

5 3 5 4 5 5 【医学科】

理 科 問 題

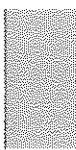
(平成 30 年度)

【注意事項】

1. この問題冊子は「理科」である。
2. 理科は2科目を解答すること。試験時間は2科目合計で180分である。
3. 試験開始の合図まで、この問題冊子を開いてはいけない。ただし、表紙はあらかじめよく読んでおくこと。
4. 試験開始後すぐに、以下の5.に記載されていることを確認すること。
5. この問題冊子の印刷は1ページから17ページまでであり、解答用紙は問題冊子中央に9枚はさみこんである。

科 目	問 題	解答用紙
物 理	1 ページから 6 ページ	3 枚 (53-1, 53-2, 53-3)
化 学	7 ページから 11 ページ	3 枚 (54-1, 54-2, 54-3)
生 物	12 ページから 17 ページ	3 枚 (55-1, 55-2, 55-3)

6. 問題冊子に落丁、乱丁、印刷不鮮明な箇所等があった場合および解答用紙が不足している場合は、手をあげて監督者に申し出ること。
7. 試験開始後、解答する科目の解答用紙の所定欄に、受験番号と氏名を記入すること（1枚につき受験番号は2箇所、氏名は1箇所）。
8. 解答は必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。解答用紙の裏面に記入してはいけない。
9. 解答する科目の問題番号に対応した解答用紙に解答していない場合は、採点されない場合もあるので注意すること。
10. 解答する字数に指定がある場合は、句読点も1字として数えること。英数字を記入する場合は、1字分のマス目に2文字まで記入してよい。
11. 問題冊子の中の白紙部分は下書き等に使用してよい。
12. 解答用紙を切り離したり、持ち帰ってはいけない。解答しない科目の解答用紙も提出すること。
13. 試験終了時刻まで退室を認めない。試験中の気分不快やトイレ等、やむを得ない場合には、手をあげて監督者を呼び、指示に従うこと。
14. 試験終了後は問題冊子を持ち帰ること。



# 53 物理

1 ページから 6 ページ

[ I ] 図のように水平と角度  $\theta (> 0)$  をなす斜面上の原点  $O$  から、斜面と角度  $\alpha$  をなす方向に初速  $v_0$  で質量  $m$  の小球を投射した。原点から斜面に沿って上向きに  $x$  軸を、斜面から垂直方向上向きに  $y$  軸をとる。斜面はなめらかで十分に長く、小球と斜面とのはね返り係数は  $e (0 < e < 1)$  とする。重力加速度の大きさを  $g$  とし、空気抵抗は無視する。また、角度  $\theta$  と  $\alpha$  は  $0 < \theta + \alpha < \frac{\pi}{2}$  の関係を満たすものとする。

小球を投射した時刻を  $t = 0$  とし、小球が斜面に衝突するまでの運動について考える。

- (1) 小球にはたらく重力の  $x$  成分,  $y$  成分を示せ。
- (2) 時刻  $t$  における小球の速度の  $x$  成分,  $y$  成分を示せ。
- (3) 時刻  $t$  における小球の位置の  $x$  座標,  $y$  座標を示せ。
- (4) 小球が斜面と衝突する時刻を求めよ。
- (5) 小球が斜面と衝突する点の原点  $O$  からの距離  $\ell$  を求めよ。
- (6) 距離  $\ell$  が最大となる角度  $\alpha$  と, そのときの距離  $\ell_{\max}$  を求めよ。

