

2020年度入学試験問題

理 科

物理・化学・生物・地学

注 意

- 1 問題冊子は1冊，解答用紙は物理4枚，化学5枚，生物5枚，地学4枚，下書き用紙は4枚です。
- 2 出題科目，ページおよび選択方法は，下表のとおりです。

出題科目	ページ	選 択 方 法
物 理	1～8	左記科目のうちから志望する学部，学科等が指定する数（1または2）の科目を選択し，解答しなさい。
化 学	9～18	
生 物	19～32	
地 学	33～40	

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等により解答できない場合は，手を高く挙げて監督者に知らせなさい。
- 4 選択する科目の解答用紙は上記1に示す枚数を回収するので，選択する科目の解答用紙と下書き用紙を切り取り，選択する科目すべての解答用紙に，それぞれ2箇所受験番号を記入しなさい。選択しない科目の解答用紙には受験番号を記入する必要はありません。
- 5 選択しなかった科目の解答用紙は，試験時間中に監督者が回収するので，大きく×印をして机の通路側に重ねて置きなさい。
- 6 解答は，すべて解答用紙の指定されたところに書きなさい。
- 7 試験終了後，問題冊子と下書き用紙は必ず持ち帰りなさい。

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。 $\{g, \theta, L, e\}$

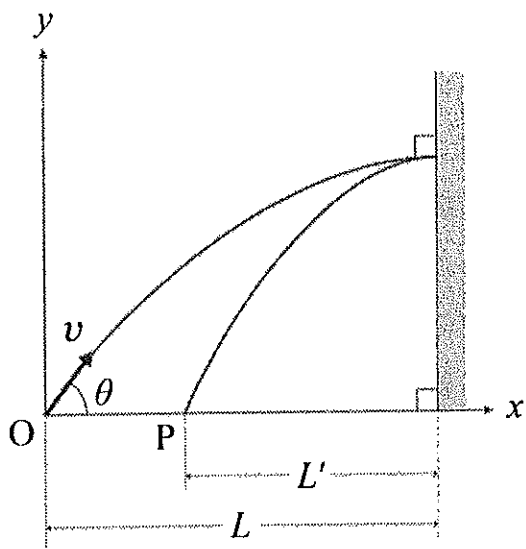


图 1

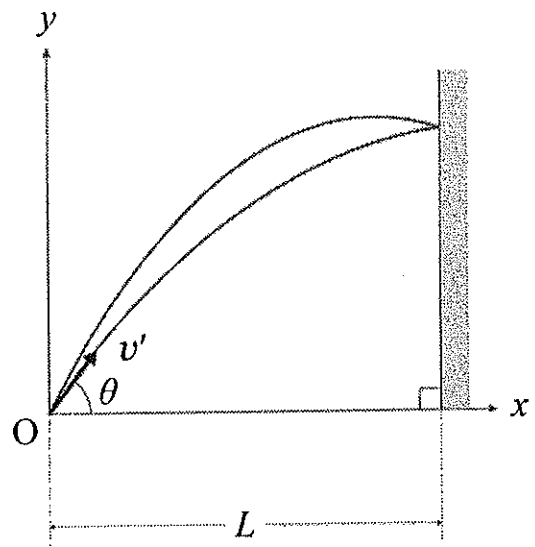


图 2

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。
 $\{C_1, C_2, R, V\}$

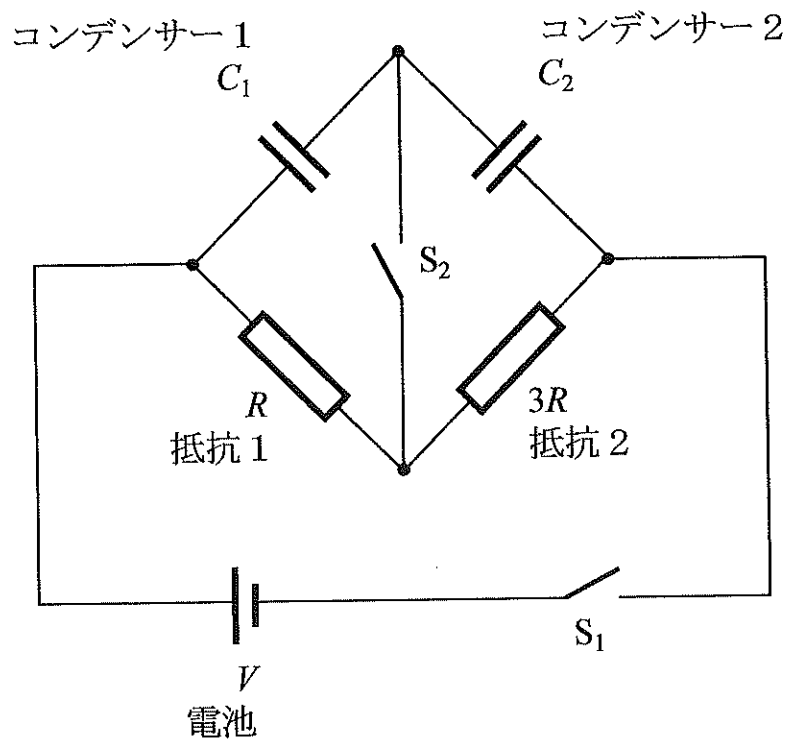


図 3

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。

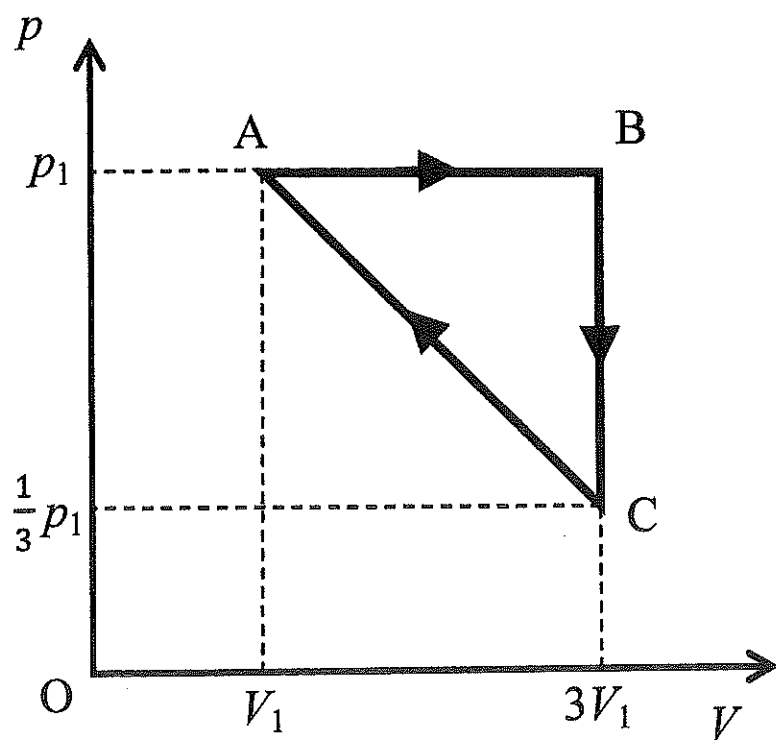


图 4

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。

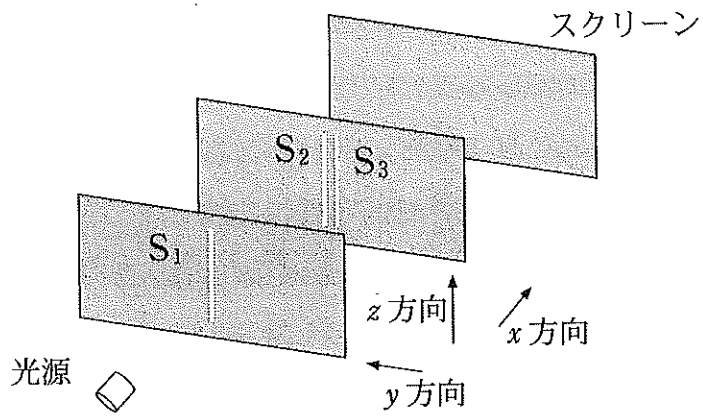


図 5

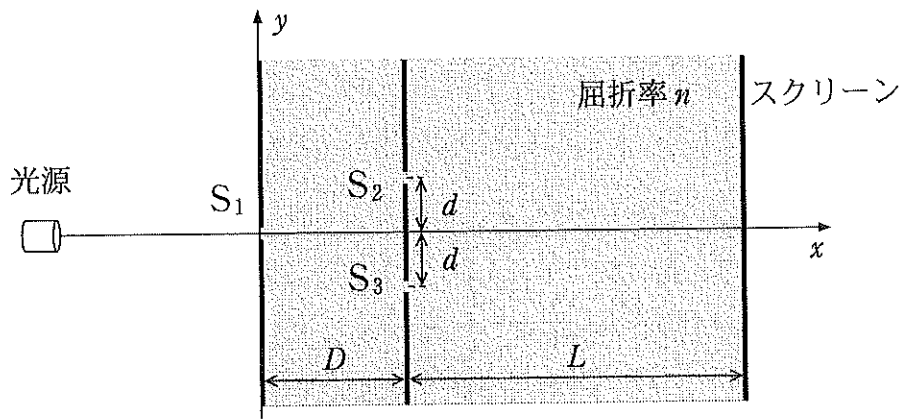


図 6

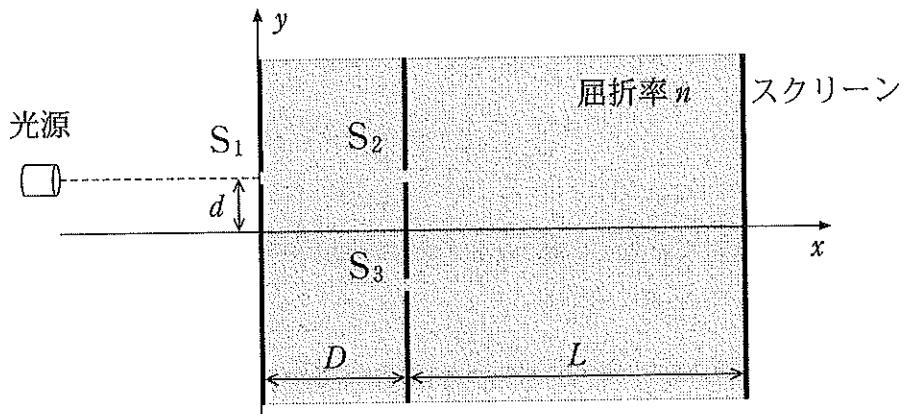


図 7