

平成 25 年 度

理 科

2 科目選択 時間 120 分

問 題 物 理 ページ：1～2

化 学 ページ：3～4

生 物 ページ：5～7

解答用紙 物理，化学，生物 各 1 枚

- 注 意
1. この中には上記の物が入っている。試験開始後確認すること。
 2. 3 科目すべての解答用紙に受験番号を記入すること。
 3. 出願のときの選択に従って 2 科目について解答すること。
 4. 試験終了時に、3 科目すべての解答用紙を回収する。

物 理 (全2の1)

- 1 図1のように、水平でなめらかな床の上に置かれた半径 R [m] のなめらかな表面を持つ球がある。球は点 P に固定されている。球の頂点 A に質量 m [kg] の小物体を置き、静かにはなして、球の表面上を滑らせた。重力加速度を g [m/s²] として次の問いに答えなさい。解答欄に[]がある所はその単位をSI 国際単位系による簡潔な形で記入しなさい。

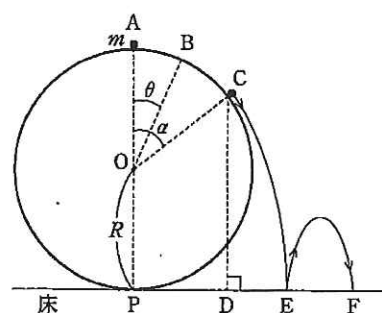


図 1

- (1) 床面を基準としたとき、頂点 A の小物体の位置エネルギーはいくらか。
- (2) 鉛直方向 OA から角度 θ [rad] 傾いた球面上の点 B を通過する小物体の速さはいくらか。また、小物体が球の面から受ける垂直抗力の大きさはいくらか。
- (3) 鉛直方向 OA から角度 α [rad] 傾いた点 C で小物体は球の表面から離れた。点 C における小物体の速さはいくらか。また、点 C の鉛直下方の点を D としたとき、点 C から点 D までの距離を R をもちいて表わしなさい。
- (4) 小物体は点 C で球の表面から離れた後、放物運動を行い、点 E に落下した。点 E に落ちる直前の小物体の速さはいくらか。
- (5) 小物体は点 E でなめらかな床面ではね返り、再び点 F で床に衝突した。はねかえり係数を e として、点 E で小物体がはね返った直後の床面に垂直方向の速さはいくらか。また、 EF 間の距離はいくらか。

- 2 真空中で以下の実験を行った。物理量はSI 国際単位系を用いてあるとして、以下の問いに答えなさい。真空の透磁率を μ_0 、誘電率を ϵ_0 とする。

- (1) 単位長さあたり n 回巻かれた、長さ a 、断面の半径が r であるソレノイドコイルがある。このソレノイドコイルに電流 I を流すと、作られるコイル内の磁場は一様でその磁束密度は $\mu_0 n I$ であることが知られている。 Δt 時間に ΔI の電流が増加したとき、磁束 Φ の単位時間当たりの変化の割合 $\Delta \Phi / \Delta t$ はいくらか。その結果このコイルの両端に生じる起電力はいくらか。一般に、自己インダクタンス L は誘導起電力 V 、電流の時間変化の割合 $\Delta I / \Delta t$ とどのような関係で結び付けられているか。これを用いるとこのコイルの自己インダクタンス L はどう表現されるか。
- (2) 面積 S の2枚の導板を距離 d だけ離して平行板コンデンサーを作った。電池をつなぎ両極板間に電位差 E を与えた。しばらく放置した後、電池を外した。蓄えられている電気量はいくらか。
- (3) (2)の電荷を蓄えたコンデンサーの電気容量を C であらわす。このコンデンサーを図2のように自己インダクタンス L のコイルとつないだ。図中、コンデンサーに表現されている $+$ $-$ は、初めに蓄えた電荷の符号である。回路を流れる電流は特徴的な時間変化を示した。この回路に流れる電流の時間変化の様子を、回路をつないだ時を $t = 0$ として、解答欄に書き入れなさい。ただし図2中の矢印の方向を正とする。コイルに蓄えられているエネルギーの時間変化も解答欄の図に書きなさい。図には特徴的な値(矢印の位置)を横軸、縦軸に記入すること。

