令和８年度入学者選抜試験問題

物理基礎・物理（後期日程）

（ 注 意 事 項 ）

1．試験開始までに表紙の注意事項をよく読んでください。

2．試験開始の合図があるまで，この冊子を開いてはいけません。

3．試験開始の合図があったら，すぐに用紙の種類と枚数を確かめ，受験番号をすべてに記入してください。

- 表紙（この用紙）　　1枚
- 物理基礎・物理その１　　1枚
- 物理基礎・物理その２　　1枚
- 物理基礎・物理その３　　1枚

4．配付された用紙の種類や枚数が異なる場合や印刷が不鮮明な場合は，手を挙げて監督者に知らせてください。

5．問題の中で，（計算など）とあるところは計算，式，考え方など答えを導く上で必要なことを必ず書いてください。

6．答えは，指定された箇所に記入してください。

7．試験終了後，すべての用紙を回収します。上から（表紙），（物理基礎・物理その１），（物理基礎・物理その２），（物理基礎・物理その３）の順に，おもて面を上にしてひろげた状態で用紙の上下をそろえて４枚重ねてください。異なる科目の答案用紙が混入しないように注意してください。

8．問題用紙の余白や裏面を草案に使用しても構いませんが，採点の対象にはなりません。

受　験　番　号

問題１　**図１**のように，水平でなめらかな床の上に質量 m_1 の小球，質量 m_2 の小物体，質量 m_3 で傾角 θ の傾斜台 A がそれぞれ離れて静止している。各物体は床の上を動くことができ，傾斜台の斜面と床は傾きに関して短距離でなめらかに接続している。特別な条件の指示が無い限り，小物体は床または傾斜台から離れない。空気抵抗，小球と小物体の大きさ，各物体間の摩擦力は無視できるものとし，重力加速度の大きさを g とする。また，速度は右向きを正とする。以下の問に答えよ。

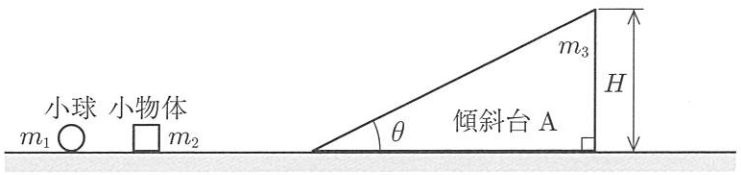

図１

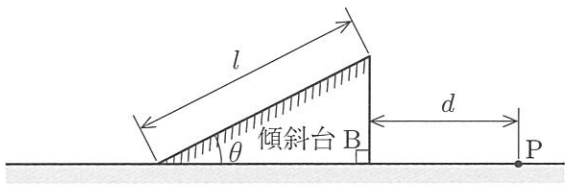

図２

まず，小球に速度 v_1 を与えて小物体の左側に衝突させたときの運動を考える。

(1)　小球と小物体の反発係数を e とする（$0 < e < 1$）。衝突直後の小球と小物体の速度はそれぞれ v_1'，v_2' となった。v_1' と v_2' を e，m_1，m_2，v_1 を用いて表せ。

（計算など）

答　v_1'：　　v_2'：

(2)　衝突後の小球の速度は左向きとなった。このときの e の条件を m_1，m_2，v_1 の中から必要なものを用いて表せ。

（計算など）

答

次に，速度 v_2' で床を移動した小物体が傾斜台 A の斜面に沿って上昇したときの運動を考える。斜面を上昇した小物体は高さ h の最高点に到達した後に降下した。小物体の高さは床面を基準とし，$h < H$ とする。

(3)　小物体が最高点に達したときの傾斜台 A の速度 v_3 を m_2，m_3，v_2'，θ，g の中から必要なものを用いて表せ。

（計算など）

答

(4)　傾斜台 A の斜面に固定された座標系における小物体の加速度を斜面に沿って下向きに a_2，床面に対する傾斜台 A の加速度を右向きに a_3 とする。a_2 と a_3 を m_2，m_3，θ，g を用いて表せ。さらに，小物体が傾斜台 A の最高点に達したときから斜面を降下し終わるまでの時間 t を m_2，m_3，θ，h，g の中から必要なものを用いて表せ。