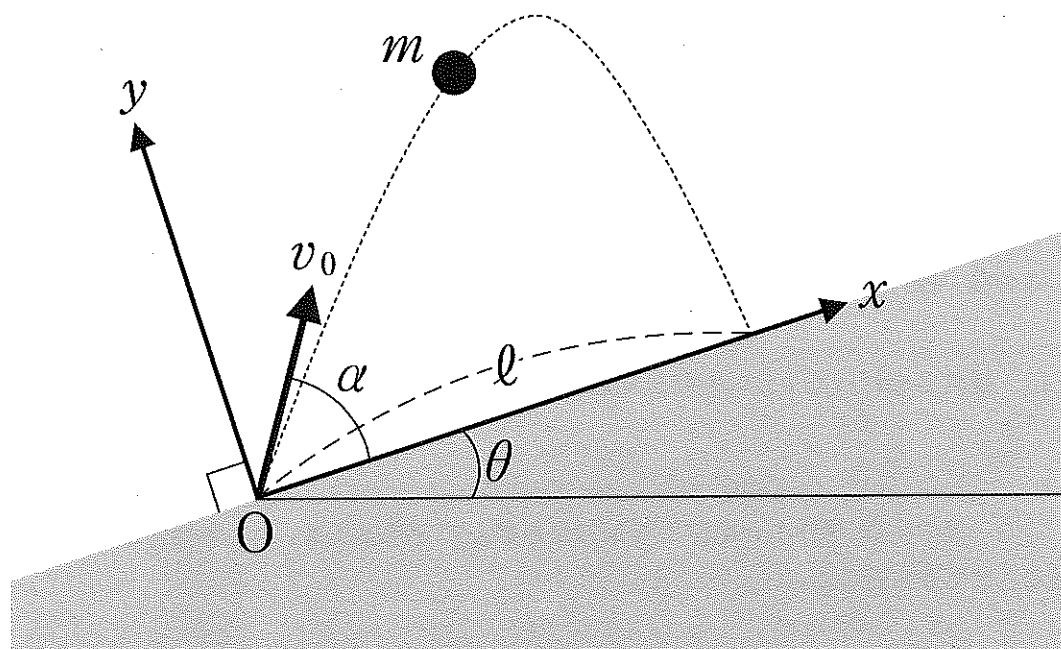
小球が斜面に対して垂直に衝突した場合について考える。

- (7) 角度  $\alpha$  と  $\theta$  の関係式を求めよ。
- (8) 小球が斜面に衝突する直前の速さ  $v_1$  を  $\theta$  を用いて表せ。

原点から投射した小球が斜面と垂直に 1 回目の衝突をしたあと、斜面上をバウンドしながら運動を続けた。

以下では解答に  $v_1$  を用いてよい。

- (9) 1 回目の衝突から 2 回目に衝突するまでの時間を求めよ。
- (10) 1 回目の衝突からバウンドがおさまるまでの時間を求めよ。



〔Ⅱ〕 図のように、2つのスイッチ  $S_1$ ,  $S_2$ , 電気容量がそれぞれ  $C_1$ ,  $C_2$  ( $C_2 > C_1$ ) のコンデンサー  $C_1$ ,  $C_2$ , 抵抗値  $R$  の抵抗, 起電力  $E$  の電源からなる回路がある。初め, スイッチは2つとも開いており, 各コンデンサーは帯電していない。電源の内部抵抗は無視できるものとし, 以下の問いに答えよ。

スイッチ  $S_1$ ,  $S_2$  を同時に図の a 側に接続した。〔操作 1〕

- (1) 接続した瞬間に抵抗を流れる電流を求めよ。
- (2) 十分に時間が経過した後, 抵抗を流れる電流およびコンデンサー  $C_1$  に帯電した電気量を求めよ。

