

2020 岡山大学第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。

- (1) 時刻 t での小球の高さ y を求めよ。 $\{g, v, \theta, t\}$
- (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。 $\{g, v, \theta\}$
- (3) 初速 v を求めよ。 $\{g, \theta, L\}$
- (4) 距離 L' を求めよ。 $\{g, \theta, L, e\}$

次に、角 θ を保つたまま初速 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。

- (5) 初速 v' を求めよ。 $\{g, \theta, L, e\}$

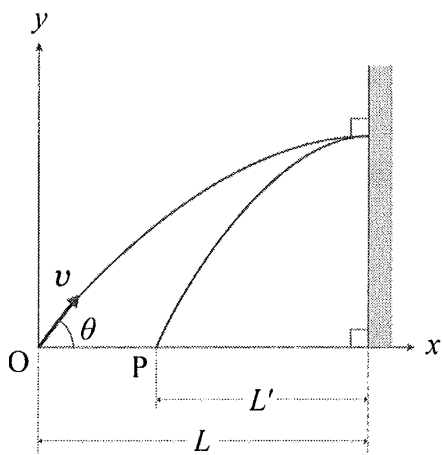


図1

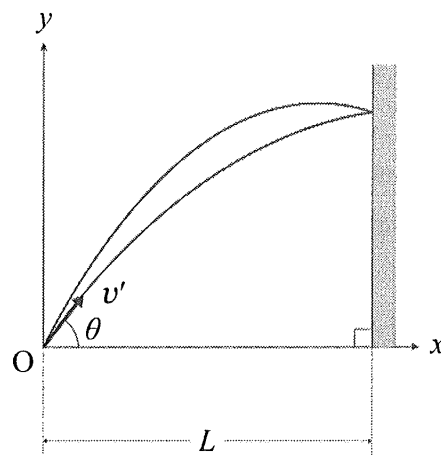


図2

問題の後の $\{ \}$ は、その中の文字を使って解答せよ、という意味。

2020 岡山大学第 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。

(1) 抵抗 1 に加わる電圧を求めよ。

(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。

(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_γ 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。

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

(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_γ を求めよ。 $\{C_1, C_2, R, V\}$

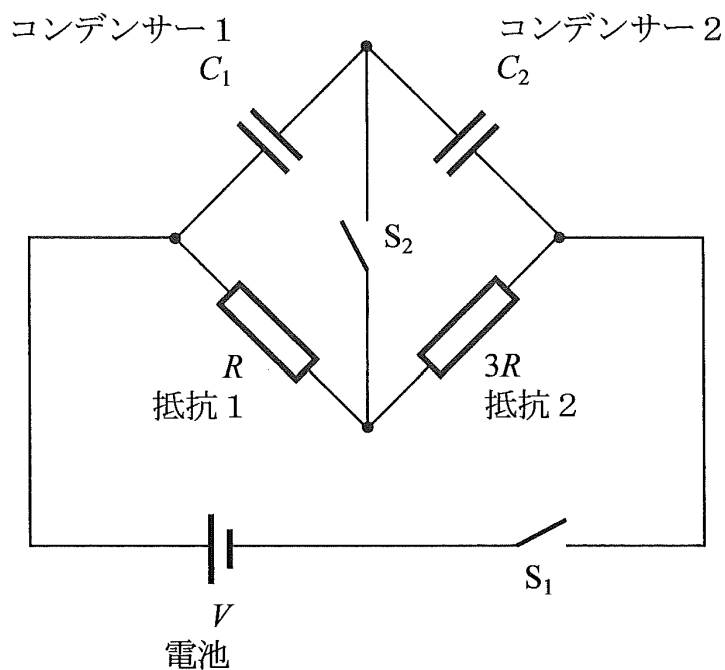


図 3

2020 岡山大学第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。

- (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。 $\{R, T_1\}$
- (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。 $\{R, T_1\}$
- (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。 $\{R, T_1\}$
- (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。 $\{R, T_1\}$
- (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) の概形を描け。ただし、状態 B, C の位置を示すこと。

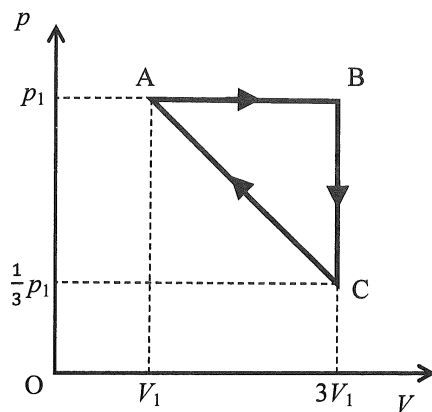


図4

2020 岡山大学第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 $\sqrt{1+x} \sim 1 + \frac{x}{2}$ を用いてもよい。

- (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 倍になり、振動数は 倍、波長は 倍になる。 ~ に入れるべき最も適切な数式等を答えよ。
- (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。
- (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。
- (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、(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。
- (5) (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。

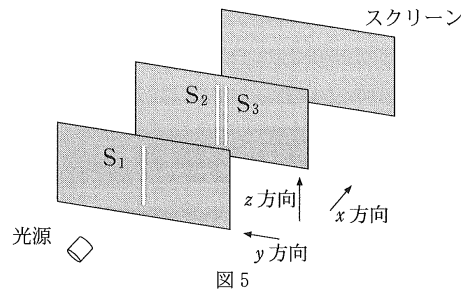


図5

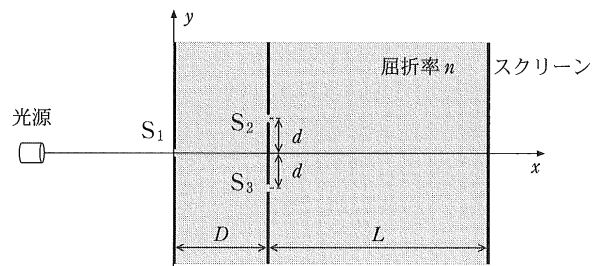


図6

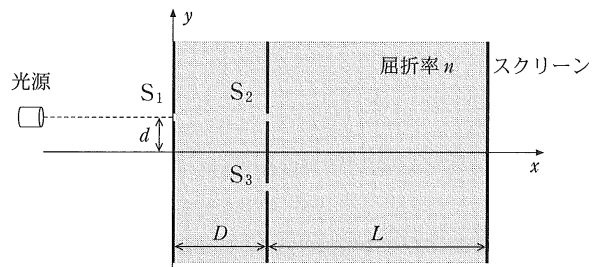


図7