

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	20～32

〈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 〕 以下の問いの答えを解答欄に記入せよ。

図 1 - 1 に示すように水平でなめらかな xy 平面上で、自然の長さ l 、ばね定数 k の軽いばねの一端に小球 A をとりつけ、ばねの他端を点 O に固定した。O を中心にして速さ v_A の等速円運動をさせたところ、ばねの自然の長さからの伸びは $\frac{1}{3}l$ であった。

- 1 このときの、ばねの弾性力の大きさはいくらか。
- 2 等速円運動をする A の角速度の大きさはいくらか。
- 3 A の質量はいくらか。
- 4 A がこの等速円運動で 1 周するのに要する時間は、このばねに A をつけた水平ばね振り子が単振動する場合の周期の何倍か。

A が x 軸上の点 P に達したとき、A がばねから突然切りはなされた。同時に A は、図 1 - 2 に示すように、 x 軸上を正の方向から速さ v_B で進んできた小球 B と点 P で衝突した。B の質量は A の質量の 2 倍であった。衝突直後、A は x 軸上の負の方向に速さ v_B で進んだ。なお、ばねは切りはなされた後すみやかに取り除かれ、以後 A、B の運動に影響を与えないものとする。

- 5 衝突直後の B の速度の x 成分の大きさはいくらか。
- 6 衝突直後の B の速度の y 成分の大きさはいくらか。
- 7 この衝突は(a)弾性衝突か、それとも(b)非弾性衝突か。(a)または(b)の記号で答えよ。
- 8 v_A の大きさが v_B の大きさの $\sqrt{3}$ 倍であるとき、衝突直後の B の進む向きが x 軸の正の向きとなす角はいくらか。

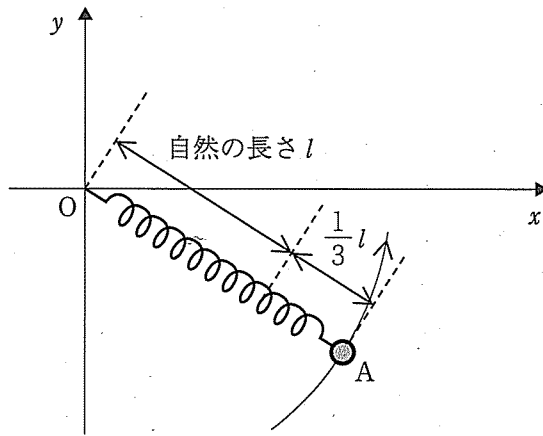


図 1 - 1

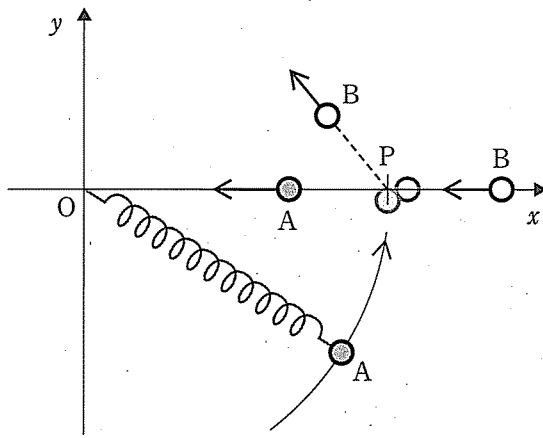


図 1 - 2

物理

〔Ⅱ〕 以下の問いの答えを解答欄に記入せよ。

図 2 - 1 に電源と回路 1, 2 を示す。電源は起電力が V の電池と抵抗値 r の内部抵抗で構成される。回路 1 は抵抗値 r の抵抗, 回路 2 は抵抗値 R_1, R_2 の抵抗で構成される。接続する導線の抵抗値は 0 とする。

