

入試問題の傾向と対策

数 学

◆どのような問題ができるか◆

▼出題の形式

枠内記入式問題と記述式問題の両方が出題されます。

▼出題内容

出題範囲に含まれる単元全体から広く出題することを基本としていますので、苦手な分野がなくなるように学習しておきましょう。

◆出題の狙い◆

▼枠内記入式問題

枠内記入式問題は、基礎事項の理解度を調べることが目的であり、比較的簡単な計算問題が出題されます。ミスをすることなく、正確に解答しましょう。

▼記述式問題

記述式問題は、高校で学習した事柄を十分に理解できているかどうかを調べることが目的です。基本的な問題もありますが、いくつかの単元にまたがる総合的な問題も出題されます。結果に至る過程も含めて採点対象となりますから、正しく推論したり計算したりすることはもちろん、その内容を答案として正確に表現するための能力を養いましょう。

◆効果的な対策◆

表面的なことにとらわれず、「数学の力」そのものを伸ばすことを考えましょう。以下ではそのための指針を紹介します。

▼定義を理解する

数学に登場する概念には「定義」があります。たとえば「絶対値の定義」「三角関数の定義」「対数の定義」などです。これらを正確に理解することが学習の第一歩となります。理解に曖昧さを感じたときは、必ず教科書で確認する習慣をつけましょう。

▼計算力の養成

数学を学習する上で、正しく計算を行う能力は必須であり、入試でもっとも重視される部分の一つとも言えます。計算ミスが多発することに悩んでいる人も多いと思いますが、とにかく練習をたくさん行いましょう。経験を積むことにより、スピードと正確性は必ず向上します。

▼推論を行う能力

計算力と同時に、「考える力」も大切で、これがもっとも差のつく部分と言えるかもしれません。実際、多くの受験生が「場合分けの必要な問題」を苦手とする傾向が見られます。場合分けを行うためには、どうしても筋道を立てて物事を考えることが必要になりますから、つまずいてしまう人が多いでしょう。これを改善するためには、日頃から暗記に頼ることなく、納得できるまで考えて理解する姿勢を保つことが必要です。考えることを重視すると学習に時間がかかるように思えるかもしれませんが、最終的にはそれが一番の近道であることを忘れないでください。

▼過去に出題された問題を解く

ある程度「数学の力」が備わってきたと思ったら、過去に出題された問題を解いてみましょう。実際の試験と同じように時間を計り、何も見ずに解きます。解答後は、解けたところも解けなかったところも解答例をよく読み、自分自身が納得するまで考えましょう。もしミスした箇所があれば、どのようにして間違えたのかを振り返ることが大切です。そうすることで、同じような箇所でのミスを大幅に減らすことができます。

▼おすすめの参考書・問題集

数学を学習するうえで基本となるのは、なんといっても高校の教科書です。数学が得意な人は、教科書の内容を十分に理解しているものです。あれこれと参考書や問題集に手を出す前に、教科書をしっかり読むようにしましょう。また、多くの人は教科書傍用の問題集を持っていると思いますので、教科書を読むのと並行して、そちらで問題を解く練習を行うと良いでしょう。教科書と傍用の問題集を十分に消化できれば、もう入試に向けた基礎学力は十分です。あとはいろいろな出版社から出されている「入試問題集」を利用して、経験を増やしましょう。

なお、勉強を進める中で疑問が生じた場合に備えて、参考書を準備しておくのも悪いことではありません。ここではあえて特定のものを推薦したりはしませんが、評判の良い参考書はたくさんありますから、書店で実際に自分の目で見、気に入ったものを選ぶと良いでしょう。

英 語

◆どのような問題ができるか◆

▼現代英語で書かれた小説・随筆・論文等に関する総合問題

英語で書かれた、まとまった内容の文章が提示され、(a) 英文の内容説明（日本語で）、(b) 主題の把握、(c) 詳細な内容理解、(d) 前置詞・イディオムなどの空所補充、などの問いが、記述式形式を含めて出題されます。

