

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	10～17
生 物	18～31

〈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。また、運動はすべて同一の鉛直面内で行われるものとする。

図1-1に示すように、長さ l の軽い糸の一端に質量 m の小球 P を結び、他端を点 O に固定して振り子をつくる。また、 O から鉛直下方で距離 $\frac{2}{3}l$ 離れた点 A に、細くてなめらかな釘が水平に固定してある。糸を張った状態で、釘に垂直な面内で P を引きあげ、糸が鉛直線となす角の値が θ になったときに、 P を静かにはなした。 P が最下点 B を通った瞬間から振り子の固定点は点 A に変わり、その後 P は点 A を中心とする円運動をした。

$\theta = 90^\circ$ としたとき、

- 1 P が点 B を通るときの速さはいくらか。
- 2 P が点 B を通る直前での糸の張力の大きさはいくらか。
- 3 P が点 B を通った直後の糸の張力の大きさはいくらか。

つぎに、 θ の値を変えて P を静かにはなした。

- 4 P が図1-1の最高点 C に達したとき、糸がゆるんだ。このときの $\cos \theta$ はいくらか。

つぎに、 θ を小問4で求めた角の値にして P を静かにはなした。今度は、図1-2に示すように、 $\angle BAD = 60^\circ$ となる点 D に達したところで糸が切れた。その後、 P は放物運動を行い、運動の鉛直面に垂直に設置されたなめらかな壁に点 E で垂直に衝突してはね返った。 P はさらに点 B の鉛直下方 l の位置にあるなめらかな水平な床に B の鉛直下方の点 O' ではね返った後、最高点 F に達した。

- 5 OO' を結ぶ線から壁までの距離はいくらか。 l を用いて表せ。
- 6 点 E の床からの高さはいくらか。 l を用いて表せ。
- 7 壁と床のはね返り係数が同じであるとき、点 F の床からの高さはいくらか。 l を用いて表せ。

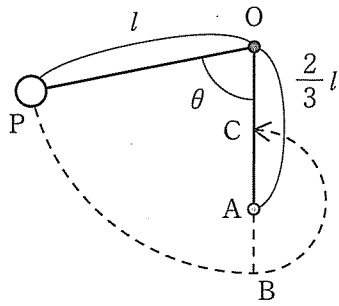


图 1 - 1

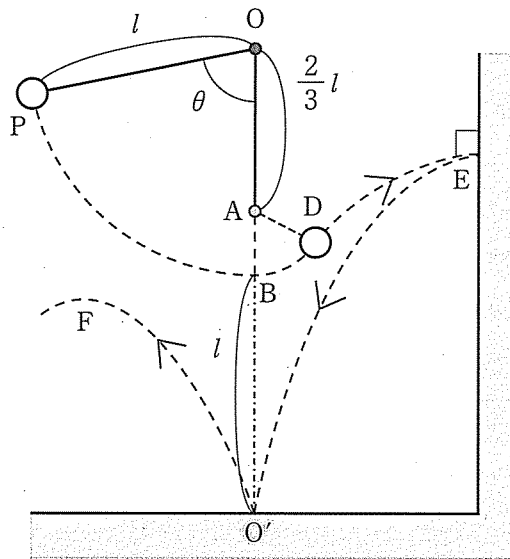


图 1 - 2

物理

〔Ⅱ〕 つぎの文の に入れるべき数値を解答欄に記入せよ。ただし、解答は有効数字2桁で求めよ。

図2に示すような回路を考える。図中のコンデンサー C_1 , C_2 は、極板間距離を連続的に変化させることのできる平行板コンデンサーである。これらの静電容量は初めは、ともに $9.0 \times 10^{-4} \text{ F}$ であり、どのコンデンサーにも初めは電荷が蓄えられていなかったものとする。スイッチ S_1 , S_2 , S_3 を同時に閉じた直後の抵抗 R_2 に流れる電流の大きさは (a) $\times 10^{-3} \text{ A}$ となる。

続いて、スイッチ S_1 , S_2 , S_3 を同時に閉じてからじゅうぶんに時間が経過したとき、抵抗 R_2 に流れる電流の大きさは (b) $\times 10^{-3} \text{ A}$ で、コンデンサー C_1 に蓄えられている電気量は (c) $\times 10^{-3} \text{ C}$ となる。また、コンデンサー C_1 , C_2 に蓄えられる静電エネルギーの和は、 (d) $\times 10^{-3} \text{ J}$ となる。