（計算など）

答　a_2：　　a_3：　　t：

図１の傾斜台 A を**図２**のような粗い斜面を持つ傾斜台 B に変更し，最初から実験を行う。傾斜台 B は床に固定する。速度 v_2' で床を移動してきた小物体が斜面に沿って上昇したときの運動を考える。斜面を上昇した小物体は傾斜台 B の最頂部から速さ V で飛び出し，床面の点 P に落下した。なお，傾斜台 B は，傾角 θ，斜面の長さ l で，小物体と斜面間の動摩擦係数を μ' とする。

(5)　小物体が傾斜台 B を飛び出すための v_2' の条件を m_2，θ，l，μ'，g の中から必要なものを用いて表せ。さらに，傾斜台 B の右端面から点 P までの距離 d を m_2，V，θ，l，μ'，g の中から必要なものを用いて表せ。

（計算など）

答　v_2' の条件：

d：

受験番号	小計

問題２　**図１**のように，x 軸と y 軸を水平に，z 軸を鉛直上向きに定める。z 軸と平行で上向きの，磁束密度が B の一様磁場の中に，２本のレール R1 と R2 が距離 d の間隔で水平面 $z = 0$ 上に y 軸と平行に敷かれている。レールは中間点 P1 と P2 を挟んで左側（$y < 0$）と右側（$y \geqq 0$）がそれぞれ，不導体と導体で作られており，段差なく滑らかにつながっている。レールの右端には抵抗値 R の抵抗，内部抵抗が無視できる起電力 V の乾電池，スイッチが接続されている。最初，スイッチは左側に接続している。レールに対して垂直に置かれた，質量 m，長さ l の短冊状の金属棒がレールの左端から一定速度 v_0 で滑っている。電子の電気量を $-e$，レールの比透磁率は１であるとする。レールと金属棒との摩擦と接触抵抗，金属棒の横幅 w は無視できるものとする。また，$l > d$ である。以下の問に答えよ。

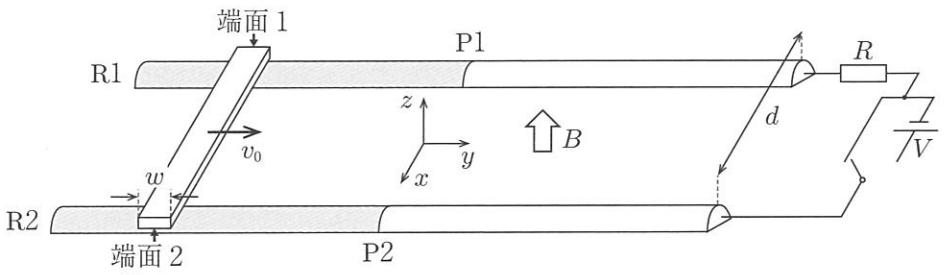

図１

(1)　金属棒が $y < 0$ にあるとき，金属棒中の自由電子に働くローレンツ力の向きと大きさを求めよ。
（計算など）

答　向き：　　大きさ：

(2)　このとき金属棒中では，自由電子に働くローレンツ力と静電気力がつりあっている。金属棒中の電場の大きさを求めよ。
（計算など）

答

(3)　このとき金属棒の端面１を基準とした，端面２の電位を求めよ。
（計算など）

答

(4)　時刻 $t = 0$ に金属棒が P1 と P2 を通過した。このとき抵抗に流れる電流の値を求めよ。
（計算など）

答

(5)　抵抗に I の電流が流れているとき，金属棒が磁場から受ける力の向きと大きさを求めよ。但し，端面１と２の帯電量が変化して生じる電流は I に比べて無視できるものとする。
（計算など）

答　向き：　　大きさ：

(6)　時刻 $t = 0$ 以降，十分な時間が経過するまでの，金属棒の速度 v の時間変化の概形を**図２**に描くとともに，金属棒の加速度を，m，v，R，B を含めた式で表せ。
（計算など）

