

令和8年度入学試験問題

物 理

(後 期 日 程)

工 学 部
農 学 部

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子は11ページ、解答用紙は3枚あります。
3. すべての解答用紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。受験番号が正しく記入されていない場合は、採点されないことがあります。また、試験室にて指示があった場合には、すべての解答用紙の座席番号欄に座席番号を記入しなさい。
4. 解答は解答用紙の指定された解答欄に記入しなさい。
5. 下書き用紙は1枚あります。
6. 試験中に問題冊子および解答用紙の印刷不鮮明、ページの落丁および汚損等がある場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
7. 試験終了後、問題冊子および下書き用紙は持ち帰りなさい。

令和8年度入学試験問題
問 題 訂 正

物理
(後期日程)

工学部

農学部

注 意 事 項

1. 試験開始まで、この問題訂正紙の裏面を見てはいけません。
2. 「解答はじめ」の指示の後に裏返しなさい。
3. 試験終了後、この問題訂正紙は持ち帰りなさい。

教科・科目名

物理

次のとおり問題を訂正してください。

〔後期日程〕

問題訂正

1 ページ 大問 1 の問題文の1行目

(誤) ……重力加速度は g で表すものとし……

(正) ……重力加速度の大きさは g で表すものとし……

1 ページ 大問 1 の 問1 の問題文の1行目

(誤) ……傾きの角が θ の斜面CDとが……

(正) ……傾きの角が θ ($0^\circ < \theta < 90^\circ$) の斜面CDとが……

4 ページ 大問 2 の 問1 (1) の1行目

(誤) ……に流れる直線電流……

(正) ……に流れる十分に長い直線電流……

5 ページ 大問 2 の 問1 (3) の4行目から5行目

(誤) ……電磁石内部の磁場 H [A/m] と磁束密度 B [T] を……

(正) ……電磁石内部の磁場の強さ H [A/m] と磁束密度の大きさ B [T] を……

- 1 以下の設問の答を解答欄に記入せよ。ただし、重力加速度は g で表すものとし、小物体の運動において摩擦および空気抵抗はどこにもはたらかないものとする。

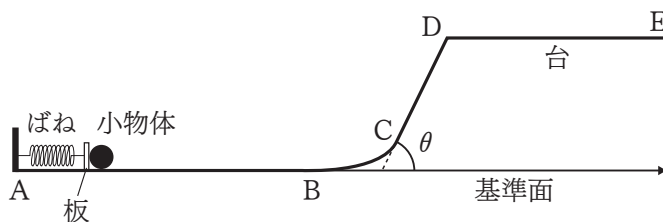


図 1 - 1

問 1 図 1 - 1 のように、水平面 AB と傾きの角が θ の斜面 CD とが、曲面 BC でなめらかにつながっている。そして、水平面 AB 上の左端にばね定数が k の軽いばねの左端を固定し、ばねの右端に質量の無視できる板が取り付けられている。いま、質量 m の小物体を板に押しつけながら、ばねを自然の長さから d だけ縮めた状態にして小物体を静かにはなした。小物体は、水平面 AB 上を運動しはじめて、ばねが自然の長さになった位置で板から離れた。

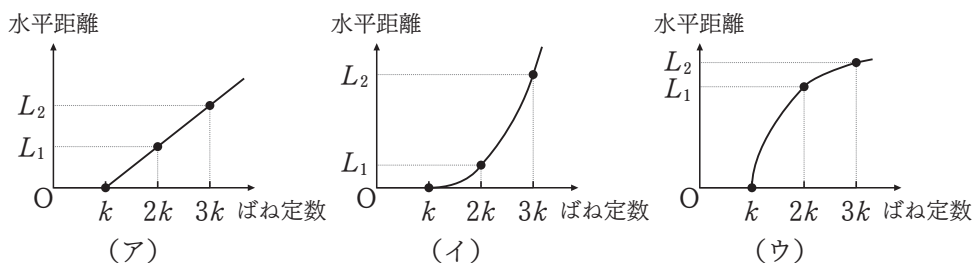
- (1) 水平面 AB 上を運動する小物体の速さを、設問中の記号を用いて表せ。
- (2) 小物体は斜面 CD を上り、斜面上端の点 D まで到達して静止した後に、斜面を下り始めた。水平面 AB を基準面としたとき、基準面から点 D までの高さを、設問中の記号を用いて表せ。
- (3) その後、小物体は斜面 CD を下って水平面 AB 上の点 B を通過した。このときの小物体の速さを、設問中の記号を用いて表せ。

