

2025 年度 情報理工学域特別編入学試験

数 学

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子の中を見てはいけません。
2. 試験中に問題用紙の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
3. 受験番号を、すべての解答用紙の受験番号欄に記入しなさい。
4. 試験時間は 120 分です。
5. 問題用紙は 2 枚、解答用紙は 4 枚です。
6. 問題は全部で 5 問あります。合計 4 問選択し、その 4 問を解答しなさい。
なお、5 問全部について解答することはできません。
7. 解答用紙の左上の枠に、選択した問題の番号を正しく記入しなさい。
8. 1 問につき 1 枚の解答用紙に書きなさい。
必要なら解答用紙の裏面を使用してもよいが、その時には表面に「裏面に続く」と記入しなさい。
9. 試験終了後、この問題冊子は持ち帰りなさい。

問題は次のページからです。

このページは問題冊子の枚数に含みません。

数 学

1

k を実数として, 3つのベクトル $\mathbf{p}_1 = \begin{bmatrix} -1 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix}$, $\mathbf{p}_2 = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 2 \end{bmatrix}$, $\mathbf{p}_3 = \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \\ k \end{bmatrix}$ を考える. このとき,

以下の問いに答えよ.

(配点 30)

(1) 3次正方行列 $P = [\mathbf{p}_1 \ \mathbf{p}_2 \ \mathbf{p}_3]$ が正則となるための k の条件を求めよ.

(2) 第1行が $[29 \ -22 \ 8]$ である3次正方行列 A を考える.

(i) $\mathbf{p}_1$ が A の固有ベクトルとなっているとする. $A\mathbf{p}_1 = \lambda_1\mathbf{p}_1$ となる実数 λ_1 を求めよ.

(ii) $\mathbf{p}_1, \mathbf{p}_2, \mathbf{p}_3$ が A の固有ベクトルとなっているとし, k が (1) で求めた条件をみたすとする. このとき, 正の整数 n に対して, A^n の行列式 $|A^n|$ の値を k と n の式で表せ.

2

3次正方行列 A と $\mathbb{R}^3$ のベクトル $\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3$ を

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 0 & -2 \\ 2 & -3 & -5 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{e}_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{e}_2 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{e}_3 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

と定義する. 線形写像 $f: \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}^3$ を $f(\mathbf{x}) = A\mathbf{x}$ ($\mathbf{x} \in \mathbb{R}^3$) で定める. さらに,

$$\mathbf{v}_1 = f(\mathbf{e}_1), \quad \mathbf{v}_2 = f(\mathbf{e}_2)$$

とする. このとき, 以下の問いに答えよ.

(配点 30)

(1) $f(\mathbf{e}_3)$ を $\mathbf{v}_1$ と $\mathbf{v}_2$ の1次結合で表せ.

(2) f の像 $\text{Im } f$ を $V = \text{Im } f$ とおく. 線形写像 $g: V \rightarrow V$ を $g(\mathbf{v}) = f(\mathbf{v})$ ($\mathbf{v} \in V$) で定める. このとき, V の基底 $(\mathbf{v}_1, \mathbf{v}_2)$ に関する g の表現行列 B を求めよ.

(3) I を2次単位行列とすると, $B^2 = \alpha B + \beta I$ となる実数 α, β を求めよ.

3

2変数関数 $f(x, y) = (2x^2 - y^2)e^{x+y}$ について、以下の問いに答えよ。 (配点 30)

- (1) $f(x, y)$ のマクローリン展開における x^3y^3 の係数を求めよ。
- (2) 曲面 $z = f(x, y)$ 上の点 $(1, -1, 1)$ における接平面の方程式を求めよ。
- (3) $f(x, y)$ の偏導関数を $f_x(x, y), f_y(x, y)$ とする。 $f_x(x, y) = f_y(x, y) = 0$ を満たす (x, y) をすべて求めよ。
- (4) $f(x, y)$ の極値をすべて求めよ。

4

以下の問いに答えよ。 (配点 30)

- (1) 次の重積分の値を求めよ。

$$I = \iint_D \sin(\pi y^2) dx dy, \quad D = \{(x, y) : 0 \leq x \leq 1, x \leq y \leq 1\}$$

