

令和7年度 入学試験問題

理科（前期）

試験時間	120分
問題冊子	物理 1～6頁
	化学 7～14頁
	生物 15～31頁

注意事項

1. 指示があるまで問題冊子は開かないこと。
2. 受験科目はあらかじめ受験票に記載された2科目とし、変更は認めない。
3. 問題冊子および解答用紙に落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所があったら、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 解答が終わっても、または試験を放棄する場合でも、試験終了までは退場できない。
5. スマートフォン等の電子機器類は電源を必ず切り、鞆の中にしまうこと。
6. 机の上には、受験票と筆記用具（鉛筆、シャープペンシル、消しゴム）および時計（計時機能のみ）以外は置かないこと。（耳栓、コンパス、定規等は使用できない。）
7. 問題冊子および解答用紙に受験番号と氏名を記入すること。
8. 解答はすべて解答用紙の所定の解答欄に記入すること。欄外には何も書かないこと。
9. この問題冊子の余白は自由に用いてよい。
10. 質問、トイレ、体調不良等で用件のある場合は、無言のまま手を挙げて監督者の指示に従うこと。
11. 監督者の指示により離席する場合は、問題冊子および解答用紙を裏返しにすること。
12. 受験中不正行為があった場合は、試験の一切を無効とし、試験終了時刻まで別室で待機を命じる。
13. 試験終了後、解答用紙は裏返しにすること。問題冊子は持ち帰ること。

受験番号		氏名	
------	--	----	--

物 理

〔 I 〕 下の (1), (2) の文章の に適した答えを書け。(1)では, 小球の運動に関して摩擦はないものとして考え, 重力加速度の大きさは g とせよ。また, (2)では, 万有引力定数を G とする。

- (1) 水平な床面に, 半円筒形の物体が図 1 のように接続されている。半円筒の内側断面の ABC からなる曲線は半径 r の半円の弧であり, A においてなめらかに床面と接続している。また, A と C を結ぶ直線は床面に垂直である。

まず, 小球は図 1 の O の位置から床面上に放たれ, A, B, C と進んだ後に床面に落ちる。なお, 小球の運動は, 図 1 に描かれている断面上からそれることのない 2 次元面上で運動をするものとする。小球が C に達した際, 小球に加わる垂直抗力がゼロになるように O で小球を放つ速さを調整した。このとき, この小球を放つ速さは ア である。また, C で落下を始めた小球は, O の位置に落ちた。OA の距離は イ とわかる。この小球の運動において, OA 間で小球が受けていた垂直抗力の大きさを N とすると, 小球が A を通過直後に受ける垂直抗力の大きさは, N の ウ 倍となる。また, 小球が B (A と C の中間点) を通過する際に小球が受ける遠心力の大きさは, N の エ 倍である。

次に, 半径 R の半球を図 2 のように水平な床面に固定し, この半球の球面の一番高い位置 D に小球を置くと, 初速度ゼロで球面をすべり始めた。その後, 小球は床面から オ の高さで球面から離れて落下した。

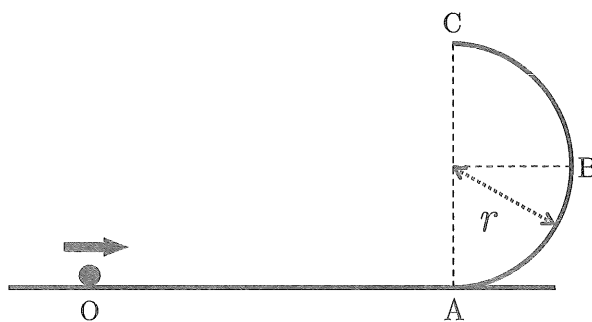


図 1

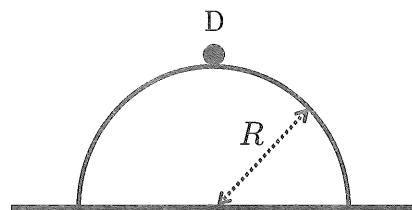


図 2

- (2) 惑星 A, B が, 質量 M の恒星を中心として, 等速円運動をしているとする。惑星 B の軌道半径は, 惑星 A の軌道半径の 4 倍である。そのとき, 惑星 B の公転周期は, 惑星 A の公転周期の カ 倍である。また, 惑星 A と恒星との間の距離を R とするとき, 惑星 A の公転運動の速さは キ である。

〔Ⅱ〕 下の (1), (2) の文章の に適した答えを書け。 ア から ウ は有効数字 2 桁で答えよ。必要ならば $\sqrt{2} = 1.41, \sqrt{3} = 1.73, \sqrt{5} = 2.24$ を用いよ。 エ 以降はクーロンの定数を k としで答えよ。