問2 図1-1のばねを、ばね定数が K (ただし、 $K > k$)の軽いばねに取り換えた。質量 m の小物体を板に押しつけながら、ばねを自然の長さから d だけ縮めた状態にして小物体を静かにはなした。小物体は水平面AB上を運動し、斜面CDを上って点Dから空中に飛び出し、放物運動をして水平な台DEの上に落下した。

- (1) 小物体が点Dから空中に飛び出す速さを、設問中の記号を用いて表せ。計算過程も記述せよ。
- (2) 放物運動を始めた小物体は、放物運動の最高点に達した。台DE面から放物運動の最高点までの高さを、設問中の記号を用いて表せ。計算過程も記述せよ。
- (3) 小物体が点Dから空中に飛び出して台DE上に落下するまでに要した時間を、設問中の記号を用いて表せ。計算過程も記述せよ。
- (4) 点Dから小物体の台DE上での落下点までの水平距離を、設問中の記号を用いて表せ。計算過程も記述せよ。
- (5) 放物運動をする小物体が到達した最高点までの高さ(台DE面からの高さ)を Z 、点Dから小物体の落下点までの水平距離を L で表すものとする。水平距離 L と最高点までの高さ Z の比 $\frac{Z}{L}$ を、設問中の記号を用いて表せ。

問3 問2で求めた点Dから小物体の落下点までの水平距離は、図1-1においてとりつけるばねのばね定数の大きさによる。図1-1のばねを、ばね定数が $2k$ (k は問1で用いたばねのばね定数)の軽いばねに取り換えた。質量 m の小物体を板に押しつけながら、ばねを自然の長さから d だけ縮めた状態にして小物体を静かにはなした。小物体は水平面AB上を運動し、斜面CDを上って点Dから空中に飛び出し、放物運動をした後に台DE上に落下した。このとき、点Dから小物体の落下点までの水平距離を L_1 で表すものとする。次に、図1-1のばねを、ばね定数が $3k$ の軽いばねに取り換え、質量 m の小物体を板に押しつけながら、ばねを自然の長さから d だけ縮めた状態にして静かにはなすと、小物体は水平面ABから斜面CDを経て点Dから空中に飛び出し、放物運動をした後に台DE上に落下した。このとき、点Dから小物体の落下点までの水平距離を L_2 で表すものとする。

問1で用いたばね定数が k の場合を含め、点Dから小物体の落下点までの水平距離とばね定数の関係を示す最も適切なグラフは、次の(ア)~(ウ)のどれか、理由とともに答えよ。グラフは、ばね定数に対応する水平距離を黒丸で示し、それらを通る線で描いている。



2 以下の設問の答を解答欄に記入せよ。円周率は π とする。

問1 電流が作る磁場(磁界)に関する以下の問に答えよ。

- (1) 原点を通り z 軸正方向(紙面の裏から表の向き)に流れる直線電流 I [A]($I > 0$)が作る磁場 H [A/m]の向きを表したものとして最も適切なものを、図2-1の①~④中から1つ選べ。また、この直線電流から距離 r [m]離れた点にこの電流が作る磁場の強さ H を求めよ。

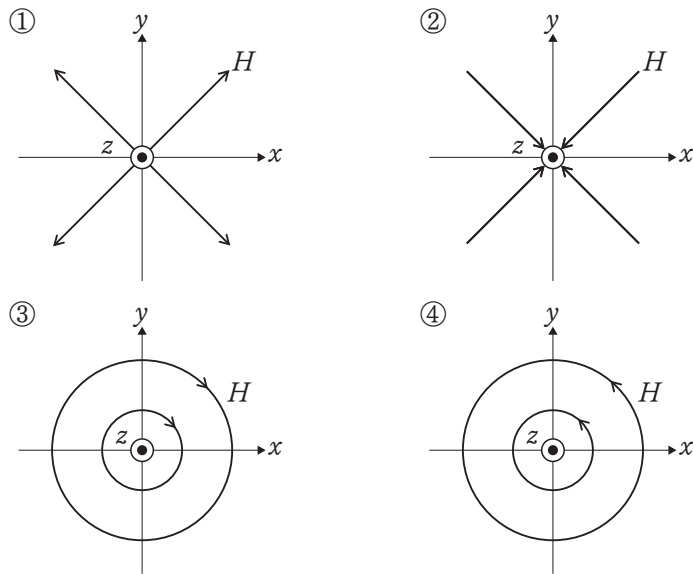


図2-1

- (2) 図2-2のように、半径 d [m] の円形の導線と十分に長い直線状の導線を同じ平面上に設置し、両方の導線に同じ大きさ I の電流を流したところ、円形導線の中心点 P における磁場が0になった。直線導線の電流の向きは図中に示す通り下から上の向きとする。このとき、円形導線を流れる電流の向きを図の①、②より選べ。また、直線導線と点 P の距離 r [m] を求めよ。

