

2020 年度入学者
大学院総合生存学館
筆答試験（専門基礎科目）
問題冊子

Graduate School of Advanced Integrated
Studies in Human Survivability, Kyoto University

Written Examination Questions

試験時間	10:00~11:30
Test Time	(1時間30分 One hour and thirty minutes)

注意事項 Instructions

1. 問題は、34問あります。全34問のうち任意の2問を選択してください。
There are 34 items on this exam. Select two items of your choice from the 34 items given.
2. 試験開始及び終了については、監督者の指示に従ってください。
Regarding the start time and finish time for the exam, follow the instructions given by the proctor.
3. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開いて中を見てはいけません。
Do not open the exam booklet or look at its contents until you have been instructed by the proctor to begin the exam.
4. 解答用紙への受験番号の記入は、試験開始の合図があってから始めてください。
Write your examinee's number in the space provided only after you have been instructed by the proctor to begin the exam.
5. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、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てください。
During the exam, if you find missing pages, pages out of order, print that is unreadable, or stains on your answer sheet, raise your hand and inform the exam proctor.
6. 試験終了後、問題冊子は回収します。
Exam booklets will be collected after the exam is over.

出題分野 The fields covered in this exam

化学	Chemistry
環境学	Environmental Science
機械工学	Mechanical Engineering
経済学	Economics
社会学	Sociology
情報学	Informatics
心理学	Psychology
数学	Mathematics
生物学	Biology
生命科学	Life Science
哲学	Philosophy
電気工学	Electrical Engineering
農学	Agricultural Science
物理学	Physics
文学	Literature
法学政治学	Law and Political Science
歴史学	Historical Science

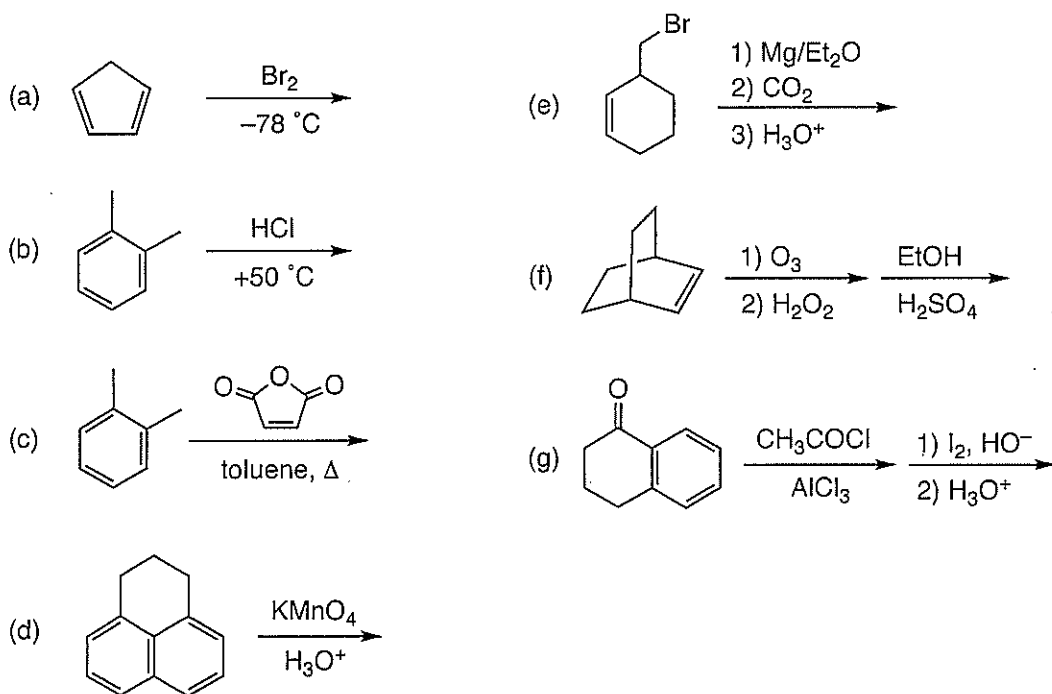
【化学 Chemistry】

問題 1

以下の問 1 および 2 に答えなさい。

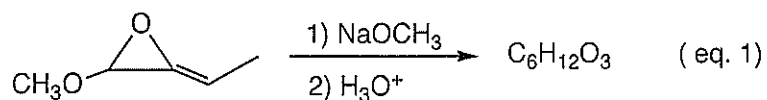
問 1

次の (a) ~ (g) の各反応の生成物を図示しなさい。複数の生成物の混合物が生じると考えられる場合は、主生成物を明示しなさい。また、立体化学を示す必要がある場合は、それも含めて図示しなさい。



