H8—2024— **英　　語**

学科（記述式）試験問題

注　意　事　項

1. 問題は **3 題**で、解答時間は **1 時間 20 分**です。

2. 答案用紙の記入について

(ア) 答案は濃くはっきり書き、書き損じた場合は、解答の内容がはっきり分かるように訂正してください。また、答案用紙の表側だけで書ききれないときは、「**裏に続く**」と書いて裏側を使用してください。

(イ) 答案用紙は、表紙を除き **6 枚つづり 1 冊**です。

(ウ) 答案用紙の表紙の各欄にそれぞれ必要事項を記入してください。
［　　］—（　　）—［　　　］の欄は［ H8 ］—(2024)—［**英　語**］と記入してください。

(エ) 答案用紙各枚の右上の（　ページ）欄に上から順にページ数を記入してください。

(オ) 下記のとおり指定されたページを使って解答してください。

【問題番号】	（ページ）
【No.　**1**】	（ 1 ～ 2 ）
【No.　**2**】	（ 3 ～ 4 ）
【No.　**3**】	（ 5 ～ 6 ）

(カ) 答案用紙各枚の左上にある（No.　　）の欄には問題番号を記入してください。

(キ) 試験の公正を害するおそれがありますので、答案用紙の氏名欄以外に氏名その他解答と関係のない事項を記載しないでください。

3. この問題集は、本試験種目終了後に持ち帰りができます。

4. 本試験種目の途中で退室する場合は、退室時の問題集の持ち帰りはできませんが、希望する方には後ほど渡します。別途試験官の指示に従ってください。なお、試験時間中に、この問題集を切り取ったり、転記したりしないでください。

5. 下欄に受験番号等を記入してください。

第 1 次試験地	受験番号	氏　　　名

指示があるまで中を開いてはいけません。

途中で退室する場合………本試験種目終了後の問題集の持ち帰りを　　　**希望しない**

【No. 1】 Read the following text and answer the questions (1)–(4) **in English**.

著作権の関係で、掲載できません。

著作権の関係で、掲載できません。

Questions

⑴ What are two brown carbons (underlined ⑴) that have the biggest impact on global warming? Name them by chemical names, not by molecular formulae.

⑵ Explain the word numbered ⑵ in 30 words or less.

⑶ What is the importance of blue carbon on the carbon cycle?

⑷ Explain in 30 words or less how global warming can be mitigated. Use these four words: “black”, “brown”, “green” and “blue”.

【No.　2】 次の文章を読み、問い(1)～(4)に答えよ。

著作権の関係で、掲載できません。

著作権の関係で、掲載できません。

⑴　下線部⑴を和訳せよ。

⑵　下線部⑵について、具体的な内容を40文字以内の日本語で説明せよ。

⑶　下線部⑶について、筆者がentomologistの例を用いて示そうとしていることは何か。80文字以内の日本語で説明せよ。

⑷　下線部⑷について、どのような点でuniqueであるのかを100文字以内の日本語で説明せよ。

【No.　3】 次の文章を読み、下線部(1)～(4)を英訳せよ。

著作権の関係で、掲載できません。

H8—2024— **数　　学**

学科(記述式)試験問題

注　意　事　項

1. 問題は **3 題**で、解答時間は **1 時間 20 分**です。

2. 答案用紙の記入について

(ア)　答案は濃くはっきり書き、書き損じた場合は、解答の内容がはっきり分かるように訂正してください。また、答案用紙の表側だけで書ききれないときは、「**裏に続く**」と書いて裏側を使用してください。

(イ)　答案用紙は、表紙を除き **6 枚つづり 1 冊**です。

(ウ)　答案用紙の表紙の各欄にそれぞれ必要事項を記入してください。
［　　］—(　　)—□ の欄は［ H8 ］—(2024)—**数　学** と記入してください。

(エ)　答案用紙各枚の右上の(　ページ)欄に上から順にページ数を記入してください。

(オ)　下記のとおり指定されたページを使って解答してください。

【問題番号】	(ページ)
【No.　**1**】	(1 ～ 2)
【No.　**2**】	(3 ～ 4)
【No.　**3**】	(5 ～ 6)