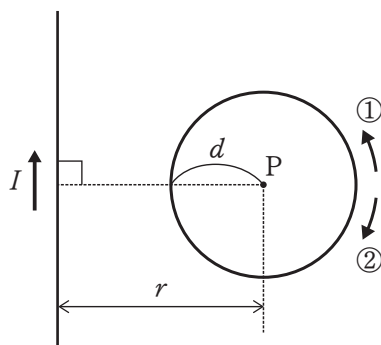


図2-2

- (3) 導線を円筒状に巻いたソレノイドの内部に強磁性体の金属芯を入れた、十分に長い電磁石を考える。ソレノイドの単位長さあたりの巻数は2000回/m、ソレノイドを流れる電流の大きさは0.030 A、金属芯の透磁率は $\mu = 6.0 \times 10^{-3} \text{ N/A}^2$ であった。このとき、電磁石内部の磁場 H [A/m] と磁束密度 B [T] を有効数字2桁で求めよ。また、室温で強磁性を示す単体の物質を1つ答えよ。

問2 質量 m [kg], 正の電荷 q [C] の粒子が水平な xy 平面内を運動しながら加速されるシステムを考える。図 2-3 のように, 間隔 d [m] で平行に設置された電極板 P_1, P_2 の間には, y 軸正の向きに一定の強さ E [N/C] の一様な電場が存在する。領域 I ($y \geq 0$) と領域 III ($y \leq -d$) には同じ向きと強さの一様な磁場を xy 平面に垂直に与えることができる。領域 II ($-d < y < 0$) の磁場は 0 である。電極板の厚みは無視できるとし, y 軸上の点 U および点 O において電極板 P_1, P_2 には穴が開いている。粒子は真空中を重力の影響を受けずに運動するものとする。

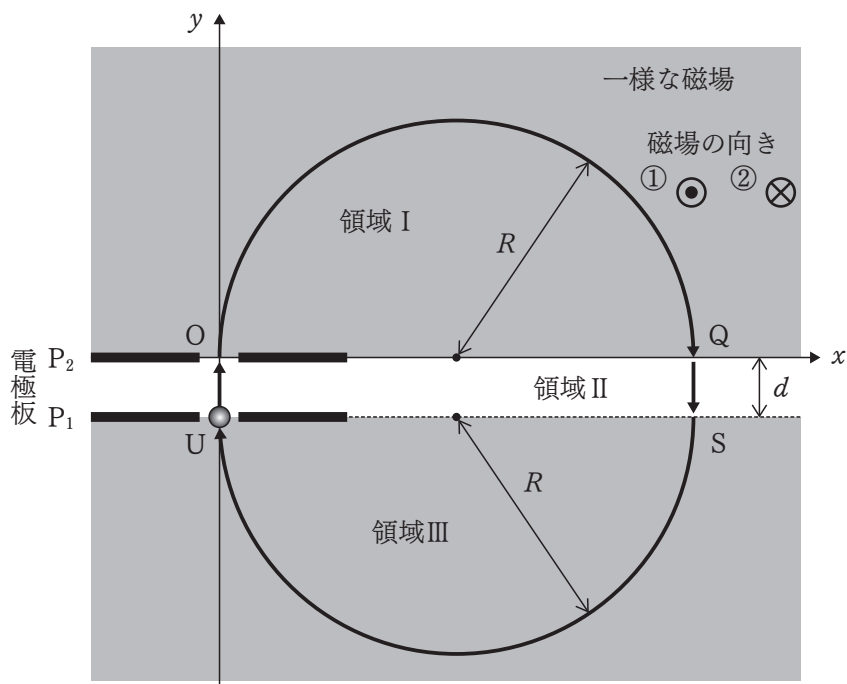


図 2-3

- (1) 時刻 $t = 0$ に粒子を点 U に初速度 0 で置くと, 電場 E によって粒子は y 軸正の向きに等加速度運動をし, 時刻 t_1 [s] に点 O を初めて通過した。この時の粒子の速さ v_1 [m/s] と時刻 t_1 を, m, q, d, E の中から必要なものを用いて表せ。計算過程も記述せよ。

