

平成 31 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 of 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 下記の問 1～5 に答えなさい。

1. 分子式が $C_{10}H_{18}$ であり 5 員環と 6 員環を含む化合物の構造式を書きなさい。また、分子式が C_9H_{16} であり 5 員環と 6 員環を含む化合物の構造式を書きなさい。
2. 分子式が CH_3CH_2OH である化合物について、次の問に答えなさい。
 - a) この分子は σ 結合を幾つもつか？
 - b) この分子は共有結合をいくつもつか？
 - c) この分子は非結合性の電子を幾つもつか？
3. 2,3-ジメチル-1,3-シクロヘキサジエンを HI と反応させた時に生成すると考えられる化合物を構造式で示しなさい。また、その中で最も安定な化合物を選び、その安定性の理由を述べなさい。
4. 5-ブromo-1-ペンタノールを NaOH で処理すると $C_5H_{10}O$ の組成を持つ化合物が主生成物として得られる。この主生成物の構造式を示し、その生成機構を簡潔に説明しなさい。
5. 1-フェニル-1,3-ブタンジオンは主にエノール体として存在する (89%)。しかしながら、一般の単純なケトン類はケト体として存在する。1-フェニル-1,3-ブタンジオンの異常に高いエノール割合を示す理由を述べなさい。

Question 1

Answer the following questions 1—5.

1. Draw the structure for the compound with molecular formula $C_{10}H_{18}$ that contains a five-membered ring and a six-membered ring. In addition, draw the structure for the compound with molecular formula C_9H_{16} that contains a five-membered ring and a six-membered ring.
2. Consider the molecule CH_3CH_2OH .
 - a) How many sigma bonds does this molecule contain?
 - b) How many covalent bonds does this molecule contain?
 - c) How many nonbonded electrons does this molecule contain?
3. Draw the expected products when 2,3-dimethyl-1,3-cyclohexadiene is treated with HI. Identify the most stable product and justify your reasoning.
4. When 5-bromo-1-pentanol is treated with NaOH, a new compound with the molecular formula $C_5H_{10}O$ is formed as the major product. a) Propose a structure for this compound and b) explain the formation mechanism briefly.

5. 1-Phenyl-1,3-butanedione exists primarily in its enol form (89%); however, most simple ketone exist predominantly in their keto form. Give an explanation for the unusually high enol content of 1-Phenyl-1,3-butanedione.

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。」と口頭で伝えたうえ、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。

【化学 Chemistry】

問題 1

2.

（誤）b) この分子は共有結合をいくつもつか？

（正）b) この分子は共有結合を幾つもつか？

5.

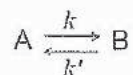
（誤）most simple ketone

（正）most simple ketones

【化学 Chemistry】

問題 2

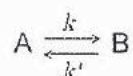
反応速度定数が k と k' である以下の気相平衡反応について、小問 1～4 に答えなさい。



1. 反応物 A と生成物 B の体積モル濃度 $[A]$, $[B]$ は時間 t と共に変化し、やがて平衡に至ります。 $[A]$ の時間変化を表す反応速度式を記しなさい。
2. 反応物および生成物はすべて理想気体として振る舞うと考えて、小問 1 の反応速度式に基づき、圧平衡定数 K_p を k , k' を用いて表現しなさい。また、この表現の導出過程も簡単に説明しなさい。
3. 温度、圧力が一定ならば系のギブズ自由エネルギーが最小である状態が平衡状態であることを踏まえ、反応物 A の時刻 0 における初期濃度が a_0 、生成物 B の初期濃度が 0 である初期状態から出発して達成される化学平衡について考えます。B のモルギブズ自由エネルギー $G_{B,m}$ が A のモルギブズ自由エネルギー $G_{A,m}$ より大きくても化学反応は進行し、A, B が混合した状態で平衡が達成されます。反応物と生成物の混合に着目して、この場合の平衡をもたらす駆動力が何であるかを簡単に説明しなさい。
4. 小問 1 の反応速度式を小問 3 の初期状態に対して解き、 $[B]$ を k , k' , a_0 および時間 t の関数として表現しなさい。

Question 2

Answer the following questions 1-4 regarding a gas-phase equilibrium reaction with the rate constants of k and k' shown below.



1. The molar concentrations of the reactant A and product B, $[A]$ and $[B]$, evolve with time t and finally attain equilibrium. Show the rate equation that describes this evolution of $[A]$.
2. Assuming the ideal gas behavior for the reactant and product, express the pressure equilibrium constant K_p in terms of k and k' based on the rate equation in question 1. Also show briefly how you derived this expression.
3. Under constant temperature and pressure, equilibrium is attained in a state where the Gibbs free energy of the system is minimized. Paying attention to this fact, we focus on

the chemical equilibrium attained from an initial state at $t = 0$ where the reactant A and the product B have the concentrations a_0 and 0, respectively. The reaction proceeds to realize equilibrium in a state where A and B are mixed, even if the molar Gibbs free energy of B, $G_{B,m}$, is larger than that of A, $G_{A,m}$. Focusing on this mixing of the reactant and product, explain briefly what the driving force for this equilibrium is.

4. Solve the rate equation in question 1 for the initial conditions explained in question 3 to express $[B]$ as a function of k , k' , a_0 , and time t .

【環境学 Environmental Science】

問題 3

戦後の我が国の四大公害問題の歴史について知るところを述べ、それに続く地球環境問題と、持続可能開発目標 (SDGs) に至る様々な国際的枠組みについて論じなさい。

Question 3

Discuss what you know about the history of the four major Japanese pollution issues in the postwar period, and discuss the subsequent global-scale environmental problems and global frameworks leading to Sustainable Development Goals (SDGs).