▼現代英語で書かれた新聞・インターネットの記事等の単語・熟語の空所補充問題

英語で書かれた新聞記事やインターネットの記事等が提示され、文脈に合う内容の単語や熟語を空所に補充する問題が出題されます。

▼文法・語法の空所補充問題

英語で書かれた文の空所に合う単語や熟語を補充する問題が出題されます。

▼会話文の空所補充問題

英語で書かれた会話文の空所に合う文や表現を補充する問題が出題されます。

▼英作文の問題

日本語で書かれた文（1～2文）を英語にする問題やグラフを見て、その内容を英語で説明する記述式の問題が出題されます。

◆出題の狙い◆

本学の英語の入試問題では、「英語の知識」だけではなく、「英語をコミュニケーションの中で使う力」を試す試験問題を出題しています。

▼長文読解問題

英語の難易度は、高校の教科書レベルの内容がきちんと理解できていれば、十分に対処できるレベルで出題をしていますが、「つまり筆者は何を言いたいのか」「……と書いてあるが、これはどういうことか？」など、文脈を理解し、論理的に考えた上で答える問題などを多く出題しています。

▼文法問題・会話文の問題・和文英訳問題

日常のコミュニケーションの中でよく使われる語彙や表現がマスターできているのかを問うています。また、文法問題や和文英訳問題では、基本的な構文、文法・語法、語彙を問う問題、会話文では応答表現などの基本的な会話表現を問う問題を出題しています。

◆効果的な対策◆

本学の英語の入試問題を攻略するポイントは2つです。

▼英語長文の文脈を正確に、そして論理的に把握する力を養う

日頃から教科書の他にサイドリーダーやインターネットの新聞記事（簡単なもの）を読み、比較的簡単な長文の文脈把握を短時間にできるようにしておく和良好的練習になります。

▼基本的な構文、文法・語法、語彙および応答表現をマスターする

市販の「入試英語頻出問題集」などを繰り返し解くことを勧めます。基本的な構文、文法・語法、語彙および応答表現を暗記し、できれば、「使える」ようになっておくことが、大学入試だけでなく、それ以降も、きっと皆さんの「英語コミュニケーション能力向上」に結びつくでしょう。

物 理

◆どのような問題がでるか◆

例年、大問 4 題が出題されます。出題範囲は、「物理基礎」と「物理」の全体です。

▼基本的な問題

問 1 では全分野にわたる基本的な問題が出題されます。ここでは計算だけではなく、用語や法則名が問われる場合もありますので、これらを正確に覚えておく必要があります。

▼応用的な問題

問 2、問 3、問 4 では、それぞれ、力と運動、熱あるいは波動、電気と磁気に関する応用的な出題が行われます。通常はそれぞれの分野に分かれて出題されますが、原子分野も含めた統合的な問題となる場合もあります。

◆出題の狙い◆

▼暗記力よりも、思考力・分析力を問う問題

大学の勉強では、何よりも問題解決の能力を磨くことが重要となります。そのために必要なことは公式や断片的な知識の暗記ではなく、自分の頭で主体的にものを考えるということです。普段の勉強においても、ただ公式を暗記するのではなく、基本的、基礎的な考え方について、そのような物理的関係の成立する理由と意味を把握することが大切です（そのような勉強の方が面白いとは思いませんか。大学に入るともっと面白い勉強ができます）。

▼全問記述式

本学の問題では、必要な公式は既に問題文中に提示されている場合もあります。公式の暗記よりも、与えられた状況を分析する力、与えられた材料から解答を導き出す力が大切だと考えているからです。そういった力が試されていると考えてください。このような主旨から、たとえ採点に手間がかかっても、試験問題は記述式を採用しています。計算過程をチェックし、考え方と解答を見ることによって採点しています。ときにはグラフを描いたり、論述による解答を求めることもあります。