その後、 S_1 , S_2 , S_3 を同時に開く。そして、コンデンサー C_1 の極板間の距離を2倍にした。このとき、コンデンサー C_1 の静電容量は (e) $\times 10^{-4} \text{ F}$ となり、 C_1 の極板間にかかる電圧は (f) V となる。コンデンサー C_1 , C_2 に蓄えられる静電エネルギーの和は (g) $\times 10^{-3} \text{ J}$ となる。この場合、コンデンサー C_1 の極板間の距離を2倍にするために極板間に働く引力に逆らって外力がした仕事は (h) $\times 10^{-3} \text{ J}$ となる。ただし、極板間にはたらく引力の大きさは、蓄えられている電荷が一定のとき、極板の間隔によらず一定であるとする。

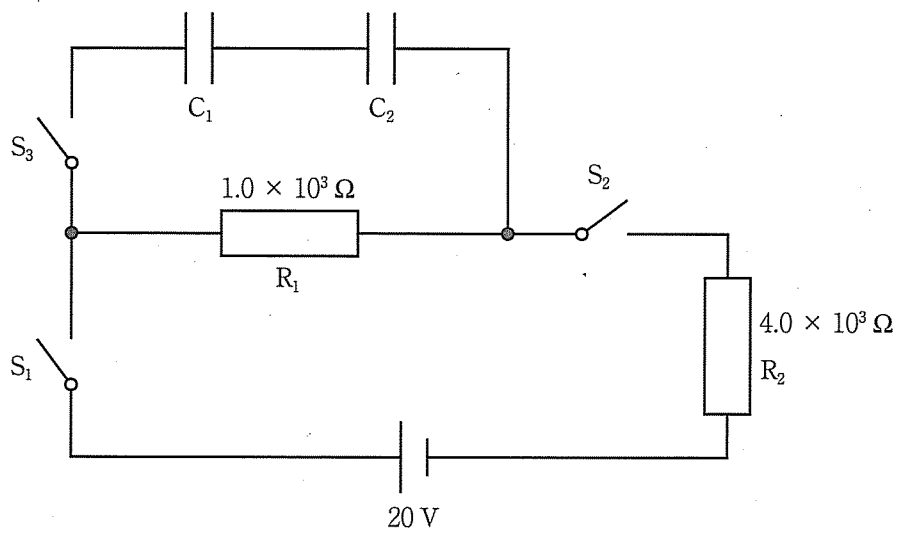


图 2

物理

〔Ⅲ〕 以下の問いに答えよ。ただし、運動はすべて同一の鉛直面内で行われるものとする。

図3-1のように、軽い糸に小さなおもりをつけた振り子を用意し、おもりを最下点において鉛直な壁と接触させた。その後、糸を張った状態でおもりを左に移動させて高さ h から静かにはなすと、おもりは最下点において壁と非弾性衝突してはね返り、高さ $\frac{h}{2}$ まで到達した。その後、おもりは最下点において壁との衝突を繰り返した。最初の衝突直前のおもりの速さを v_0 とする。

- (1) 最初の衝突直後のおもりの速さは v_0 の何倍か。
- (2) おもりと壁の間のはね返り係数を求めよ。
- (3) おもりが2回目に壁に衝突した後に到達する高さの最大値は h の何倍か。
- (4) おもりの力学的エネルギーが、実験開始直後と比べて百分の一以下になるのは何回目の衝突以降か。

図3-2のように、2本の同じ長さの軽い糸に小さなおもりA(質量 m)と小さなおもりB(質量 $2m$)をつけた2つの振り子を用意する。2つのおもりを最下点において接触するように静止させた。その後、糸を張った状態でおもりAを左にわずかに移動させて時刻 $t=0$ において静かにはなした。2つのおもりは $t=t_1$ において初めて完全弾性衝突を行い、その後も衝突を繰り返した。2つの振り子の振幅は糸の長さに比べて十分に小さい。最初の衝突直前のおもりAの速さを v_1 とする。

- (5) 最初の衝突の後におもりBが再び最下点に戻る時刻は $t=t_2$ である。 t_2 は t_1 の何倍か。
- (6) 最初の衝突直後のおもりAの速さは v_1 の何倍か。
- (7) 2回目の衝突直後のおもりAの速さは v_1 の何倍か。
- (8) 2つのおもりが $t=0$ のときの位置に初めて戻る時刻は $t=t_3$ である。 t_3 は t_1 の何倍か。