【環境学 Environmental Science】

問題 4

我が国の地球温暖化対策に係る施策について述べよ。

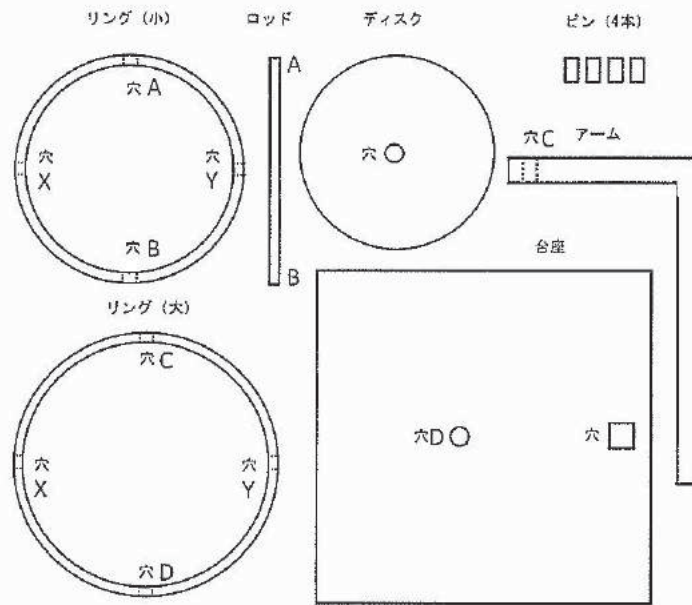
Question 4

Describe Japanese policy measures for global warming issues.

問題 5

ジャイロ스코ープについて、以下の問題に答えなさい。

(1) 図に示す部品を全て使って、ジャイロ스코ープの概略図を完成させなさい。



(2) ジャイロは点Bから点Aに向かう方向に対して右回りに角速度 ω で回転している。点Aを下に押すと、下には動かずに点Yの方向へ向きを変える。これはジャイロ効果と呼ばれる。このジャイロ効果の方向に合うように、点A, B, X, Yの位置と、角速度 ω の方向を質問(1)で描いた図に記入しなさい。

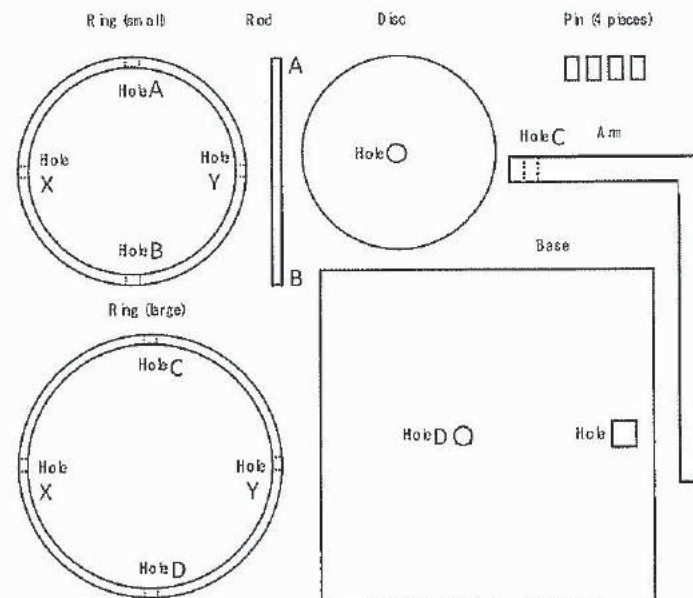
(3) 進行方向に対して右回りに回転するエンジンを備えた航空機を考える。この航空機の進行方向を左へ向けようとしたとき、ジャイロ効果によって航空機に生ずる姿勢変化を説明しなさい。

(4) 航空機の安全な運航のためには、航空機の運動に影響されることなく、水平方向を精度よく知ることが必要である。航空機の運動とは無関係に一定の方向に向くジャイロの性質を使用して水平儀をつくることができる。しかし、実際のジャイロでは、部品間の摩擦によって、毎時間に数度の誤差を生ずる。従って、なんらかの自動補正機能が必要である。ジャイロのある部分に重りをつけることにより、簡単な自動補正機能を実現できる。自動補正機能を備えたジャイロ水平儀の概念図を描き、この自動補正機能が働く理由を説明しなさい。

Question 5

Answer the following questions about a gyroscope.

(1) Complete an outline drawing of a gyroscope using all components shown in the figure.



(2) A Gyro rotates in the right-handed direction with respect to the direction from point B to point A at angular velocity ω . By pushing downward on point A, the gyro does not move downward but moves toward point Y. This is called the gyro effect. Draw points A, B, X, and Y and the direction of angular velocity ω in the figure drawn in question (1).

(3) Consider an airplane in which the engines rotate in the right-handed direction with respect to the flight direction. Explain the change in attitude caused by the gyro effect when the airplane makes a left turn.

(4) In order to safely operate an airplane, we need to be able to accurately ascertain the horizontal direction without being affected by the movement of the airplane. A horizon indicator is made using the property of a gyroscope which is directed toward a constant direction without being affected by the movement of the airplane. However, the gyroscope has an error of a few degrees every hour caused by friction between components. Therefore, an automatic correction feature is required. It is possible to achieve this simple automatic correction just by applying a weight at a certain point on the gyroscope. Draw the outline drawing of a gyroscope with the simple automatic correction feature and explain the mechanism for why this feature works.

