

物 理

「解答上の注意」

問題に単位の指定がない場合、用いられる記号はS I（国際単位系）単位に従っているものとする。各問いに対する解答では { } 内に記号が示されている場合は、その記号のうち必要なものを用いて記せ。示されていない場合は、各問いの指示に従って解答せよ。

第 1 問

図 1 に示すように、原点 O 、水平右向きに x 座標、鉛直上向きに y 座標をとる。時刻 $t=0$ に原点 O から質量 m の小球を、水平方向と角 θ をなす向きに、初速 v で投げる。小球は距離 L だけ離れた壁に垂直に衝突し、はね返って壁から距離 L' だけ離れた点 P に到達した。小球と壁の間のはね返り係数を e 、重力加速度の大きさを g とする。小球は質点とみなし、空気抵抗や壁との摩擦は無視する。小球が投げ出されてから点 P に達するまでの運動に関して、以下の問いに答えよ。

問 1 時刻 t での小球の高さ y を求めよ。 $\{g, v, \theta, t\}$

問 2 小球が最高点に達する時刻 T_1 、および小球が点 P に達する時刻 T_2 を求めよ。
 $\{g, v, \theta\}$

問 3 初速 v を求めよ。 $\{g, \theta, L\}$

問 4 距離 L' を求めよ。 $\{g, \theta, L, e\}$

次に、角 θ を保ったまま初速 v' で投げたところ、図 2 に示すように、小球が壁に衝突してはね返った後、原点 O に戻ってきた。

問 5 初速 v' を求めよ。 $\{g, \theta, L, e\}$

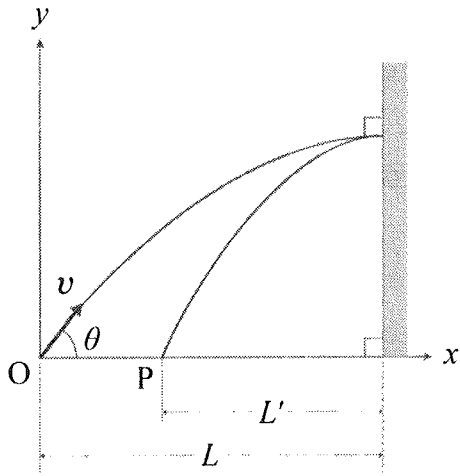


图 1

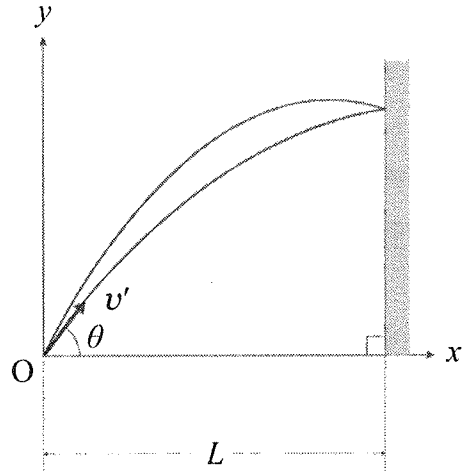


图 2

第2問

図3のように、電圧 V の電池、極板間が真空で電気容量 C_1 , C_2 ($C_2 > C_1$) の2つのコンデンサー、抵抗値が R , $3R$ の2つの抵抗、2つのスイッチ S_1 , S_2 からなる回路がある。2つのスイッチはいずれも開いており、2つのコンデンサーには電荷はない状態（初期状態）とする。以下の問いに答えよ。

S_2 を開いたままで、 S_1 を閉じた。十分な時間が経過し、2つのコンデンサーに蓄えられた電気量はいずれも一定になった。

問1 抵抗 1 に加わる電圧を求めよ。

問2 コンデンサー1、コンデンサー2に蓄えられた電気量をそれぞれ求めよ。

続いて S_2 も閉じた。十分な時間が経過し、2つのコンデンサーに蓄えられた電気量はいずれも一定になった。

問3 コンデンサー1、コンデンサー2に蓄えられた電気量をそれぞれ求めよ。

次に、初期状態に戻し、コンデンサー1を比誘電率 ϵ_r の誘電物質で満たし、 S_2 を開いたままで、 S_1 を閉じた。十分な時間が経過し、2つのコンデンサーに蓄えられた電気量はいずれも一定になった。