図 2 - 2 に示すように電源と回路 1 を接続した。

- (a) AB 間の電位差を求めよ。
- (b) 導線を AB 間に接続したとき, その導線に流れる電流の大きさを求めよ。

図 2 - 3 に示すように電源と回路 2 を接続した。

- (c) CD 間の電位差を求めよ。

図 2 - 2 と図 2 - 3 に示す回路において, CD 間の電位差は AB 間の電位差の半分であった。

AB 間に導線を接続したときに流れる電流の大きさは, CD 間に導線を接続したときに流れる電流の大きさと等しくなった。

- (d) 抵抗値 R_1 を r を使って表せ。
- (e) 抵抗値 R_2 を r を使って表せ。

図 2 - 4 に示すように電源と回路 2 を 2 つ接続した。

- (f) 端子 E において矢印の向きに流れる電流の大きさを V, r を使って表せ。
- (g) FG 間の電位差を V を使って表せ。

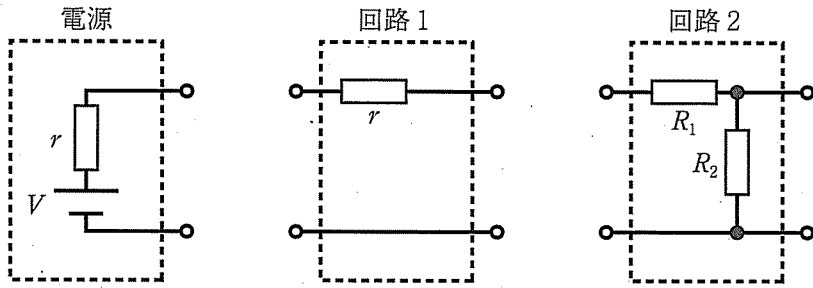


图 2 - 1

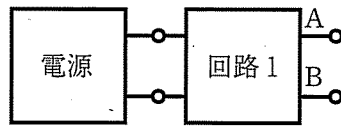


图 2 - 2

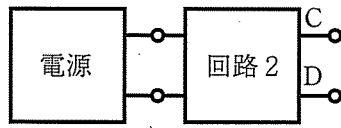


图 2 - 3



图 2 - 4

物理

〔Ⅲ〕 図3のように、抵抗値 $R = 100 \Omega$ の抵抗器、自己インダクタンス $L = 1 \text{ mH}$ のコイル、電気容量 $C = 10 \mu\text{F}$ のコンデンサー、起電力 $E_1 = 2 \text{ V}$ の電池、電圧が E_2 で表される交流電源、スイッチ S_1 、スイッチ S_2 を接続した回路がある。この回路について以下の問いに答えよ。

最初 S_1 、 S_2 は開いており、このときコイルに電流は流れておらず、またコンデンサーに電荷は蓄えられていなかった。

まず、 S_1 を閉じた。

- (1) S_1 を閉じた瞬間に抵抗に流れる電流の大きさを数値で答えよ。
- (2) じゅうぶんに時間が経った後、コイルに蓄えられているエネルギーを数値で答えよ。

つぎに S_1 を開いた。

- (3) S_1 を開いてから $5\pi \times 10^{-5}$ 秒後 (1.57×10^{-4} 秒後) の A-B 間の電位差を数値で答えよ。

つぎに S_2 を閉じた。

- (4) 電圧が E_2 で表される交流電源の角周波数を ω 、電圧の最大値を E_0 、交流電源を流れる電流の最大値を I_0 、抵抗器とコイルとコンデンサーで構成される回路のインピーダンスを Z とするとき、 $E_0 = ZI_0$ が成り立っている。インピーダンス Z を R 、 L 、 C 、 ω を用いて表せ。

$E_2 = E \sin \omega t$ [V]、 $E = 2 \text{ V}$ 、 $\omega = 1 \times 10^4 \text{ rad/s}$ とし、以下の問いに答えよ。

- (5) じゅうぶんに時間が経った後、抵抗を流れる電流の大きさを数値で答えよ。
- (6) D - B 間の電圧振幅 V_1 を数値で答えよ。
- (7) コイルが蓄えるエネルギーの最大値を数値で答えよ。
- (8) E_2 の角周波数を $\omega = 2 \times 10^4 \text{ rad/s}$ に変化させた。じゅうぶんに時間が経った後の D - B 間の電圧振幅を V_2 とするとき、 V_2/V_1 を数値で答えよ。必要であれば $\sqrt{226} \approx 15$ を用いよ。