問 2

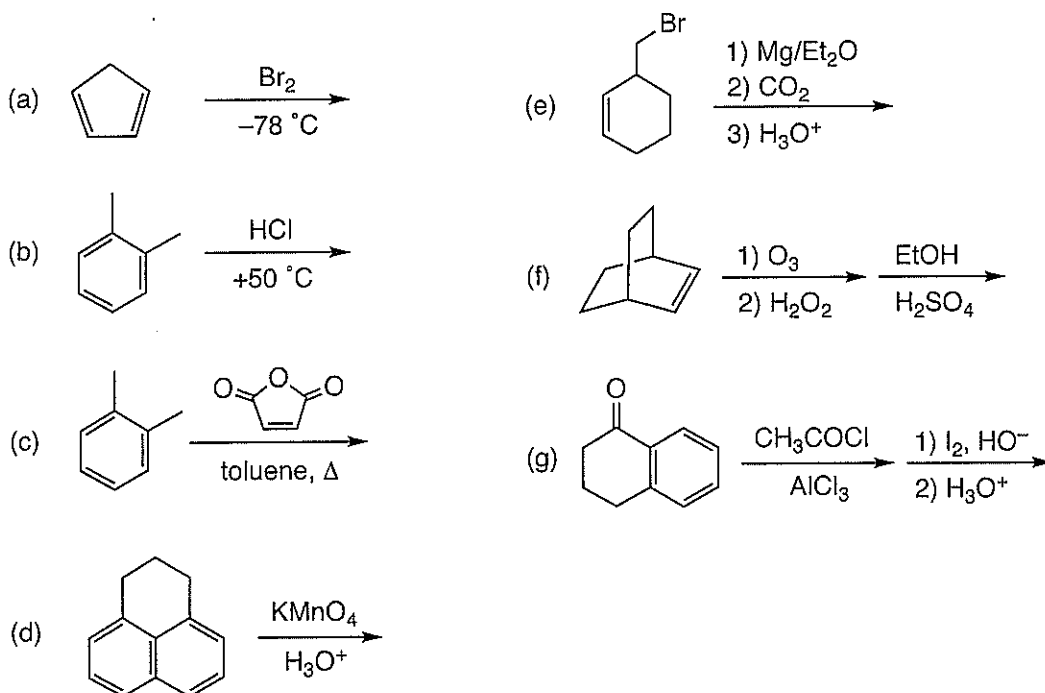
式 (1) に示すエポキシドをナトリウムメトキシドと反応させた後、酸処理を行うと、組成式 $C_6H_{12}O_3$ の化合物が主生成物として得られた。この化合物の 1H NMR スペクトルでは 1.07 (s, 3H), 2.60 (q, 2H), 3.41 (s, 6H), 4.50 (s, 1H) ppm にシグナルが観測され、IR スペクトルでは 1730 cm^{-1} に強い吸収が観測された。この生成物の構造を図示し、この条件下での生成機構を示しなさい。



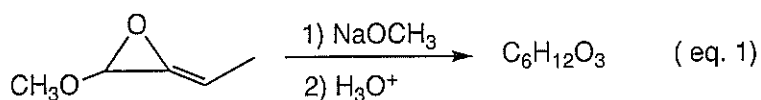
Question 1

Answer the following questions 1 and 2.

1. Draw the expected products for each of the following reactions (a) to (g). If a mixture is expected, identify the major product. Be sure to indicate stereochemistry where appropriate.



2. When the epoxide shown in eq. 1 was treated with sodium methoxide followed by an acidic workup, a compound of the molecular formula $C_6H_{12}O_3$ was formed as the major product. Its 1H NMR spectrum exhibited signals at 1.07 (s, 3H), 2.60 (q, 2H), 3.41 (s, 6H), 4.50 (s, 1H) ppm, and a strong absorption was seen at 1730 cm^{-1} in its IR spectrum. Propose a structure for this molecule and explain how it could have formed under these reaction conditions.



【化学 Chemistry】

問題 2

以下の問1から3に答えなさい。

問1

- 1) 酸素の原子量を16とすると、酸素原子80 gに含まれる原子の数は何個となるかを求めなさい。
- 2) そのすべてがオゾン分子(O_3)を形成しているとする、オゾン分子は何個となるかを求めなさい。
但し、アボガドロ数は $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ とする。

問2

次の(a)～(g)の結合は、①共有結合、②イオン結合、③金属結合、④配位結合のどの結合様式をとるか、番号で答えなさい。

- (a) 塩化カリウムのK-Cl結合
- (b) 水分子のO-H結合
- (c) アンモニウムイオンの H_3N-H^+ 結合
- (d) エチレン分子のC=C結合
- (e) 単体チタンのTi-Ti結合
- (f) 銅アンモニアイオンの $Cu^{2+}-N$ 結合
- (g) 硫化鉄(II)のFe-S結合

問3

- 1) 中性の正八面体コバルト錯体 $[Co(NH_3)_2H_2O(CH_2NH_2)_2Cl]$ の幾何異性体を全て図示しなさい。
- 2) それぞれの異性体の空間群を示しなさい。
- 3) 上記の異性体の中で、もしあるとすれば、どれが光学異性体の関係にあるか？

Question 2

Answer the following questions 1 to 3.

1.

- 1) If the atomic weight of oxygen is 16, how many atoms are in 80 g of oxygen?
- 2) If all of the oxygen atoms form ozone molecules (O_3), how many ozone molecules exist?

Assume that Avogadro's number is $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

2.

For each of the following (a) – (g), assign one of the bonds: (i) covalent bond, (ii) ionic bond, (iii) metallic bond, and (iv) coordination bond. Answer by writing the Roman numerals given for each type of bond.

- (a) K–Cl bond in potassium chloride
- (b) O–H bond in water (H_2O)
- (c) N–H bond in the ammonium ion (H_4N^+)
- (d) C=C bond in ethylene
- (e) Ti–Ti bond of single titanium
- (f) Cu^{2+} –N bond in the copper-ammonia complex ion
- (g) Fe–S bond in iron (II) sulfide

3.

- 1) Sketch the geometrical isomers of the neutral octahedral cobalt coordination complex $[Co(NH_3)_2H_2O(CH_2NH_2)_2Cl]$.
- 2) Identify the point group of each isomer.
- 3) Which isomers, if any, exhibit optical isomerism?

【環境学 Environmental Science】

問題 3

淡水域と海洋における富栄養化水質変動について例を挙げて説明し、(1) 富栄養化をもたらす化学物質名と形態 (2) 富栄養化をもたらす生態系の要素や働き、(3) 水圏生態系への影響、また (4) 淡水と海水での問題の違い について述べなさい。

Question 3

Describe the phenomenon of "eutrophication" by illustrating several examples, specifically focusing on (1) the causative substances, (2) the ecosystem functions that cause the issue, (3) the effects on the aquatic ecosystem, and (4) the differences between eutrophication issues in saline water in the ocean (bays / estuaries) and in freshwater in lakes and reservoirs.

【環境学 Environmental Science】

問題 4

我が国における CCS (Carbon dioxide Capture and Storage) 政策について述べよ。

Question 4

Describe the CCS (Carbon dioxide Capture and Storage) policy in Japan.

