

デザイン工学部A方式Ⅱ日程・理工学部A方式Ⅱ日程
生命科学部A方式Ⅱ日程

3 限 理 科 (75分)

科 目	ページ
物 理	2～9
化 学	10～16
生 物	18～24

〈注意事項〉

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。
2. 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。
3. **生物**は生命科学部(生命機能学科植物医科学専修・環境応用化学科)を志望する受験生のみ選択できる。デザイン工学部(建築学科)、理工学部(電気電子工学科・経営システム工学科・創生科学科)を志望する受験生は選択できない。
4. 試験開始後の科目の変更は認めない。

(物 理)

注意1. 解答はすべて解答用紙の指定されたところに記入すること。

注意2. 解答を導くために必要な式も解答用紙に書いておくこと。

[I] つぎの文の に入れるべき式を解答欄に記入せよ。ただし重力加速度の大きさを g とする。

図1に示すように、水平な床から H の高さに半径 R の表面に摩擦がある薄い円板が水平におかれている。この円板には中心 O から円周まで直線状の摩擦のないガイドが固定され、円板上におかれた物体はガイドに沿ってしか移動できない。円板は一定の角速度 ω で中心 O の周りを回転している。一回転する時間は である。

小物体 A を円板上でガイドに接しておいた。 A の質量は m であり、円板との間の静止摩擦係数は μ である。 A が中心から d だけ離れた位置にあるとき、 A は円板上で静止した。このとき A に作用する遠心力の大きさは であり、最大摩擦力の大きさは である。 A を静かに外側に移動させ中心から r に達したとき、 A はガイドに沿って自動的に外側に移動しはじめた。移動直前、遠心力の大きさは最大摩擦力の大きさと等しくなるので、静止摩擦係数は r 、 ω 、 g を用いて となる。その後、 A は速さを増しながら移動し、ガイド方向に速さ V でガイドの円周端から空中に飛び出した。床からみた A の飛び出し速度の大きさ(速さ)は となる。 A が飛び出し床に落ちるまでの時間は であり、 A が飛び出した真下の床の位置から着地した床の位置までの距離は となる。

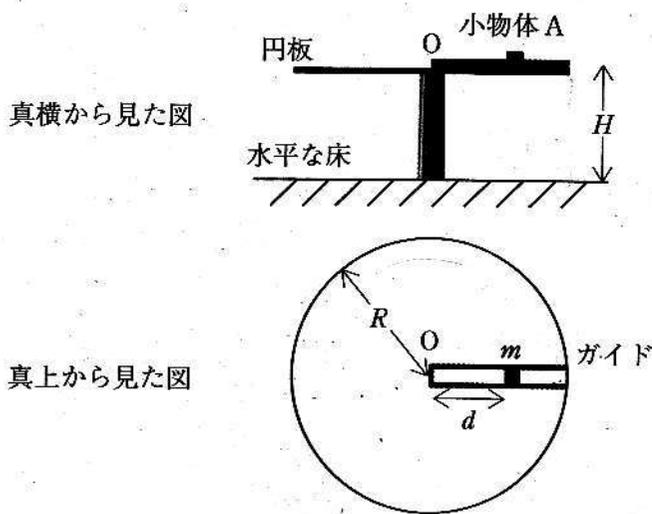


図 1

〔Ⅱ〕 つぎの文の に入れるべき数値、記号、または式を解答欄に記入せよ。

図2-1に示すように、薄い絶縁フィルムがすき間なく一部に巻かれ、電気抵抗の無視できる細い固定導体X、Yが同一水平面内に間隔 L で平行におかれている。X、Yの端aとbは絶縁フィルムがなく、電気抵抗 r の抵抗が接続されている。長さ L 、電気抵抗 R の細い可動導体ZがX、Y上に垂直に接しておかれ、細い絶縁性の糸がZの中央dに接続され、糸を引くことでZを移動させることができる。なお、ZがX、Y上を移動する際に摩擦は無視できるものとする。

磁束密度 B の一樣な磁界が鉛直上方向にかけられ、絶縁フィルムが巻かれた部分をZが矢印方向に一定の速さ v で移動している。このとき、Zの両端cとeの間に発生する誘導起電力の大きさは (a) であり、c、d、eの中で最も電位が高い点は (b) である。Zに流れる電流の大きさは (c) であり、Zが磁界から受ける力の大きさは (d) となる。

つぎに、図2-2に示すように、磁界の向きを鉛直下方向に変え、絶縁フィルムが巻かれていない部分をZが一定の速さ v で移動している。このとき、Zの両端cとeの間に発生する誘導起電力の大きさは (e) である。Zに流れる電流の大きさは (f) であり、Z内を移動する電子の方向をc、e、 \rightarrow を用いて表すと (g) となり、Zが磁界から受ける力の大きさは (h) で表される。

