

物 理

- 1 一様な電界および磁界での陽子の運動について、以下の問いに答えよ。ただし、陽子の質量および電荷はそれぞれ m [kg], e [C] であり、重力や空気抵抗は無視できるものとする。

まず、図1のように、大きさ E [N/C] の一様な電界を x 軸方向、正の向きにかけ、原点 O から速さ v [m/s] で x 軸と角度 θ ($45^\circ < \theta < 90^\circ$) をなす方向に陽子を射出させた。

問〔1〕 陽子の運動の方向と x 軸のなす角度が 45° になる点 P まで行くのに要する時間 t_0 [s] を E, v, θ, m, e を用いて表せ。

問〔2〕 点 P の x 座標を E, v, θ, m, e, t_0 を用いて表せ。

次に、図2のように、電界の代わりに磁束密度 B [T] の一様な磁界を x 軸方向、正の向きにかけ、再び、原点 O から速さ v で x 軸と角度 θ をなす方向に陽子を射出させた。

問〔3〕 $\theta = 90^\circ$ のとき、陽子は点 O を出てから円軌道を描いて再び点 O を通る。この円軌道の半径 r [m] を B, v, m, e を用いて表せ。

問〔4〕 問〔3〕の円運動の周期 T [s] を B, m, e を用いて表せ。

問〔5〕 陽子が点 O から x 軸と角度 θ ($0^\circ < \theta < 90^\circ$) をなす方向に出て、再び x 軸上を通る点を Q とする。距離 OQ [m] を B, v, θ, m, e を用いて表せ。

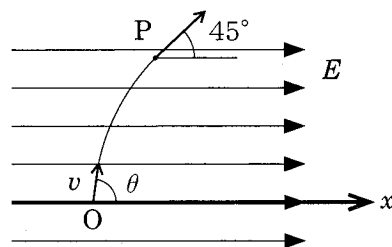


図1

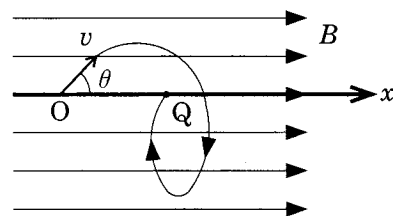


図2

2

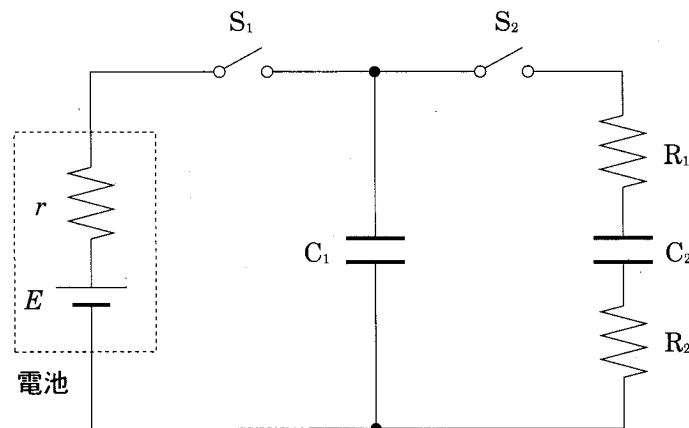
図のように起電力 E [V]、内部抵抗 r [Ω] の電池、電気容量 C_1 [F]、 C_2 [F] のコンデンサー C_1 、 C_2 、抵抗値 R_1 [Ω]、 R_2 [Ω] の抵抗 R_1 、 R_2 およびスイッチ S_1 、 S_2 で構成された回路がある。以下の問いに単位を付けて答えよ。

問〔1〕 最初、各コンデンサーにたくわえられた電荷はなく、すべてのスイッチは開いた状態にあるものとする。 S_1 を閉じて十分に時間が経過した後、 S_1 を開く。このとき C_1 にたくわえられた静電エネルギー U を求めよ。

問〔2〕 次に、 S_2 を閉じて、十分に時間が経過した後の C_1 、 C_2 の両側の電位差 V_1 、 V_2 を求めよ。また、 C_1 、 C_2 にたくわえられた静電エネルギー U_1 、 U_2 を求めよ。

問〔3〕 S_2 を閉じてから十分に時間が経過するまでに失われた静電エネルギー ΔU を求めよ。

問〔4〕 エネルギー損失 ΔU はすべて抵抗 R_1 、 R_2 で生じたとして、 R_1 、 R_2 で消費された電気エネルギー W_1 、 W_2 を求めよ。



3 ある光学ガラスの入射光波長に対する屈折率は、右の表で与えられる。このガラスを用いて、右図のように頂角 30° の直角プリズムを作り、斜辺に垂直に光を入射し、スクリーン上で透過光を観測した。以下の問いに答えよ。ただし $1\mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$ である。

問〔1〕 光源として、A：太陽光、B：波長 $0.63\mu\text{m}$ のレーザー光、C：波長 $1.5\mu\text{m}$ のレーザー光、D：水銀ランプを用いたとき、観測された光の記述として正しいものはそれぞれどれか、選択肢 a～f の記号で答えよ。

- a. 肉眼では何も見えなかった
- b. 赤い一つの点が見えた
- c. 青い一つの点が見えた
- d. 黄色の線が等間隔で見えた
- e. 数本の異なる色の光が見えた
- f. 虹色の連続的な光の帯が見えた

問〔2〕 問〔1〕の選択肢 f の連続的な光の帯に関して以下の記述が正しくなるように、

に黄、青、赤の文字を入れよ。

図中の O に近い方から順に、イロハ と見えた。

次に、異なる色の光がスクリーン上で実際どれ位離れて見えるかを考察してみよう。スクリーンの一端を、出射点 P からの法線上、距離が正確に 1m となる位置 O に固定し、単色光の透過光が観測点で垂直に当たるようにスクリーンを置く。

問〔3〕 入射光が波長 $0.6\mu\text{m}$ の単色光のとき、O と観測点 H の距離 OH を求めよ。

問〔4〕 入射光が波長 $0.4\mu\text{m}$ の単色光のときの O と観測点 H' の距離を OH' とするとき、OH と OH' との差を求めよ。

問〔5〕 頂角 30° のプリズムの代わりに頂角 45° の直角プリズムを用いて、斜辺に垂直に可視光を入射したとき、予想される実験結果を理由を付して述べよ。

波長(μm)	屈折率
0.3	1.486
0.4	1.470
0.5	1.462
0.6	1.457
0.7	1.455