- (2) $y = y(x)$ に関する次の微分方程式の一般解を求めよ。さらに、条件 $y(0) = 1$ をみたす解を求めよ。

$$y' - 2xy = 4x^3$$

5

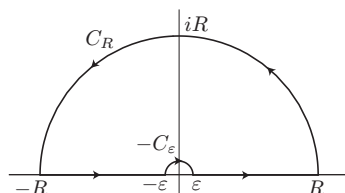
複素関数 $f(z) = \frac{1 - e^{iz}}{z^2}$ について、以下の問いに答えよ。ただし、 i は虚数単位を表す。 (配点 30)

- (1) $f(z) = \frac{\alpha}{z} + g(z)$ (α は定数, $g(z)$ は複素平面上で正則) と表すとき, α の値を求めよ。

- (2) $r > 0$ に対して, $C_r : z = re^{i\theta}$ ($0 \leq \theta \leq \pi$) とするとき, $\int_{C_r} \frac{dz}{z}$ を計算せよ。

- (3) $\lim_{r \rightarrow +0} \int_{C_r} f(z) dz, \quad \lim_{r \rightarrow \infty} \int_{C_r} f(z) dz$ を求めよ。

- (4) $f(z)$ を下図の積分路に沿って積分し, $\varepsilon \rightarrow +0, R \rightarrow \infty$ として, $\int_0^\infty \frac{1 - \cos x}{x^2} dx$ を求めよ。ただし, $-C_\varepsilon$ は C_ε を逆向きにした積分路を表す。



2025 年度 情報理工学域特別編入学試験

物 理 学 ・ 化 学

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子の中を見てはいけません。
2. 問題用紙は 7 枚で、問題は物理学 3 問、化学 3 問あります。
物理学又は化学のいずれかを選択し、選択した科目の全問に解答しなさい。
3. 解答用紙は物理学 3 枚（～），化学 3 枚（～）あります。
4. 受験番号を、すべての解答用紙の受験番号欄に記入しなさい。
5. 解答用紙の「科目の選択」欄には、選択した科目の 3 枚すべてに○印を、
選択しない科目の 3 枚すべてに×印を付けなさい。
6. 解答は、選択した科目の解答用紙（○印を付けた解答用紙）に記入しなさい。
必要なら解答用紙の裏面を使用してもよいが、そのときには表面に「裏面に続く」と記入しなさい。
7. 試験中に問題用紙の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に
気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
8. 試験時間は 90 分です。
9. 試験終了時に、監督者の指示に従って、すべての解答用紙を提出しなさい。
10. 試験終了後、この問題冊子は持ち帰りなさい。

問題は次のページからです。

このページは問題冊子の枚数に含みません。

物 理 学

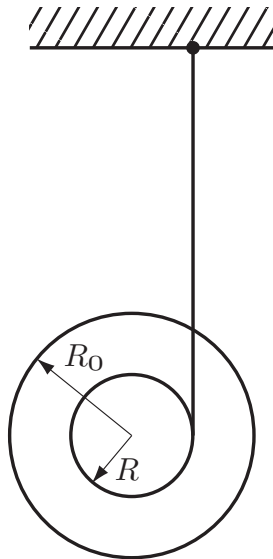
1

図のように、質量 M 、半径 R_0 、回転軸まわりの慣性モーメント I_G の円板がある。半径 R の円板の回転軸に糸を巻きつけ、糸の上端を固定して円板を静かに落下させた。このとき円板は回転しながら落下し、糸は鉛直であった。糸にはたらく張力を S 、重力加速度の大きさを g 、鉛直下向きを正として、以下の問に答えよ。(配点 30)

- (1) 落下する円板の加速度 A を用いて、円板の鉛直方向の運動方程式を書け。
- (2) 回転する円板の角速度 ω を用いて、円板の回転軸まわりの運動方程式を書け。
- (3) 円板と糸が滑らない条件を A と ω を使って表せ。
- (4) 円板が落下する加速度と重力加速度の比の値 $\frac{A}{g}$ を、 I_G 、 M 、 R を使って表せ。

円板の慣性モーメントは $I_G = \frac{1}{2}MR_0^2$ と与えられる。

- (5) 回転軸の半径と円板の半径の比の値 $\frac{R}{R_0}$ を横軸に、 $\frac{A}{g}$ を縦軸に取り、 $0 < \frac{R}{R_0} \leq 1$ の範囲でグラフを描け。



