

5 3 5 4 5 5 【医 学 科】

理 科 問 題

2025(令和7)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20ページまであり、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 20 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 1 に示すように、なめらかな表面をもつ半径 R の半円のレールが中央 C で床に接地されている。円弧の中心 O とレールの中央 C を通る直線 OC は常に床と垂直であり、レールは直線 OC を軸として回転することができる。レール上に質量 m の小球を置いたとき、小球はレールに沿って運動する。円弧の中心 O から見た小球の位置と C のなす角を θ (反時計回りを正) とする。重力加速度の大きさを g とし、以下の問いに答えなさい。

はじめ、レールを回転しないように固定した。レール上の C の近くに小球を置き、静かに手を離れたところ、小球はレールに沿って振動した。

- (1) レールに沿った接線方向の小球の運動方程式を示しなさい。
- (2) 振動の周期を求めなさい。ただし、小球は C の近くで振動しているため、 $\sin \theta \doteq \theta$ とする。

次に、図 2 に示すように、レールをある角速度で回転させたところ、小球は角 θ_1 ($0 < \theta_1 < \frac{\pi}{2}$) を保ち、レールと共に回転した。回転するレール上の観測者から見ると、小球は静止して見えた。

- (3) このときの角速度 ω_1 を求めなさい。
- (4) レール上の C 以外の位置で小球が静止するための角速度の範囲の下限を求めなさい。
- (5) レールの角速度が下限より小さいとき、レール上の C 以外の位置に置いた小球はどのような運動をするか 20 字程度で答えなさい。

次に、レールを角速度 ω_1 で回転させたまま、小球を角 θ_1 からわずかにずれたレール上の位置に静かに置くと、小球は角 θ_1 の近くでレールに沿って振動した。

- (6) レールに沿った接線方向の小球の運動方程式を示しなさい。ただし、中心 O から見た運動中の小球の位置と C のなす角を $\theta_1 + \Delta\theta$ とする。
- (7) 振動の周期を求めなさい。ただし、 $\Delta\theta$ は十分に小さく、 $\sin \Delta\theta \doteq \Delta\theta$, $\cos \Delta\theta \doteq 1$, $(\Delta\theta)^2 \doteq 0$ とする。

(8) 以下の2つの小球の運動について、レールの外にいる観測者が真上から見たときの2つの軌跡を、その関係がわかるように、概略図として実線と破線に分けて重ねて示しなさい。

- 角 $\theta_1 = 30^\circ$ でレールに対し静止している小球 (実線)
- 角 $\theta_1 = 30^\circ$ の近くでレールに沿って振動する小球 (破線)