問4 コンデンサー1の電気容量を求めよ。 $\{C_1, R, V, \epsilon_r\}$

問5 S_2 を閉じたが、 S_2 に電流は流れなかった。このとき ϵ_r を求めよ。
 $\{C_1, C_2, R, V\}$

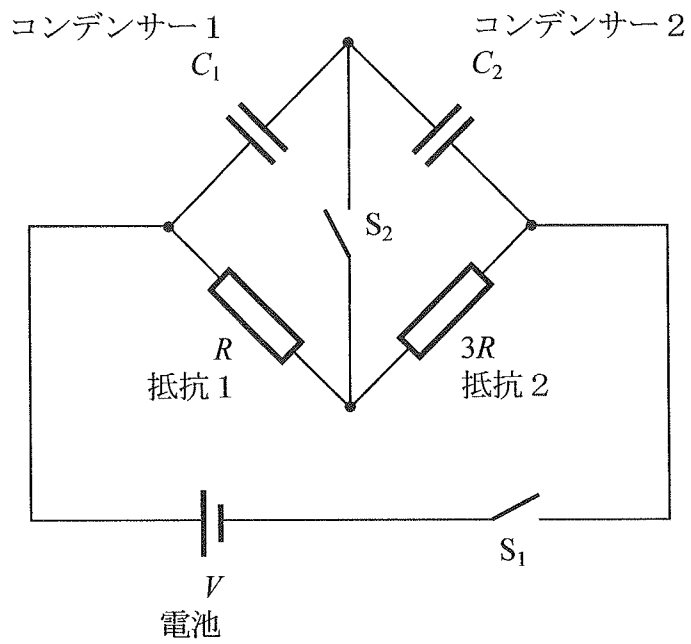


図 3

第3問

1モルの単原子分子の理想気体の圧力 p , 体積 V を, 図4のように $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ と状態をゆっくり変化させた。状態 A の圧力を p_1 , 体積を V_1 , 気体定数を R とする。以下の問いに答えよ。

- 問1 状態 A における絶対温度を T_1 とする。状態 B, 状態 C の温度をそれぞれ求めよ。{ T_1 }
- 問2 状態 A から状態 B に変化するとき, 気体が吸収する熱量 Q_{AB} , 気体が外部にした仕事 W_{AB} をそれぞれ求めよ。{ R, T_1 }
- 問3 状態 B から状態 C に変化するとき, 気体が放出する熱量 Q_{BC} , 気体が外部にした仕事 W_{BC} をそれぞれ求めよ。{ R, T_1 }
- 問4 状態 C から状態 A に変化するとき, 気体が放出する熱量 Q_{CA} , 気体が外部からされた仕事 W_{CA} をそれぞれ求めよ。{ R, T_1 }
- 問5 このサイクルに対応する気体の絶対温度 T と体積 V のグラフ (T - V 図) の概形を解答用紙に描け。ただし, 状態 B, C の位置を示すこと。

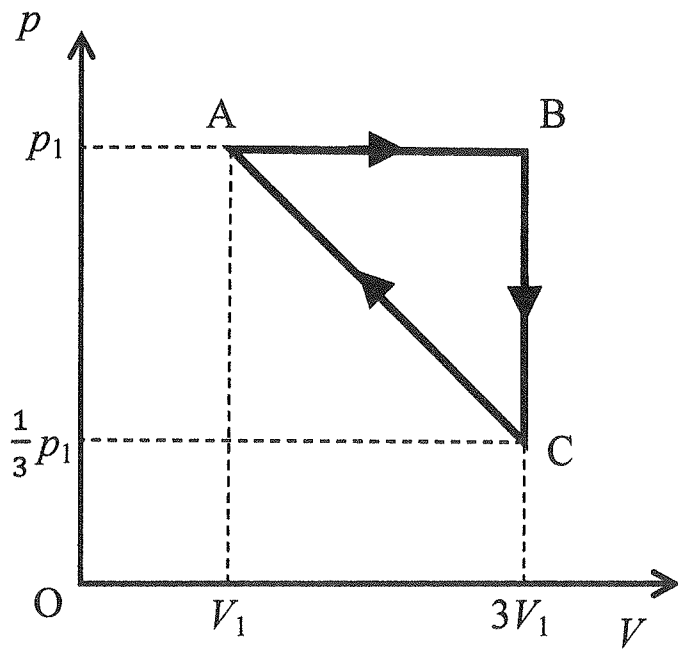


图 4

第4問

図5のように、単スリット S_1 、複スリット S_2 , S_3 、スクリーンを yz 面に平行に立てる。光源から波長 λ の単色光を S_1 に入射させると、スクリーン上に干渉じまが観察された。図6は z 軸上方から見た図を示している。 xy 面上の S_1 の座標を $(0, 0)$, S_2 の座標を (D, d) , S_3 の座標を $(D, -d)$, スクリーンの x 座標を $D+L$ とし, $x=0$ から $x=D+L$ の領域は屈折率 n の媒質で満たされている。以下の問いに答えよ。必要があれば一般的に x が1より十分小さいときに成り立つ近似式 $\sqrt{1+x} \cong 1 + \frac{x}{2}$ を用いてもよい。