物 理 学

2

図のように，真空中に置かれた半径 R の無限に長い円柱の内部に，一様な電荷密度 $\rho (> 0)$ で電荷が蓄えられている．真空の誘電率（電気定数）を ϵ_0 ，円柱の中心軸からの距離を r として，以下の問に答えよ．（配点 30）

静電場のガウスの法則は， $\vec{E}(\vec{r})$ を閉曲面上の電場， $\vec{n}(\vec{r})$ を閉曲面の法線ベクトル， Q を閉曲面内の全電荷として，次式で与えられる．

$$\int_S \vec{E}(\vec{r}) \cdot \vec{n}(\vec{r}) dS = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

- (1) ガウスの法則を用いて，円柱の内部および外部の電場を求めよ．また，縦軸に電場の大きさ E ，横軸に中心軸からの距離 r を取り，グラフを描け．グラフの横軸の範囲は $0 < r < 4R$ とし，特徴的な値を示すこと．

電位のポアソン方程式は， $V(\vec{r})$ を電位， $\sigma(\vec{r})$ を電荷密度として，次式で与えられる．

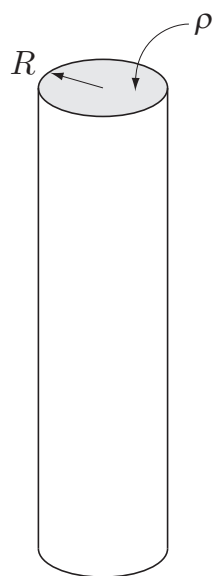
$$\nabla^2 V(\vec{r}) = -\frac{\sigma(\vec{r})}{\epsilon_0} \quad (1-a)$$

- (2) 円柱の内部および外部の位置におけるポアソン方程式をそれぞれ書け．
 (3) ポアソン方程式を用いて，円柱の内部および外部の電位を求めよ．電位の基準点は円柱側面とする．なお，電荷分布が軸対称である場合， $V(\vec{r})$ も軸対称であり，次式が成り立つ．

$$\nabla^2 V(\vec{r}) = \frac{d^2 V(r)}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dV(r)}{dr} = \frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left\{ r \frac{dV(r)}{dr} \right\}$$

また，電位は $r = 0$ で有限であり， r 方向の電場の成分 $E_r = -\frac{dV(r)}{dr}$ は， $r = R$ において連続である．

- (4) 縦軸に電位 V ，横軸に中心軸からの距離 r を取り，グラフを描け．グラフの横軸の範囲は $0 < r < 4R$ とし，特徴的な値を示すこと．



物 理 学

3

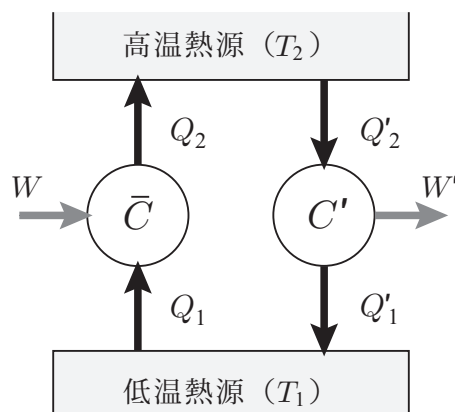
熱機関とカルノーサイクルについて、以下の問に答えよ。(配点 30)

(1) 理想気体のカルノーサイクルについて正しい説明を すべて 選べ。

- (a) サイクルへの熱の受け入れは等温膨張で起こる.
- (b) 等温膨張で外部にする仕事の大きさは受け入れた熱より小さい.
- (c) 断熱膨張と断熱圧縮での外部にする仕事の絶対値は等しい.
- (d) 熱効率を熱源の絶対温度のみで決めることはできない.

図のように、逆カルノーサイクル $\bar{C}$ は、1 サイクルの間に外部からの仕事 W によって、温度 T_1 の低温熱源から熱 Q_1 を受け取り、温度 T_2 の高温熱源に熱 Q_2 を放出する. 一方、熱機関 C' は 1 サイクルの間に高温熱源から熱 Q'_2 を受け取り、低温熱源に熱 Q'_1 を放出し、外部に仕事 W' を行う. これら二つのサイクルを組み合わせた複合熱機関について考える.

