令和８（2026）年度

広島大学一般選抜　後期日程

理学部　物理学科

（総合問題）

令和８年３月12日

自　９時00分

至　11時30分

答案作成上の注意

1．試験開始の合図があるまでは，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，本表紙を含めて，５枚（９ページ）です。
3．解答用紙は７枚，下書き用紙は３枚です。
4．問題は[Ⅰ]～[Ⅳ]の４問です。全問に解答すること。
5．すべての解答用紙の所定の場所に，受験番号を必ず記入すること。
6．解答は，すべて対応する解答用紙に記入すること。
7．配付した解答用紙は，持ち出さず，すべて提出すること。
8．試験終了後，問題冊子と下書き用紙は持ち帰ること。
9．解答用紙の注意事項もよく読むこと。

このページは白紙です。

[I]

問1　$0 \leqq \theta < 2\pi$ のとき，関数 $y = 2 - \cos 2\theta - 2\sin\theta$ の最大値と最小値を求めよ。

問2　赤のカードが2枚，青のカードが3枚，緑のカードが3枚ある。これら8枚のカードを1列に並べる場合の数を求めよ。

問3　次の条件によって定められる数列 $\{a_n\}$ の一般項 a_n を求めよ。

$$a_1 = 1, \quad a_{n+1} = 1 - \frac{3}{a_n + 3} \qquad (n = 1, 2, 3, \cdots)$$

問4　点 $(1, 3)$ を通り，直線 $y = -x + 1$ に垂直な直線と放物線 $y = x^2$ で囲まれた領域の面積を求めよ。

問5　(1) 次の不定積分を求めよ。

$$\int xe^{x^2}dx$$

(2) 次の関数 y を x で微分せよ。

$$y = \int_0^x xt(t - x)(t + x)e^{t^2}dt$$

[II]

図1のように，質量 m の小物体 A を長さ l の軽くて伸びない糸の一端に取りつけた。他端は，なめらかな水平面からの高さが l の点 P に固定した。小物体 A が水平面と接している位置を原点 O とし，水平方向に x 軸，鉛直方向に z 軸をとる。重力加速度の大きさを g とする。糸の重さや空気抵抗の影響は無視する。小物体の大きさも無視する。

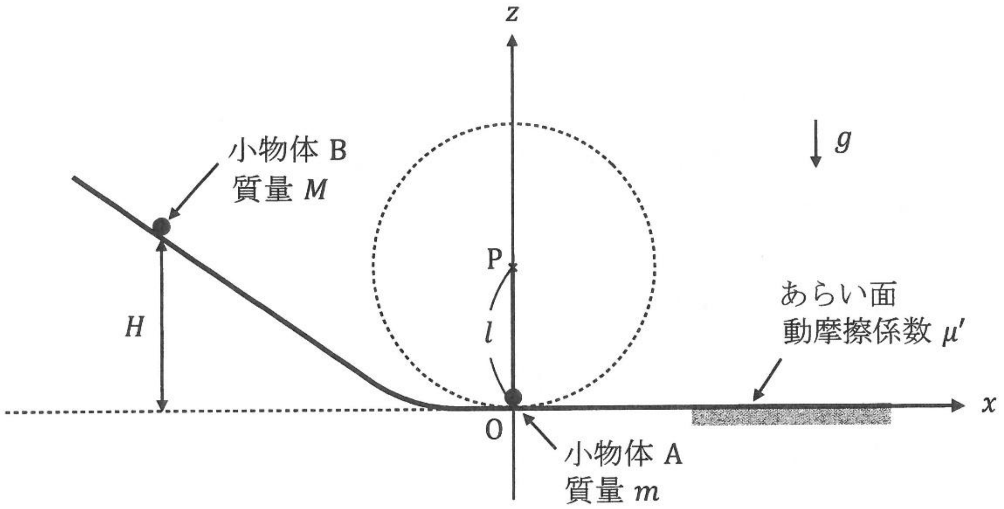

図1

問1

小物体 A を xz 平面内で振り子運動させる。糸の振れ角は小さく，小物体 A の運動は単振動とみなすことができる。

以下の問いに答えよ。

(1) 単振動の周期 T を m, g, l の中から必要なものを用いて表せ。

(2) 時刻 $t = 0$ において小物体 A が原点 O $(x = 0)$ を速さ u_0 で x 軸正の向きに通過した。時刻 t における小物体 A の位置 x と水平方向の速度 u を T, u_0, t を用いて表せ。