【機械工学 Mechanical Engineering】

問題 5

試作品を短時間で作るラピッドプロトタイピングでは、積層造形に基づく加工技術が使用されている。以下の積層造形技術について、使用する材料、材料を固化する方法に留意して、加工原理を説明しなさい。

1. 光造形法
2. 粉末積層法
3. 熔融物堆積法
4. シート積層法

Question 5

In rapid prototyping for manufacturing a sample model quickly, processing technologies based on additive fabrication are used. Explain the process principles of the following additive fabrication technologies by paying attention to materials and solidification methods.

1. Stereolithography
2. Powder lamination method
3. Fused deposition method
4. Sheet lamination method

問題訂正

科目名（筆答試験）について、問題訂正があります。受験生に「問題訂正があります。」と口頭で伝え、四角の枠内を板書してください。

板書が見えない旨の申し出があった場合は、この用紙を直接、見せてください。交付はしないこと。

【機械工学】

問題 6 上から13行目

(誤) 最大効率の値は $\boxed{(i)}$ 、約 $\boxed{(j)}$ %

(正) 最大効率の値は、約 $\boxed{(j)}$ %

↑ $\boxed{(i)}$ を取る

【機械工学 Mechanical Engineering】

問題 6

風力の運動エネルギーを風力発電機によって機械的エネルギーに変換できる最大効率を考
える。以下の (a)—(j) に当てはまる数式、語句を回答せよ。

風力発電機のブレード(羽根)に入る風速 v_1 と、ブレードを通過した後での風速 v_2 の
平均をブレードでの風速と仮定すると、 である。1秒間にブレードを通過する空
気の質量 m は空気の密度 ρ と風力発電機の回転翼の面積 A を用いて $m =$ と書け
る。ここで、ブレードの前後での運動エネルギーの変化 P を計算すると $P =$ であり、
これが理想的な状況での風力発電機で得られる最大のエネルギーとなる。ここで
 $m =$ を用いると $P =$ と書ける。一方、初期の風力の運動エネルギー P_0
は $P_0 =$ であるので、風力発電機で得られるエネルギーと初期の運動エネルギー
の比率は $\frac{P}{P_0} =$ となる。この式より、風力発電機で得られる最大のエネルギー
効率は や にはよらず、 $\frac{v_2}{v_1} = \frac{1}{3}$ の時に最大値 $\frac{P}{P_0} =$ を
得る。よって風力の運動エネルギーを風力発電機によって機械的エネルギーに変換できる
最大効率の値は 、約 %と計算できる。これをベッツの法則と言う。

Question 6

We will consider the largest possible energy conversion ratio from wind energy to mechanical
energy using a wind turbine. Fill in the blanks for (a)—(j).

We have a horizontal axis turbine whose blades define a swept area. Upwind, a certain
distance from the blades, wind flows undisturbed at a velocity v_1 ; sufficiently downwind, in the

slipstream, the air flows at a substantially slower velocity, v_2 . We assume that at the blade rotation plane, the flow velocity is the average of the upstream and the downstream velocities, . The rate of the mass, m , whose density is ρ , streams across the swept area, A , is expressed as $m = \text{input type="text" value="(b)"}.$

The wind power obtained from the wind turbine is expressed by $P = \text{input type="text" value="(c)"}.$ If we use $m = \text{input type="text" value="(b)"} , P = \text{input type="text" value="(d)"}.$ On the other hand, the upstream mass carries an energy, $P_0 = \text{input type="text" value="(e)"}.$ When we compare the removed power with the upstream energy in the undisturbed wind, we arrive at

$$\frac{P}{P_0} = \text{input type="text" value="(f)} .$$

This ratio, which is independent of and , reaches a maximum when $\frac{v_2}{v_1} = \frac{1}{3}$. Therefore, the largest possible energy conversion ratio is about % which is the Betz limit.

(Fundamentals of Renewable Energy Process, Second Edition, Aldo Viera da Rosa, Academic Press, 2009)

【経済学 Economics】

問題 7

1. 地域経済統合は、その統合の度合いによって5つの段階に分けることができる。地域経済統合の5つの段階について説明しなさい。
2. 北アメリカ、ヨーロッパ、及び東アジアにおける地域経済統合の例はそれぞれ NAFTA、EU、及び ASEAN である。NAFTA、EU、及び ASEAN の3つを通して、少なくとも2つの類似点と2つの相違点を説明しなさい。
3. 貿易創出効果と貿易転換効果といった概念を用いながら、地域経済統合が経済厚生にどのような効果をもたらすのかを説明しなさい。

Question 7

1. According to the degree of integration, regional economic integration can be divided into 5 stages. Explain the five stages of regional economic integration.
2. Examples of regional economic integration in North America, Europe and East Asia are NAFTA, the EU and ASEAN, respectively. Explain at least two similarities and two differences among NAFTA, the EU and ASEAN.
3. Using the concepts of trade creation effect and trade diversion effect, explain the effects of regional economic integration on economic welfare.


問題訂正

科目名（筆答試験）について、問題訂正があります。受験生に「問題訂正があります。」と口頭で伝えたい、四角の枠内を板書してください。

板書が見えない旨の申し出があった場合は、この用紙を直接、見せてください。交付はしないこと。

【経済学 Economics】

問題 8 上から16行目

2点で
曲線が交わっている


Question 8 19th line from the top

intersect in the (1)

box,



at two points'

問題 8

1. 以下の空欄 (a) [] から (o) [] を埋めなさい。

りんご x_A とみかん y_A を消費する A さんの効用関数が $U_A = x_A y_A$ で与えられ、A さんの所得が 100、りんごとみかんの価格がそれぞれ 10 と 5 であるとする。A さんの予算制約線は式 (a) [] となる。このとき、合理的な A さんの消費行動は、予算制約のもとで A さんの効用関数を (b) [] するような消費計画 (x_A^*, y_A^*) を選ぶことである。同じ効用が得られる財の組み合わせを結んだ曲線を (c) [] 曲線と呼ぶ。(c) [] 曲線は、りんごとみかんの消費量をそれぞれ x 軸と y 軸に示した平面上で右上方向になるほど、効用は (d) [] [] する。したがって、最適消費計画 (x_A^*, y_A^*) は予算制約線と (c) [] 曲線との (e) [] [] となる。 x_A と y_A を使うと、効用の微小な変化 $dU_A = (f) [] dx_A + (g) [] dy_A$ となって、(e) [] ではこの値が (h) [] となる。(c) [] 曲線の (e) [] での傾きの絶対値 $|dy_A/dx_A|$ は x_A と y_A を使うと式 (i) [] となることから、最適消費点での x_A^* と y_A^* はそれぞれ、(j) [] および (k) [] となる。