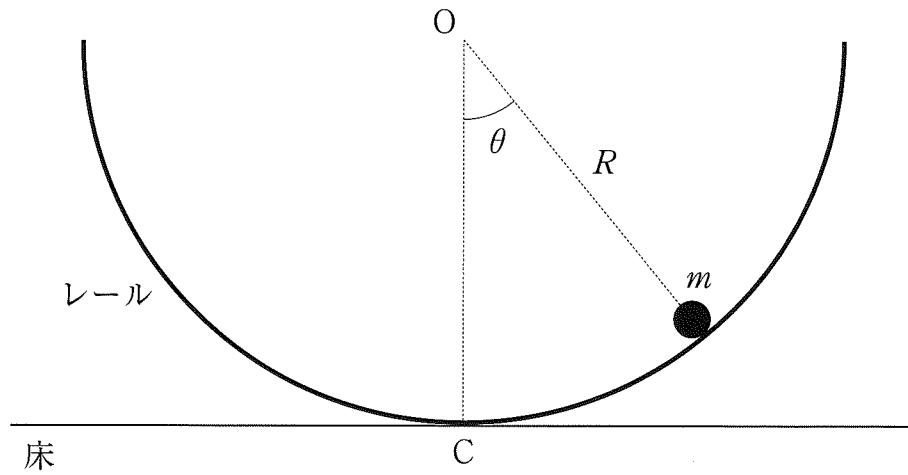


図 1

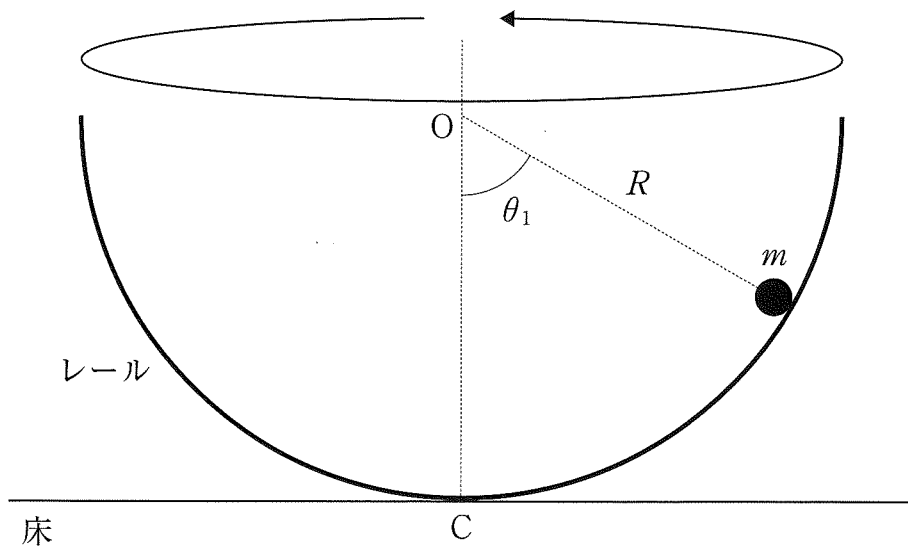


図 2

〔Ⅱ〕 半径が一定の円運動をさせながら磁場を用いて粒子を加速する円形加速器を考察しよう。

紙面の表面から裏面に向かって紙面に垂直にかけられた磁場の中を、正の電荷 q および質量 m をもつ粒子が紙面に平行に運動する。粒子の運動により生じる磁場と粒子にはたらく重力は無視する。

はじめに、図 1 のように、磁束密度が全領域で一様な磁場を考える。磁束密度を B_0 に保ちながら粒子に速さ v_0 を与えると、粒子は半径が一定の等速円運動を行う。

(1) 粒子の円運動の半径 R と向きを求めなさい。向きについては紙面のう上側から見て時計回りおよび反時計回りのいずれかで答えなさい。

この円運動している状態で磁束密度を全領域で一様に増加させると、電磁誘導により粒子の速さは大きくなるが、粒子の円運動の半径が変化してしまう。そこで図 2 のように、粒子の軌道内側の磁束密度を B_0 から $B_0 + \Delta B_1$ に、粒子の軌道上の磁束密度を B_0 から $B_0 + \Delta B_2$ に、独立にそれぞれ一定の変化率で同時に増加させた。このとき、粒子の円運動の半径を一定に保ったまま、粒子の速さを大きくすることができた。これらの磁束密度の変化に要した時間は Δt であった。

(2) 粒子の軌道内側の面を貫く磁束の変化量 $\Delta\Phi$ を求めなさい。

(3) 粒子の軌道を閉回路とみなして、磁束密度が変化する間に粒子の軌道上に生じた誘導起電力 V の大きさを求めなさい。

(4) (3)のときに、粒子の軌道上に生じた電場 E の大きさを求めなさい。

(5) 粒子の速さの変化量 Δv を求めなさい。

(6) 粒子の円運動の半径を一定に保つための ΔB_1 と ΔB_2 の関係を求めなさい。

改めて、はじめの状態から磁束密度を全領域で一様に増加させた場合を考える。

(7) 粒子の円運動の半径はどのように変化するかを理由も含めて答えなさい。

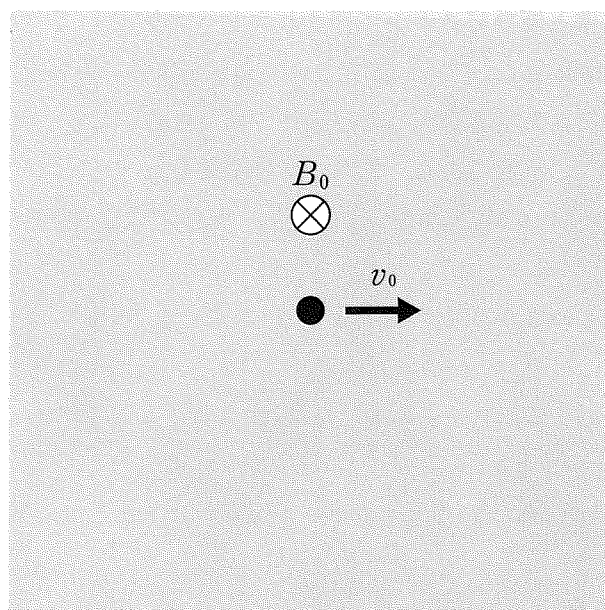


图 1

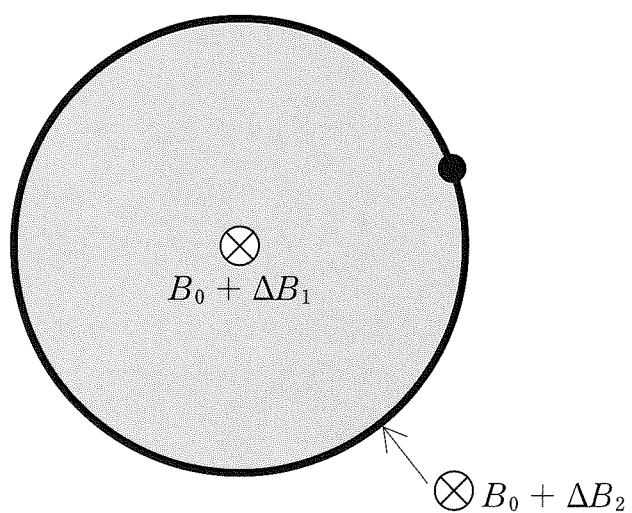


图 2

〔Ⅲ〕 図のように、断熱壁と断熱ピストンで囲まれた2つの気室1, 2を持つ容器を考える。2つの気室を隔てる断熱壁は薄く、位置が固定されており、気体に影響を与えることなく除去できるものとする。初期に両気室とも同じ理想気体で満たされており、気室1には物質量 n_1 の気体が圧力 P_1 、体積 V_1 の状態にあり、気室2には物質量 n_2 の気体が圧力 P_2 、体積 V_2 の状態にあるとして、以下の問いに答えなさい。ただし、気体定数を R 、比熱比を γ とする。

