

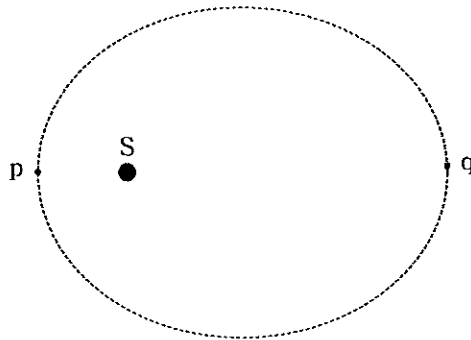
物 理 (その1)

1 太陽 S の周りを惑星 M が公転している。その公転周期が T であった。惑星 M の軌道は図に示すように太陽 S の位置を一つの焦点とするだ円である。このだ円の半長軸と半短軸をそれぞれ a, b とし、だ円の中心と S の距離を c とする。図で pq はだ円の長軸であり、頂点 p と S の間の距離は頂点 q と S 間の距離より小さい。また惑星 M が頂点 p および q を通るときの速さはそれぞれ v_1, v_2 であった。

いま太陽を中心とする円軌道を一定の角速度で公転する惑星 K を考えよう。 K の公転周期が M と同じ T であったとしたら、その軌道半径と速さはいくらとなるか。以下の文章のように考えた。この文章の に入る適切な文字あるいは文字式を記しなさい。ただし T を用いてはならない。「計算」欄に計算も記しなさい。

だ円の頂点 p 点と q 点における惑星 M の面積速度はそれぞれ (1) および (2) である。 M の描くだ円の面積は (3) である。よって周期 T は v_1 を用いると (4) と表すことができ、また v_2 を用いても同様に表すことができる。

一方惑星 K が行う等角速度円運動の半径はケプラーの法則より (5) となる。 K が速さ v_0 を持つ運動を行っているとする、その周期は (6) である。この結果 M と K の公転周期が等しいことから、 v_0 は v_1, v_2 を用いて (7) と表すことができる。



2 二台のスピーカー p と q からわずかに振動数の違う音を一緒に出してうなりを発生させた。この音を一個のマイクでひろいオシロスコープに映し出したところ、図 1 の波形が得られた。さらに図 1 の波形で 0.095 s 付近のごく狭い時間範囲を拡大すると図 2 が得られた。マイクでひろった二種の音波の変位 y_1 , y_2 は時刻 t に対してそれぞれ

$$y_1 = A \sin \{ 2\pi(f_0 - s)t \}$$

$$y_2 = A \sin \{ 2\pi(f_0 + s)t \}$$

と表された。このとき以下の問いに答えなさい。なお音速は 340 m/s とする。「計算」欄に計算も記しなさい。

- (1) y_1 と y_2 を合成した変位 y を計算しなさい。
 - (2) 振動数 f_0 の値は振動数 s の値にくらべ非常に大きい。これを考慮して上に求めた変位 y の示す音の特徴を二つ記しなさい。
 - (3) 図 1 と図 2 に関する以下の文章の に入る適当な数値を求めなさい。
 図 1 より発生したうなりは 1.0 s あたり (a) 個である。また図 2 から音の周期が (b) s であることが分かる。よってこの音の振動数は (c) Hz である。
 - (4) 図 3 に示すように、直線上に左側からスピーカー p、観測者およびスピーカー q を並べた。観測者にはこの二台のスピーカーの音が聞こえる。観測者を静止させたまま二台のスピーカーそれぞれに上と同じ音を出させて、どちらも右側に同じ速度で動かしたところ観測者にうなりのない一つの音が聞こえた。
- (a) スピーカー p の出している音の変位は y_1 , y_2 のどちらか。
 - (b) スピーカーの速さと観測者に聞こえた音の振動数を求めなさい。