次に, スイッチ  $S_1$ ,  $S_2$  を同時に a 側から b 側に切り替え〔操作 2〕, 十分に時間を経過させた。

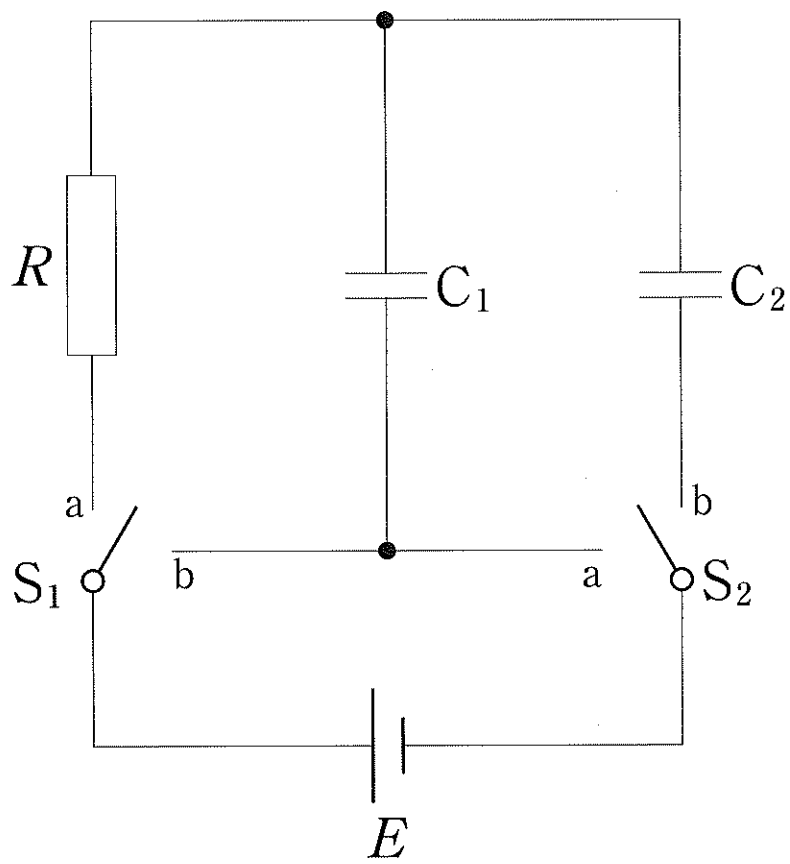
- (3) コンデンサー  $C_1$ ,  $C_2$  に帯電した電気量をそれぞれ求めよ。

この後, 操作 1 を行い, 十分に時間が経過してから操作 2 を行った。

- (4) 操作 2 を行って十分に時間を経過させた後, コンデンサー  $C_2$  に帯電した電気量を求めよ。

この一連の手順(操作 1 → 操作 2)を最初から数えて  $n$  回繰り返した。各操作は十分に時間を経過させてから行った。

- (5) コンデンサー  $C_2$  に帯電した電気量  $Q_2^{(n)}$  を,  $(n-1)$  回目の電気量  $Q_2^{(n-1)}$  を用いて示せ。
- (6) 繰り返し回数  $n$  を十分大きくすると, コンデンサー  $C_2$  に帯電した電気量は一定値  $Q_2^{(\infty)}$  になった。電気量  $Q_2^{(\infty)}$  を求めよ。



〔Ⅲ〕 温度  $T_0$  の大気中に断熱材の壁で囲まれた部屋があり、内部には  $n$  (mol) の単原子分子理想気体が封入されている。図 1 のように壁にはシリンダーが設置されており、その内部には 1 mol の単原子分子理想気体が封入されている。このシリンダー内の気体を介してのみ、部屋の内部の気体と大気との間で熱のやりとりを行うことができる。シリンダー内の気体の体積はなめらかに動く 2 つのピストン A, B により自由に変えることができる。はじめの状態では、部屋とシリンダー内の気体の温度は大気と同じ  $T_0$  であり、シリンダー内の気体の圧力は  $p_0$ 、体積は  $V_0$  であった。大気の温度は常に一定であるとして、以下の問いに答えよ。ただし、ピストンの移動に伴う部屋の内部の体積変化は無視できるとする。必要に応じて、単原子分子理想気体の断熱変化では、 $pV^{\frac{5}{3}} = \text{一定}$  の関係があることを用いよ。