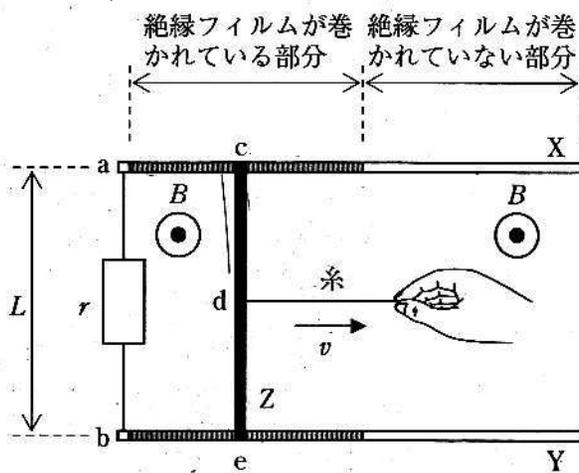


図 2 - 1

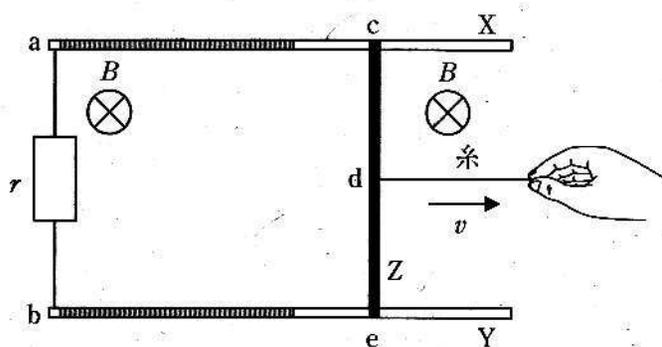


図 2 - 2

〔Ⅲ〕 つぎの文の において(1), (2)には語句を, その他については式を解答欄に記入せよ。ただし, 空気中を伝わる音の速さを V とする。

細長いガラス管の中の空気の振動に関する現象を考える。このような管内の空気は (1) とよばれる。管内に外部から音を加わると, 音は管の両端で反射をくり返し, (1)の長さに応じた特定の振動数で定常波ができる。この特定の振動数は (2) 振動数とよばれる。管内に定常波ができている状態を共鳴という。また定常波には空気が振動できない節と振幅が最大となる腹とが存在し, 開口端付近にできる腹は管口より少し外側となる。この管口から腹の位置までのずれを開口端補正という。

図3-1に示すように管口近くに置かれたおんさを振動させ, 管内のピストンを管の右端から左へ動かしたとき, 管口からの長さが A のところで最初に共鳴し, B のところで2回目の共鳴をした。開口端補正を考慮して, おんさの振動数を A, B, V を用いて表すと (3) となる。さらにピストンを左へ動かすとき, 3回目に共鳴する管口からの長さを A, B を用いて表すと (4) となる。

図3-2に示すようにガラス管とシリンダーの中にはそれぞれピストンがあり, これらは熱を伝えない長さ L の棒で連結されている。また, ガラス管とシリンダーは熱を伝えない支持体で支えられている。はじめシリンダーの中には周辺と同じ大気圧で, 乾燥した 0°C の空気が入っている。このときシリンダー内のピストンは, シリンダーの底面からの距離が X_1 のところにあった。この状態で, スピーカの振動数を 0 からしだいに大きくしていくと, はじめて振動数 f_1 で共鳴した。開口端補正の値を H とし, スピーカ側の管口からシリンダー側のピストンまでの距離を f_1, H, L, V を用いて表すと (5) となる。つぎに, ある温度の熱源を図3-3のようにシリンダーの底面に接触させた。シリンダーは熱せられてピストンは右の方に動き, しばらくしてシリンダーの底面からの距離が $X_2 (> X_1)$ の位置で静止した。この状態で, スピーカの振動数を 0 からしだいに大きくしていくと, はじめて振動数 f_2 で共鳴した。このときピストンの移動した距離 ΔX を V, f_1, f_2 を用いて表すと (6) となる。熱源の温度とシリン