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。」と口頭で伝えたうえ、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 Mechanical Engineering】

問題 5

〔追加〕

（１）ジャイロの部品に記号A, B, C, D, X, Yが示されている。部品の同じ記号の部分のを合わせる様に概略図を描きなさい。

(1) Symbols A,B,C,D,X,Y are showing in components of gyroscope. Draw an outline to fit the same symbols of components.

問題 6

1.

(1) 理想気体のエントロピー (S) を、熱力学第1法則

$$\Delta E = T\Delta S - p\Delta V$$

と定積比熱の式

$$\Delta E = C_V \Delta T$$

を用いて求めなさい。

なお理想気体の状態方程式

$$pV = nRT$$

(T:絶対温度、p:圧力、V:体積、n:物質質量、R:モル気体定数)が成り立つとする。

(2) また、この関係式より、理想気体が真空中に自由膨脹するとき、エントロピーは[増加、一定、減少]の何れであるのか回答しなさい。

2. 屋外が $T_1 = 0$ のとき、逆カルノーサイクルを用いた熱ポンプで室内を $T_2 = 25$ にするのに単位時間当たりの電力 $W = 100 \text{ W}$ を必要とした。

(1) 熱ポンプが屋外に排出する熱量 Q_2 を

$$\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2} = \frac{W}{T_2 - T_1}$$

を用いて求めよ。ここで熱量 Q_1 は、屋外から取り込む熱量である。

(2) 熱量 Q_1 を求めなさい。

(3) 熱ポンプの効率を求めなさい。

Question 6

1.

(1) Describe the entropy S of an ideal gas using the first law of thermodynamics,

$$\Delta E = T\Delta S - p\Delta V,$$

and the equation for heat capacity at constant volume,

$$\Delta E = C_V \Delta T,$$

where E, T, p and V denote the energy, the temperature, the pressure and the volume, respectively. The equation of state of an ideal gas

$$pV = nRT$$

(where n is the number of moles of gas; and R is the ideal gas constant) can be used in this

system.

(2) According to the equation for S , when an ideal gas expands in a vacuum will the entropy increase, remain constant, or decrease?

2. Assume that a heat pump which operates using a reverse Carnot cycle needs power W of 100W to achieve an inside room temperature of $T_2 = 25$ when the outside air temperature T_1 is 0 .

(1) Calculate the heat quantity Q_2 which is discharged to the open air by using the relation

$$\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2} = \frac{W}{T_2 - T_1}$$

where Q_1 is the intake heat quantity.

(2) Calculate Q_1 .

(3) Calculate the efficiency of this heat pump.

【経済学 Economics】

問題 7

次の三つの小問に答えなさい。

1. 固定為替相場制と変動為替相場制の相違点について説明しなさい。現在、固定為替相場制を採用している国と変動為替相場制を採用している国の例を挙げなさい。

2. 「通貨安」と「通貨高」という用語はどちらの為替相場制の場合に使われるのか、また、もう一方の為替相場制の場合は、為替レートの変化を表す用語を説明しなさい。

3. 現在、新興国及び発展途上国にとってどちらの為替相場制が最適なのか、固定為替相場制と変動為替相場制それぞれの利点と欠点を挙げながら説明しなさい。

Question 7

Answer the following three questions.

1. Explain the difference between fixed and flexible (floating) exchange rate systems. Give examples of countries today that have fixed and countries that have flexible (floating) exchange rate systems.

2. Under which exchange rate system do we use the terms “depreciation” or “appreciation” of the national currency? Explain what terms are used for exchange rate changes under the other exchange rate system.

3. Which exchange rate system (fixed or flexible) is best for emerging and developing countries today? Answer the question by explaining the advantages and disadvantages of fixed and flexible exchange rate systems for emerging and developing countries.

【経済学 Economics】

問題 8

1. 以下の空欄 (a) から (q) を埋めなさい。

思修館のある東一条通り沿いに価格(p)・質が同じハンバーガーを売る店 A, B が位置 a と $1-b$ ($0 \leq a \leq 1-b \leq 1$)にあると仮定する。ただし東一条通りの長さは 1 として、全ての消費者は東一条通り沿いに居住し、一様分布の需要をもつとする。すなわち、0 と 0.2 の間に住む消費者の需要は 0.2 である。消費者は A, B いずれかの店から買ったハンバーガーを 1 個のみ食べるとし、その際の効用を u として、各消費者が店を訪れる距離 X の 2 乗に応じた移動コスト tX^2 が掛かるとする。位置 x に住む消費者のハンバーガー店 A への移動コストは式 (a) 、位置 x に住む消費者のハンバーガー店 B への移動コストは式 (b) となる。消費者の移動による効用の減、ハンバーガーの支払いによる効用の減、ハンバーガーを食べることによる効用の増を考慮すると、消費者がハンバーガーを買いに行き食べるときの効用は、ハンバーガー店 A の場合は式 (c) となり、ハンバーガー店 B の場合は式 (d) となる。消費者が理想的な位置 θ にいて、どちらの店でハンバーガーを買っても効用が同じであるとする、 $\theta = (e)$ となる。今度はハンバーガーショップの効用すなわち利益に視点を移すと、 θ より左側 (通りの 0 の側) にいる消費者はハンバーガー店 (f) よりハンバーガーを購入するため、(f) の売上高は式 (g) となる。他方 θ より右側 (通りの 1 の側) にいる消費者はハンバーガー店 (h) よりハンバーガーを購入するため、(h) の売上高は式 (i) となる。ハンバーガー 1 個当りの製造コストを c とすると ($p > c$)、ハンバーガー店 A の利益 $\pi_1(p, c, a, b)$ は式 (j) 、ハンバーガー店 B の利益 $\pi_2(p, c, a, b)$ は式 (k) となる。ハンバーガー店 A の利益について a で偏微分すると $\partial \pi_1 / \partial a = (l)$ となり、ハンバーガー店 B の利益について b で偏微分すると $\partial \pi_2 / \partial b = (m)$ となる。 a が増加する、すなわちハンバーガー店 A が通りの 1 の側に近付くと、ハンバーガー店 A の効用すなわち利益は (n) し、 b が増加する、すなわちハンバーガー店 B が通りの 0 の側に近付くと、ハンバーガー店 B の効用すなわち利益は (o) する。ここで $0 \leq a \leq 1-b \leq 1$ に注意する。結果として、ハンバーガー店 A, B がこれ以上動いても得をしない位置 ((p) 均衡) を考慮に入れると、ハンバーガー店 A・B は東一条通りの (q) に位置することになる。