(カ)　答案用紙各枚の左上にある(No.　　)の欄には問題番号を記入してください。

(キ)　試験の公正を害するおそれがありますので、答案用紙の氏名欄以外に氏名その他解答と関係のない事項を記載しないでください。

3. この問題集は、本試験種目終了後に持ち帰りができます。

4. 本試験種目の途中で退室する場合は、退室時の問題集の持ち帰りはできませんが、希望する方には後ほど渡します。別途試験官の指示に従ってください。なお、試験時間中に、この問題集を切り取ったり、転記したりしないでください。

5. 下欄に受験番号等を記入してください。

第 1 次試験地	受験番号	氏　　　名

指示があるまで中を開いてはいけません。

途中で退室する場合………本試験種目終了後の問題集の持ち帰りを　　**希望しない**

【No.　1】 m, n を 0 以上の整数、α, β を実数とし、

$$I(m,\ n) = \int_{\alpha}^{\beta} (x-\alpha)^m (\beta - x)^n dx$$

とする。以下の設問に答えよ。

⑴ $I(k,\ 0)$, $I(0,\ k)$ をそれぞれ求めよ。また、$I(k,\ 0)$ と $I(0,\ k)$ の関係式を述べよ。ただし、k は 0 以上の整数とする。

⑵ $I(m,\ 1)$, $I(1,\ n)$ をそれぞれ求めよ。また、$\beta = \alpha + 1$ のとき、$I(m,\ 1) = I(1,\ n)$ の必要十分条件は $m = g(n)$ の形で表すことができる。$g(n)$ を求めよ。

⑶ $I(m,\ n)$ を求めよ。

⑷ xy 平面において、曲線 $y = -x^4 + \dfrac{10}{3}x^3 - 4x^2 + 2x - \dfrac{1}{3}$ と x 軸で囲まれた図形の面積 S を求めよ。

【No.　2】 $|z|<1$ を満たす複素数 z に対し、複素数からなる数列(複素数列) $\{S_n\}$ を

$$S_1 = 1$$
$$S_n = 1 + z + z^2 + \cdots + z^{n-1} \qquad (n = 2, 3, \cdots)$$

により定義する。以下の設問に答えよ。ただし、各設問の最終的な解答における式は総和記号 $\sum$、極限記号 lim、及び省略記号 $\cdots$ を用いない形で示すこと。

(1) $0 < \arg z < \dfrac{\pi}{4}$ の場合について、S_1，S_2，S_3 を表す点を複素数平面上に図示せよ。また、S_1 と S_2 を結ぶ線分 S_1S_2 の長さ、S_2 と S_3 を結ぶ線分 S_2S_3 の長さ、実軸と線分 S_1S_2 のなす角度、及び線分 S_1S_2 と線分 S_1S_3 のなす角度をそれぞれ z を用いて表し、それらを図に書き加えよ。

(2) S_n を z を用いて表せ。

(3) 複素数列 $\{S_n\}$ の極限値を推測し、$\{S_n\}$ がその値に収束することを示せ。ただし、複素数列 $\{a_n\}$ がある複素数 a に収束するとは

$$\lim_{n\to\infty} |a_n - a| = 0$$

が成立することをいい、このときの a を $\{a_n\}$ の極限値という。

(4) r を $0 \leqq r < 1$ を満たす実数、θ を $0 \leqq \theta < 2\pi$ を満たす実数とするとき、無限級数

$$1 + r\cos\theta + r^2\cos 2\theta + r^3\cos 3\theta + \cdots$$

の和を r，θ を用いて表せ。必要であれば、複素数列 $\{a_n\}$ が複素数 $a = \alpha + i\beta$ (α，β は実数) に収束するとき、a_n の実部は α に収束し、a_n の虚部は β に収束することを用いてよい。

(5) $S_0 = 0$ として、複素数平面上の点 $S_0, S_1, S_2, \cdots, S_n$ を順次線分で結んで得られる折れ線の長さを L_n とする。L_n の $n \to \infty$ での極限を z を用いて表せ。

(6) 複素数 z を、実数 t を用いて $z = t + (1-t)i$ と表す。t が $0 < t < 1$ の範囲を動くときの $\{S_n\}$ の極限値の軌跡を求め、z の軌跡及び原点を中心とする単位円と共に複素数平面上に図示せよ。

