

物理量の単位として国際単位系(SI)を用いている。解答に際しては解答欄

内に簡潔な形での単位を記入すること。

1

図1-1のように、水平な床上に質量の無視できる、ばね定数 k [N/m] のばねが自然長を保って置かれている。ばねはその一端が点 S で固定され、他端は点 A にある。ばねの先端では質量 M [kg] の物体 K が床の上に置かれている。床面は点 S より点 D までであらく、静止摩擦係数の大きさは μ 、動摩擦係数の大きさは μ' である。点 D より先の点 H まで床面はなめらかである。点 A と点 C、点 A と点 D の間の距離は L [m] である。物体と一緒にばねを押し縮めた時、点 B を越えた点で支える手を離すと、ばねはもとの長さに戻るような運動をした。点 B よりも点 A に近い側で支える手を離すと、物体はその位置にとどまった。ばねを押し縮め、点 C で支える手を離したところ、物体は運動を始めた。点 A で物体はばねから離れ、更に運動を続けた。先の点 H では、中心軸と側面とのなす角 β で、上方に開いたなめらかな内面を持った、円すい面 P につながっている。円すいの中心軸は鉛直である。軌跡 CH は、点 H を接点とする円すい面 P 上の半円 Q の接線となっている。物体は半円 Q 周上を運動し、他端である点 J を通過した。図1-2には斜め上方より見た時の軌跡が模式的に示してある。重力加速度を g [m/s²] として、以下の間に答えなさい。

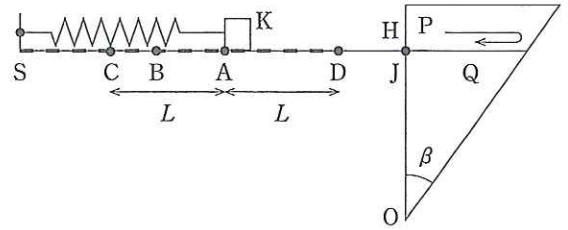


図1-1

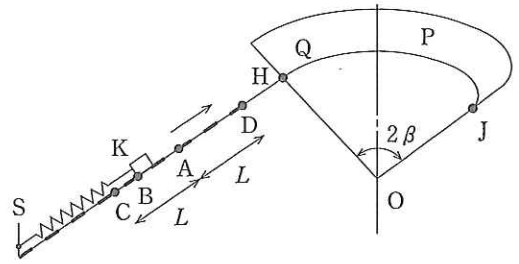


図1-2

図1-2には斜め上方より見た時の軌跡が模式的に示してある。重力加速度を g [m/s²] として、以下の間に答えなさい。

- I] AB間の距離を求めなさい。
- II] 点Cから点Aまでに物体Kがばねから得たエネルギー、点Cから点Dまでで物体が失ったエネルギーの大きさはいくらか。点Cから運動を始めた物体が点A、点Dに達したときのそれぞれの速さを求めなさい。
- III] 以下では、物体が点Hを通過したときの速さを V [m/s] で表すとす。物体が点Hに達した直後、物体が円すい面より受ける垂直抗力の大きさはいくらか。点Hと点Jとの距離を求めなさい。また、点Hから点Jまでの運動で物体の受けた力積の大きさはいくらか。

2

図2のように、移動可能な台の上に乗せられたおんさと、液面によって長さの変えられる気柱がある。気柱は移動しない。気柱の共鳴に関して、開口端補正は無視してよい。以下の間に答えなさい。

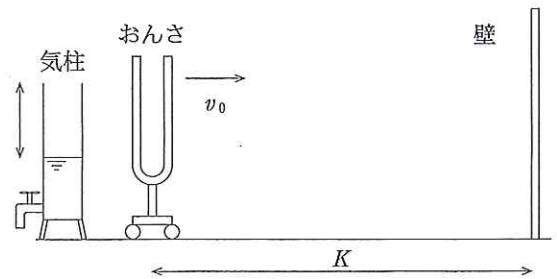


図2

- I] 気柱の長さを0から少しずつ長くしていったところ、 L_1 で初めておんさの音による気柱の共鳴を観測した。次におんさの前方、距離 K の位置に壁を置いた。おんさのある位置でおんさの音を聞く実験をした。おんさをたたいてから時間 t 後に初めて壁で反射したおんさの音を聞いた。音の速さ c はいくらか。おんさの発する音の波長 λ 、振動数 f はいくらか。また、周囲の気温が T から、 T' ($T' > T$) になると共鳴する気柱の長さは、温度 T のときの気柱の長さ L_1 に比べ、どのように変化するか。理由をつけて解答しなさい。ただし、おんさの振動数は温度によって変化しないものとする。
- II] 気温 T のとき、おんさの乗せられた台を壁に向かって移動させた。移動の速さを0からゆっくり増加させ、気柱は L_1 からその長さを長くして、常に共鳴状態を保つようにした。移動の速さが v_0 になったとき、速さを一定にし、共鳴する気柱の長さを測定したところ、 L_2 であった。音の速さを c 、静止時のおんさの発する音の振動数を f で表すとき、気柱の長さ L_2 を求めなさい。また、気柱近くでうなりが観測された。うなりの観測される理由と1秒間当たりのうなりの数を答えなさい。

物 理 (全2の2)

3 図3のように、真空中に平行に置いた間隔 d [m] の 2 枚の薄い極板 P と Q の間に電圧 V [V] を加え、極板間に極板に垂直で一様な電界をつくる。質量 m [kg]、電荷 q [C] の正の荷電粒子を、この電界で、極板 P の中央の表面から初速 0 で加速し、極板 Q の中央の小さな穴から飛び出させ、極板 Q の右側の空間に入れる。この空間は紙面の裏から表向きに磁束密度 B [T] の一様な磁界が加えられている。磁界に垂直に入射した荷電粒子は等速円運動を行い、極板 Q の穴を通過してから半周した点 R に到達する。次の問に答えなさい。

I] 極板 P と Q の間の電界の強さはいくらか。また、この電界による荷電粒子の加速度の大きさはいくらか。

荷電粒子が極板 Q の穴に到達するときの速さはいくらか。また、荷電粒子が極板 P の表面から極板 Q の穴に到達するまでの時間はいくらか。

II] 極板 Q の右側の空間で、荷電粒子が磁界から受ける力の名称は何か。その力の大きさはいくらか。また、等速円運動の半径はいくらか。荷電粒子が極板 Q の穴から点 R に到達するまでの時間はいくらか。

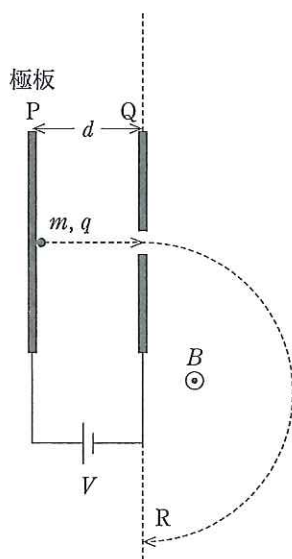


図 3