2. 以上で得られた結果を踏まえて、同様の社会現象の一例を挙げなさい。

Question 8

1. Fill in the following blanks from (a) to (q) .

Let's assume that shops A and B selling hamburgers with the same price (p) and quality on Higashi-Ichijo street (where Shishu-Kan is located) are in positions a and $1 - b$, respectively ($0 \leq a \leq 1 - b \leq 1$). Assuming that the length of Higashi-Ichijo street is set as 1 and all consumers reside along the street and have demand for hamburgers with uniform distribution along the street, i.e., the demand is 0.2 for consumers living between 0 and 0.2. Consumers are supposed to eat only one hamburger bought from either shop A or B and the utility for the product is u , moreover it is assumed that the transportation cost is given by tX^2 corresponding to the square of the distance X for each consumer who visits the shop. The transportation cost of the consumer living at location x to get to shop A is mathematically expressed as (a) , and the transportation cost of the consumer at location x to get to shop B is mathematically expressed as (b) . Taking into account the decrease in utility as a result of the transportation cost for a consumer, the reduction in utility as a result of the consumer's paying for a hamburger, and the increase in utility as a result of the consumer's eating a hamburger, the total utilities for the consumer who goes to shops A and B are mathematically represented by (c) and (d) , respectively. Assuming that the utility is identical whether the consumer at an ideal position θ buys it at either shop A or B, we have $\theta =$ (e) . Now, let us change our point of view and consider the utility, i.e., the profit, of a hamburger shop. Since consumers on the left-hand side (the 0 side of the street) of θ purchase a hamburger from shop (f) , the sales volume of shop (f) is mathematically expressed as (g) . In contrast, consumers who are on the right-hand side (the 1 side of the street) of θ purchase a hamburger from shop (h) , the sales volume of shop (h) is mathematically expressed as (i) . Assuming that the cost for making a hamburger is c ($p > c$), the profit $\pi_1(p, c, a, b)$ of shop A is mathematically expressed as (j) and the profit $\pi_2(p, c, a, b)$ of shop B is mathematically expressed as (k) . The partial derivative of the profit of shop A with respect to a and the partial derivative of the profit of shop B with respect to b result in $\partial\pi_1/\partial a =$ (l) and $\partial\pi_2/\partial b =$ (m) , respectively. When a increases, i.e., shop A approaches the 1 side of the street, the utility or the profit of shop A (n) . When b increases, i.e., shop B approaches the 0 side of the street, the utility or the profit of shop B (o) . Recall here that $0 \leq a \leq 1 - b \leq 1$. As a result, considering the position where shops A, B do not get any more profit even if they move further (i.e., (p) Equilibrium), shops A and B will be

located at (q) of Higashi-Ichijo street.

2. Based on the results obtained above, give an example from society in which similar phenomena can be observed.

【社会学 Sociology】

問題 9

構築主義とは何か、そこにはどのような長所と短所があるか。具体的な事例をもとに論じなさい。

Question 9

What is constructionism, and what are its advantages and disadvantages? Explain by referring to concrete examples.

【社会学 Sociology】

問題 10

次の用語について説明しなさい。

1. 機械的連帯／有機的連帯
2. カリスマ
3. 構造主義
4. 世俗化

Question 10

Explain the following terms.

1. mechanical/ organic solidarity
2. charisma
3. structuralism
4. secularization

【情報学 Informatics】

問題 11

データ構造ヒープ (Heap) とは、子要素が常に親要素より大きいか等しいという性質を満たす二分木のことを言う。ヒープを用いた整列法 (ヒープソート) の実装を示し、正しく整列できることを証明し、さらに計算時間の解析を行え。

Question 11

Data structure Heap is a binary tree satisfying the property that every child node is no less than its parent node. Show an implement of the heap-based sorting algorithm (heap-sort), prove its correctness and finally show its time complexity.

【情報学 Informatics】

問題 12

下記の線形計画問題(P)に対して、双対問題を示したうえ、弱双対定理を証明せよ。

$$\begin{aligned} (P) \min & c^T x \\ \text{s.t. } & Ax \geq b \end{aligned}$$

ただし $c, x \in \mathbb{R}^n$, $b \in \mathbb{R}^m$, $A \in \mathbb{R}^{m \times n}$, x が決定変数である。また T は転置を表す。

Question 12

Consider the following Linear Programming problem (P). Show its dual problem and prove the weak duality theorem.

$$\begin{aligned} (P) \min & c^T x \\ \text{s.t. } & Ax \geq b, \end{aligned}$$

where $c, x \in \mathbb{R}^n$, $b \in \mathbb{R}^m$, $A \in \mathbb{R}^{m \times n}$, x is the decision variable and T denotes the transpose.