- (2) 時刻 t_1 の後、粒子は領域 I において一様な磁場からローレンツ力を受け、軌道半径 R [m]、速さ v_1 [m/s] の等速円運動を行って点 Q を通過した。このとき、領域 I に存在する磁場の向きは図の①(紙面の裏から表)と②(紙面の表から裏)のどちらか番号で答えよ。また、領域 I の磁束密度の大きさ B_1 [T] を、 m , q , v_1 , R の中から必要なものを用いて表せ。
- (3) 粒子が初めて点 Q を通過した後、粒子は y 軸負の向きに点 S まで等速直線運動し、領域 III の磁場により半径 R の等速円運動をして点 U に戻った。このときの時刻 T_1 [s] を m , q , d , E , R の中から必要なものを用いて表せ。計算過程も記述せよ。
- (4) 時刻 T_1 に点 U を通過した後、粒子は再び電極板 P_1P_2 間の電場 E で加速され、2 度目に点 O を通過した時の速さは v_2 [m/s] であった。また、粒子が UO 間を移動している間に領域 I および III の磁束密度の大きさを B_1 から B_2 [T] に変更したところ、粒子は領域 I ~ III を 1 周目と同じ軌道を描いて運動し、時刻 T_2 [s] に点 U に戻った。このとき、速さの比 $\frac{v_2}{v_1}$ および磁束密度の比 $\frac{B_2}{B_1}$ を求めよ。
- (5) (4) のように粒子が 2 周目に $U \rightarrow O \rightarrow Q \rightarrow S \rightarrow U$ と移動するのに要する時間 ΔT [s] = $T_2 - T_1$ を m , q , d , E , R の中から必要なものを用いて表せ。計算過程も記述せよ。
- (6) 時刻 T_2 以降も同様に、粒子は電極板 P_1P_2 間の電場 E と領域 I と III の可変な磁場の下で同じ軌道を周回し、合計 N 周して点 U に到達した。このときの粒子の速さ v_N [m/s] を m , q , d , E , R , N の中から必要なものを用いて表せ。計算過程も記述せよ。

また、この加速システムで陽子と α 粒子をそれぞれ加速したときの速さ v_N の大小関係について、以下の①~③から正しい記述を 1 つ選んで番号で答えよ。選択理由も記述せよ。

- ① 陽子の v_N の方が大きい
- ② α 粒子の v_N の方が大きい
- ③ 陽子と α 粒子の v_N は同じ

3 以下の設問の答を解答欄に記入せよ。

問1 同じ熱容量 C [J/K] の容器 A と容器 B がそれぞれ断熱材で囲まれている。容器 A の中には液体 a が m_a [g]、容器 B の中には液体 b が m_b [g] 入っており、それらの物質は水、エタノール、なたね油のいずれかである。ただし、それぞれの容器中の液体は状態変化せず、断熱材の熱容量および容器内の空気の熱容量は無視できるものとする。また、水、エタノール、なたね油の比熱は表 3-1 の通りである。

表 3-1

物質	比熱 [J/(g·K)]
水	4.2
エタノール	2.4
なたね油	2.0

- (1) 容器 A に入っている液体 a の比熱を c_a [J/(g·K)] としたとき、容器 A と液体 a の温度を ΔT [°C] 上昇させるために必要な熱量を、 C 、 m_a 、 c_a 、 ΔT のうち必要なものを用いて表せ。
- (2) $m_a = 1.0 \times 10^2$ g、 $m_b = 1.2 \times 10^2$ g のとき、容器 A と液体 a の温度を 20 °C から 25 °C にするために必要な熱量と同じ熱量を、容器 B と液体 b に与えると、容器 B と液体 b の温度もまた 20 °C から 25 °C に変化した。このとき、液体 a と液体 b として考えられるそれぞれの物質を答えよ。その組み合わせを選んだ理由も説明せよ。