問2

図1のように，質量 M $(M < m)$ の小物体 B をなめらかな斜面上の，水平面からの高さが H の点に置き，静止した状態から滑らせた。小物体 B は跳ねることなく，なめら

かな水平面に移動して，原点 O で静止していた小物体 A と非弾性衝突し，その場で静止した。この衝突後，図2のように，小物体 A は点 P を中心とする半径 l の円運動を行い，原点 O で再び小物体 B と衝突した。小物体 B は水平面上を進み，動摩擦係数 μ' のあらい面上で減速して静止した。小物体 A と B の間の反発係数（はね返り係数）を e $(0 < e < 1)$ とする。

以下の問いに答えよ。導き方も示せ。

(1) 小物体 A との最初の衝突直前における小物体 B の速さを V，衝突直後の小物体 A の速さを v とする。速さ V と v，および反発係数 e を，H, M, m, g の中から必要なものを用いて表せ。

(2) 上昇中の小物体 A が，図2に示す角度 θ で表される位置にあるときの糸の張力 S を H, M, m, g, θ, l を用いて表せ。

(3) 糸がたるむことなく，小物体 A が半径 l の円運動をして原点 O に戻るためには，高さ H がある値 H_0 以上でなければならない。H_0 を M, m, l を用いて表せ。

(4) 小物体 A が再び小物体 B に衝突した直後の小物体 A および小物体 B の速さをそれぞれ v'', V'' とする。小物体 B が静止するまでの間に，動摩擦係数 μ' のあらい面上で進んだ距離を L とする。v'', V'', L を H, M, m, g, μ' の中から必要なものを用いて表せ。ただし，条件 $H \geqq H_0$ が満たされているものとする。

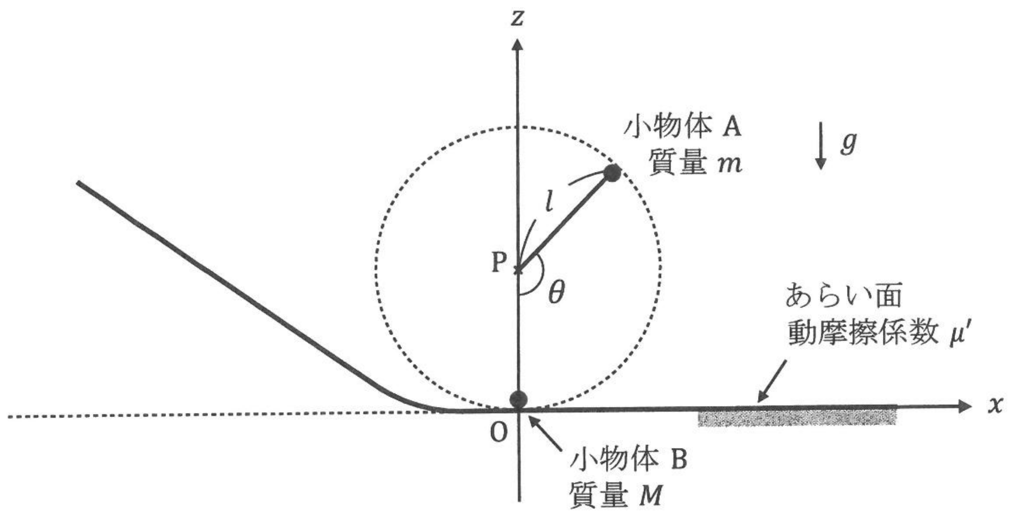

図2

[III]

問1

図1のように，鉛直上向きの一様な磁場中に，水平に置かれた2本の直線状の導線を平行に並べ，抵抗をつなぐ。導体棒 PQ を導線と直角に交わるように置き，導体棒に外力を加えて右向きに一定の速さ v で動かした。

磁束密度の大きさを B，抵抗値を R，2本の導線の間隔を L とする。また，導線および導体棒の抵抗，導体棒と導線との間の摩擦力，回路を流れる電流がつくる磁場は無視できるものとする。