次に、バナナ z_i とキウイ w_i ($i=B, C$) を両方保有する B さんと C さんが 2 財を交換する状況を考える。ここで B さんと C さんの効用関数は $U_i = z_i w_i$ ($i=B, C$) で表現されると仮定する。B さんの (c) [] 曲線のグラフに C さんの (c) [] 曲線のグラフをひっくり返してくっつけると箱の形となる。これを (l) [] の箱と呼ぶ。(l) [] の箱において B さんの (c) [] 曲線と C さんの (c) [] 曲線が交わっていると仮定すると、B さん・C さんともに誰の効用を下げることなく自分の効用を改善できるような資源配分の点が存在する。これを、(m) [] 改善と呼ぶ。従って、さらに B さん・C さんは交換を進め、(c) [] 曲線同士が (n) [] する点に到達する。この点ではもはや (m) [] 改善できない状況で、(m) [] 効率的と呼ぶ。この点を結んだ線を (o) [] 曲線と呼ぶ。

2. 上記の問いに関連して、ここで B さんと C さんの初期保有量は、それぞれバナナ 6、キウイ 12 およびバナナ 12、キウイ 6 とし、バナナとキウイの価格を p_z と p_w で表現する。(m) [] 効率的な配分を (l) [] の箱を用いて図示しなさい。また、競争均衡価格 p_z^*/p_w^* の比率と B さん・C さんの最適消費計画 (z_B^*, w_B^*) および (z_C^*, w_C^*) をそれぞれ求めなさい。

Question 8

1. Fill in the following blanks from (a) [] to (o) [] .

The utility function of Mr. A, who consumes x_A apples and y_A oranges is given by $U_A = x_A y_A$, and it is assumed that Mr. A's income is 100 and the prices of apples and oranges are 10 and 5, respectively. Mr. A's budget constraint line is expressed by Eq. (a) [] .

At this point, the rational consumption behavior of Mr. A is to select a consumption plan (x_A^*, y_A^*) which (b) the utility function of Mr. A under the budget constraint. The curve connecting the combinations of goods that can obtain the same utility is called the (c) curve. When the (c) curve moves in the upper right-hand direction on the x-axis and y-axis planes showing the consumption of apples and oranges, respectively, the utility will (d) . Therefore, the optimal consumption plan (x_A^*, y_A^*) is (e) of the budget constraint line and (c) curve. When x_A and y_A are used, the marginal change of utility $dU_A = (f) dx_A + (g) dy_A$, and at (e) this value is identical to (h) . The absolute value of the slope of the (c) curve at (e) , i.e., $|dy_A/dx_A|$, is expressed by Eq. (i) using x_A and y_A , so x_A^* and y_A^* at the optimum consumption point are calculated as (j) and (k) , respectively.

Next, consider a situation where Mr. B and Mr. C, who own both z_i bananas and w_i kiwifruits ($i=B, C$), respectively, exchange the two goods. Here, it is assumed that the utility functions of Mr. B and Mr. C are similarly expressed by $U_i = z_i w_i$ ($i = B, C$). If the graph of Mr. C's (c) curve is rotated and put on top of the graph of Mr. B's (c) curve, it will be in the form of a box. This is called the (l) box. Assuming that Mr. B's (c) curve and Mr. C's (c) curve intersect in the (l) box, there are points of resource allocations where both Mr. B and Mr. C can improve their own utility without lowering the utility of the other. This is called (m) improvement. Mr. B and Mr. C continue the exchange, and they arrive at the point where the (c) curves (n) each other. At this point, (m) improvement cannot be obtained anymore, which is referred to as (m) optimum. The line connecting these points is called the (o) curve.

2. Here, the initial holding amounts for Mr. B and Mr. C are given by 6 bananas and 12 kiwifruits, and 12 bananas and 6 kiwifruits, respectively. Note that we denote the prices of banana and kiwifruit as p_z and p_w , respectively. Draw the figure of (m) optimum allocations using the (l) box. Also, find the ratio of competitive equilibrium prices (p_z^*/p_w^*) and the optimal consumption plans of Mr. B and Mr. C, i.e., (z_B^*, w_B^*) and (z_C^*, w_C^*) , respectively.

【社会学 Sociology】

問題 9

社会秩序とは何か。社会秩序がいかにより形成されるかについて、以下のキーワードを用いて説明しなさい。なお、できる限り例を用いて説明することが望ましい。

キーワード：権力、コンフリクト理論、利害、功利主義、価値、タルコット・パーソンズ

Question 9

What is social order? Explain, with the following keywords, how social order is formed. Please illustrate your explanation with examples.

Keywords: power, conflict theories, interests, utilitarianism, value, Talcott Parsons

【社会学 Sociology】

問題 10

次の用語について説明しなさい。

1. ゲマインシャフト／ゲゼルシャフト
2. 社会構築主義（あるいは社会構成主義）
3. 社会関係資本
4. 方法論的個人主義／方法論的集団主義

Question 10

Explain the following terms.

1. Gemeinschaft／Gesellschaft
2. Social constructionism
3. Social capital
4. Methodological individualism／Methodological collectivism

【情報学 Informatics】

問題 11

クイックソートのアルゴリズムを説明し、時間複雑度と空間複雑度を与えなさい（証明しなくていい）。

Question 11

Explain the quick-sort algorithm and show its time complexity and space complexity (proof is not required).