◆効果的な対策◆

▼「覚える」のではなく「理解」をする

出題範囲は「物理基礎」と「物理」の全体からとなります。出題範囲は教育課程に合わせて変わりますが、出題の意図は「問題解決の能力に繋がる考え方ができるか」を問うことにあります。したがって、単純に公式を暗記していくのではなく、式の表す意味を考えながら勉強を進めていくことが大切です。物理は、この世界の自然現象を解き明かしていく学問です。教科書などで学んだ内容を、実際の身の回りの自然現象と照らし合わせて納得していくことで、一層理解が深まります。このような学習に対して最も適した「参考書」は教科書と言えるでしょう。教科書をしっかりと読み込み、「覚える」のではなく、「理解」をしてください。基本的な知識の積み重ね、そしてその応用が結局は物理を勉強するための王道となります。また物理に限らず、理科の各科目においては、数値に付随する単位の扱いにも十分に気を配る必要があります。特に、単位換算が迅速かつ正確に行えるよう、日頃から訓練しておいてください。

▼正確かつ迅速に解く訓練を

問題文は長いものが少なくありません。多少時間はかかりますが、落ち着いて読んでください。問題文の中に考え方のヒントが含まれている場合もあります。各問題を順序通り解いていけば、あなたの知っている基本的な法則をもとに解答できるようになっています。有効数字が 2 ないし 3 桁の加減乗除の数値計算が求められる場合もあります。計算は手早くできるように練習をしてください。正確な解答を出すためには、日頃の訓練が重要となってきます。

▼丁寧な解答記入を心がける

解答を記入するときは、まず解答欄を間違えないこと、そして上手である必要はありませんが丁寧に記入することを心がけてください。誤解が生じるような書体、例えば「p」と「q」、「u」と「v」、「6」と「8」など曖昧または雑に書かれてしまうと、採点者が困ってしまうことがあります。判別できない場合は不正解となってしまうこともありますので、注意してください。

化 学

◆どのような問題がでるか◆

▼基礎から応用まで幅広く

各大問では、「化学基礎」・「化学」の各分野から、基礎・応用を絡めた幅広い難易度の問題が 4 題出題されます。個々の小問は教科書の基礎的な事項を問うものですが、暗記だけで答えられる問題はほとんどなく、理解と応用力が試される問題が多く出題されます。大問全体としては複数の分野に関連する総合問題となる場合もあります。また、正答にたどり着くために基本的な計算力（加減乗除・指数・対数）が必要な問題も出題します。

▼解答方式は多様

問題の解答形式は、選択枝から正答を選ぶもの、語句を答えるもの、誤った語句を修正して正しい語句を答えるもの、計算過程を示すもの、構造式を書くもの、グラフや図を描くもの、など様々です。焦らず、問題文をよく読み、適切に解答しましょう。計算過程を示す問題では、受験生が「化学の考え方」を身につけているかどうかを確認しながら採点しています。

◆出題の狙い◆

▼基本原理から結果を予測する

化学を勉強する面白さは、化学の原理で身の回りの現象を説明できたり、未知の結果を予測できたりするところにあります。これは、高校で勉強する化学の範囲でも十分可能なことです。ですから、基礎的内容を総合的に組み合わせて、現象を説明したり結果を予測したりする問題も出題したいと考えています。暗記だけで答えられる問題はほとんどなく、暗記したことを正しく理解しているか、それをどのように応用できるかを試されると考えて下さい。

▼さまざまな切り口の出題も

化学は教科書の中で閉じた学問ではありません。新聞や小説など、さまざまな話題や文章を読む際にも、化学の知識があれば、その理解も深まります。出題の中心は基礎的な事項を確認する問題ですが、「化学は『暗記物』ではない」「化学は面白い」というメッセージを入試問題に込めたいと考えています。学校で学ぶ化学だけでなく、日頃から話題になっている内容、例えば環境問題やノーベル化学賞受賞や記事・詩・小説の内容などが、今まで習った化学とどう関連しているのかを考えるようにしてください。

