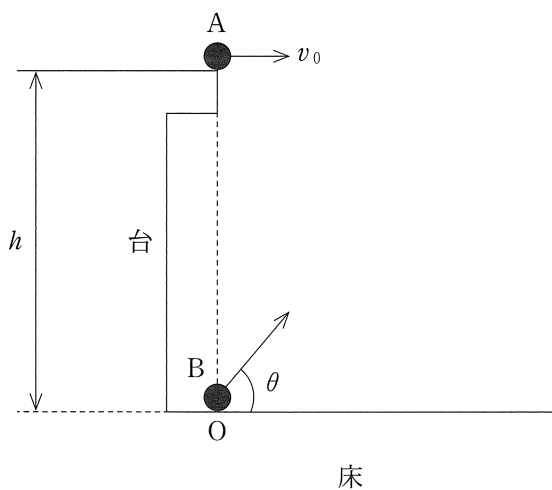


選抜Ⅱ期
物 理

1 図のように、高さ h [m] の台の上に小物体 A が置かれ、その真下の床面上の点 O に小物体 B が置かれている。今、A を速さ v_0 [m/s] で水平に打ち出し、同時に B を、床と θ の角度をなす向きに打ち出した。B を打ち出す速さは、空中で A に衝突するように設定されているものとして、以下の問いに答えなさい。ただし、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。

1. B の水平方向の速度成分を求めなさい。
2. B の鉛直方向の速度成分を求めなさい。
3. A と B が打ち出されてから衝突するまでの時間、および衝突する位置 (床からの高さとおからの水平距離) を求めなさい。
4. 衝突するまでの、B から見た A の相対速度の大きさを求めなさい。



2

一定の振動数 f [Hz] の音を発する音源が、速さ v [m/s] で等速度運動をしている。図1の点A、点B、点Cは同一直線上にあり、AとB、BとCの距離は40 mである。音源はAを通過してBを経てCを通過した。このときの点Bで観測された音の振動数 f' [Hz] の変化は、図2のグラフに示されている。図2の横軸は音源の位置をAからの距離で表している。観測した環境は無風であり、音の速さを340 m/sとして、以下の問いに答えなさい。ただし、計算結果は小数第1位を四捨五入し、整数で答えなさい。

- 音源がBを通過する前にBで観測された音の波長 λ_1 [cm] と、通過した後にBで観測された音の波長 λ_2 [cm] を求めなさい。
- 音源の振動数 f と速さ v を求めなさい。
- Bからの距離が30 mでAとCから等距離にある点Oで音源からの音を観測したところ、音源がAを通過した際には振動数が f_1 [Hz]、音源がCを通過した際には振動数が f_2 [Hz] であった。音源がAからCに至るまでの振動数の変化の様子を表すグラフとして最も適切なものは図3のイ、ロ、ハのうちのどれであるか答えなさい。

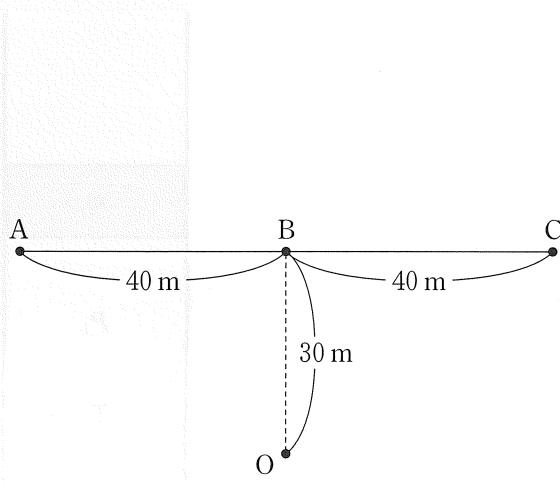


図1

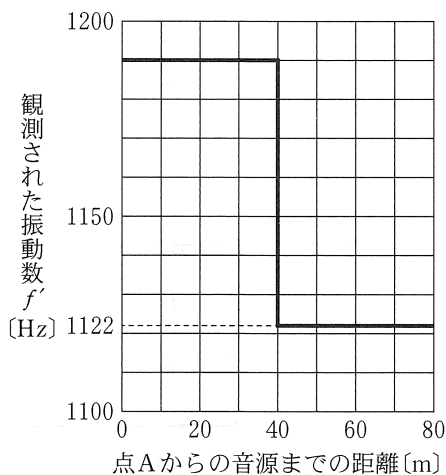
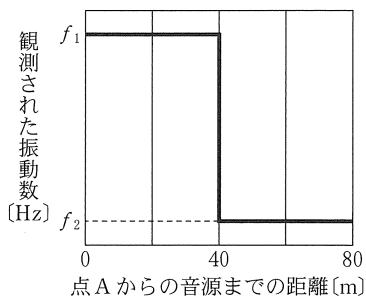
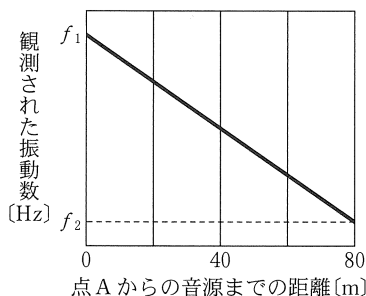