- (1) シリンダー内の気体は全て部屋側にあった(図 1)。ピストン A のみを素早く動かしてシリンダー内の気体の体積を  $\frac{1}{2}V_0$  に断熱圧縮させたときの気体の圧力  $p_1$ 、温度  $T_1$ 、気体が外部にした仕事  $W_1$  を求めよ。
- (2) 2 つのピストンを固定し、その後十分に時間を経過させると部屋とシリンダー内の気体の温度は等しくなった。このときのシリンダー内の気体の圧力  $p_2$ 、温度  $T_2$ 、気体が外部にした仕事  $W_2$  を求めよ。
- (3) 2 つのピストンを動かし、シリンダー内の気体の体積と温度を一定に保ちながら熱のやりとりが無いように気体を部屋の外側に移動させた(図 2)。その後ピストン B のみを素早く動かしてシリンダー内の気体の体積を  $V_0$  に断熱膨張させた。このときのシリンダー内の気体の圧力  $p_3$ 、温度  $T_3$ 、気体が外部にした仕事  $W_3$  を求めよ。
- (4) 2 つのピストンを固定し、十分に長い時間を経過させてシリンダー内の気体の温度を  $T_0$  に戻した。 $T_0$ 、 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$  の大小関係を示せ。
- (5) 2 つのピストンを動かし、シリンダー内の気体の体積と温度を一定に保ちながら熱のやりとりが無いように気体を部屋の内側に移動させた。これまでの一連の操作におけるシリンダー内部の気体の状態変化の概略を、横軸を体積、縦軸を圧力としたグラフに示せ。
- (6) 引き続き、一連の操作を行った。2 回目の(1)、(2)、(3)の操作後のシリンダー内の気体の温度をそれぞれ  $T'_1$ 、 $T'_2$ 、 $T'_3$  とする。 $T_1$  と  $T'_1$ 、 $T_2$  と  $T'_2$ 、および  $T_3$  と  $T'_3$  の大小関係を示せ。
- (7) 一連の操作を繰り返すと、部屋の内部の気体の温度はどのように変化するか論ぜよ。



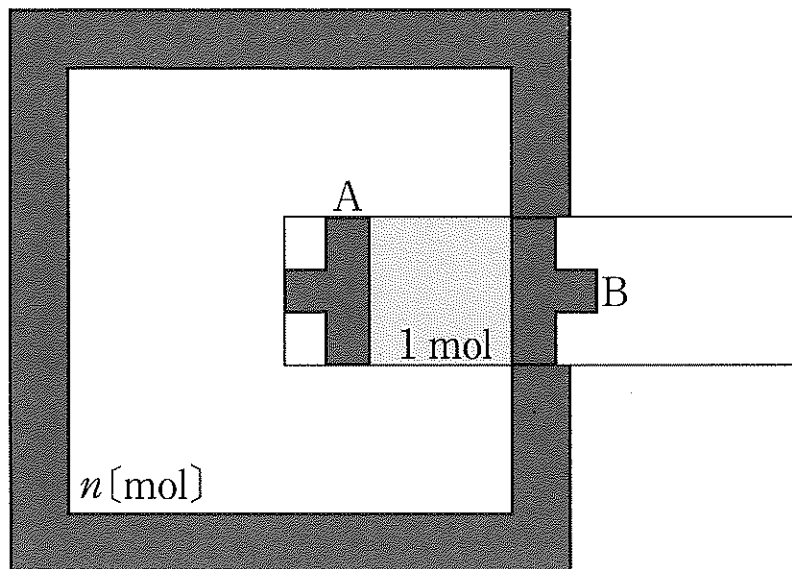


图 1

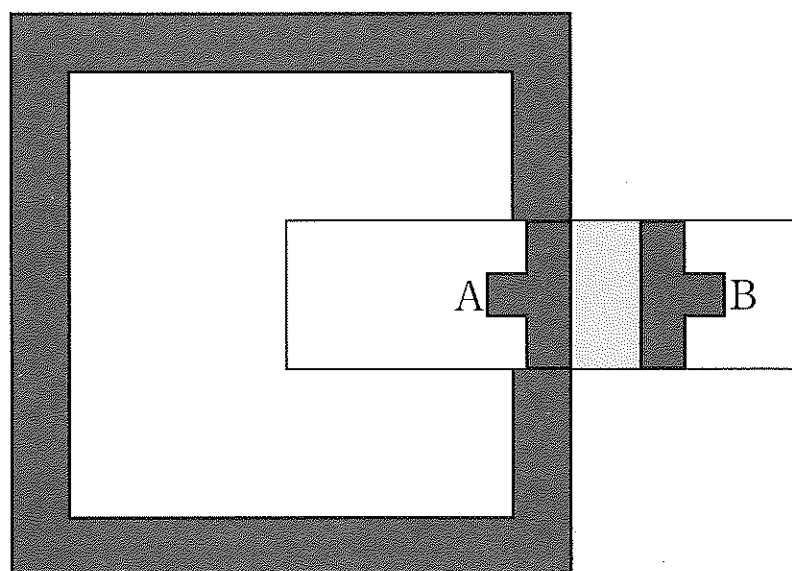


图 2