以下の問いに答えよ。導き方も示せ。

(1) 導線，抵抗，導体棒 PQ で構成される閉回路に流れる電流の向きは P → Q と Q → P のどちらになるか，理由とともに答えよ。また，電流の大きさと，抵抗で消費される電力を求めよ。

(2) 導体棒の速さを一定に保つために必要な外力の大きさを求めよ。また，外力の仕事率を求めよ。

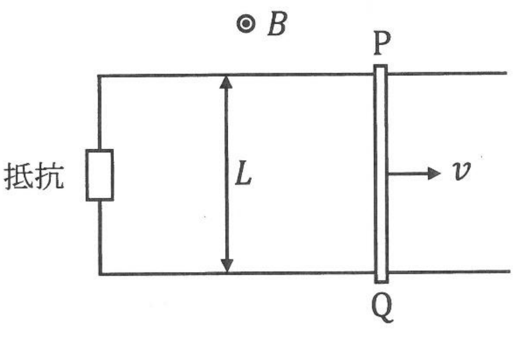

図1

問2

図2のように，鉛直上向きの一様な磁場中に，抵抗 $\mathrm{R_0}$（抵抗値 R_0），抵抗 $\mathrm{R_1}$（抵抗値 R_1），抵抗 $\mathrm{R_2}$（抵抗値 R_2）がつながれた3本の直線状の導線を平行に並べ，左端を導線でつないで水平に置く。導体棒 PMQ を導線と直角に交わるように置き，導体棒に外力を加えて右向きに一定の速さ v で動かした。

抵抗 R_1のつながった導線と抵抗 R_2のつながった導線の間隔を L，抵抗 R_0 のつながった導線と抵抗 R_1 のつながった導線および抵抗 R_2 のつながった導線の間隔を，それぞれ L_1 および L_2 とおく。

磁束密度の大きさを B とする。また，導線および導体棒の抵抗，導体棒と導線との間の摩擦力，回路を流れる電流がつくる磁場は無視できるものとする。

以下の問いに答えよ。導き方も示せ。

(1) 抵抗 R_0 を流れる電流がゼロになるための，L_1 と L_2 の満たすべき関係を求めよ。

次に，3つの抵抗 R_0，R_1，R_2 の抵抗値をそれぞれ R_0，R_0，$2R_0$ にした。L を一定に保ったまま抵抗 R_0 のつながった導線の位置を変えることで L_1 と L_2 を変化させ，同じ速さ v で導体棒を動かす実験を繰り返し，各抵抗で消費される電力と L_1 の関係を調べた。

(2) 抵抗 R_1 と抵抗 R_2 で消費される電力の和が最小になるための，L_1 の満たすべき条件を求めよ。また，このとき抵抗 R_0 を流れる電流を求めよ。

(3) 3つの抵抗で消費される電力の総和の最小値を計算し有効数字 2 桁で答えよ。$R_0 = 1.2\ \Omega$，$B = 2.0\ \mathrm{T}$，$v = 20\ \mathrm{cm/s}$，$L = 30\ \mathrm{cm}$ とする。

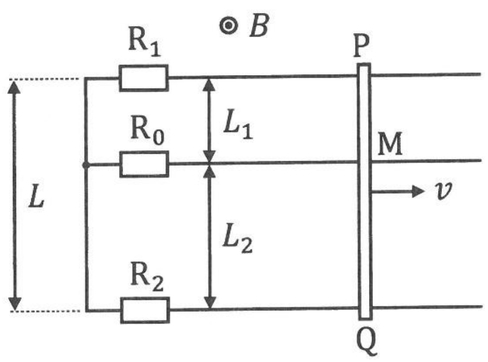

図2

[IV]

図1のように，仕切板で2つの領域に仕切られた容器がある。仕切板の左側の領域の体積は V_0 で，この領域には1モルの単原子分子からなる理想気体が圧力 P_0 で封入されている。このときの気体の状態(圧力 P_0，体積 V_0)を状態 A と呼ぶことにする。仕切板の右側の領域の体積は，左側と同じ V_0 で，この領域は真空である。その後，仕切板を静かに取り除き，気体を断熱的に膨張させた。十分に時間が経過した後の気体の状態を状態 B，状態 A から状態 B への気体の状態変化を［変化 1］と呼ぶことにする。仕切板および容器は断熱材で作られており，仕切板の体積は無視できるとする。気体定数は R とする。

