

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	10～18
生 物	20～30

〈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. 志望学部・学科によって選択できる科目が決まっているので注意すること。

志望学部(学科)	受験科目
デザイン工学部(建築)	物理または化学
理工学部(電気電子工・経営システム工・創生科)	
生命科学部(環境応用化・応用植物科)	物理, 化学または生物

4. 科目の選択は、受験しようとする科目の解答用紙を選択した時点で決定となる。
一度選択した科目の変更は一切認めない。
5. 問題冊子のページを切り離さないこと。

(物 理)

注意 解答はすべて解答用紙の指定された解答欄に記入すること。

解答用紙の余白は計算に使用してもよいが、採点の対象とはしない。

〔 I 〕 以下の問いに答えよ。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

図 1 - 1 に示すように、斜面 AB, 曲面 BC, 水平面 CD からなる、なめらかな面がある。A, B, C, D は同一の鉛直平面内にあり、AB の水平からの傾きの角は 45° 、点 D は地面上の点 O から高さ h の位置にある。小球 P と小球 Q を軽い糸でつなぎ、P を斜面 AB 上に置き、糸をなめらかな滑車にかけてつるしたところ、全体が静止した。P が静止していた位置は水平面 CD からさらに h だけ高い位置にあり、Q の質量は $2m$ であった。

- 1 P の質量はいくらか。
- 2 P が斜面から受ける垂直抗力の大きさはいくらか。

ここで、糸と P を切りはなして静かに P をすべりださせた。

- 3 点 D を飛び出すときの P の速さはいくらか。
- 4 P が点 D を飛び出してから地面に衝突するまでの時間はいくらか。
- 5 P が地面に衝突する位置を点 E とすると、OE 間の距離はいくらか。

つぎに、図 1 - 2 に示すように、点 C の位置を鉛直下方の点 C' に下げ、斜面 AB, 曲面 BC'D からなる、なめらかな面において、図 1 - 1 と同様の実験を行った。P は点 D から、水平方向となす角 θ 上向きに飛び出した。このとき $\sin \theta = \frac{1}{\sqrt{3}}$ であった。

- 6 P が点 D を飛び出してから地面に衝突するまでの時間は、小問 4 で求めた時間の何倍か。
- 7 P が地面に衝突する位置を点 F とすると、OF 間の距離はいくらか。

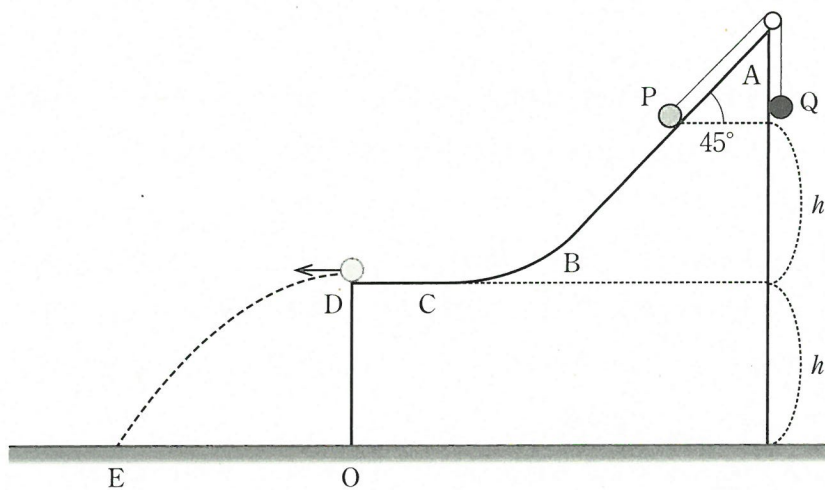


图 1 - 1

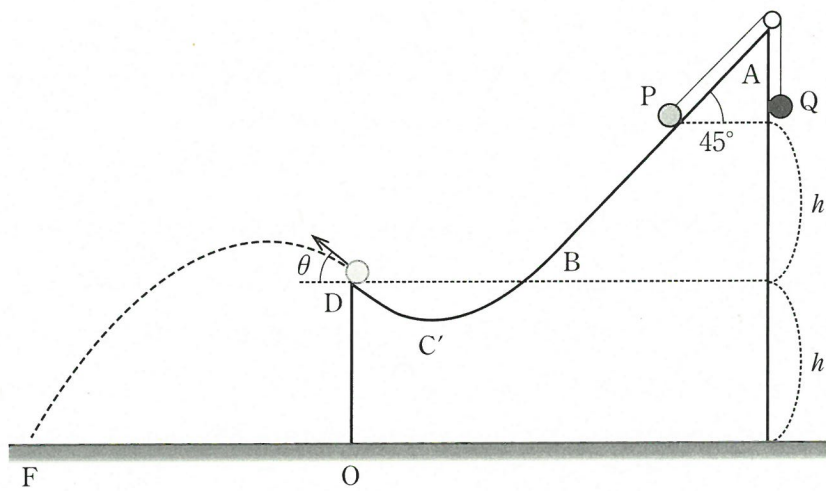


图 1 - 2

物理

〔Ⅱ〕 以下の問いに答えよ。

x, y, z 軸からなる直交座標系において、 x 軸の正の向きを $+x$ 、 x 軸の負の向きを $-x$ と表記し、 y 軸と z 軸に沿った向きも同様に表記する。