【心理学 Psychology】

問題 13

ヒトの視覚系の機能はカメラに例えられることも多い。しかし、両者には共通点と相違点とがある。視知覚の特徴的な現象を踏まえ、視覚系とカメラの相違点をできるだけ多く挙げて説明しなさい。

Question 13

The function of the human visual system is often compared to that of a camera. They have, however, both similarities and differences. Consider characteristic phenomena of visual perception and explain as many differences between the visual system and a camera as possible.

【心理学 Psychology】

問題 14

心理学では、言葉をもたない動物や乳児の心のはたらきを研究する方法を工夫してきた。これについて、以下の問いに答えなさい。

1. いま、4ヶ月齢の乳児が言語音“ba”と“va”を聞き分けられるかどうかを、馴化－脱馴化法を用いて調べたいとする。どのような実験をして何をみればよいか、述べなさい。
2. 上の実験では、データにどのような統計的検定を施せばよいか、説明しなさい。

Question 14

In psychology, methods have been invented to investigate mental functions of animals and infants who do not have language. Regarding this point, answer the following questions.

1. We now want to investigate whether or not 4-month-old infants can discriminate between the speech sounds “ba” and “va” by using the habituation-dishabituation paradigm. Describe what experiment should be designed and what should be measured.
2. Explain how the data in the above experiment should be statistically tested.

【数学 Mathematics】

問題 15

定積分

$$I = \frac{1}{8} \int_0^{\pi} e^x \sin^2 x dx$$

について、 $I > 1$ が成り立つことを示しなさい。ただし、 $\pi = 3.1415\cdots$ は円周率、 $e = 2.71828\cdots$ は $e = \lim_{x \rightarrow \pm\infty} (1 + 1/x)^x$ で定義される定数とします。

Question 15

Show $I > 1$ for the definite integral

$$I = \frac{1}{8} \int_0^{\pi} e^x \sin^2 x dx,$$

where $\pi = 3.1415\cdots$ is the pi and $e = 2.71828\cdots$ is a constant defined by $e = \lim_{x \rightarrow \pm\infty} (1 + 1/x)^x$.

【数学 Mathematics】

問題 16

以下の問いに答えなさい。

(i) 行列

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

の固有ベクトルは互いに直交することを示しなさい。

(ii) E を 2×2 単位行列とする。

$$B^3 = E$$

を満たす単位行列でない 2×2 実行列 B のトレース (対角和) と行列式を求め、 B を具体的に構成しなさい。

Question 16

Answer the following questions.

(i) Show that the eigenvectors of the matrix

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

are mutually orthogonal.

(ii) Let E be a 2×2 unit matrix. Let B be a real 2×2 matrix other than E satisfying

$$B^3 = E.$$

What trace, namely, sum of diagonal elements, and determinant would B have? Construct B explicitly.

【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. 次の数式は、個体群動態の基本モデルであるロジスティック成長モデルである。

$$dn/dt = r(1-n/K)n$$

上記式において、 n は生物集団の集団サイズ、 t は時間を表す。

(1) r が何を指すか説明しなさい。

(2) K が何を指すか説明しなさい。

(3) r 選択と K 選択のそれぞれについて生物における具体例を1つ以上挙げてその内容を説明しなさい。

2. 生物の社会行動において、利他的行動が進化する場合がある。ある遺伝形質に基づく利他的行動によって、他の個体の適応度が B 増加し、自分自身の適応度が C 減少するとする。また、この行動をする個体から見た、相手の血縁度を r とする。さらに、適応度のうち、この行動の影響を受けない部分を W_0 とする。

(1) 包括適応度を数式上で IF と表記し、 IF を B 、 C 、 r 、 W_0 を用いて数式で表せ。

(2) 血縁選択によって利他行動が進化する条件を理論的に示したハミルトンの不等式を B 、 C 、 r を用いて表せ。

(3) 血縁選択によって利他行動が進化したと考えられる実際の生物種における具体例を1つ以上挙げて、その内容について包括適応度の概念を用いて説明しなさい。

Question 17

Answer both of the following questions 1. and 2.

1. The formula below is the logistic growth model, one of the basic models of population dynamics.

$$dn/dt = r(1-n/K)n$$

Here n is the size of a population of biological organisms, and t is time.

(1) Explain what r represents.

(2) Explain what K represents.

(3) Explain r - and K -selection, respectively, by referring to one or more actual examples in biological organisms.

2. Evolution of altruistic behavior can be seen in biological organisms. Suppose that an altruistic behavior based on a genetic trait lead to an increase of another individual's fitness by B , and a

decrease of one's own fitness by C . The degree of relatedness of the individual who receives the behavior from the viewpoint of the actor is r . In addition, W_o is the fitness that is not directly influenced by this altruistic interaction.

(1) The inclusive fitness is written as IF . Formulate IF by using B , C , r , and W_o .

(2) Describe the inequality known as Hamilton's rule, a theory that postulated the conditions in which an altruistic behavior evolves by kin selection.

(3) Explain one or more actual examples in biological organisms concerning altruistic behavior that is considered to have evolved through kin selection using the concept of inclusive fitness.