- (2) 逆カルノーサイクルが低温熱源から受け取る熱 Q_1 と高温熱源に放出する熱 Q_2 を求めよ. ただし, T_1, T_2, W, W' の中から必要なものを用いて表せ.
- (3) 熱機関 C' の熱効率 η' と可逆機関である逆カルノーサイクルの熱効率 $\eta_{\bar{C}}$ のそれぞれを, Q_1, Q_2, Q'_1, Q'_2 のうち必要なものを用いて表せ. また, 両者の熱効率の大小関係を等号や不等号などの数式で表せ.
- (4) 逆カルノーサイクルを $Q_1 = Q'_1$ になるように調節した. このとき 2 つのサイクルを組み合わせたサイクル全体で, 高温熱源と出入りする正味の熱 Q の大きさを, W, W' の中から必要なものを用いて表せ. また, 複合熱機関は高温熱源から熱を受け取るか, 高温熱源へ熱を放出するか理由を付けて答えよ.



化 学

1

原子の構造に関する以下の問に答えよ。計算を要する問には導出過程も記すこと。(配点 30)

(1) 原子の軌道は、主量子数 n 、方位量子数 l 、磁気量子数 m を用いて表される。

(a) 次の軌道にはどのような量子数の組 (n, l, m) が可能か。それぞれについて (n, l, m) の組を例にならってすべて記せ。(例: $(n, l, m) = (1, 0, 0), \dots$)

(i) 3d 軌道 (ii) 4f 軌道

(b) 前問 (a) の軌道に収容することのできる電子の総数をそれぞれ答えよ。

(c) 基底状態における ${}_{13}\text{Al}$, ${}_{19}\text{K}$ 中性原子の電子配置を例にならってそれぞれ示せ。
(例: $\text{Li } 1s^2 2s^1$)

(2) 原子の最外殻電子のエネルギー E_n [J] は次の近似式で与えられる。

$$E_n = -2.2 \times 10^{-18} \times \frac{(Z-\sigma)^2}{n^2}$$

ただし、 Z は原子番号、 σ は遮蔽定数、 n は主量子数である。ヘリウム原子の電子に対する遮蔽定数 σ を 0.65 とする。ヘリウム原子の第 1 イオン化エネルギー (I_p) の近似値を求めよ。

(3) 周期表で同一周期の元素では、一般的に原子番号の増加とともに中性原子の第 1 イオン化エネルギー (I_p) が増加するが、逆に I_p が減少する例もある。減少する例として第 2 周期では ${}_4\text{Be}$ と ${}_5\text{B}$, ${}_7\text{N}$ と ${}_8\text{O}$ が挙げられる。それぞれの理由を電子配置を用いて説明せよ。

(4) ボーアの水素原子モデルでは原子核のまわりの電子の等速円運動を考える。その軌道半径 r は式 (i) で表される。また、ボーアの理論では量子仮説の式 (ii) が導入されている。

$$r = \frac{\epsilon_0 h^2 n^2}{\pi m_e e^2} \dots (i) \quad m_e r v = \frac{n h}{2\pi} \dots (ii)$$

n は主量子数、 v は電子の速度、 ϵ_0 は真空の誘電率 ($8.9 \times 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$)、 h はプランク定数 ($6.6 \times 10^{-34} \text{ J s}$)、 e は電気素量 ($1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)、 m_e は電子の質量 ($9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$) である。必要に応じて () 内の物理定数の値を用いること。

(a) 基底状態における電子の速度 [m s^{-1}] はいくらか。

(b) 前問 (a) の電子のド・ブローイ波の波長 [m] はいくらか。

(c) 主量子数 n の軌道の円周の長さは、その軌道にある電子のド・ブローイ波の波長の何倍であるか。理由とともに述べよ。

化 学

2

化学結合に関する以下の問に答えよ。計算を要する問では、導出過程も示すこと。ただし、電気素量 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 、双極子モーメント $1 \text{ D (デバイ)} = 3.3 \times 10^{-30} \text{ C m}$ とする。(配点 30)