◆効果的な対策◆

▼基礎的事項をおさえる

教科書の中から、分野が偏らないように出題しています。教科書の基礎的な事項を整理してしっかり理解し、さらに、応用できるようにしておきましょう。また、化学用語や化合物の化学式・構造式などの暗記すべき事項は確実に覚えましょう。特に、H~Ca と他の重要な元素の特徴や性質、化学の基本法則は必ず覚えましょう。有効数字の意味を理解し、正しい有効桁数で解答できるようにしておきましょう。

▼発展的項目にも目を通す

教科書に載っている発展的項目に関連した問題を出題することもあります。基礎的内容をおさえたあと、時間に余裕のある人は、発展的な項目にも目を通すと良いでしょう。

▼計算力を身につける

計算過程を示す問題がいくつか出題されます。解答導出の過程を簡潔に示すための訓練が必要です。計算問題では、必要な数値を整理して分数計算にすると、より簡単に計算できるよう配慮している場合が多いです。ただし、有効数字 3 桁程度の掛け算・割り算が必要な場合もありますので、計算にも慣れておきましょう。また、指数の計算や対数の性質についても、基礎的な部分を確認しておきましょう。

▼おすすめの問題集

まずは、手元の教科書をよく読み、例題や練習問題を確実に解けるようになります。そして、工学院大学の過去問題集を入手して、解いてみましょう。まずは実際の試験と同じように時間を計って、何も見ずに解いてください。解答後は、解けたところも解けなかったところも解答例をよく読み、自分自身が納得するまで考えましょう。

生 物

◆どのような問題がでるか◆

▼解答方式は多様

「生物基礎」・「生物」の各分野から、例年 4 題が出題されます。問題の解答形式は、適切な語句を答えるもの、選択肢から正答を選ぶもの、説明するもの、計算過程を示すものなどさまざまです。生物の教科書に出てくる化合物の化学式や化学反応式、細胞のスケッチ、あるいは DNA、タンパク質やペプチドなどの構造の模式図を書かせる問題、また、グラフを描かせたりする問題も出題されました。問題文をよく読み、適切に解答しましょう。

◆出題の狙い◆

▼基礎力の定着度が試される

「生物学」の基礎を学習できているかを問うことが基本方針で、「生物基礎」および「生物」の全分野にわたる基礎的な問題が偏らないよう出題されます。多くの問題は教科書の基礎的な事項を問うものですが、複数の内容が併せて出題される場合や、発展的な内容を一部扱う場合があります。教科書をしっかりと理解しておくことは必須です。また、新聞などで取りあげられる生物関連の話題についても日頃から注意しておきましょう。用語を指定して、100～200 字程度で説明する問題も出題されます。論理をきっちと追えるような文章を書く準備、心構えが必要です。

◆効果的な対策◆

▼広範かつ正確な知識を身につける

本学の試験科目「生物」は先進工学部の「生命化学科」「応用化学科」「環境化学科」「先進工学部大学院接続型」、建築学部各学科を受験する皆さんを対象に出題しています。入学後は化学にも重点を置いて学ぶことになりますから、生物の教科書に出てくる化合物やその化学式について十分勉強しておいてください。関連する分子を意識することが重要です。また、解答に際しては、誤字・脱字のないように注意し、丁寧な字で記入してください。漢字で書くべきところは、漢字で正確に書きましょう。そして、採点者が理解できる文章を書くように、日頃から心がけてください。

国 語

◆どのような問題がでるか◆

▼評論文の読解問題が中心

古文・漢文を除き、現代文を出題します。主に評論文の読解問題が出され、文学作品に対する鑑賞力等は重視されません。漢字の書き取りと読み、空欄補充による接続詞や慣用的な語句の用法のチェック、正確な内容把握ができていくかどうかの選択式による確認、重要表現の抜き出しや論旨の要約等、様々な設問形式によって総合的な国語力が試されます。建築、デザイン、環境、社会、文化など、様々なテーマの評論文が出題されます。