図 2-1 のように、 $x-y$ 平面内において、固定された正電荷 Q_1 (電気量 q) の周りを負電荷 Q_2 (電気量 $-q$) が反時計方向に等速円運動している。円の半径を r 、 Q_2 の質量を m 、 Q_2 の速さを v_0 、クーロンの法則の比例定数を k とする。ただし、 $v_0 > 0$ 、 $q > 0$ とする。

- (a) Q_1 が Q_2 の位置に作る電場の大きさを、 k, q, r を用いて求めよ。
- (b) Q_2 に作用する向心力の大きさを、 k, q, r を用いて求めよ。
- (c) v_0 を、 k, q, r, m を用いて表せ。
- (d) Q_2 の運動を円形電流と考える。この電流の大きさを、 q, r, v_0 を用いて求めよ。
- (e) (d) の円形電流によって Q_1 の位置に形成される磁場の向きはどちらの向きか。
 $+x, -x, +y, -y, +z, -z$ のいずれかで答えよ。

つぎに、図 2-2 のように、 $-z$ 向きに一様な磁場が存在する場合を考える。図 2-1 と同じ Q_1, Q_2 について、 $x-y$ 平面内において、固定された Q_1 の周りを Q_2 が反時計方向に等速円運動している。円の半径を r 、 Q_2 の速さを v 、磁束密度を B とする。ただし、 $v > 0$ 、 $B > 0$ とする。

- (f) 図 2-2 の位置の Q_2 に作用するローレンツ力の向きはどちらの向きか。 $+x, -x, +y, -y, +z, -z$ のいずれかで答えよ。
- (g) Q_2 に作用する向心力の大きさを、 B, k, q, r, v を用いて求めよ。
- (h) (g) の結果を用いて v を求めると、 $\sqrt{w^2 + \frac{kq^2}{mr}} = w$ となる。 w に入るべき数式を、 B, m, q, r を用いて表せ。

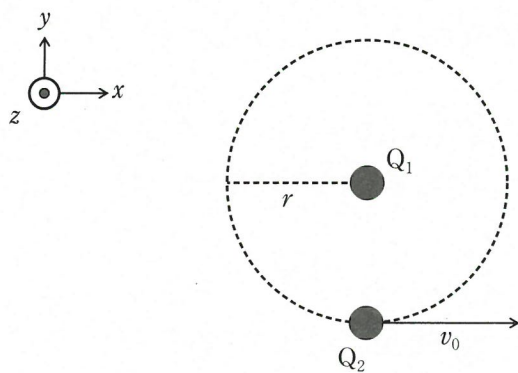


图 2 - 1

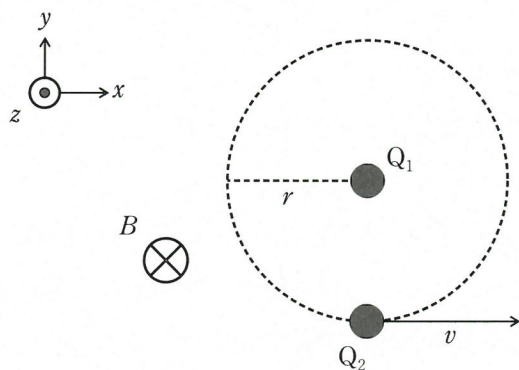


图 2 - 2

物理

〔Ⅲ〕 以下の問いに答えよ。

図3-1のように置かれた物体Aと凸レンズを考える。凸レンズと物体間の距離を a 、凸レンズの焦点距離を f_1 とすると、凸レンズから距離 b 離れたところに虚像が見えた。

- (1) b を、 a と f_1 を用いて表せ。
- (2) この凸レンズの倍率を、 a と f_1 を用いて表せ。

つぎに、図3-2のように置かれた物体Bと凹面鏡を考える。凹面鏡と物体間の距離を x 、凹面鏡の焦点距離を f_2 とすると、凹面鏡から距離 y 離れたところに実像ができた。