【No.　3】 xyz 空間において、原点 O を中心とする半径 1 の球面を S とし、球面 S に点 A$(1, 0, 0)$ で接する y 軸に平行な直線の上を動く点 B$(1, t, 0)$ を考える。ただし、$t > 0$ とする。点 B を通る S の接線のうち、S に $z > 0$ の領域で接し、かつ z 軸と交わるものを L とする。また、L と S の接点を C とし、L と z 軸の交点を D とする。以下の設問に答えよ。

⑴　点 C の座標を t を用いて表せ。

⑵　線分 BD の長さを t を用いて表せ。また、その最小値を求めよ。

⑶　点 C で球面 S に接する平面 M を考える。M と x 軸、y 軸との交点をそれぞれ E，F とする。三角形 DEF の面積を t を用いて表せ。また、その最小値を求めよ。

H8─2024─ 物　　理

学科（記述式）試験問題

注　意　事　項

1．問題は **3 題**で、解答時間は **1 時間 20 分**です。

2．答案用紙の記入について

㈠　答案は濃くはっきり書き、書き損じた場合は、解答の内容がはっきり分かるように訂正してください。また、答案用紙の表側だけで書ききれないときは、「**裏に続く**」と書いて裏側を使用してください。

㈡　答案用紙は、表紙を除き **6 枚つづり 1 冊**です。

㈢　答案用紙の表紙の各欄にそれぞれ必要事項を記入してください。
［　　］─（　　）─ $\boxed{}$ の欄は［ H8 ］─（2024）─ **物　理** と記入してください。

㈣　答案用紙各枚の右上の（　ページ）欄に上から順にページ数を記入してください。

㈤　下記のとおり指定されたページを使って解答してください。

【問題番号】	（ページ）
【No.　**1**】	（ 1 ～ 2 ）
【No.　**2**】	（ 3 ～ 4 ）
【No.　**3**】	（ 5 ～ 6 ）

㈥　答案用紙各枚の左上にある（No.　　）の欄には問題番号を記入してください。

㈦　試験の公正を害するおそれがありますので、答案用紙の氏名欄以外に氏名その他解答と関係のない事項を記載しないでください。

3．この問題集で単位の明示されていない量については、全て国際単位系（SI）を用いることとします。

4．この問題集は、本試験種目終了後に持ち帰りができます。

5．本試験種目の途中で退室する場合は、退室時の問題集の持ち帰りはできませんが、希望する方には後ほど渡します。別途試験官の指示に従ってください。なお、試験時間中に、この問題集を切り取ったり、転記したりしないでください。

6．下欄に受験番号等を記入してください。

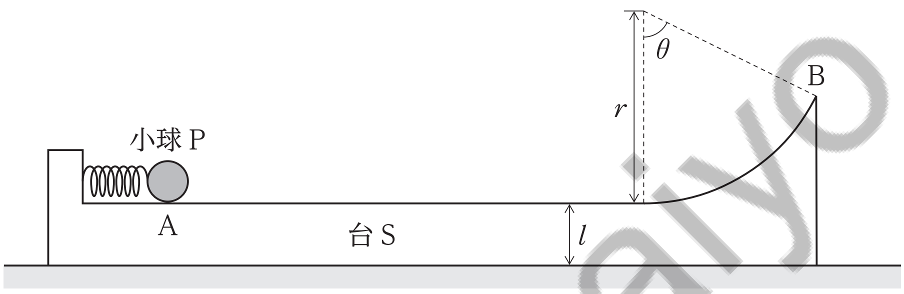
第 1 次試験地	受験番号	氏　　　　名

指示があるまで中を開いてはいけません。

途中で退室する場合………本試験種目終了後の問題集の持ち帰りを　　**希望しない**

【No.　1】 図Ⅰのように、水平で滑らかな床の上に質量 M の台Sがある。Sの上面は、断面が半径 r、中心角 $\theta\left(0 < \theta < \dfrac{\pi}{2}\right)$ の円筒面と床からの高さが l の水平面とで構成され、全て滑らかであり、水平面と円筒面の接続はなだらかに連続している。質量の無視できるばね定数 k のばねの左端がSに固定されており、ばねの右端には質量 m の小球Pが接触している。Pが台上の点Aに静止しているとき、ばねは自然長の状態である。重力加速度の大きさを g とし、PやSは回転運動をすることなく紙面に平行な面のみで運動し、空気の抵抗は無視できるものとして、以下の問いに答えよ。ただし、答えのみでなく、考え方や計算の過程も記すこと。