【情報学 Informatics】

問題 12

下記の線形計画問題 (P) に対して、双対問題 (D) を書き、(P) と (D) を用いて弱双対定理を証明しなさい。

$$\begin{aligned} \text{(P)} \quad & \max b^T y \\ \text{subject to} \quad & A^T y \leq c \end{aligned}$$

ただし b と y は m 次元のベクトル、 y は決定変数、 c は n 次元のベクトル、 A は $m \times n$ の行列である。また T は転置を表す。

Question 12

Write the dual problem (D) of the following Linear Programming problem (P) and prove the weak duality theorem using (P) and (D).

$$\begin{aligned} \text{(P)} \quad & \max b^T y \\ \text{subject to} \quad & A^T y \leq c, \end{aligned}$$

where b and y are m -dimensional vectors, y is the decision variable, c is an n -dimensional vector, A is an $m \times n$ matrix, and T denotes the transpose.

【心理学 Psychology】

問題 13

自伝的記憶とは何か。その特徴を、エピソード記憶および意味記憶と対比させながら説明しなさい。

Question 13

What is autobiographical memory? Explain its characteristics by contrasting with episodic memory and semantic memory.

【心理学 Psychology】

問題 14

精神分析を創始したフロイトの学説における子どもの発達観を述べなさい。また、それが現在の発達心理学的知見と通じる点および矛盾する点を説明しなさい。

Question 14

Describe the view of child development based on the theory of Freud, the founder of psychoanalysis. Explain what is compatible with the current view in developmental psychology and what is incompatible with it.

【数学 Mathematics】

問題 15

α を正の定数とするとき、以下の級数の収束と発散について調べ、理由を添えて答えなさい。

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^{\alpha}}$$

すべての n ($n = 1, 2, \dots$) について $a_n \geq 0$ のとき、第 m 部分和 $S_m = \sum_{n=1}^m a_n$ の定める数列 $\{S_m\}$ が有界ならば、級数 $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ は収束するが、このことを証明なしで用いてもよいとする。

Question 15

Let α be some positive constant. Investigate the convergence or divergence of the series

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^{\alpha}},$$

and give your reason for the answer. Let $a_n \geq 0$ for any n ($n = 1, 2, \dots$). The fact that the series $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ converges if the sequence $\{S_m\}$ of partial sums is bounded where $S_m = \sum_{n=1}^m a_n$ is the sum of the first m terms, can be used without proof.

【数学 Mathematics】

問題 16

n 次実対称行列 A の固有値 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ は全て相異なるとする。このとき、 A は適当な正則行列 P によって

$$P^{-1}AP = \Lambda, \quad \Lambda := \begin{pmatrix} \lambda_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \lambda_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \lambda_n \end{pmatrix}$$

と対角化できる。さらに、 $AB = BA$ なる n 次実正方行列 B を導入する。以下の問いに答えよ。

- (i) 行列 B は (A と同じく) P によって対角化できることを示せ。
- (ii) 固有空間 $W_i := \{x_i | Ax_i = \lambda_i x_i\} \subset \mathbb{R}^n$ の次元 $\dim W_i$ を求め、 $\forall x_i \in W_i, x_i \neq 0, x_i$ は行列 B の固有ベクトルのひとつであることを示せ。

Question 16

Let all the eigenvalues $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ of an $n \times n$ real symmetric matrix A be mutually different. Then matrix A can be diagonalized by a suitable regular matrix P , i.e.,

$$P^{-1}AP = \Lambda, \quad \Lambda := \begin{pmatrix} \lambda_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \lambda_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \lambda_n \end{pmatrix}.$$

Let B be some $n \times n$ real matrix such that $AB = BA$. Answer the following questions.

- (i) Show that matrix B can be diagonalized by the same matrix P as for matrix A .
- (ii) Find the dimension $\dim W_i$ of the eigenspace $W_i := \{x_i | Ax_i = \lambda_i x_i\} \subset \mathbb{R}^n$ and show that $\forall x_i \in W_i, x_i \neq 0, x_i$ is an eigenvector of matrix B .

【生物学 Biology】

問題 17

以下の1. および2. の問いにすべて答えなさい。

1. 有性生殖によってのみ子を残し、性転換をしないある生物種の集団があるとする。集団のなかの親世代の交配によって子が生まれるものとし、親世代と子世代の間での交配はないと仮定する。親世代の総個体数を N 、親世代のメス対オスの性比を $1:x$ とする。また、親世代のメス1個体あたりの産子数の平均を f とする。

(1) 親世代のオス1個体あたりの産子数の平均を g と表記し、 g を N , x , f の記号および数字を用いて数式で表せ。なお、数字もしくは N , x , f のすべての記号が必要とは限らない。

(2) 親世代のメス1個体が残す子の数とオス1個体が残す子の数の比を $p:q$ とする。このとき、 $p:q$ を N , x , f の記号および数字を用いて表せ。なお、数字もしくは N , x , f のすべての記号が必要とは限らない。

(3) 多くの生物種でメス対オスの性比は $1:1$ である。なぜこのような性比が進化したと考えられるか、上述の $1:x$ および $p:q$ に言及して説明しなさい。

2. 動物において、成熟個体が子どもを殺す子殺しという現象が存在することが知られている。

(1) 子殺しが観察されている種であるハヌマンラングール、クロシロコロブス、アカオザル、ゴリラは、ある共通した配偶システムをもつ。この配偶システムについて説明しなさい。

(2) ハヌマンラングールやライオンで子殺しが見られる典型的タイミングには共通した特徴がみられる。どのようなタイミングで典型的に子殺しが見られるか、説明しなさい。

(3) ハヌマンラングールやライオン、ゴリラ等で子殺しが存在するのは適応的な理由があると考えられる。その適応的な理由を、オスの繁殖戦略の観点から説明しなさい。

Question 17

Answer both of the following questions 1 and 2.

1. Suppose that there is a group of a biological species which produces offspring only by sexual reproduction and does not change sex. In this group, offspring are produced by mating of only the parent generation and no mating between parent generation and offspring generation occurs. N is the number of individuals of the parent generation of this group, the sex ratio of females and male (females: males) of the parent generation is $1:x$, and f is the average number of offspring per female of the parent generation.