(1) 図 1 のような電位が x 軸上に発生しているとする。ただし、図 1 の横軸のマスは 0.500 m 刻み、縦軸のマスは 0.500 V 刻みである。このとき質量 1.00 kg、電荷 1.50 C をもつ物体 P を原点から x 軸の正の方向に打ち出すことを考える。物体の運動は x 方向のみに起こるものと考えてよい。このとき、初速度がある値以上で P は $x > 1.50$ m の領域に進めるようになるが、その値を有効数字 2 桁で表すと ア m/s である。また、速度 2.00 m/s で物体 P を打ち出したときに、 $x = 6.00$ m での速度は イ m/s であり、原点から $x = 6.00$ m に到達するまでに要する時間は ウ s である。

(2) 図 2 のように、半径 r_1 と R ($r_1 < R$) の球に囲まれた厚みのある導体球殻を考える。最初に導体に電荷はないものとする。それから導体球殻の中心に正の点電荷 Q (> 0) を置く。このとき、 r を球の中心からの半径として、 $R < r$ の場合の電場の大きさは エ, $r_1 < r < R$ の場合の電場の大きさは オ である。

次に、質量が m で負の点電荷 $-q$ ($q > 0$) を導体球殻の外側の表面に置き (図 2)、これを初速度 v_0 で球の中心から外側に向かう方向に打ち出すと、 h の高さまで到達し、それから引き返した。このとき h は R に比べて非常に小さく、

$$\frac{1}{R+h} \div \frac{1}{R} \left(1 - \frac{h}{R}\right)$$

という近似を使うと、 $h =$ カ となる。

また、初速度 v_0 (> 0) を大きくしていったとき、点電荷 $-q$ が引き返すことなく無限遠まで到達するためには、 v_0 の大きさは キ 以上でなければならない。ただし、

$$A = \frac{kqQ}{mR^2}$$

という加速度を定義し、 カ と キ では R, v_0, A のみから必要な記号を選んで答えに用いること。また点電荷 $-q$ が導体球殻内の電荷に及ぼす影響は無視してよい。

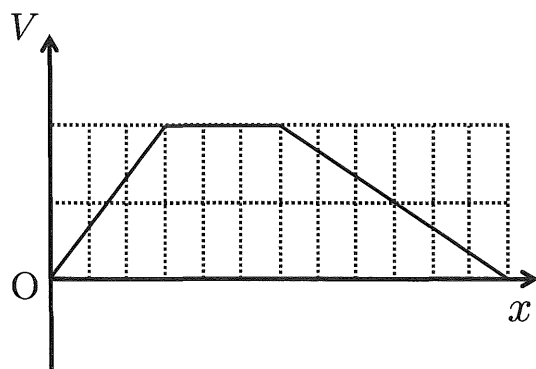


图 1

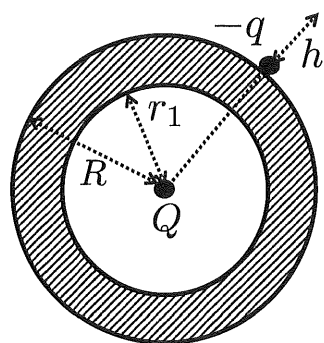


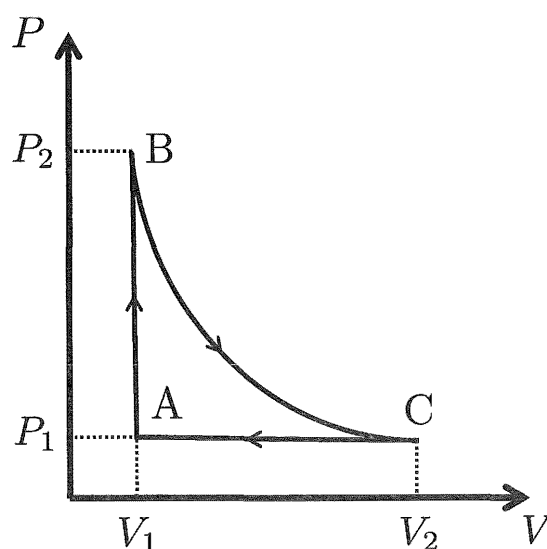
图 2

〔III〕 1モルの単原子分子(理想気体として近似できる)をピストン付きのシリンダーに入れ、体積 V や圧力 P を変化させる図のような熱力学サイクルを考える。状態 A (P_1, V_1) から B (P_2, V_1) は等積過程、状態 B から C (P_1, V_2) は断熱過程、状態 C から A は等圧過程である。ここで、断熱過程の場合、 $PV^{5/3}$ は一定となることを使ってよい。まず、A から B まで変化させると、 $P_2 = \frac{243}{32}P_1$ となった。以下の(1)～(3)の文章の に適した答えを書け。ただし、答えはすべて既約分数で書くこと。

(1) 状態 A から B に変化するときに入出力する熱量の大きさは $\times P_1 V_1$ であり、内部エネルギーの変化は $\times P_1 V_1$ である。

(2) 状態 C の体積は $\times V_1$ であり、状態 B から C に変化するとき外部にする仕事は $\times P_1 V_1$ である。

(3) 状態 C から A に変化するときに入出力する熱量の大きさは $\times P_1 V_1$ である。以上のことからこの熱機関の効率は である。



図