以下の問いに答えよ。ただし，答えは P_0, V_0, R の中から必要なものを用いて表せ。

(1) 状態 A における気体の温度 T_A を求めよ。

(2) ［変化 1］では，気体がする仕事はゼロである。このことを用いて，状態 B における気体の温度 T_B および圧力 P_B を求めよ。

図2のように，滑らかに動くピストンが付けられた容器に，1モルの単原子分子からなる理想気体が圧力 P_0 で封入されている。気体の体積は V_0 である。この気体の状態は，状態 A と同じである。容器およびピストンは断熱材で作られている。また，容器内にはヒーターが取り付けられている。ヒーターの体積と熱容量は無視できるとする。

まず，ヒーターを切ったまま，ピストンをゆっくりと動かして気体を断熱的に膨張させ，体積を $2V_0$ とした。このときの気体の状態を状態 C，気体の状態変化を［変化 2］と呼ぶことにする。次に，ヒーターを用いて徐々に熱を加え，状態 C から体積を一定に保ったまま，圧力を P_B にした。この気体の状態変化を［変化 3］と呼ぶことにする。このように，［変化 2］と［変化 3］によって状態 C を介することで，気体を状態 A から状態 B へ［変化 1］とは異なる過程で変化させた。

理想気体の比熱比を γ とする。以下の問いに答えよ。ただし，答えは P_0, V_0, R, γ の中から必要なものを用いて表せ。

(3) 状態 C における圧力 P_C および温度 T_C を求めよ。ただし，理想気体のゆっくりとした断熱変化では，圧力 P と体積 V の間に $PV^\gamma =$ 一定の関係が成立することを用いてよい。

(4) ［変化 2］における気体の内部エネルギーの増加量 ΔU_2 および気体が外部にした仕事 W_2 を求めよ。

(5) ［変化 3］における気体の内部エネルギーの増加量 ΔU_3 および気体が得た熱量 Q_3 を求めよ。

［変化 1］が可逆変化と仮定しよう。つまり，状態 B から状態 A に自然に戻る［変化 1］の逆変化が生じると仮定しよう。この［変化 1］の逆変化を用いた仮想的なサイクル

$$\text{状態 A} \xrightarrow{[\text{変化 2}]} \text{状態 C} \xrightarrow{[\text{変化 3}]} \text{状態 B} \xrightarrow{[\text{変化 1}]\text{の逆変化}} \text{状態 A}$$

を考える。

(6) この仮想的なサイクルに関する以下の文章の空欄 **(ア)** から **(ウ)** に適当な式または数値を入れ，**(エ)** と **(オ)** には適切な語句を入れよ。ただし，式に関しては P_0, V_0, R, γ の中から必要なものを用いて表せ。

このサイクルが1サイクル回る間に気体が外部にする仕事は $\boxed{\quad\text{(ア)}\quad}$ である。また，この間に気体が外部から得る熱量は $\boxed{\quad\text{(イ)}\quad}$ である。よって，この仮想的なサイクルの熱効率 e は，$e=\boxed{\quad\text{(ウ)}\quad}$ となる。したがって，このサイクルは $\boxed{\quad\text{(エ)}\quad}$ 法則に反する。つまり，［変化 1］は可逆変化ではなく，$\boxed{\quad\text{(オ)}\quad}$ 変化である。

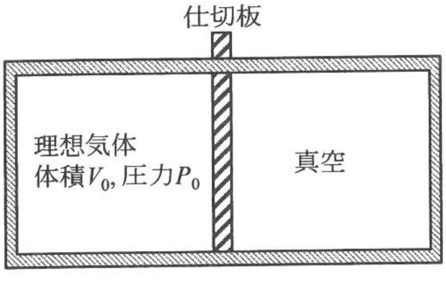

図 1

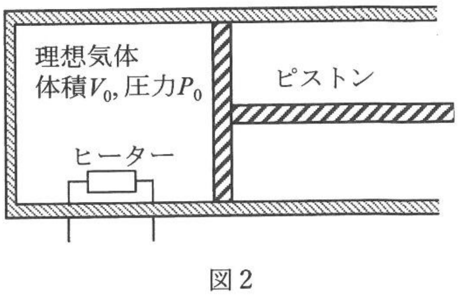

図 2