(1) The average number of offspring per male of the parent generation is written as g . Formulate g by using N , x , f , and/or Arabic numerals. Note that all of the N , x , f and/or numerals may not be necessary.

(2) The ratio of the average number of offspring of a female of the parent generation and that of offspring of a male of the parent generation is written as $p:q$. Formulate $p:q$ by using N , x , f , and/or Arabic numerals. Note that all of the N , x , f and/or numerals may not be necessary.

(3) In most biological organisms the sex ratio of female to male is 1:1. Explain the reason why this sex ratio evolved by referring to the aforementioned $1:x$ and $p:q$.

2. In animals, there exists a phenomenon called infanticide where adult individuals kill infants.

(1) Hanuman langurs, black-and-white colobus monkeys, red-tailed monkeys, and gorillas have been observed to engage in infanticide, and these animals share a common breeding system. Explain this breeding system.

(2) The typical timing of infanticides by hanuman langurs and lions shares a common feature. Explain the typical timing when infanticides occur in these species.

(3) Researchers believe that there is an adaptive reason why infanticides exist in animals such as hanuman langurs, lions, and gorillas. Explain this adaptive reason from the viewpoint of male reproductive strategy.

【生物学 Biology】

問題 18

以下にあげる2つの生物学用語の組み合わせの中から5つ選んで、それぞれ各組の用語について説明せよ。

- (1) 至近要因と究極要因
- (2) 解発刺激と生得的解発機構
- (3) 一次生産者と二次生産者
- (4) 行動圏となわばり
- (5) 半倍数性と二倍性
- (6) 収斂進化と平行進化
- (7) 出生性比と実効性比
- (8) ランナウェイ仮説とハンディキャップ仮説

Question 18

Choose five of the following sets of terms, and explain their meanings by comparing the terms within each set.

- (1) proximate factor and ultimate factor
- (2) releaser and innate releasing mechanism
- (3) primary producer and secondary producer
- (4) home range and territory
- (5) haplodiploidy and diploidy
- (6) convergent evolution and parallel evolution
- (7) sex ratio at birth and operational sex ratio
- (8) runaway hypothesis and handicap hypothesis

【生命科学 Life Science】

問題 19

膵臓から分泌される主要なホルモンを2つ挙げ、それらの生体内での作用について、両者を対比しつつ説明しなさい。

Question 19

Explain the biological actions of two major pancreatic hormones by comparing them with one another.

【生命科学 Life Science】

問題 20

ヒトの遺伝に関する以下の事項について説明しなさい。

1. ミスセンス変異、フレームシフト変異、ナンセンス変異
2. ゲノム刷り込み（インプリンティング）
3. ハーディ・ワインベルグ平衡
4. サンガーシーケンス、ショートリード（次世代）シーケンス

Question 20

Explain the following items regarding human genetics.

1. Missense mutation, frameshift mutation, and nonsense mutation
2. Genomic imprinting
3. Hardy-Weinberg equilibrium
4. Sanger sequencing, and short-read (next generation) sequencing

【哲学 Philosophy】

問題 21

ストア派における「意のままにならないこと」と「意のままになること」と言われている区別を説明しなさい。また、自由、知恵、安心、回復力に関するその区別の役割と重要性を議論しなさい。

Question 21

Explain the distinction in Stoic philosophy between “what does not depend upon us” and “what does depend upon us.” Then consider its role and importance for freedom, wisdom, peace of mind and resilience.

【哲学 Philosophy】

問題 22

『念處經』では、釈迦牟尼仏は「四念處」を教えました。この全体モデルと4つの念處のそれぞれについて説明下さい。

Question 22

In the *SatipaTThAna-sutta*, the Buddha ShAkyamuni taught the “four applications of mindfulness.” Explain this overall model and each of the so-called four applications of mindfulness.

【電気工学 Electrical Engineering】

問題 23

火力発電機と送電線を含む交流電力システムについて、以下の問いに答えなさい。

1. 発電機出力の電圧の送電線の電圧との位相差 δ と、発電機の出力電力 P_e の関係図を描きなさい。

2. 発電機の機械的入力パワー P_m 、発電機の出力電力 P_e を用いて、発電機回転子の加速、平衡、減速の条件を説明しなさい。

3. 発電機の機械的入力パワー P_m を発電機の定格電力よりも小さい一定値と仮定する。このとき、1. の関係図において、位相差 δ は2つの値を取りうる。2. の条件を用いて、それぞれの δ について安定性を説明しなさい。

Question 23

Answer the following questions about an alternating current power system which includes a thermal power generator and a transmission line.

1. Draw a figure to show the relationship between δ , phase difference of the output voltage of the generator and the voltage of the transmission line, and P_e , the output power of the generator.

2. Explain the conditions for acceleration, equilibrium, and deceleration of a generator rotor in the generator using mechanical input power P_m to the generator and output power P_e .

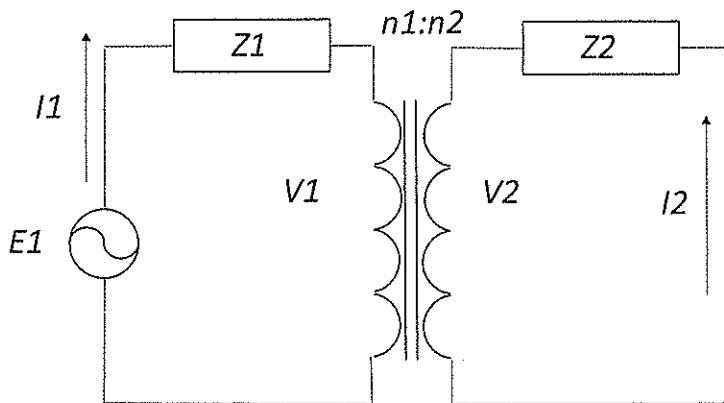
3. Assume that mechanical input power P_m is a constant value smaller than the rated power of the generator. In this case, the phase difference δ could have two values in the figure drawn for question 1. Explain the stability of each δ using the conditions obtained for question 2.