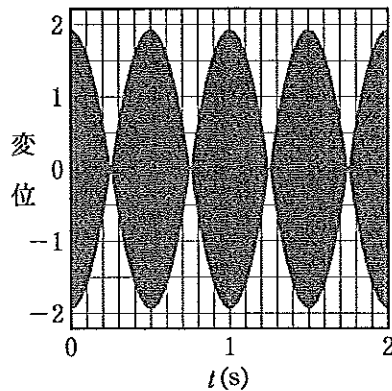


図 1

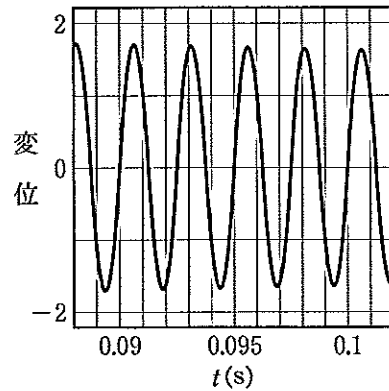


図 2

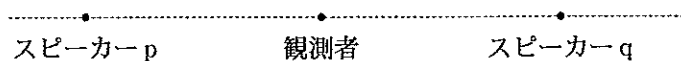


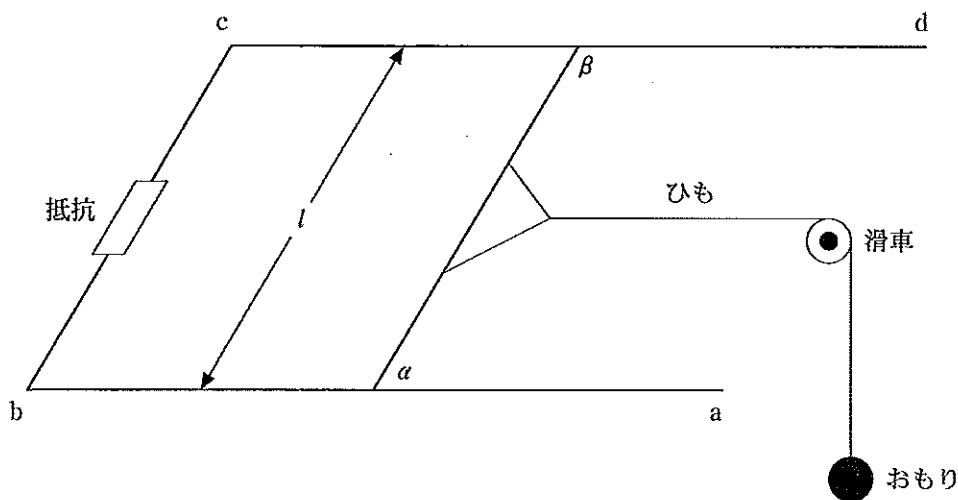
図 3

物 理 (その2)

3 鉛直上向きにかけられた磁束密度 B の一様な磁界中に、二本の導線 ab と cd が水平面内で互いに距離 l だけ離れてレール状に平行に設置されている(図を参照)。 bc 間に大きさ R の抵抗を導線を通してつないだ。このレール間に長さ l のごく軽い導体棒 $a\beta$ を載せた。

導体棒にはレールに平行に軽いひもが取り付けられてあり、ひもの他端には滑車を通して質量 m のおもりを取り付けた。導体棒はレールに平行に導線上をなめらかに移動できる。このとき以下の問いに答えなさい。なお誘導電流によって作られる磁界は無視して良いものとする。また重力加速度の大きさを g とする。計算過程は省いてよい。

- (1) 落下しないよう支えていたおもりを静かに離した。おもりの速さが v になったとき、導体棒 $a\beta$ を流れる電流の大きさはいくらか。またその向きは a から β か、あるいは β から a か。
- (2) おもりの速さが v になったとき、おもりに生じる加速度の大きさはいくらか。
- (3) しばらくしておもりは一定の速さで落下を続けた。この速さはいくらか。
- (4) おもりの速さが時間 t に対してどのように変化するかをグラフにしなさい。ただし落下し始めた時刻を $t = 0$ とする。
- (5) おもりと導体棒が一定の速さで動いているとき、導体棒 $a\beta$ を流れる電流の大きさはいくらか。またその向きは a から β か、あるいは β から a か。
- (6) おもりと導体棒が一定の速さで動いているとき、抵抗で発生する熱エネルギーは 1s あたりいくらとなるか。



4

- (1) 焦点距離 f の凸レンズから左に距離 a の場所に物体 AB を置いた(図1)。ただし $a > f > 0$ である。このときレンズから距離 b の地点にできる物体の実像を作図し、その図から a, b, f の間の関係式を導きなさい。また倍率も求めなさい。解答用紙の図に作図を行い、図の下に計算過程を示し関係式と倍率を記しなさい。
- (2) 焦点距離 f' の凹レンズから左に距離 a' の場所に物体 A'B' を置いた(図2)。ただし $0 < a' < f'$ である。このときレンズから距離 b' の地点にできる物体の虚像を作図し、その図から a', b', f' の間の関係式を導きなさい。また倍率も求めなさい。解答用紙の図に作図を行い、図の下に計算過程を示し関係式と倍率を記しなさい。

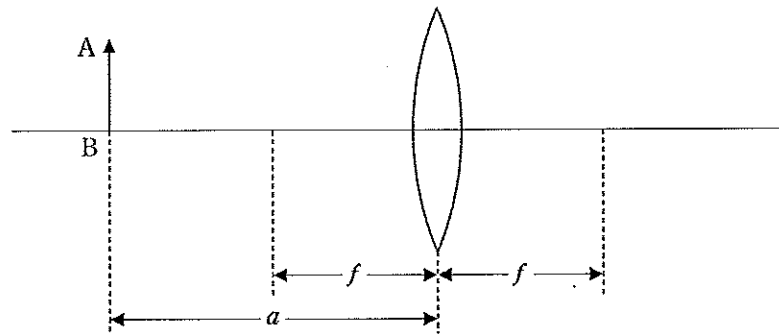


図1

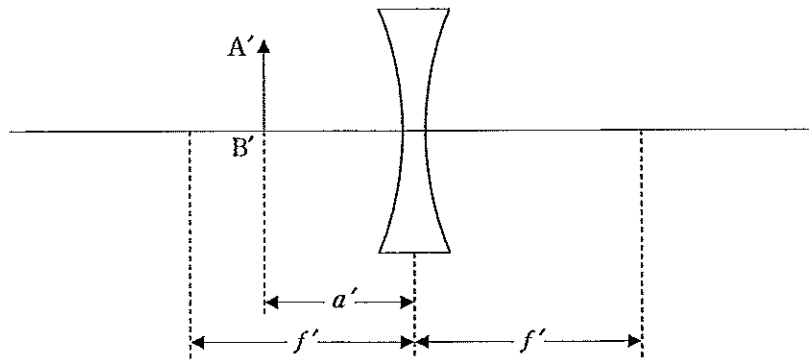


図2