- (3) 図3-1のように、容器A中の液体aの中に、温度 40°C 、熱容量 60 J/K の金属球を入れた。金属球を入れる前の容器Aと液体aの温度が 20°C であったとし、金属球を入れた後の全体の温度は 23°C になったとする。このとき、容器Aの熱容量 C はいくらになるか有効数字2桁で求めよ。計算過程も記述せよ。ただし、液体aの質量 $m_a = 1.0 \times 10^2\text{ g}$ とし、液体aの物質は(2)で求めたものとする。

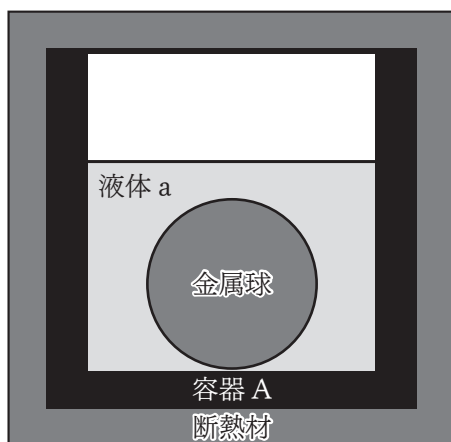


図3-1

問2 図3-2のようななめらかに動くピストンでシリンダー内に封入された、 n [mol] の理想気体を考える。気体定数は R [J/(mol·K)] であるとする。初期状態を状態 A とし、状態 A から状態 B, 状態 C, 状態 D の順に理想気体の状態を変化させた。状態 A の体積は V_A [m³], 温度は T_A [K] とする。

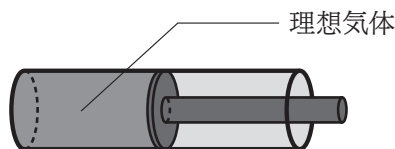
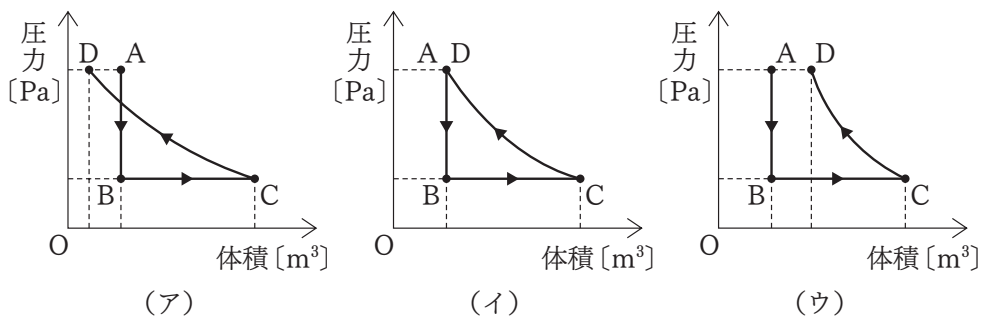


図3-2

- (1) 状態 A における理想気体の圧力 p_A [Pa] を, R , n , V_A , T_A のうち必要なものを用いて表せ。
- (2) 状態 A から状態 B まで体積を一定のまま, 温度を T_B [K] まで下げた。状態 B における理想気体の圧力 p_B [Pa] を, p_A , V_A , T_A , T_B のうち必要なものを用いて表せ。
- (3) 次に, 状態 B から圧力を一定のまま, 状態 A と温度が同じである状態 C まで体積を増加させた。このとき, 理想気体が外部に行った仕事 W_{BC} [J] を R , n , V_A , T_A , T_B のうち必要なものを用いて表せ。計算過程も記述せよ。
- (4) 状態 A から状態 B に変化させたときに理想気体から外部へ移動した熱量を Q_{AB} [J], 状態 B から状態 C に変化させたときに理想気体へ加えた熱量を Q_{BC} [J] とする。このとき, Q_{BC} を W_{BC} , Q_{AB} を用いて表せ。計算過程も記述せよ。

- (5) 次に、状態 C から状態 D まで断熱圧縮した。状態 D での圧力が状態 A と同じであるとする。このとき、状態 A から状態 B、状態 C、状態 D までの状態変化を表すグラフとして最も適切なものを以下の(ア)～(ウ)の中から選び、理由とともに答えよ。



- (6) 状態 B, C, D の内部エネルギーをそれぞれ U_B [J], U_C [J], U_D [J] とする。このとき、内部エネルギー U_B , U_C , U_D の大小関係について、解答欄の空欄を U_B , U_C , U_D で埋め、正しい不等式をつくれ。また、内部エネルギーの大小関係がそのようになる理由も答えよ。