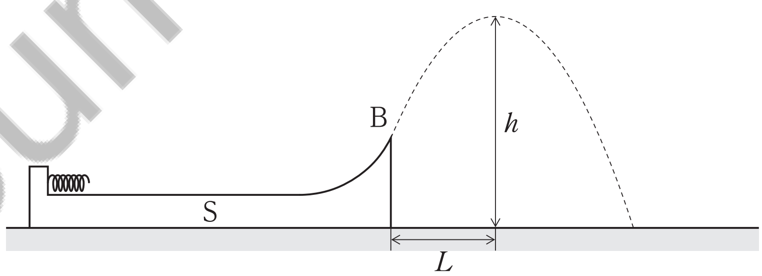
なお、以下の設問におけるPやSの速さは床から見たときのものである。



図Ⅰ

⑴　Sを床に固定した状態で、Pを点Aから左へ距離 a だけ移動させ、全体を静止させてからPを静かに放した。ばねの右端の部分がPを押し、点Aでばねと Pが離れたとする。点AでのPの速さ v_0 を求めよ。

⑵　⑴のときのPの運動によりPがSの右端の点Bを通過するための a の条件を m、g、r、θ、k を用いて表せ。ただし、ばねとPが離れて以降、ばねは伸び縮みしないものとする。



図Ⅱ

⑶　⑵のときの a の条件を満たし、Pが点Bを通過する瞬間の速さを v_1 とする。図Ⅱの破線で示すPの描く軌道の点Bから最高点までの水平距離 L を、v_1、g、θ を用いて表せ。

⑷　⑶で考えた最高点の床からの高さ h を、v_1、g、r、θ、l を用いて表せ。

次に、Sを床に固定しない状態を考える。Pを点Aから左へ距離 a だけ移動させ、全体を静止させてからPとSを静かに同時に放した。Sを床に固定しているときとは異なり、ばねの右端の部分がPを押すと同時にSも動き出す。ただし、ばねが自然長となる瞬間にばねとPは離れ、それ以降、ばねは伸び縮みしないものとする。

(5) Pが点Aに達したときのPの右向きの速さを v_2、そのときのSの右向きの速さを V_2 とする。V_2 を m、M、v_2 を用いて表せ。

(6) (5)のときのPとSの運動、及びPとSが運動を始める直前にばねの縮みが a であることを考慮して、v_2 を m、M、k、a を用いて表せ。

(7) (6)から引き続き、PがS上を運動し、点Bに達した瞬間のPの水平右向きの速さを v_x、鉛直上向きの速さを v_y とし、この瞬間のSの水平右向きの速さを V_x とする。$\tan\theta$ を v_x、v_y、V_x を用いて表せ。

(8) V_x を m、M、v_x のみを用いて表すことによって、$\tan\theta$ を m、M、v_x、v_y を用いて表せ。

(9) 床から見たときにPが点Bから水平面と角 ϕ をなす向きに飛び出したとする。$\tan\phi$ を m、M、θ を用いて表せ。

【No.　2】 滑らかに動くピストンがはめられたシリンダーに、n モルの理想気体が密閉されている。このシリンダーは断熱材で作られているが、温度調節器により内部の気体を加熱又は冷却することができる。シリンダー底面からピストンまでの距離は L、シリンダー内部の気体の圧力と温度はそれぞれ P、T とする。外気圧は P_0 で一定として、このシリンダーの向きを変えたときの内部の気体の状態の変化や熱の出入りを考える。気体定数を R、重力加速度の大きさを g として、以下の設問に答えよ。ただし、答えのみでなく、考え方や計算の過程も記すこと。

(1) はじめ、図 I **A** のようにシリンダーが水平に置かれているとき、$L = L_0$、$T = T_0$ であった。温度調節器を用いてこのシリンダーの内部の気体の温度を一定($T = T_0$)に保ったまま、ゆっくりとシリンダーを立てて図 I **B** のように鉛直にしたとき、$L = L_1$ となった。このシリンダーの断面積 S とピストンの質量 M、そしてシリンダーを立てたときの内部の気体の圧力 $P = P_1$ を求め、それぞれ、n、P_0、T_0、R、g、L_0、L_1 のうち必要なものを用いて表せ。