◆出題の狙い◆

▼文意や文脈の正しい理解が必要

本学の国語の問題では、文脈を丁寧にたどりながら、文章に書かれた事例や意見を正しく理解する能力を問うことを大きな目的としています。

▼大学の学びに必要な日本語能力を問う

忘れてはならないことですが、国語という教科の学習は大学入試で終わるとしても、大学（以降）の学習での知識獲得の手段になるのは、引き続き日本語なのです。したがって、国語の試験で試される能力も、単に受験勉強としての国語ができるかどうかということだけではなく、大学で勉強を進めていくために必要な日本語能力を身につけているかどうかになります。大学での勉強は単なる知識の詰めこみではありません。自分の意思で調べ、自分の頭で考え、自分の言葉や作品で表現できる学生に入学して欲しいと思っています。

◆効果的な対策◆

▼まず、読書に取り組む

読書は国語の学習の基盤となります。ぜひたくさん本を読んでください。建築学部への進学を考えている受験生の皆さんは、建築に関心を持っているわけですから、建築の中でも関心ある分野の本を読むことをおすすめします。

▼次に、新聞の評論も読む

本だけでなく、新聞等のように評論文が出ている活字媒体も、勉強になります。また、それらの文章を読むときは、漠然と読むのではなく、語句や表現、段落や構成に注意し、筆者の意図を考えながら読むことが大切です。

▼さらに、漢字学習も

漢字の書き取りでは、一画一画正確かつ丁寧に書くことが求められます。そのため、日頃から文字をきちんと書く習慣をつけてほしいと思います。また、出題されるのは基本的な漢字、間違えやすい漢字ばかりなので、基礎的な問題集に丁寧に取り組むことが確実な対策です。ドリルなどで学習し、楷書で正しく書けるようにしておいて下さい。

数 学

以下の通り解答すること。

受験票記載の試験科目	解答する問題
数学Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ・A・B・C	第Ⅰ問、第Ⅱ問、第Ⅲ問、第Ⅳ問
数学Ⅰ・Ⅱ・A・B・C	第Ⅰ問、第Ⅱ問、第Ⅲ問、第Ⅴ問

1 次の にあてはまる数または式を解答欄に記入せよ。ただし、あてはまる数または式が 2 つ以上となることもある。

(1) a を実数とする。座標平面において、放物線 $y = 2x^2 - 3x - 2$ を x 軸方向に -3 、 y 軸方向に a だけ平行移動した放物線は、点 P において x 軸に接する。

このとき、 $a =$ ア 。また、 P の x 座標は $x =$ イ 。

(2) 実数 θ に対し、 $\tan \frac{\theta}{2} = 3$ のとき、 $\tan \theta =$ ウ 、 $\sin 3\theta =$ エ 。

(3) 関数 $y = \log_2(2^x + \sqrt{2}) + \log_2(2\sqrt{2} - 2^x)$ は $x =$ オ で最大値 カ をとる。

(4) 正の実数 t に対し、座標平面上に 3 点 $O(0, 0)$ 、 $A(2, -1)$ 、 $B(1, t)$ がある。
 $\angle AOB = \frac{\pi}{4}$ のとき、 $t =$ キ 。

また、線分 AB を $1:3$ に内分する点 C に対し、直線 OC が直線 AB に垂直であるとき、 $t =$ ク 。

2 四面体 $OABC$ の 6 つの辺の長さは

$$OA = BC = 5, \quad OB = AC = \sqrt{13}, \quad OC = AB = 2\sqrt{5}$$

である。また、線分 OA 、 OB 、 AC 、 BC の中点を、それぞれ M 、 N 、 P 、 Q とする。
以下の問いに答えよ。

- (1) 内積 $\vec{OA} \cdot \vec{OB}$ の値を求めよ。
- (2) 線分 MQ の長さを求めよ。
- (3) P から直線 MN へ下ろした垂線と直線 MN の交点を H とするとき、
 $\vec{OH} = x\vec{OA} + y\vec{OB}$ を満たす実数 x, y を求めよ。
- (4) 四角形 $MNQP$ の面積 S を求めよ。