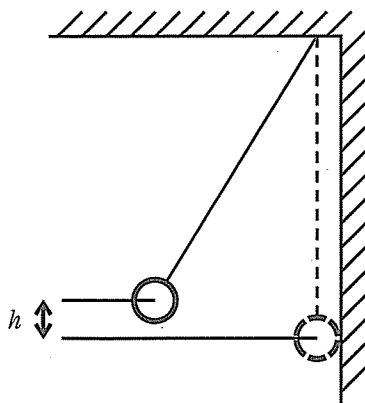


図 3 - 1

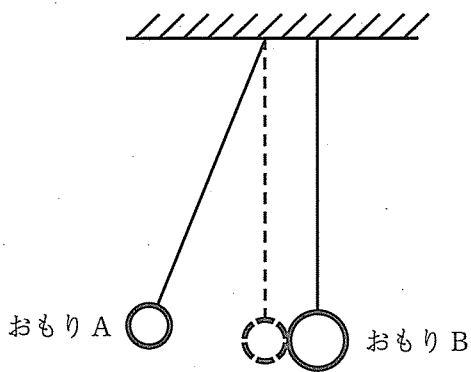


図 3 - 2

物理

〔IV〕 以下の問いに答えよ。

天体観測では、特定の波長の光が回折格子によって回折した分をプリズムにより戻して直進させる光学装置(グリズムと呼ぶ)が近年多用されている。図4-1のように、断面が直角三角形のプリズムと、片面が回折格子になっている厚さが一様な透明板を密着させて組み合わせたグリズムを考える。プリズムの頂角と屈折率をそれぞれ A と n_1 、透明板の屈折率を n_2 、回折格子の格子定数は d とする。また、空気中の屈折率は1.0とし、図中の矢印は光の入射方向および進行方向を表すとする。

- (イ) 単色光を空気中から入射角 i でプリズムに入射させたところ、屈折角 r でプリズム中を直進した。 n_1 を i と r を用いて表せ。
- (ロ) 図4-1のようにプリズムから透明板への単色光の入射角が臨界角であったとき、 n_2 を n_1 、 r 、 A を用いて表せ。
- (ハ) 単色光がプリズムと透明板の境界面で全反射するための条件を、 n_1 と n_2 を用いて表せ。

つぎに、図4-2のように、単色光が空気中から垂直にプリズムに入射し、プリズムと透明板の境界面で全反射せずに、入射角 α 、屈折角 β で屈折した場合を考える。

- (ニ) このとき、 $\sin \beta$ を n_1 、 n_2 、 A を用いて表せ。

さらに、平行光線の単色光は回折格子で回折したのち、回折格子の法線に対して角度 θ 方向に直進し、じゅうぶん遠方のスクリーン上に明線ができたとする。図4-3は、その回折の様子を拡大して表現した図であり、単色光の波長を λ とする。

- (ホ) 整数を m で表すとき、明線ができる条件を d 、 n_2 、 β 、 θ 、 m 、 λ を用いて表せ。

最後に、プリズムと透明板の屈折率がともに n のとき、 $m = 1$ の明線を作る単色光は、図4-4のように、グリズムの内外を直進したとする。

- (ヘ) d 、 n 、 A 、 λ の関係を表せ。
- (ト) $\lambda = 5.0 \times 10^{-7} \text{ m}$ の単色光が、 $A = 30^\circ$ 、 $d = 5.0 \times 10^{-6} \text{ m}$ のグリズム内外を直進したとすると、グリズムの屈折率 n はいくらか。

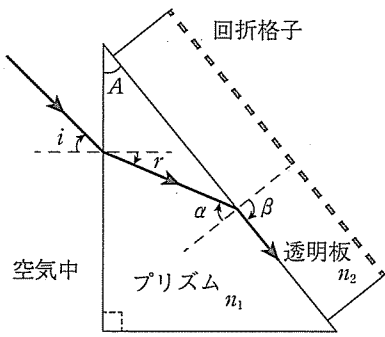


図 4 - 1

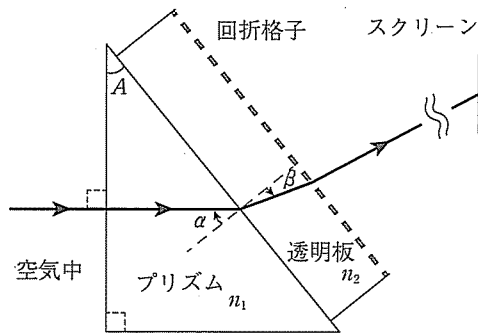


図 4 - 2

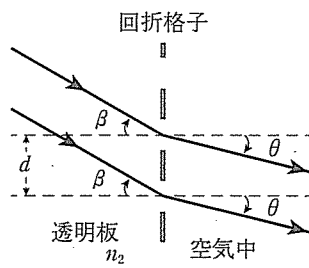


図 4 - 3

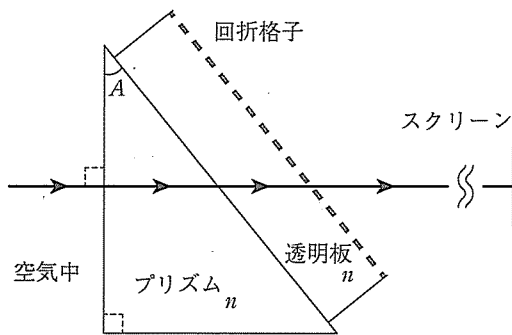


図 4 - 4