【生物学 Biology】

問題 18

以下にあげる2つの生物学用語の8つ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) 個体発生と系統発生
- (2) 就巢性と離巢性
- (3) ベイツ型擬態とミューラー型擬態
- (4) 方向性選択と分断化選択
- (5) 異所的種分化と同所的種分化
- (6) 固有種と侵入種
- (7) 域内保全と域外保全
- (8) キーストーン種とフラッグシップ種

Question 18

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

- (1) ontogeny and phylogeny
- (2) nidifugous and nidicolous
- (3) Batesian mimicry and Müllerian mimicry
- (4) directional selection and disruptive selection
- (5) allopatric speciation and sympatric speciation
- (6) endemic species and invasive species
- (7) in-situ conservation and ex-situ conservation
- (8) keystone species and flagship species

問題 19

一般に、ヒトの疾患は遺伝様式から、①単一遺伝子疾患（メンデル遺伝病）、②染色体異常、③多因子遺伝病、④ミトコンドリア遺伝病、⑤体細胞遺伝病に分類される。このうち、単一遺伝子疾患と多因子遺伝病について、次の用語を全て用いて説明せよ。

【優性・劣性・X連鎖性・創始者効果・浸透率・遺伝子多型】

Question 19

Human diseases are usually classified into 1) single-gene (Mendelian) disease, 2) chromosome abnormality, 3) polygenic diseases, 4) mitochondrial genetic disease, and 5) somatic genetic disease according to the inheritance pattern. Explain single-gene diseases and polygenic diseases using the following six terms.

[dominant, recessive, X-linked, founder effect, penetrance, genetic polymorphism]

【生命科学 Life Science】

問題 20

膵臓 β 細胞の破壊に起因する 1 型糖尿病において、血液が酸性に傾くアシドーシスが起こる理由について、次の用語を全て用いて説明せよ。

【 β 酸化・インスリン・ケトン体・遊離脂肪酸】

Question 20

Explain using the following four terms why acidosis, a process causing increased acidity in the blood, occurs in type 1 diabetes that results from destruction of pancreatic beta cells.

[beta-oxidation, insulin, ketone body, free fatty acid]

【哲学 Philosophy】

問題 21

エピクロス主義の哲学における3つの異なるタイプの「欲望」(ἐπιθυμία)と、エピクロス主義の欲望の規律に対するこの区別の役割について説明しなさい。

Question 21

Explain what are the three kinds of “desires” (ἐπιθυμία) in Epicurean philosophy and the role of this distinction for the Epicurean discipline of desire.

【哲学 Philosophy】

問題 22

仏教における「三毒」(サンスクリット語: *triviSa*、チベット語: *dug gsum*) がどのように苦しみの主な原因であり、どのように浄化できるのかを説明しなさい。

Question 22

Explain how, in Buddhism, the “three poisons” (Sanskrit: *triviSa*, Tibetan: *dug gsum*) are the main causes of suffering and how they can be purified.

【電気工学 Electrical Engineering】

問題 23

交流回路について、以下の問題に答えなさい。

- (1) 正弦波 $E_m \sin \omega t$ に従って時間変動する交流電圧 e を回路に印加する。電圧の最大値 E_m をもちいて、電圧の実効値 E を説明しなさい。
- (2) 抵抗 R だけの回路では、電圧 $e = E_m \sin \omega t$ を印加すると電流 i が流れる。電流 i と電力 p を求めて、 e と i と p の関係を時間の関数として図示しなさい。電圧の実効値 E と電流の実効値 I の満たす関係式を書きなさい。
- (3) コイルだけの回路では、電圧 $e = E_m \sin \omega t$ を印加すると電流 i が流れる。このとき、コイルにはインダクタンス L によって逆起電力が生ずる。印加電圧と逆起電力が釣り合う条件を用いて、回路を流れる電流 i を求めなさい。
- (4) (3) の電圧 e と電流 i の間の位相差について述べなさい。電力 p を求めて、 e と i と p の関係を時間の関数として図示しなさい。電圧の実効値 E と電流の実効値 I の満たす関係式を書きなさい。
- (5) 電力の消費と貯蔵の観点から、抵抗 R だけの回路における電力 p と、コイル（インダクタンス L ）だけの回路における電力 p との違いを述べなさい。

Question 23

Answer the following questions about alternating current circuits.

- (1) We apply alternating voltage e that varies with time in accordance with a sinusoidal wave $E_m \sin \omega t$ to a circuit. Explain effective value E using the maximum value of voltage E_m .
- (2) Current i draws when voltage $e = E_m \sin \omega t$ is applied to a circuit which consists of only resistance R . Calculate current i and power p , and draw a graph to show the relationship between e , i and p as a function of time. Write a relational expression for the effective value of the voltage E and the effective value of the current I .
- (3) Current i draws when voltage $e = E_m \sin \omega t$ is applied to a the circuit which consists of only coil. Counter-electromotive force is generated by inductance L in the circuit. Calculate the current i that flows through the circuit using conditions in which applied voltage and counter-electromotive force are balanced.
- (4) Describe the phase difference between voltage e and current i obtained in question (3). Calculate power p , and draw a graph to show the relationship between e , i and p as a

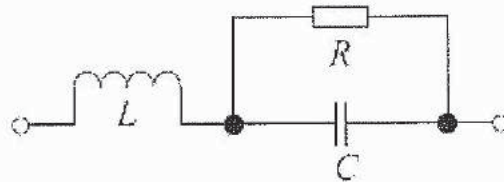
function of time. Write a relational expression for the effective value of the voltage E and the effective value of the current I .

- (5) Explain the difference between power p for a circuit which consists of only resistance R and power p for a circuit which consists of only coil (inductance L) in terms of consumption and storage of electricity.

【電気工学 Electrical Engineering】

問題 24

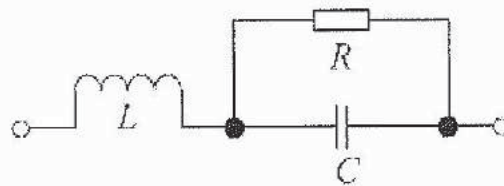
以下の回路の両端に角周波数 ω の交流電源を接続する事を考える。



1. 回路の合成インピーダンス Z を求めよ。
2. Z の虚部が 0 になるという条件で、回路の共振角周波数 ω_1 を求めよ。
3. $\omega = \omega_1$ のときの回路のインピーダンス Z_1 を求めよ。
4. CR 並行回路においてコンデンサの電荷 Q_c は $Q_c = \omega CR$ と書ける。 $\omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ での Q_c を Q_0 とする場合、 ω_1 を ω_0 と Q_0 を用いて表せ。
5. $R \rightarrow \infty$ で $\omega_1 \rightarrow \omega_0$ になる事を示せ。

Question 24

Consider a situation in which AC power with an angular frequency of ω is connected to both ends of the following circuit. Answer questions 1 – 5.