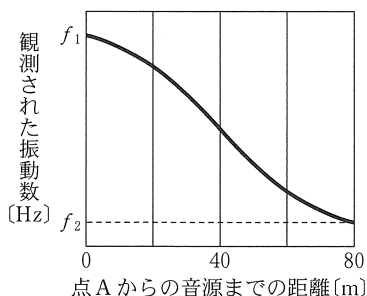
図2



イ



ロ

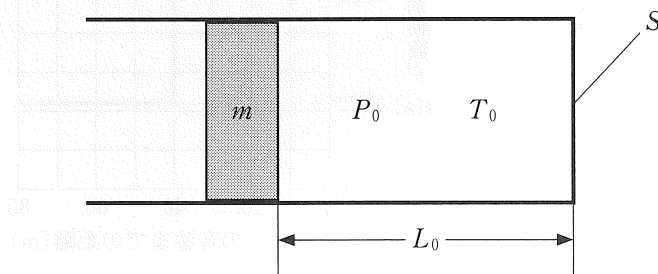


ハ

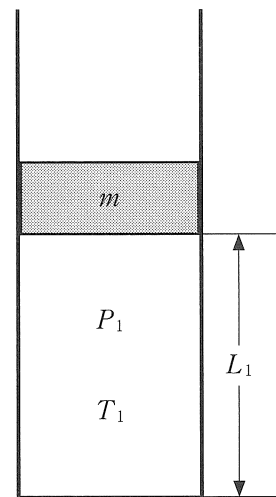
図3

3 図に示すような、断面積 S が $4.90 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ の細長い円筒形の容器の内部に、質量 m が 5.00 kg の滑らかに動くピストンが入っており、ピストンで密閉された容器内の空間には、 n (mol) の単原子分子理想気体が入っている。図の状態 A のように、円筒容器を水平に置いたところ、容器内の気体の圧力 P_0 は $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、容器の底面とピストンまでの距離 L_0 は $3.00 \times 10^{-1} \text{ m}$ 、温度 T_0 は 300 K であった。次に図の状態 B のように、円筒容器を静かに動かして立てて置いたところ、容器内の気体の圧力は P_1 (Pa)、容器の底面とピストンまでの距離は L_1 (m)、温度は T_1 (K) となった。重力加速度の大きさ g を 9.80 m/s^2 、気体定数 R を $8.31 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$ として、以下の問いに答えなさい。ただし、気体と容器およびピストンとの間に熱の移動はないものとする。

1. n はいくらか求めなさい。
2. P_1 はいくらか求めなさい。
3. T_1 を P_0 , m , g , L_0 , L_1 , S , T_0 を用いて表しなさい。
4. 状態 A から状態 B になる間に、気体がされた仕事 W (J) を T_0 , T_1 , R , n を用いて表しなさい。



状態 A



状態 B

4 鉛直上向きの一様な磁束密度 B (T)の磁場中に、図のように、2本の導体を平行に距離 l (m) 離れたレールを、水平面から角度 θ 傾けて置く。このレール上に質量 m (kg)の導体棒 P が水平に置いてあり、P はレールに沿って滑ることができる。レールは、抵抗 R (Ω)と起電力 E (V)の電池に接続されている。P とレールの電気抵抗、およびそれらに流れる電流が作る磁場は無視できるものとし、重力加速度の大きさを g (m/s^2)とする。はじめ、導体棒 P はレール上で静止している。

1. 導体棒 P を流れる電流を求めなさい。
2. 導体棒 P を流れる電流が磁場から受ける力の大きさを求めなさい。

水平面からのレールの傾き θ を大きくしていったところ、角度が θ_1 となったとき、導体棒 P が動きはじめた。

3. 導体棒 P が動きはじめる直前の、導体棒 P を流れる電流が磁場から受ける力を、方向がわかるように矢印を用いて、解答欄に作図しなさい。
4. 導体棒 P とレールとの間の最大摩擦力の大きさを求めなさい。

