下りてきた。重力加速度の大きさを  $g$  として以下の問い合わせよ。

台が床から受ける垂直抗力の大きさを  $N_{\text{台}}$ 、小球の  $x$  座標を  $x$  とする。

**問1** 小球が  $-L \leq x < 0$  の範囲にあるとき、 $N_{\text{台}}$  を  $M$ 、 $m$ 、 $R$ 、 $x$ 、 $g$  の中から必要な記号を用いて表せ。

**問2** 小球が点 B から点 C の間にいるとき、 $N_{\text{台}}$  を  $M$ 、 $m$ 、 $R$ 、 $x$ 、 $g$  の中から必要な記号を用いて表せ。

**問3** 小球が点 A から点 B の間にいるとき、小球が台から受ける垂直抗力の大きさを  $M$ 、 $m$ 、 $R$ 、 $x$ 、 $g$  の中から必要な記号を用いて表せ。

**問4** 小球が点 A から点 B の間にいるとき、 $N_{\text{台}}$  を  $M$ 、 $m$ 、 $R$ 、 $x$ 、 $g$  の中から必要な記号を用いて表せ。

**問5**  $m=M/2$  の場合に対して、横軸を  $x$ 、縦軸を  $N_{\text{台}}$  として  $N_{\text{台}}$  のグラフを描け。

