

(令 5 前)

理 科

	ページ
物 理	1～ 6
化 学	7～14
生 物	15～25
地 学	26～31

・ ページ番号のついていない白紙は下書き用紙である。

注意 解答はすべて答案用紙の指定のところに記入しなさい。

物 理	75 点
化 学	75 点
生 物	75 点
地 学	75 点

物 理

I 図1のように、摩擦のない水平面上で左端が壁に固定されたばね(ばね定数 k)の右端に小球 A が取り付けられている。ばねが自然長のときの小球 A の位置を点 O とする。点 O の鉛直上方で、高さ l の位置に、長さ l の軽い糸の上端が固定され、糸の下端には小球 B が取り付けられている。小球 A および小球 B の質量はともに m とし、大きさは無視できるものとする。ばねを自然長から長さ d だけ縮めた状態で小球 A を保持し、小球 B を点 O で静止させたのちに小球 A を静かにはなしたところ、小球 A と小球 B は衝突し、小球 B は鉛直面内で糸の固定点を中心とする円運動を開始した。以下の問 1 ~ 4 に答えなさい。解答の導出過程も示しなさい。必要な物理量があれば定義して明示しなさい。ただし、小球 A と小球 B の衝突は完全弾性衝突であり、空気抵抗はないものとする。(配点 25 点)

問 1 衝突直前の小球 A の速さ、衝突直後の小球 A および小球 B の速さを求めなさい。

問 2 糸と鉛直線のなす角度を θ ($0^\circ \leq \theta < 180^\circ$) とする。糸がたるまずに角度 θ の位置に達したとき、小球 B の速さを求めなさい。

問 3 問 2 において糸の張力を求めなさい。

問 4 衝突後の小球 B が $\theta = 120^\circ$ の位置に達したところで糸がたるんだ。このときの d を求めなさい。

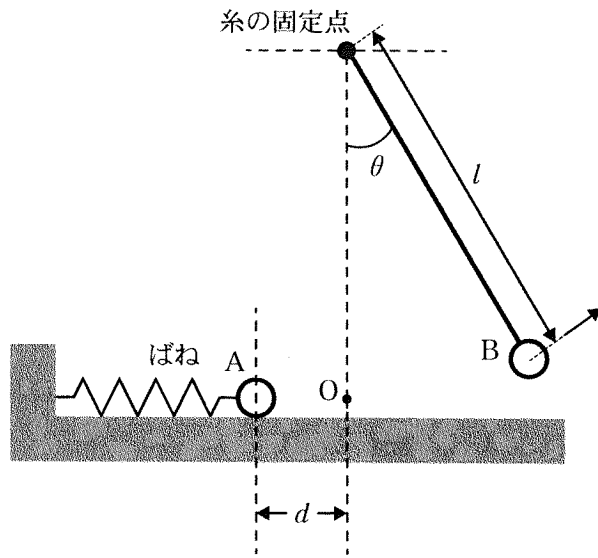


図 1

II 図1のように、十分に長い導体のレール ab とレール cd が、水平面と角度 θ をなして間隔 L で平行に置かれている。これらのレールの上には、質量 m の導体棒がレールと直角になるように置かれており、レール上を滑らかに移動できる。また、 ac 間と bd 間には、それぞれ抵抗値 R_1 の抵抗1と、抵抗値 R_2 の抵抗2が接続されている。さらに、二つのレールが作る平面と垂直上向きに、磁束密度 B の一様な磁場がかけられている。以下の問1～5に答えなさい。解答の導出過程も示しなさい。必要な物理量があれば定義して明示しなさい。ただし、レールと導体棒の電気抵抗、レールと導体棒の接触抵抗、およびレールと導体棒に流れる電流で生じる磁場をいずれも無視してよい。(配点 25 点)

問1 導体棒がレールと平行に下向きに速さ v で動いているとき、抵抗1と抵抗2に流れる電流の大きさをそれぞれ求めなさい。また、抵抗1と抵抗2に流れる電流の向きが、それぞれ $a \rightarrow c$ と $c \rightarrow a$, $b \rightarrow d$ と $d \rightarrow b$ のどちらであるか答えなさい。