- (1) 下記(a)~(d)の分子群をそれぞれ永久双極子モーメントの大きい順に並べて例のように記せ。ただし、分子内の静電的な電荷の偏りは次の電気陰性度を用いて考えよ。結合に沿った電荷の偏りは、ベクトルとして足し合わせることができるものとする。Cl を含む場合は、C と H の間の電荷の偏りは無視できるものとする。

H 2.20, B 2.04, C 2.55, N 3.04, O 3.44, F 3.98, S 2.58, Cl 3.16

例 $\text{HCl} > \text{N}_2 = \text{H}_2$

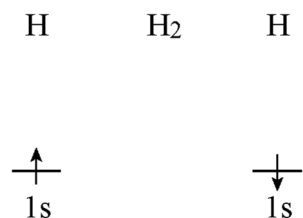
(a) CS_2 CH_4 H_2O

(b) NH_3 BF_3 NH_4^+

(c) *cis*-1,2-ジクロロエチレン *trans*-1,2-ジクロロエチレン ジクロロアセチレン
ジクロロメタン

(d) *o*-ジクロロベンゼン *m*-ジクロロベンゼン *p*-ジクロロベンゼン

- (2) HF 結合のイオン性は 0.41 である。原子間距離が 92 pm のとき、HF の永久双極子モーメントは何 D か。
- (3) BeCl_2 分子は直線構造をとる。この理由を Be 中性原子の電子配置と混成軌道の概念を使って説明せよ。
- (4) H_2 分子を構成する 2 個の H 原子について、1s 軌道のエネルギー準位を下図に示す。この図を解答用紙に書き写し、以下の(a)~(d)に答えよ。
- (a) 中央の空白領域に H_2 の分子軌道 σ, σ^* のエネルギー準位をそれぞれ示せ。
- (b) 電子の矢印 ($\uparrow, \downarrow$) を使って H_2 での電子の占有状態を図中に示せ。
- (c) σ^* 軌道の「*」が示す軌道の性質の名称を書け。また、この性質を念頭に、 σ^* 軌道を電子が占有したと仮定したときの電子の空間分布の特徴を説明せよ。
- (d) H_2^+ の結合次数を計算せよ。



化 学

3

化学熱力学に関する以下の問に答えよ。計算を要する問では導出過程も記すこと。なお、気体定数は $R = 8.3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。原子量は H 1.0, O 16 とする。(配点 30)

- (1) ①27°Cの水 120 g と②87°Cの水 180 g を用意し、これらを断熱的に定圧条件で十分に混合した。以下の問に答えよ。ただし、水の定圧モル熱容量は $75 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ で一定とし、自然対数 $\ln 2 = 0.69$, $\ln 3 = 1.10$, $\ln 5 = 1.61$, $\ln 7 = 1.95$ とする。
- (a) 混合後、何°Cで熱平衡に達するか。
- (b) ①の混合前後におけるエントロピー変化 ΔS_1 を求めよ。
- (c) ②の混合前後におけるエントロピー変化 ΔS_2 を求めよ。
- (d) 系全体のエントロピー変化 ΔS を求めよ。また、熱力学第2法則の内容を簡潔に説明し、系全体のエントロピー変化は熱力学第2法則にあっているかを答えよ。

- (2) 物質がある温度で気液平衡の状態にあるとき、次のようなクラウジウス-クラペイロンの式が成立する。 P は蒸気圧, T は温度, $\Delta_{\text{vap}}H$ はモル蒸発エンタルピーである。

$$\frac{d \ln P}{dT} = \frac{\Delta_{\text{vap}}H}{RT^2}$$

上式から次式があたえられる。

$$\ln P = \boxed{\text{ア}}$$

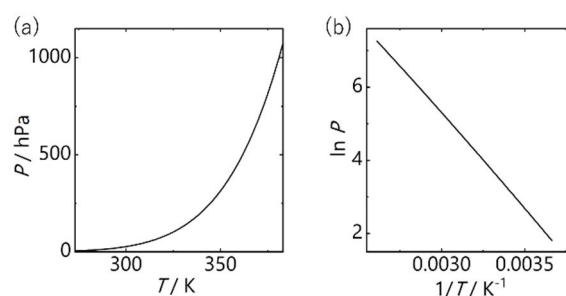


図1 水の蒸気圧の温度変化. (a) 温度対蒸気圧のプロット, (b) $1/T$ 対蒸気圧の対数プロット.

