

平成29年度 工学部第一部推薦入試 [問題：物理]

**注意** 問題は1, 2の2題である。

**問題1** 図1のようになめらかな水平な台の上で、ばねの一端を固定し、他端に接続した質量  $m$  [kg] の小球を等速円運動させる場合を考える。ばねの自然長を  $l_0$  [m] とし、小球が角速度  $\omega$  [rad/s] で等速円運動しているときのばねの伸びを  $\Delta l_1$  [m] とする。ばね定数を  $k$  [N/m] とし以下の問(1)～(4)に答えよ。ただし、小球の大きさとばねの質量は無視できると仮定する。また、ばねは常にフックの法則に従うと仮定する。

- (1) ばねの自然長からの伸びが  $\Delta l_1$  であるとき、ばねの弾性力の大きさを求めよ。
- (2) 小球が角速度  $\omega$  で等速円運動しているときの加速度の大きさを求めよ。解答は  $\omega$  を含む形で表すこと。
- (3) 小球が角速度  $\omega$  で等速円運動しているときのばねの伸び  $\Delta l_1$  を求めよ。解答には  $m, k, l_0, \omega$  を使用すること。
- (4) 小球の質量  $m$  とばね定数  $k$  が与えられたとき、角速度  $\omega$  ( $\omega > 0$ ) を少しずつ大きくしていくとばねの伸び  $\Delta l_1$  が無限大に近づくことが前問(3)の結果からわかる。ばねの伸び  $\Delta l_1$  が無限大にならないための角速度  $\omega$  の大きさに関する条件を  $m$  と  $k$  のみを用いて表せ。

次に、水平な台を取り去り、同じばねの一端を天井に固定する。同じ小球をばねの他端につるし、水平面内で角速度  $\omega$  で等速円運動させる場合を考える(図2)。ばねが鉛直方向となす角度を  $\theta$  [rad]、ばねの自然長からの伸びを  $\Delta l_2$  [m]、重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とし以下の問(5)～(6)に答えよ。

- (5) ばねが鉛直方向となす角度  $\theta$  の余弦  $\cos \theta$  を求めよ。解答には  $m, g, k, \Delta l_2$  を使用すること。
- (6) 小球が水平面内で角速度  $\omega$  で等速円運動しているときのばねの伸び  $\Delta l_2$  を求めよ。解答には  $m, k, l_0, \omega, \theta$  のうち必要な記号を使用すること。

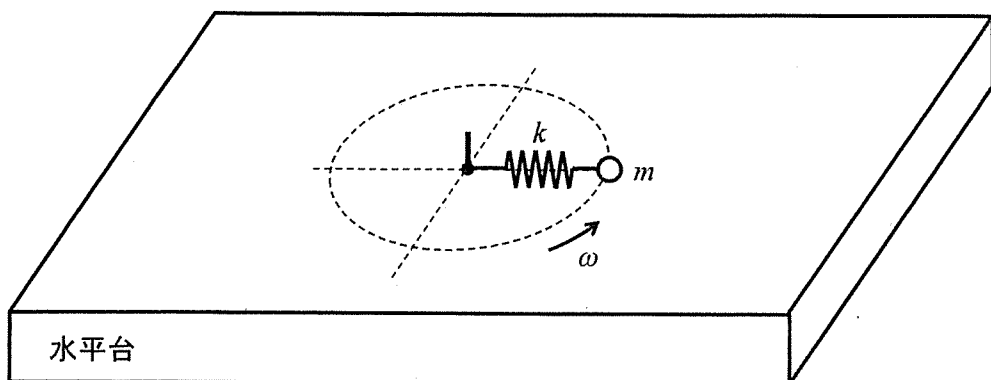


图 1

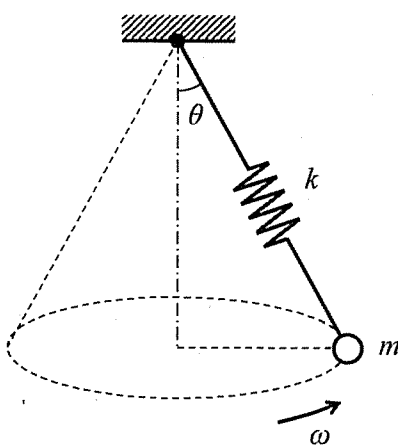


图 2

**問題2** 図3に示すように、2個のコイルを同じ鉄心に巻いた。コイル1の巻き数を $N_1$ 〔回〕、コイル2の巻き数を $N_2$ 〔回〕とする。鉄心、導体に損失はないものとする。コイル1の左側の端子をP、右側の端子をQとする。コイル2の左側の端子をR、右側の端子をSとする。コイル1の端子P-Q間に、抵抗 $R_1$ を介して電源を接続した。端子Pからコイルに流れる電流を $I_1$ とする。

- (1) 抵抗 $R_1$ を変化させることにより、時間 $\Delta t$ 〔s〕の間に、電流 $I_1$ の大きさを $\Delta I_1$ 〔A〕変化させた。 $\Delta t$ の間にコイル1の端子P-Q間にかかる電圧の大きさを $V_1$ とする。コイル1の自己インダクタンス $L$ 〔H〕を、 $\Delta t$ 、 $\Delta I_1$ 、 $V_1$ を用いて表せ。
- (2) 時間 $\Delta t$ の間に、コイル2を貫く磁束 $\Phi_2$ 〔Wb〕が変化し、端子R-S間に電圧 $V_2$ 〔V〕が発生した。 $\Delta t$ の間の $\Phi_2$ の変化量を $\Delta\Phi_2$ とすると、 $\Delta\Phi_2 = x\Delta I_1$ と表すことができる( $x$ は比例定数)。電圧 $V_2$ の大きさを、 $\Delta I_1$ を用いて表せ。
- (3) コイル1と2の間の相互インダクタンス $M$ 〔H〕の大きさを、 $x$ を用いて表せ。
- (4)  $I_1$ を図4のように変化させた場合の $V_2$ をグラフに示せ。相互インダクタンスの大きさを $M=0.1$ 〔H〕とする。端子Rの電位が端子Sより高い場合を $V_2$ が正、低い場合を負と定義する。解答欄のグラフ縦軸に電圧の値を記入すること。

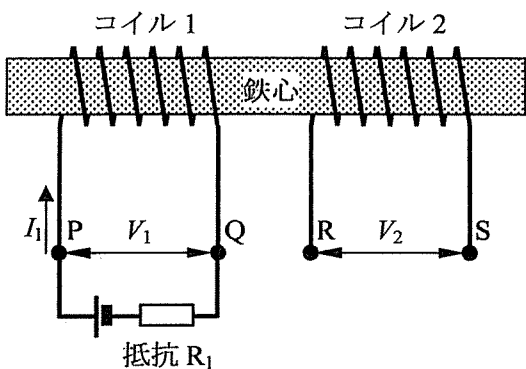


図3

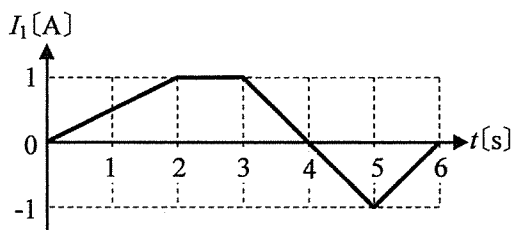


図4