ダガー内の空気の温度は等しいとすると、熱源の温度を X_1 , ΔX を用いて表すと

(7) となる。

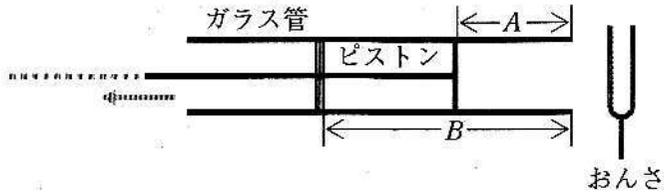


図3-1

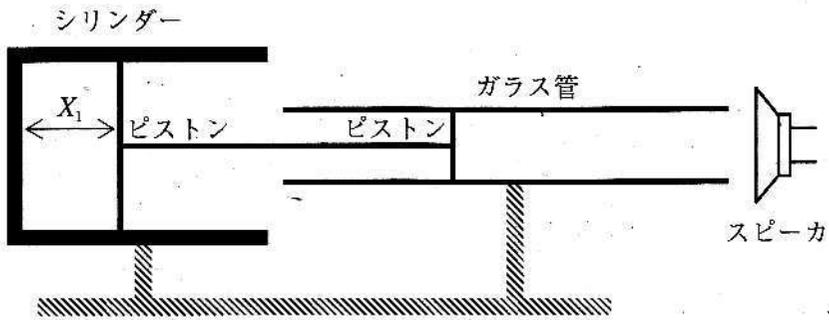


図3-2

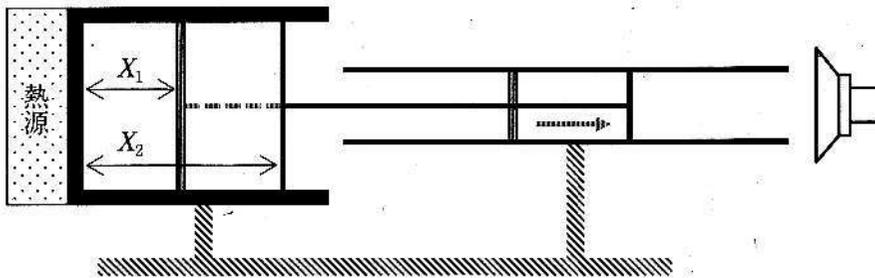


図3-3

- [IV] 質量 m の小球 M と、厚さが一様でなめらかな平面をもつ板 A を用意する。小球 M と板 A の間の反発係数は $\frac{1}{3}$ であり、重力加速度の大きさを g とする。

図 4-1 に示すように、板 A を水平な床の上におき、高さ h の位置から小球 M を自由落下させたところ、小球は O 点で板に衝突して真上にはね返った。

- (イ) 衝突後、小球が到達する最高点の高さは h の何倍か。

図 4-2 に示すように、板 A を水平な床に固定されている傾斜角 θ の三角台 B の上面に装着した。上方から小球 M を自由落下させ、斜面の P 点に速さ v で衝突させたところ、小球は水平方向にはね返され、 Q 点で再び斜面に衝突した。

- (ロ) 傾斜角 θ の値を π [rad] を用いて表せ。

傾斜角 θ が(ロ)で求めた値であることを用いて、(イ)~(ホ)の問いに答えよ。

- (ハ) P 点での衝突直後の小球の速さは v の何倍か。

- (ニ) 小球が P 点に衝突してから、 Q 点で再び斜面と衝突するまでの時間を g, v を用いて表せ。

- (ホ) P 点と Q 点の斜面上の距離を g, v を用いて表せ。

図 4-3 に示すように、板 A をなめらかで水平な床面を自由に動けるようにした傾斜角 $\frac{\pi}{4}$ [rad] の三角台 C の上面に装着した。板と三角台を合わせた質量は $2m$ であった。上方から小球 M を自由落下させ、斜面の R 点に速さ v で衝突させたところ、小球は左方向にはね返され、同時に三角台は床の上を右方向に速さ V_0 で動き出した。

- (イ) R 点での衝突直後の小球が、斜面に沿った左下方向にもつ速度成分を v を用いて表せ。

- (ロ) R 点での衝突直後の小球が、斜面に垂直な左上方向にもつ速度成分を v, V_0 を用いて表せ。

- (ハ) 三角台と床面の摩擦は無視できるので、小球と三角台との衝突の前後で水平方向の運動量は保存される。これにより、三角台の速さ V_0 を v を用いて表せ。

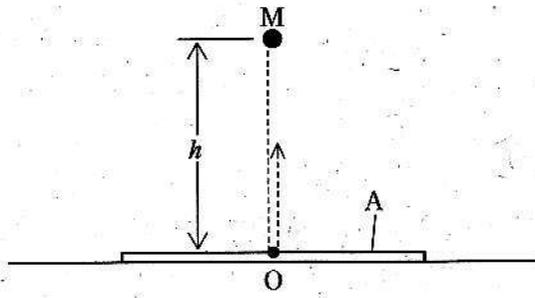


图 4-1

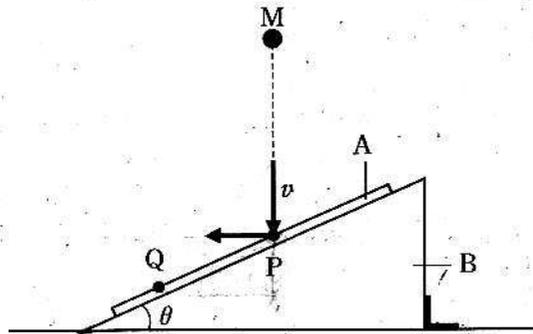


图 4-2

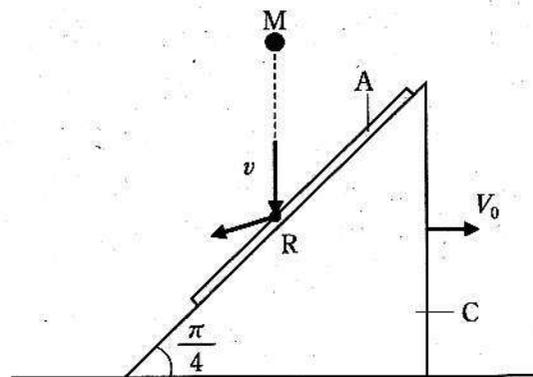


图 4-3