- 問1 屈折率 n の媒質中では、光の速さは真空中における値の (ア) 倍になり、振動数は (イ) 倍、波長は (ウ) 倍になる。(ア) ~ (ウ) に入れるべき最も適切な数式等を答えよ。
- 問2 S_2 を通ってスクリーン上の y 座標が a である点に到達する光と S_3 を通って到達する光の光路差を求めよ。
- 問3 スクリーン上に観察される x 軸に最も近い暗線の y 座標 b をすべて求めよ。ただし b, d は L, D に比べて十分に小さいとする。
- 問4 図7のように、光源と S_1 を y 方向に d だけ移動させるとき、問3で着目した暗線の位置がどれだけ移動するか、移動量の導出過程も含めて答えよ。
- 問5 問4で求めた移動量を符号、単位も含めて数値で答えよ。ただし、 $L = 1.0 \text{ m}$, $D = 5.0 \times 10^{-1} \text{ m}$, $d = 1.0 \times 10^{-4} \text{ m}$, $n = 1.3$, $\lambda = 6.5 \times 10^{-7} \text{ m}$ の値のうち必要なものを用いよ。

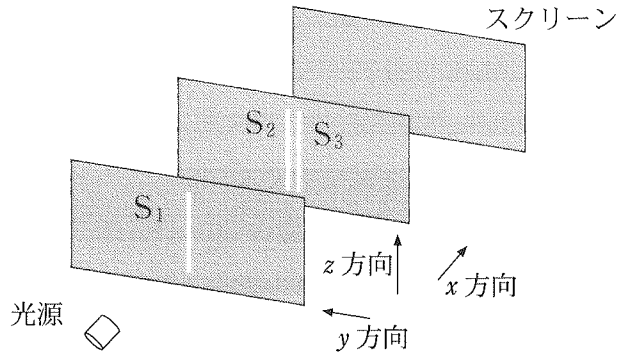


図 5

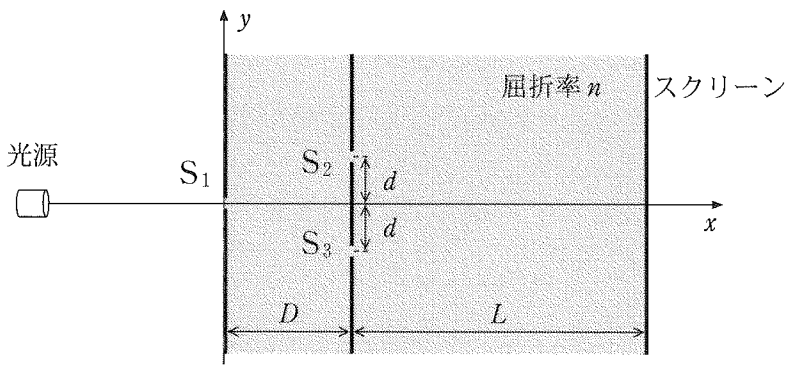


図 6

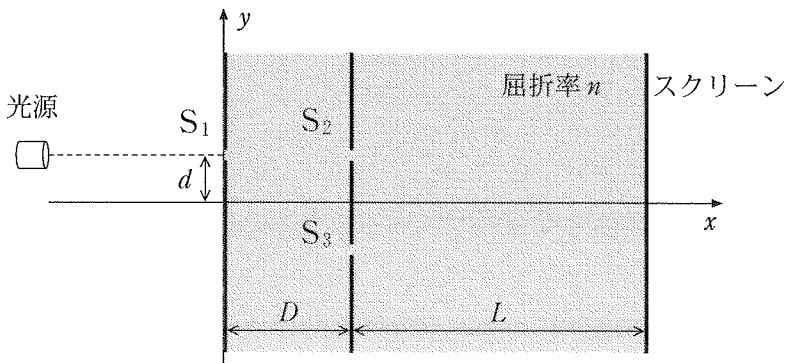


図 7