1. Calculate the combined impedance Z .
2. When the imaginary part of Z is 0, calculate the resonant frequency ω_1 of this circuit.
3. When $\omega = \omega_1$, calculate the circuit impedance Z_1 .
4. The charge (Q_c) of the condenser C can be expressed by $Q_c = \omega CR$. If we define Q_0 as Q_c when $\omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$, express ω_1 using ω_0 and Q_0 .
5. When $R \rightarrow \infty$, show $\omega_1 \rightarrow \omega_0$.

問題 25

図1は、インゲンとササゲの花粉稔性に及ぼす気温の影響を調査した実験結果である。開花した個体を温度制御温室に2日間または4日間置き、その後花粉稔性を調査した。処理した気温の組合せは図に示した。以下の設問に答えなさい。

- a) この実験結果からわかることを考察しなさい。
- b) インゲンは熱帯アメリカ、ササゲは熱帯アフリカを起源地としている。上の結果から、それぞれの作物の起源地の環境条件を説明しなさい。

Question 25

Fig. 1 shows the results of an experiment concerning effects of air temperature on pollen viabilities of the common bean and cowpea. In this experiment, flowering plants of each crop were placed in temperature-controlled glasshouses for 2 days or 4 days and after that pollen viabilities were investigated. Answer the following questions.

- a) Analyze and discuss the results of this experiment.
- b) The common bean and cowpea are considered to have originated in tropical America and tropical Africa, respectively. From the above analysis, explain the environmental conditions of the location of origin of each crop.

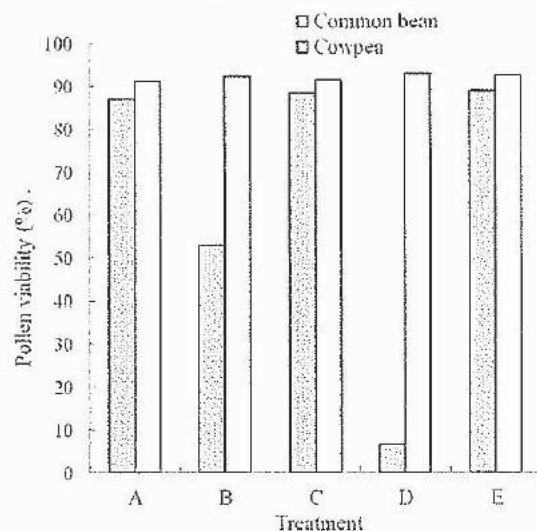


Fig. 1. Effects of air temperature on pollen viabilities of the common bean and cowpea.

A: 28°C 2 days, B: 36°C 2 days, C: 36°C 2 days + 28°C 2 days, D: 42°C 2 days, and E: 42°C 2 days + 28°C 2 days

【農学 Agriculture】

問題 26

長日性の草本作物は、ケッペンの気候区分による地中海性気候のように、温帯の冬雨気候の地域に起源したものが多い。それはなぜか。例を挙げて、説明しなさい。

Question 26

Many herbaceous crops with long-day traits have originated in temperate areas with a winter rain climate, such as the Mediterranean climate according to Köppen's climatic classification. Explain the reason for this phenomenon by referring to specific examples.

【物理学 Physics】

問題 27

1kmolの理想気体について、以下の4つの過程からなるカルノーサイクルを考える。

過程 A B: 温度 T_2 の高温熱源に接し、準静的に等温膨張する。

過程 B C: 準静的に断熱膨張して、低温熱源の温度 T_1 まで下がる。

過程 C D: 温度 T_1 の低温熱源に接し、準静的に等温圧縮する。

過程 D A: 準静的に断熱圧縮して、高温熱源の温度 T_2 まで上がる。状態 A に戻る。

このカルノーサイクルについて、次の問題に答えなさい。ただし、理想気体の状態方程式は $pV = RT$ (T : 絶対温度, p : 圧力, V : 体積, R : 気体定数) とする。更に、理想気体の準静的断熱過程では $pV^\gamma = \text{一定}$ である。ここで、 γ は定圧比熱と定容比熱の比(定数)である。

(1) V を横軸に p を縦軸にとって、上の4つの過程を図に描きなさい。

(2) 過程 A→B で、体積の V_A から V_B へ増加により外にする仕事 W_{out} を求めなさい。

(3) 過程 B C で、状態 B における温度 T_2 と体積 V_B と状態 C における温度 T_1 と体積 V_C が満たす関係を求めなさい。

(4) 過程 C D では、外から仕事をされることにより体積が V_B から V_A へ減少する。この仕事 W_{in} を求めなさい。

(5) 過程 D A で、状態 D における温度 T_1 と体積 V_D と状態 A における温度 T_2 と体積 V_A が満たす関係を求めなさい。

(6) (3) と (5) で求めた2つの関係式を用いて、 V_A, V_B, V_C, V_D が満たす関係式を求めなさい。

(7) 過程 A B では温度が一定であるので内部エネルギーは変化しない。従って、 W_{out} は高温熱源から理想気体に流入した熱 Q_2 に等しい。また、過程 C D では、 W_{in} は理想気体から低温熱源へ流出した熱 Q_1 に等しい。(2) と (4) と (6) で求めた3つの関係式を用いて、 Q_1, Q_2, T_1, T_2 が満たす関係式を求めなさい。

(8) (7) で求めた関係式を用いて、このカルノーサイクルの効率 η は T_1 と T_2 だけで定まることを示しなさい。

Question 27

Consider the Carnot cycle consisting of the following four processes for 1kmol of ideal gas.