【電気工学 Electrical Engineering】

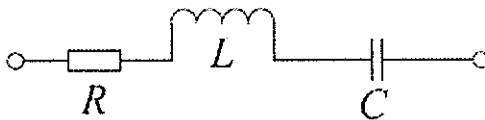
問題 24

1. 交流電源 $E1$ を巻線比 $n1:n2$ の理想変成器の 1 次側、2 次側に下の回路図のようにそれぞれ $Z1, Z2$ のインピーダンスを介して接続した。この回路に関して、(1) から (4) の問いに答えよ。

- (1) 回路中の端子電圧 $V1, V2$ 、端子電流 $I1, I2$ の間に成り立つ関係を記せ。
- (2) $V2, I2, Z2$ の関係を記せ。
- (3) $E1, Z1, V1, I1$ の関係を記せ。
- (4) $I1, I2$ を求めよ。



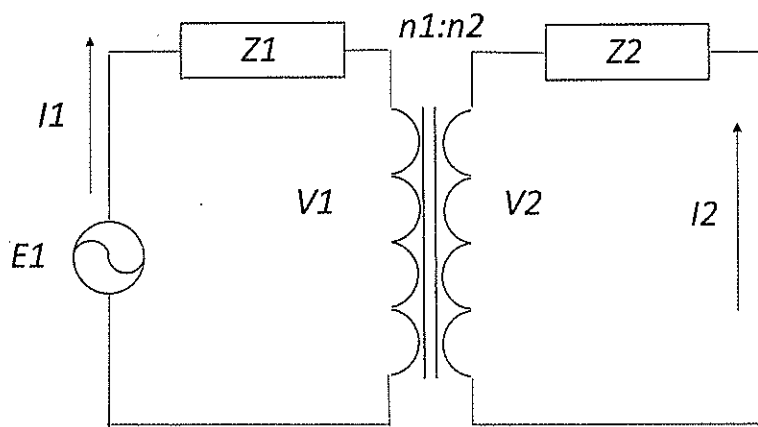
2. 下の回路図のコンダクタンス G とサセプタンス B を求めよ。



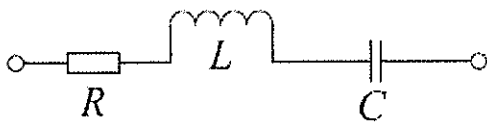
Question 24

1. An AC power supply $E1$ is connected to the primary side and the secondary side of an ideal transformer which has a winding ratio of $n1:n2$ through impedances $Z1$ and $Z2$ as shown in the circuit diagram. Answer questions (1) to (4).

- (1) Show the relation between the voltages $V1, V2$ and the currents $I1, I2$.
- (2) Show the relation between $V2, I2, Z2$.
- (3) Show the relation between $E1, Z1, V1, I1$.
- (4) Solve for the $I1$ and $I2$.



2. Solve for the conductance G and susceptance B of the following LRC series circuit.



【農学 Agricultural Science】

問題 25

作物の育種法について、下記の設問に答えなさい。

1. 戻し交雑育種法について、どのような育種法か説明しなさい。
2. 戻し交雑育種法は、どのような形質を導入する際に有効か、例をあげて説明しなさい。

Question 25

Regarding backcross breeding used in crops, answer the following questions.

1. Explain what kind of method backcross breeding is.
2. Explain which kind of traits can be effectively introduced through backcross breeding, by giving some examples.

問題 26

キャベツはアブラナ科 (Brassicaceae) に属する野菜である。次の設問に答えなさい。

1. 以下の選択肢から、キャベツと同じ種に属する野菜を全て選び、その記号を書きなさい。
a) ブロッコリー b) ハクサイ c) ダイコン d) ナタネ
e) カリフラワー f) カブ g) スグキナ h) メキャベツ
i) コマツナ j) ワサビ
2. 近年、熱帯地域でもキャベツの需要が増加しているが、殆どの熱帯地域の国では、キャベツの種子を輸入している。熱帯地域ではキャベツの開花結実が困難であるためである。なぜ、熱帯地域ではキャベツの開花結実が困難であるか、説明しなさい。
3. 熱帯地域におけるキャベツの栽培適地はどこか、説明しなさい。

Question 26

Cabbage belongs to Brassicaceae. Answer the following questions.

1. From among the following vegetables, choose all the vegetables that belong to the same species as cabbage and write the corresponding alphabet letter for each on the answer sheet.
a) broccoli b) Chinese cabbage c) Chinese radish
d) canola e) cauliflower f) turnip g) horse radish
h) Brussels sprouts i) watercress j) wasabi
2. Recently, the demand for cabbage has been increasing in the tropics, but in most tropical countries, a large amount of cabbage seeds are imported. This is because it is very difficult for cabbage to flower and produce seeds in the tropics. Explain why in the tropics flowering and seed production of cabbage is difficult.
3. Explain which areas are suitable for cabbage cultivation in the tropics.

【物理学 Physics】

問題 27

光の性質について、以下の問いに答えなさい。

1. 光が波動であることを実証するヤングの干渉実験を説明しなさい。その際に、明線、暗線が観測される条件を示せ。
2. 光が粒子であることを実証する光電効果を説明しなさい。その際に、仕事関数 W を含むエネルギーの図を描きなさい。
3. 光の二重性について、物理的意味について述べなさい。

Question 27

Answer the following questions about the nature of light.

1. Explain Young's interference experiment to demonstrate that light is a wave. Then derive the conditions for observing bright stripes and dark stripes.
2. Explain the photoelectric effect to demonstrate that light is a particle. In your explanation, draw an energy diagram including the work function W .
3. Describe the physical implications of the wave-particle duality of light.