答　加速度：

(7)　スイッチを右側に接続しなおし，金属棒を再びレールの左端から滑らせた。時刻 $t = 0$ に金属棒が速度 v_0 で P1 と P2 を通過したのち，金属棒は y 軸の正方向に加速し始めた。$t = 0$ 以降，十分な時間が経過するまでの間，金属棒の速度 v の時間変化の概形を**図３**に描くとともに，金属棒の加速度を，m，v，R，B，V を含めた式で表せ。グラフの縦軸には必要な値を書き加えること。
（計算など）

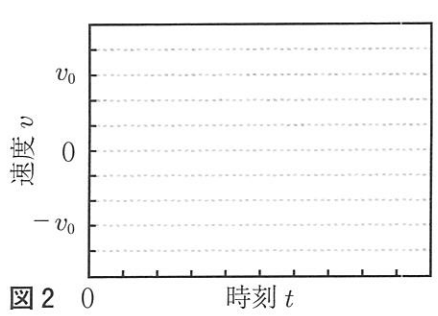

図２

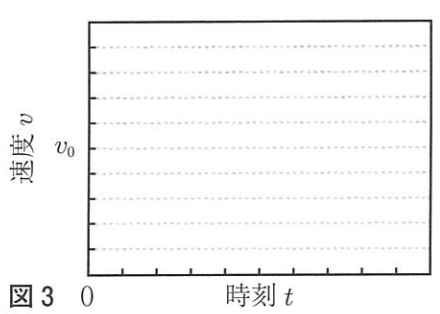

図３

答　加速度：

受験番号	小計

問題３　なめらかに動くピストンのついたシリンダーに n モルの理想気体を封入し，**図１**のように状態を A→B→C→D→A の順にゆっくりと変化させた。過程 A→B と過程 C→D は断熱変化，過程 B→C と過程 D→A は定圧変化である。各状態 A，B，C，D における気体の絶対温度はそれぞれ T_A，T_B，T_C，T_D である。気体定数を R，気体の定積モル比熱を C_V として以下の問に答えよ。

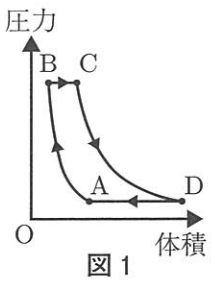

図１

(1)　１サイクルの間にシリンダー内の気体が外部にした正の仕事および外部からされた正の仕事を求めよ。
（計算など）

答　外部にした仕事：　　外部からされた仕事：

(2)　１サイクルの間にシリンダー内の気体が外部から熱を吸収した過程を答え，その熱量を求めよ。
（計算など）

答　過程：　　熱量：

(3)　状態 B における気体の圧力は A における圧力の k 倍である。断熱変化では絶対温度 T と圧力 P の間に m を定数として，$TP^{\frac{1-m}{m}}$ ＝ 一定 の関係がある。状態変化 A→B→C→D→A を熱サイクルとし，その熱効率を数値と k と m を用いて求めよ。
（計算など）

答

問題４　音速が V である大気中において，**図２**のように，振動数 f_0 の音波を発する音源 S が直線 AB 上を速さ v で西から東に移動している。音源 S が位置 A で出した音を，同一の水平面内にある位置 B または C において観測する。ただし，$\angle BAC = \theta$ は $0° < \theta < 90°$ とする。西または北から風速 w の風が吹いている場合について，以下の問に答えよ。なお，v と w は V に比べて十分に小さいと仮定する。

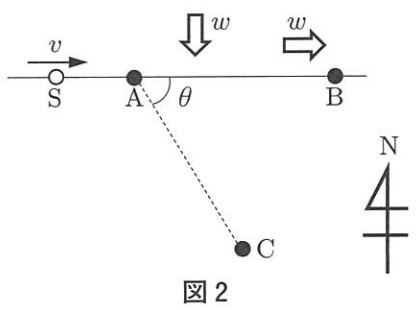

図２

(1)　西から風が吹いているとき，位置 B で観測される音の振動数 f_1 を求めよ。
（計算など）

答

(2)　北から風が吹いているとき，位置 B で観測される音の振動数 f_2 を求めよ。
（計算など）

答

(3)　西から風が吹いているとき，位置 C で観測される音の振動数 f_3 を求めよ。
（計算など）

答

受験番号	小計