- (a) アの部分に入る式を答えよ。積分定数は C とせよ。

- (b) 水の蒸気圧と温度の関係を図1に示す。図

1 (b)の 100°C ($1/T = 0.0027 \text{ K}^{-1}$) での傾きは -4900 K となった。100°Cでの水のモル蒸発エンタルピー $\Delta_{\text{vap}}H$ を求めよ。

- (c) 前問(b)のモル蒸発エンタルピーを用いて、水の定圧モル蒸発エントロピー $\Delta_{\text{vap}}S$ を求めよ。

- (d) 沸点における液体のモル蒸発エントロピーはすべての液体についてほぼ一定で、 $85 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ であるという法則がトルートンにより提案された(トルートンの規則)。表1にいくつかの物質について例を示す。水のモル蒸発エントロピーは、トルートンの規則から値がずれることが知られている。水のモル蒸発エントロピーがトルートンの規則から外れる理由を、表1に示したエタノールの値も参考にして記せ。

表1 モル蒸発エントロピー

物質	$\Delta_{\text{vap}}S$ / $\text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
エタノール	111.9
ジエチルエーテル	84.5
ヘキサン	84.6
エタン	84.4

2025 年度 情報理工学域特別編入学試験

英 語

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子の中を見てはいけません。
2. 試験中に問題用紙の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
3. 受験番号を、すべての解答用紙の受験番号欄に記入しなさい。
4. 試験時間は 90 分です。
5. 問題用紙は 6 枚、解答用紙は 2 枚です。解答用紙の該当欄に解答しなさい。
6. 問題は 2 問あります。両方とも解答しなさい。
7. 試験終了後、この問題冊子は持ち帰りなさい。

問題は次のページからです。

このページは問題冊子の枚数に含みません。

英 語

- [I] 以下の英文を読み、その内容に合うように日本語の要約中の空欄を埋めなさい。（要約は英文の後にあります。）空欄に入れるべき文字数とマスのは特に連動していないので、20 字以内で必要な長さを日本語で書きなさい。英数字は 1 マスに 2 文字を記入すること。（配点 45）

例：UEC →

UE

C

 123 →

12

3

著作権上の都合により、掲載いたしません。

英 語

著作権上の都合により、掲載いたしません。

英 語

著作権上の都合により、掲載いたしません。

出典

Brown University (2024, March 8). Lack of focus doesn't equal lack of intelligence—it's proof of an intricate brain. *ScienceDaily*. <https://www.sciencedaily.com/releases/2024/03/240308122958.htm>

【要約】

人間が（ ① ）を別々に統御できることがこれまでの心理学研究で知られていたが、新たな研究で、この二つの機能の（ ② ）が判明した。多数の二色の（ ③ ）の色や動きを見分ける際の脳活動を測定すると、特定の脳領域が（ ④ ）を必要に応じて増減しながら調整していることがわかった。この結果によれば、人間が（ ⑤ ）のは、能力の欠如ではなく、（ ⑥ ）ためである。この発見を基に、治療法としての応用や動機が注意力に与える影響等が研究されている。

英 語

I 下書き用紙

注意：答えは必ず解答用紙に書きなさい。英数字は 1 マスに 2 文字を記入すること。

例：UEC →

UE

C

 1234 →

12

34

①																			
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

②																			
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

③																			
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

④																			
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

⑤																			
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

⑥																			
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

英 語

II 次の二つの質問から**一つだけ**選んで、少なくとも二つの理由を挙げて英語で具体的に答えなさい。選んだ質問の番号を解答用紙の[]の中にも書きなさい。下書き用紙が次のページにあります。（配点 45）

1. Universal basic income is the idea that the government pays a fixed amount of money to all adults each month, whether or not they have a job. Do you agree with this idea? Why or why not?

OR

2. In Japan, married couples are legally required to use the same family name. In your opinion, should married couples in Japan be allowed to legally use different family names? Why or why not?

英 語

Ⅱ 下書き用紙

注意：答えは必ず解答用紙に書きなさい。