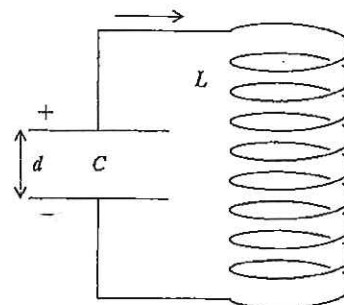


図 2

物 理 (全2の2)

- 3 溝の間隔、すなわち格子定数が D [m] である回折格子の格子面に向かって可視光線の単色光をあて、反射する光を観察する実験を行った。SI 国際単位系を用いたとして、以下の問に答えなさい。真空中での光速を c_0 [m/s] とし、数値計算に当たっては $c_0 = 3.00 \times 10^8$ [m/s] を用いなさい。有効数字 2 桁で計算し、解答欄[]内には簡潔な形で単位を記入しなさい。

(A-1) 図 3-1 のように、回折格子を配置して光の作る縞を観測した。回折格子の格子に垂直な面 P に平行に、波長 λ の光を入射した。回折格子面より L [m] 離れた位置にスクリーンを置く ($D \ll L$)。スクリーン上、回折格子の中央に立てた法線から d_1 [m] だけ離れた位置にある窓 W から光を回折格子に向けて照らした。格子面からの反射光は、スクリーン上、入射光とは法線に関して反対側、法線から距離 d_2 [m] のスクリーン上に明線を作った。

図 3-2 は格子面上での様子である。光源より出た光の一部、光 A 、光 B は、隣り合う格子に到達する。それぞれの光 A 、 B が格子面に達したとき、点 A_L 、 B_L を波源として素元波が出る。スクリーン上で明線を作る条件は、光源からスクリーン上までの両者の経路に関して、ある条件がみたされた時に達成される。この条件をあらわしなさい。

(A-2) $D = 1.00 \times 10^{-5}$ [m]、 $L = 1.00$ [m]、 $d_1 = 9.50 \times 10^{-2}$ [m] であるとき、 $d_2 = 5.10 \times 10^{-2}$ [m] に明線が観測される条件を満たす光の波長を求めなさい。必要であれば、 $\epsilon \ll 1$ の時、 $\sqrt{1+\epsilon} \approx 1 + (\epsilon/2)$ なる関係を用いなさい。

(B-1) 次に、格子面よりスクリーンまでの空間を屈折率 n の透明な液体で満たした。別の振動数 f の光を今度は法線に沿って、すなわち、 $d_1 = 0$ [m] として、回折格子に入射した。スクリーン上、法線から d_3 [m] だけ離れた点に明るい縞模様を観測した。この光の振動数 f が満たすべき条件式を書きなさい。

(B-2) $D = 2.00 \times 10^{-5}$ [m]、 $L = 1.00$ [m]、 $n = 1.33$ であるとき $d_3 = 4.00 \times 10^{-2}$ [m] で明線が観測された。この光の振動数を求めなさい。

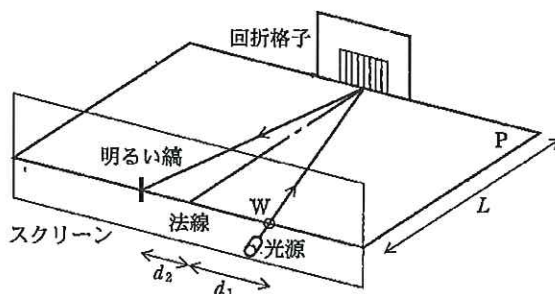


図 3-1

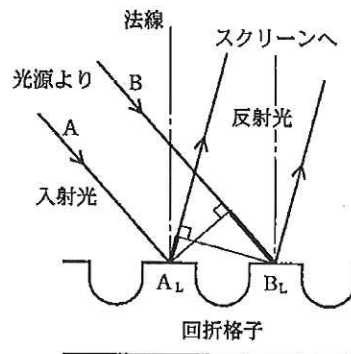


図 3-2