Process A→B: Contact with a heat source at high temperature T_2 and quasi-static isothermal expansion.

Process B→C: Quasi-static adiabatic expansion until the temperature falls to T_1 .

Process C→D: Contact with a heat source at low temperature T_1 and quasi-static isothermal compression.

Process D→A: Quasi-static adiabatic compression until the temperature rises to T_2 . We return to point A.

Answer the following questions about the Carnot cycle. Here the equation of state of an ideal gas is $pV = RT$, where p , V , R and T are the pressure, the volume, the ideal gas constant and the absolute temperature, respectively. Furthermore, we have the relation $pV^\gamma = \text{constant}$ for the quasistatic adiabatic processes, where γ is a constant defined as a ratio of specific heat at constant pressure to specific heat at constant volume.

- (1) Draw the above four processes in a plane by making V the horizontal axis and p the vertical axis.
- (2) Calculate the work W_{out} done to the surroundings as a result of an increase in volume from V_A to V_B during process A→B.
- (3) Write a relational expression for temperature T_2 and volume V_B at point B and temperature T_1 and volume V_C at point C during process B→C.
- (4) The volume decreases from V_B to V_A by work done to the system during process C→D. Calculate the work W_{in} .
- (5) Write a relational expression for temperature T_1 and volume V_D at point D and temperature T_2 and volume V_A at point A during process D→A.
- (6) Write a relational expression for V_A , V_B , V_C , and V_D using the two relational expressions obtained in questions (3) and (5).
- (7) During process A→B, internal energy does not change because the temperature is constant. Thus W_{out} is equal to inflow of heat Q_2 from the heat source at temperature T_2 . During process C→D, W_{in} is equal to heat Q_1 delivered to the heat source at temperature T_1 . Write a relational expression for Q_1 , Q_2 , T_1 , and T_2 using the three relational expressions obtained in questions (2), (4), and (6).
- (8) Show that the efficiency of this Carnot cycle η is determined only by T_1 and T_2 using the relational expressions obtained in question (7).

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。

【物理学 Physics】

問題 27

（誤）過程A B :

過程B C :

過程C D :

過程D A :

（正）過程A→B :

過程B→C :

過程C→D :

過程D→A :

【物理学 Physics】

問題 28

同じ形状をしているがそれぞれ異なる組成の半導体結晶の板が3枚ある。よく研磨されて一目では見分けがつかない。これらをうっかり落としてしまい、拾い集めたもののどれがどれか分からなくなってしまった。これら3枚の板を破壊することなく、どれがどの物質かを同定する簡便な方法を考案しなさい。方法を論ずる際には、実験のシステムを図に描き、どのような結果で峻別するかを答えなさい。

Question 28

There are three plates of semiconductor crystals with the same shape but made of different compositions. You cannot distinguish the three plates at a glance, as their surfaces are well polished. By accident, you drop all of them. Although you pick them up, you find that you cannot figure out which plate is which. Conceive a method to identify the three semiconductor as simply as possible without destroying them. The answer must include a drawing of the experimental system setup as well as the experimental results used to distinguish the plates.

【文学 Literature】

問題 29

文学における「モダニティ（近代性）」について、適切な例を挙げながら、また、次の3つの言葉を用いながら、説明しなさい。(1)古典主義、(2)ロマン主義、(3)産業社会

Question 29

Explain "modernity" in literature citing relevant examples and using the following three terms:

(1) classicism, (2) Romanticism, (3) industrial society.

【文学 Literature】

問題 30

音楽、美術、思想、映画など他のジャンルとの密接な関係のなかで作られた文学作品をひとつ選び、その意義について説明しなさい。

Question 30

Choose a literary work produced in close relationship with other genres such as music, fine art, thought, movie, etc., and explain its significance.

【法学政治学 Jurisprudence and Politics】

問題 31

現代の民主主義において、政党は不可欠である。民主主義が十分に機能するために政党はどのような役割を果たすことが期待されているのかを論じなさい。

Question 31

Political parties are indispensable for modern democracy. Explain what functions political parties are expected to fulfill in order to make democracy work adequately.

【法学政治学 Jurisprudence and Politics】

問題 32

国際関係を分析する視点として、伝統的には、現実主義（リアリズム）と自由主義（リベラリズム）の2つがある。現実主義、自由主義のそれぞれについて、両者の違いを対比させつつ、説明しなさい。

Question 32

Realism and liberalism are the traditional theoretical perspectives for analyzing international relations. Explain realism and liberalism, while contrasting their differences.

【歴史学 History】

問題 33

第一次世界大戦はこれまでの戦争とはどのように異なったのか。兵器、銃後、戦後の戦争、という三つの観点から説明しなさい。

Question 33

How was the First World War different from any other war up to this time? Explain it from the viewpoints of “weaponry”, “the home front” and “wars after the war”.

【歴史学 History】

問題 34

江戸時代は物質循環が機能しており、現在からみれば「エコロジー」的であったという説と、それに対する反論があるが、それぞれどのように自説が正しいと説明しているのか書きなさい。

Question 34

It has been said that the circulation of material in the Edo period was functional and that this period was “ecological”. On the other hand, some disagree with this opinion. Explain how each side has argued and justified its position.