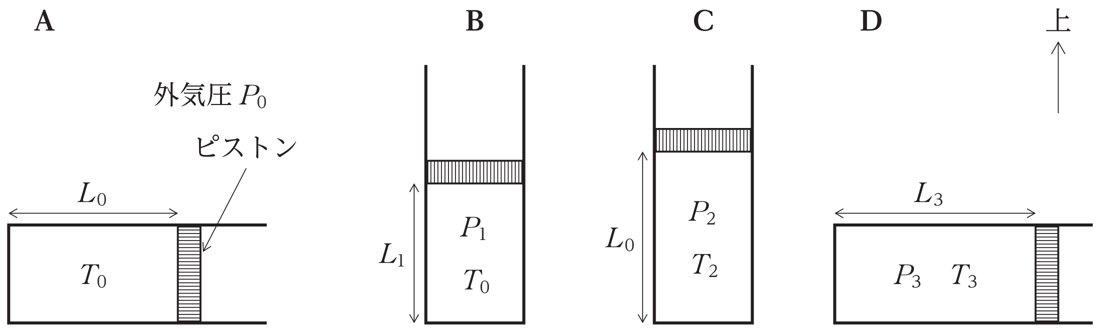
(2) (1)でシリンダーを立てた状態(図 I **B**)から、温度調節器により、シリンダー内部の気体の温度をゆっくり変化させたところ、図 I **C** のように $L = L_0$ となり、そのときシリンダー内の気体の圧力と温度はそれぞれ $P = P_2$、$T = T_2$ であった。この P_2 と T_2 を求め、それぞれ、P_0、T_0、L_0、L_1 のうち必要なものを用いて表せ。

(3) (2)で $L = L_1$ から $L = L_0$ に変化させた過程で、シリンダー内の気体が外部にした仕事 W_2 と、温度調節器により加えられた熱量 Q_2 を求め、n、P_0、T_0、R、g、L_0、L_1 と定積モル比熱 C_v のうち必要なものを用いて表せ。

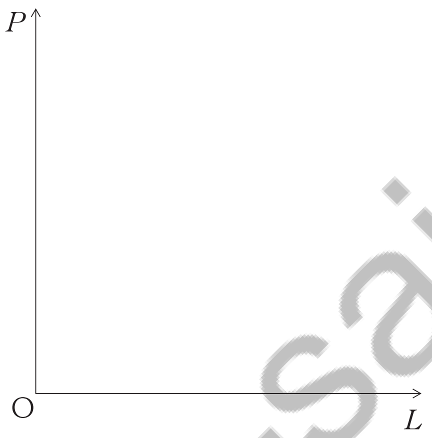
(4) (2)で $L = L_0$ にした状態(図 I **C**)から、今度は、温度調節器による外部との熱の出入りがないようにしてシリンダーをゆっくり傾け、最終的に図 I **D** のように水平にすると、$L = L_3$、$P = P_3$、$T = T_3$ となった。このときの $\dfrac{P_3}{P_0}$、$\dfrac{L_3}{L_0}$、及び $\dfrac{T_3}{T_0}$ をそれぞれ求め、L_0、L_1、γ のうち必要なものを用いて表せ。なお、γ は比熱比(定数、$\gamma > 1$)で、理想気体で熱の出入りがない断熱変化の過程では、気体の圧力と体積をそれぞれ P、V とすると $PV^{\gamma} =$ 一定 の関係が成り立つことを用いてよい。

(5) (4)の過程でシリンダー内部の気体が外部にした仕事 W_3 を求め、n、P_0、T_0、R、g、L_0、L_1、C_v、γ のうち必要なものを用いて表せ。

(6) (1)(2)(4)の変化について、図 II のように横軸を L、縦軸を P として、一つの図の中にグラフの概形を描け(手描きでよい)。ただし、図にはどの変化かを明示し、図中の横軸・縦軸に、それぞれ、L_0、L_1、L_3 と、P_0、P_1、P_2、P_3 の大小が分かるように明示すること。