問題訂正

科目名（筆答試験）について、問題訂正があります。受験生に「問題訂正があります。」と口頭で伝えたい、四角の枠内を板書してください。

板書が見えない旨の申し出があった場合は、この用紙を直接、見せてください。交付はしないこと。

【物理学 Physics】

問題 28

- ① (誤) 2行目 ~結晶は、すべて金属
(正) ~結晶は、Hを除いてすべて金属
- (誤) 1 2行目 ~become metals.
(正) ~become metals except for H.
- ② (誤) 6行目 V属
(正) V族

問題 28

IA'												VIIA'					VIIIA'	
1 H	IIA'											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
3 Li	4 Be											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
11 Na	12 Mg	IIIb	IVb	Vb	VIIb	VIII					IB	IIb	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn	
55 Cs	56 Ba	57 *La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og	
87 Fr	88 Ra	89 #Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn							

(reference: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/periodic%20table>)

上図に、周期表を示す。ここに記された I 族元素 H, Li, ... (IA と書いてある) からなる結晶は、すべて金属になる。また、IV 族元素 C, Si, ... (IVA と書いてある) からなる結晶は、Ge まで絶縁体となる。

- (1) どうしてそうなるのかを、物理学の根本原理に基いて説明せよ。ここで、次の 4 つの言葉を用いることが望ましい。(バンド構造、価電子帯、伝導帯、バンドギャップ)
- (2) IV 族元素 (Ge まで) からなる結晶に、III 族元素 B などや V 属元素 P などわずかに不純物として入れると、不純物が結晶元素と置換した場合に、絶縁体ではなく半導体となる。どうしてそうなるかを、(1) に基づいて説明せよ。ここで、次の 4 つの言葉を用いることが望ましい。(ドナー、N 型、アクセプタ、P 型)

Question 28

The periodic table is shown in the above diagram. All crystals consisting of Group I elements H, Li, ... (written as IA) become metals. Crystals composed of group IV elements C, Si, ... (written as IVA) up to Ge become insulators.

- (1) Explain how this happens, based on the basic principles of physics. Here, please use the following four terms. (band structure, conduction band, valence band, bandgap)
- (2) When group III elements such as B or group V elements such as P are doped as impurities into crystals made of group IV elements (up to Ge), the crystals become semiconductors rather than insulators when the impurities are substituted with

crystal elements. Explain how this happens, based on (1). Here, please use the following four terms. (donor, N type, acceptor, P type)

【文学 Literature】

問題 29

20 世紀から 21 世紀にかけての時代における環境をめぐる問いとの関連で作られた文学作品を一つ選び、その意義を説明しなさい。

Question 29

Choose a literary work related to a question about the environment from the 20th to 21st century. Explain its significance.

【文学 Literature】

問題 30

次の文章はチェスワフ・ミウオシユ“ARS POETICA?”の全文である。この作品の主題は何か。

Question 30

The following text is a full quotation from Czesław Miłosz's ARS POETICA? What is the main theme of this work?

I have always aspired to a more spacious form
that would be free from the claims of poetry or prose
and would let us understand each other without exposing
the author or reader to sublime agonies:

In the very essence of poetry there is something indecent:
a thing is brought forth which we didn't know we had in us,
so we blink our eyes, as if a tiger had sprung out
and stood in the light, lashing his tail.

That's why poetry is rightly said to be dictated by a daimonion,
though it's an exaggeration to maintain that he must be an angel.
It's hard to guess where that pride of poets comes from,
when so often they're put to shame by the disclosure of their frailty.

What reasonable man would like to be a city of demons,
who behave as if they were at home, speak in many tongues,
and who, not satisfied with stealing his lips or hand,
work at changing his destiny for their convenience?

It's true that what is morbid is highly valued today,
and so you may think that I am only joking
or that I've devised just one more means
of praising Art with the help of irony.

There was a time when only wise books were read,
helping us to bear our pain and misery.

This, after all, is not quite the same
as leafing through a thousand works fresh from psychiatric clinics.

And yet the world is different from what it seems to be
and we are other than how we see ourselves in our ravings.
People therefore preserve silent integrity,
thus earning the respect of their relatives and neighbors.

The purpose of poetry is to remind us
how difficult it is to remain just one person,
for our house is open, there are no keys in the doors,
and invisible guests come in and out at will.

What I'm saying here is not, I agree, poetry,
as poems should be written rarely and reluctantly,
under unbearable duress and only with the hope
that good spirits, not evil ones, choose us for their instrument.

Berkeley, 1968

(出典 : Czeslaw, M. *New and Collected Poems (1931-2001)*. Harper Collins Publisher, 2003.
pp.240-241.)

【法学政治学 Law and Political Science】

問題 31

権力とは何か。権力をめぐる代表的な議論を提起した、マックス・ヴェーバー、ロバート・ダール、スティーブン・ルークス、ミシェル・フーコーなどの説に依拠しつつ、権力とは何かを論じなさい。

Question 31

What is power? Explain what power is, relying on the theories of those who put forth representative perspectives on power, such as Max Weber, Robert Dahl, Steven Lukes and Michel Foucault.

【法学政治学 Law and Political Science】

問題 32

対外政策決定過程の古典的な理論として、グラハム・アリソンによる研究がある。アリソンが提起した合理的行為者モデル、組織過程モデル、政府内（組織内）政治モデル、のそれぞれについて、特徴と問題点について論じなさい。

Question 32

Graham T. Allison's study exists as a classic theory of the foreign policy decision-making process. Explain the main features and limitations of each of his three models, "rational actor" model, "organizational process" model, and "governmental politics" model.

【歴史学 Historical Science】

問題 33

近代世界における科学の歴史的意義について説明しなさい。ただし以下のキーワードを使うこと。「科学革命」「非西洋世界」「産業技術」

Question 33

Explain the historical meaning of science in the modern world. You should use the following keywords: the Scientific Revolution; non-Western world; industrial technology.

【歴史学 Historical Science】

問題 34

「人新世」という概念について説明し、それが歴史研究にとって持つ意義と問題点について論じてください。

Question 34

Explain the concept of "Anthropocene" and argue its significance and limitations for historical research.