問2 問1の状況において、導体棒にはたらく力の大きさと向きを説明しなさい。

問3 時間が十分に経過すると、導体棒の速さは一定値 v_f となった。 v_f を求めなさい。

問4 問3の状況において、抵抗1と抵抗2で単位時間に発生するジュール熱をそれぞれ求めなさい。

問5 問3の状況で発生するジュール熱の元となるエネルギーが何か説明しなさい。

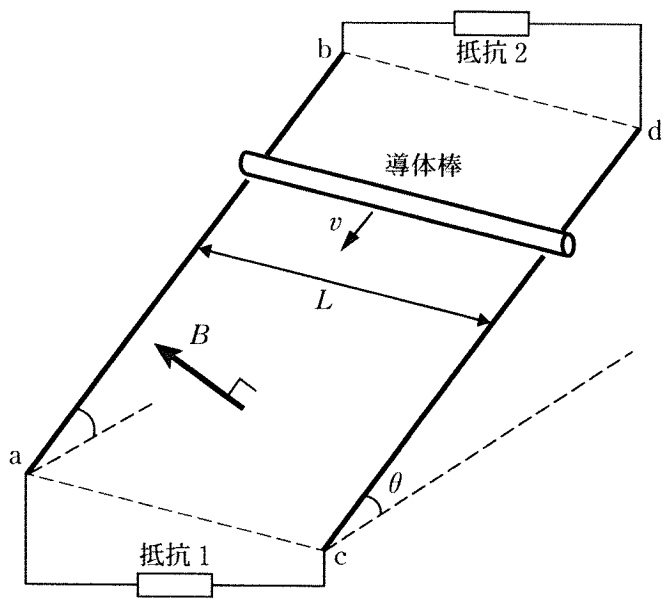


图 1

Ⅲ 図1のように、円筒状の管に右側からピストンが挿入され、その左側に十分離してスピーカーが置かれている。この状況で、ピストンの位置やスピーカーが発する音波の振動数を変化させ、管の中の気柱が音波と共鳴する条件を調べた。以下の問1～4に答えなさい。なお、問2～4は、解答の導出過程も示しなさい。必要な物理量があれば、定義して明示しなさい。(配点25点)

問1 スピーカーが発する音波の波長 λ を、その振動数 f と速さ v を用いて表しなさい。

問2 円筒左側の管口からピストンの左端までの長さを L 、スピーカーが発する音波の振動数を f とする。気柱が音波と共鳴したときの振動数 f が満たす条件を書きなさい。ただし、開口端補正 l は気柱の長さ L や音波の振動数 f によらず一定と仮定する。

問3 気柱の長さ L を30 cmから60 cmまで、音波の振動数 f を500 Hzから1000 Hzまでそれぞれ連続的に変化させたところ、図2の3本の曲線上で共鳴が起きた。問2の結果と図2を用いることで、開口端補正 l の値を求めなさい。ただし、cmを単位とし、小数点以下は四捨五入して整数値で答えること。

問4 以上の結果と図2を用いることで、音波の速さ v の値を有効数字2桁で求めなさい。

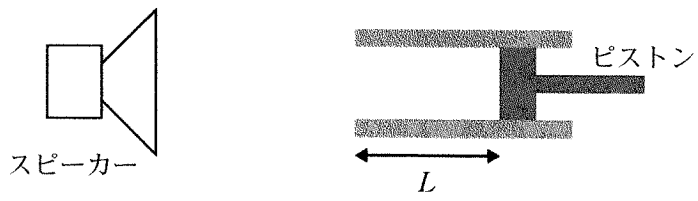


図 1

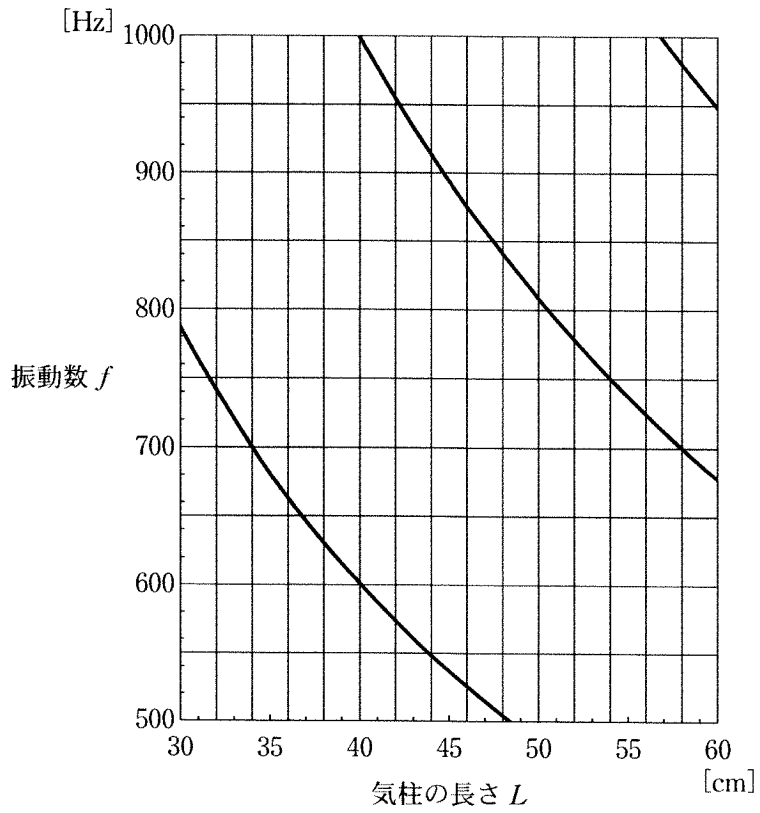


図 2