(1) 気室1および2の気体の温度 T_1 および T_2 を求めなさい。

はじめに、気室を隔てる断熱壁を除去した(操作A)。

(2) 操作Aにおいて気体の内部エネルギーが保存されるとして、気体の温度 T_3 および圧力 P_3 を求めなさい。

次に、容器と気体を初期の状態に戻した後、気室1の圧力が P_2 になるまでピストンを動かし、気室1の気体を断熱圧縮した(操作B)。

(3) 断熱圧縮後の気室1の体積 V_1' を求めなさい。

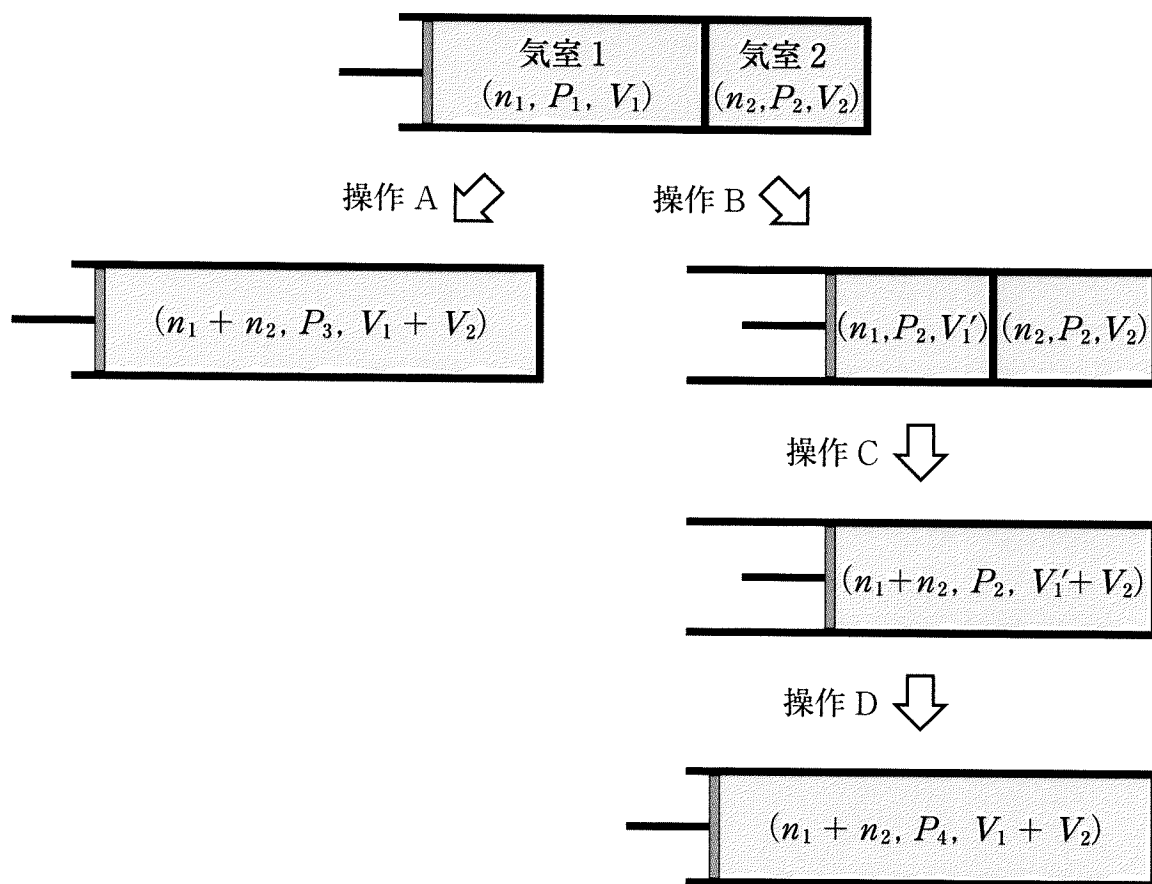
操作Bの後、気室1と気室2の気体の温度が一致していた。

(4) $\frac{V_1}{V_2}$ を求めなさい。

さらに、気室を隔てる断熱壁を除去した(操作C)。その後、全体の体積が $V_1 + V_2$ になるまでピストンを動かして、気体を断熱膨張させた(操作D)。

(5) 断熱膨張後の気体の圧力 P_4 および温度 T_4 を求めなさい。

(6) T_1, T_2, T_3, T_4 を小さい順に不等号を用いて並べなさい。ただし $n_1 = n_2$, $P_1 = \frac{1}{2}P_2$, $\gamma = 2$ とし, $\sqrt{2} \doteq 1.41$ を用いてよい。



図