- (3) y を、 x と f_2 を用いて表せ。
- (4) この凹面鏡の倍率を、 x と f_2 を用いて表せ。

つぎに、図3-1の凸レンズと図3-2の凹面鏡を組み合わせて図3-3のような光学系を考える。物体Cを凹面鏡から距離 x の位置に置き、凸レンズを置いた位置は凹面鏡からの距離 d で表すものとする、 $d = d_0$ のときに図のような虚像が見えた。このときの d_0 を凸レンズの初期位置と呼ぶことにする。

- (5) 凸レンズを初期位置から凹面鏡に近づけていくと、 $d = d_1$ となったときに虚像が消えた。このときの d_1 を、 f_1 、 f_2 、 x から必要なものを用いて表せ。
- (6) 凸レンズを初期位置から凹面鏡の反対方向に離していくと、 $d = d_2$ となったときにも虚像が消えた。このときの d_2 を、 f_1 、 f_2 、 x から必要なものを用いて表せ。
- (7) 凸レンズが初期位置に置かれているとき、この光学系の倍率を、 d_0 、 f_1 、 f_2 、 x を用いて表せ。

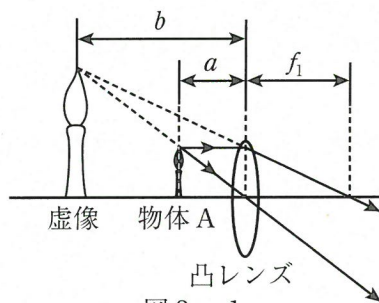


図 3 - 1

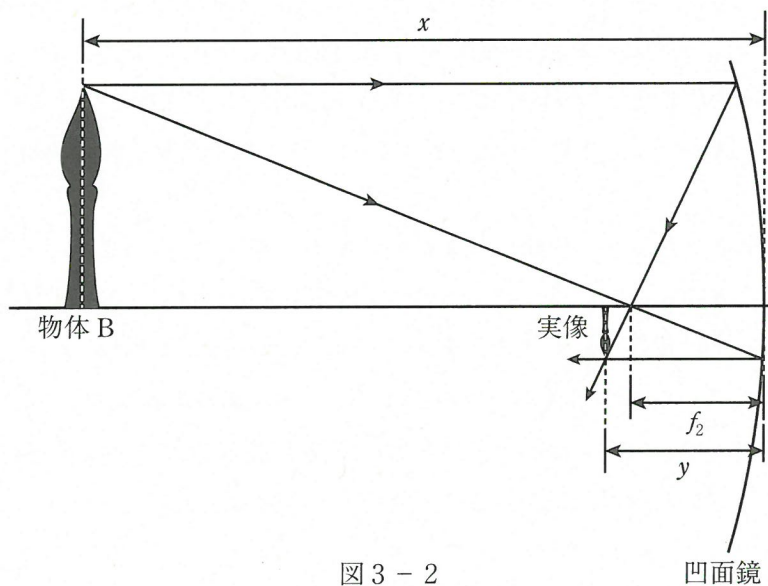


図 3 - 2

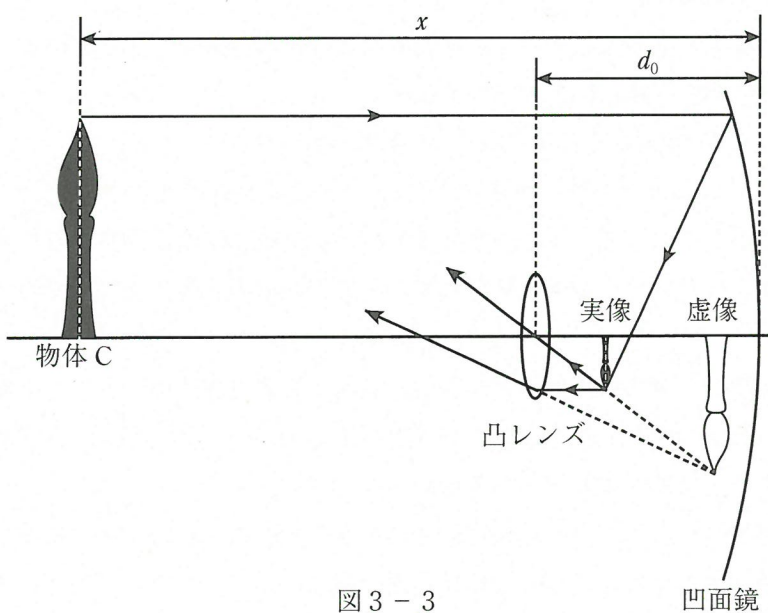


図 3 - 3

物理

[IV]