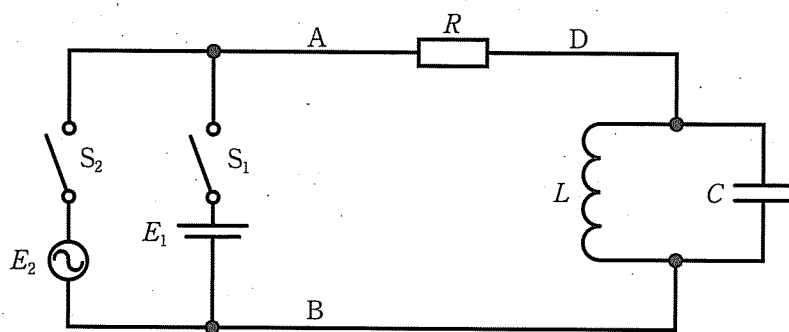


图 3

物理

〔IV〕 図4のように半透鏡Hと反射鏡 M_1 , M_2 を用いた光の干渉計を考える。レーザー光源Sから発せられた波長 λ のレーザー光線は、Hで等しい割合の透過光と反射光に分岐される。Hを透過した光線は右方向に進み、 M_1 に垂直に入射して反射されたのち再びHに戻る。ここで下方に反射された光が検出器Dに入る。一方、Sを出てHで上方に反射された光線は反射鏡 M_2 で同様に反射されてHを透過しDに至る。したがって M_1 と M_2 で反射された2本の光線がHで干渉したのち、Dに入射する。空気の屈折率を1とし、必要ならば光速 c を用いてよい。

- (イ) レーザー光線を波長 λ の波と考えたとき、一般に距離 l だけ離れた地点で同時に観測した波の位相差を求めよ。ただし位相差は正の量とする。
- (ロ) Hで分岐してからのち、それぞれ反射鏡で反射されてHに戻るまでの2本の光線の位相差を求めよ。ただしHの厚さは無視できるものとし、 $L_1 > L_2$ とする。
- (ハ) つぎに屈折率 $n(>1)$ で厚さ d のガラスを光線に垂直に一方の光路に差し入れた。このとき、小問(ロ)で求めた位相差の変化量を求めよ。ただしガラスの端面での反射は無視できるものとする。
- (ニ) ガラスを取り除いた元の状態で M_1 , M_2 が静止しているとき、2光線はDにおいて同じ位相で干渉し強めあっていた。 M_1 を光線に沿ってゆっくりHに近づけると干渉光の振幅は次第に小さくなりやがて0となった。振幅が初めて0になるまでに M_1 が動いた距離はいくらか。
- (ホ) M_1 を光線に沿って一定の速さ v でHから遠ざけた。 M_1 の運動によって生じる光のドップラー効果も音波のドップラー効果と同様に扱えたとすれば、動いている M_1 に入射する光の振動数はいくらか。
- (ヘ) M_1 から反射された光の振動数はいくらか。
- (ト) このとき2本の光線の位相差が変化することから、Dで検出される光の強度は周期的に強くなったり弱くなったりする。このときの周期を求めよ。

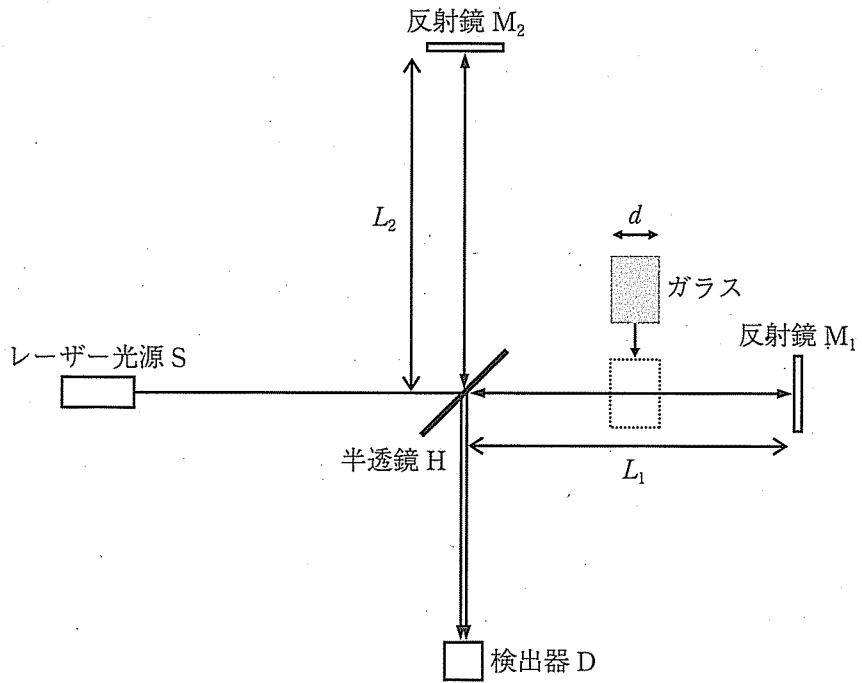


図 4