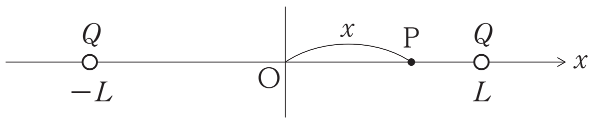
図Ⅰ



図Ⅱ

【No.　3】 電磁気に関する以下のⅠ、Ⅱの設問に答えよ。ただし、答えのみでなく、考え方や計算の過程も記し、答えはできるだけ簡潔な形で表せ。

Ⅰ．図のように、それぞれ電気量 Q の二つの正の点電荷が、原点Oを中央にはさんで x 軸上に距離 $2L$ 離れて固定されている。x 軸上の正の部分で原点Oより距離 $x\,(0 < x < L)$ にある点をPとする。以下の問いに答えよ。ただし、静電気に関するクーロンの法則の比例定数を k として、電位の基準を無限遠に選び(無限遠における電位を0とする)、重力の影響は無視できるものとする。



⑴　Pにおける電場(電界)の強さ E_{P} と向きを求めよ。

⑵　Pにおける電位 V_{P} を求めよ。

x 軸上にある質量 m、正電荷 q をもつ荷電粒子の運動を考える。この荷電粒子は x 軸上を滑らかに動くものとする。

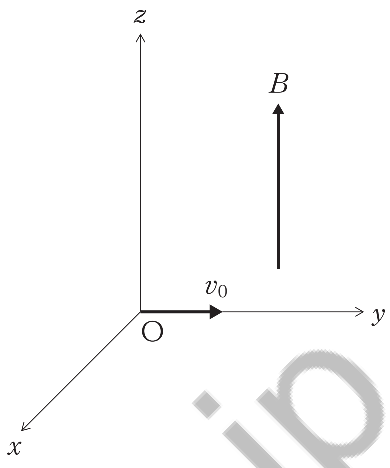
⑶　いま、点Pにおいて、粒子は速さ v で x 軸の正の向きに運動している場合を考える。このときの、粒子の運動エネルギーと静電気力による位置エネルギーの和 E を求めよ。

⑷　次に、粒子を点Pで静かに放した場合を考える。このとき、粒子は原点Oを中心に往復運動(振動)を行う。原点Oを通過するときの粒子の速さ v_1 を求めよ。

Ⅱ．図Ⅰのように、z 軸の正の向きに磁束密度 B の一様な磁場（磁界）がかけられた空間で、質量 m、負電荷 $-q$ $(q > 0)$ をもつ荷電粒子を、原点Ｏから y 軸の正の向きに速さ v_0 で発射した。荷電粒子は発射したときの速さ v_0 を維持したまま xy 平面上を等速円運動した。以下の問いに答えよ。ただし、重力や地磁気の影響は無視できるものとする。

⑴　円運動の周期 T を求めよ。

⑵　円軌道の中心の座標 (x_0, y_0) を求めよ。

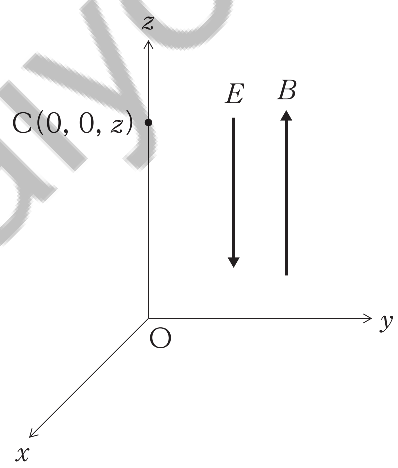


図Ⅰ

次に、図Ⅱのように、この荷電粒子が原点Ｏにもどってきた瞬間から、磁束密度 B の磁場に加えて、強さ E の一様な電場が z 軸の負の向きにかけられたときを考える。荷電粒子は磁場と電場の両方から力を受けて運動し、z 軸上の点 $\mathrm{C}(0, 0, z)$ を通過した。ただし、Ｃの座標 z は $z > 0$ とする。

⑶　粒子が点Ｃを通過するときの速さ v を、Ｃの座標 z の関数として求めよ。

⑷　電場を加えた後、点Ｃが粒子の z 軸上の最初の通過点であるとき、Ｃの座標 z を q、m、B、E を用いて表せ。



図Ⅱ