重力加速度の大きさが異なる2つの環境(環境1および環境2)において、以下に示すように同じ手順の実験を行った。

実験

図4-1および図4-2に示すように、小球と床面との間の反発係数が e となる床面をそれぞれの環境に用意し、小球を原点 O からの高さが H である点 A (環境1)および点 A' (環境2)から、速さ V_0 で水平に打ち出し、運動の軌跡を観測した。また、小球を軽いひもでつるした、同一の単振り子をそれぞれの環境に用意した。

投射された小球は、放物線を描きながら自由落下し、点 B および点 B' において床面と衝突して跳ね返った。小球は、再び上昇し、点 C および点 C' で最高点に達し、その後落下して、点 D および点 D' で再び床面と衝突した。

このとき、点 C の床面からの高さは $\frac{1}{4}H$ 、 OB 間の距離は $2L$ 、 OB' 間の距離は L であった。また、環境1において、小球が投射されてから最初に床面に衝突するまでの時間は、単振り子の1周期分の時間であった。

以下の問いに答えよ。

- (イ) 環境1の実験結果から、小球と床面との間の反発係数 e を求めよ。
- (ロ) BD 間の距離 l を L を用いて表せ。
- (ハ) 点 C' の床面からの高さ h を H を用いて表せ。
- (ニ) 点 C における小球の速さは、点 C' における小球の速さの何倍か。
- (ホ) 環境2において、小球が投射されてから最初に床面に衝突するまでの時間は、環境1において小球が投射されてから最初に床面に衝突するまでの時間の何倍か。
- (ヘ) 環境2の重力加速度の大きさは、環境1の重力加速度の大きさの何倍か。
- (ト) 点 B' における衝突で失われた力学的エネルギーは、点 B における衝突で失われた力学的エネルギーの何倍か。
- (チ) 環境2において、小球が投射されてから最初に床面に衝突するまでの間に、環境2に置かれた単振り子は何周期分振れるか。

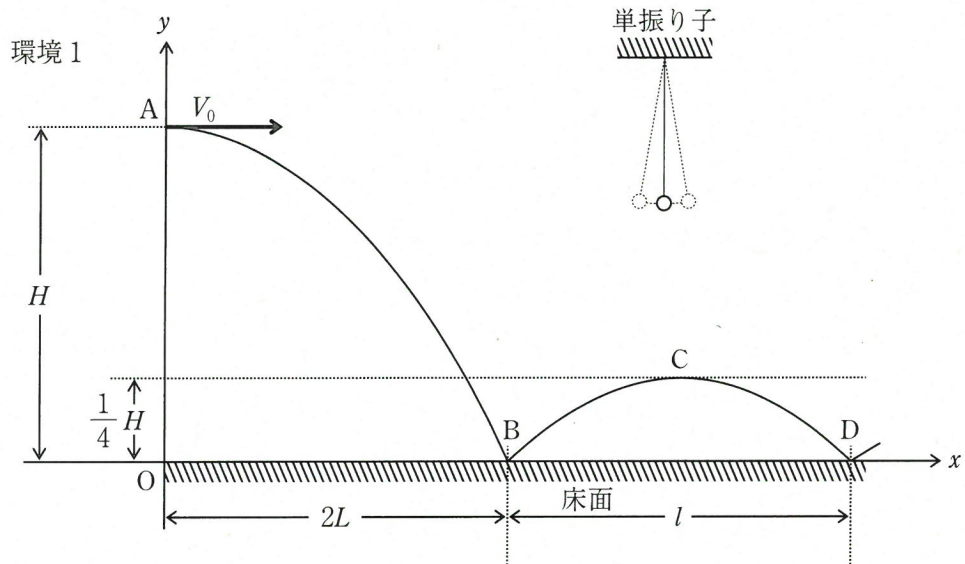


図 4 - 1

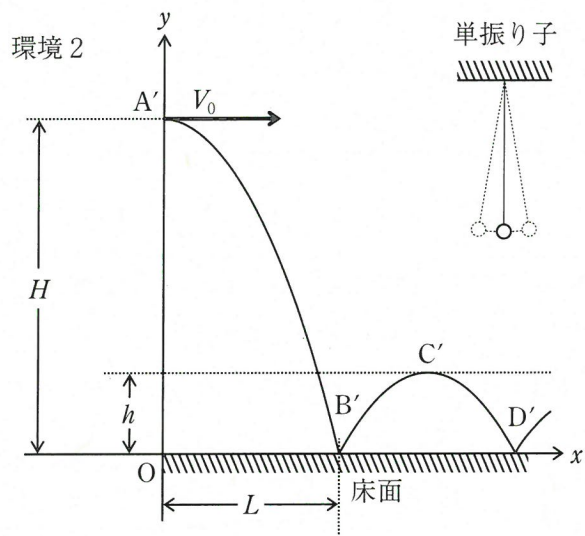


図 4 - 2