3 自然数 n に対し、 x についての多項式 $(x+1)^{3n+1}$ を $x^3 - 1$ で割ったときの余り $f_n(x)$ は、実数 a_n, b_n, c_n を用いて

$$f_n(x) = a_n x^2 + b_n x + c_n$$

と書ける。以下の問いに答えよ。

- (1) $f_1(x)$ を求めよ。
- (2) $f_n(1)$ を n の式で表せ。
- (3) 実数 p, q, r は、すべての自然数 n について $a_{n+1} = p a_n + q b_n + r c_n$ を満たす。このとき、 p, q, r の値を求めよ。
- (4) 自然数 n に対し、 $d_n = a_n - c_n$ とおく。 d_n を n の式で表せ。

4 a, b を実数とする. 座標平面上の 2 曲線

$$C_1 : y = a \tan x \left(0 \leq x < \frac{\pi}{2} \right), \quad C_2 : y = \sin x - b \left(0 \leq x < \frac{\pi}{2} \right)$$

は, x 座標が $\frac{\pi}{3}$ である点において共通の接線をもつ. 以下の問いに答えよ.

- (1) 定積分 $I = \int_0^{\frac{\pi}{4}} \tan x \, dx$ の値を求めよ.
- (2) a, b の値を求めよ.
- (3) C_1, C_2 および y 軸で囲まれた部分の面積 S を求めよ.

5 a を 0 でない実数とし, b を実数とする.

座標平面において, 直線 $\ell_1 : y = 4x + 1$ は, 2 つの放物線

$$C_1 : y = ax^2 + 2x, \quad C_2 : y = 2x^2 + b$$

の両方に接している. さらに, ℓ_1 と異なる直線 ℓ_2 も C_1 と C_2 の両方に接している.
このとき, 以下の問いに答えよ.

- (1) a, b の値を求めよ.
- (2) ℓ_2 の方程式を求めよ.
- (3) ℓ_1 と ℓ_2 の交点の x 座標を求めよ.
- (4) ℓ_1, ℓ_2 および C_2 で囲まれた図形の面積 S を求めよ.

物 理

1 以下の 4 つの文章の空欄にあてはまる適切な式, 数値, 語句, 記号などを解答欄に答えよ。なお, それぞれの文章は互いに独立である。

- (1) 長さが 10.0 cm, 質量が 7.0 g の一様ではないまっすぐな細い棒がある。棒の両端をそれぞれ点 A, B とすると, この棒の重心は点 A から 4.0 cm の位置にある。点 A に物体 P, 点 B に物体 Q を吊り下げたところ, 点 A から 6.0 cm の位置を支えることによって, 棒は水平となつて静止した。また, 物体 P と物体 Q を入れ替えたところ, 点 A から 3.0 cm の位置を支えることによって, 棒は水平となって静止した。このことから, 物体 P と物体 Q の質量はそれぞれ g, g であることがわかる。
- (2) 絶対温度 T の単原子分子理想気体について, 分子 1 個あたりの運動エネルギーの平均値は, T およびボルツマン定数 k を用いて と表せる。
- (3) 抵抗値 R の電気抵抗, 電気容量 C のコンデンサー, 自己インダクタンス L のコイル, 交流電源を直列に接続して回路をつくる。交流電源によって, 回路に角周波数 ω の交流電圧がかかっているとき, 回路のインピーダンスは である。交流電源の電圧の最大値を変化させずに, ω を変化させると, 回路を流れる電流の最大値 I_0 は ω の値に応じて変化する。 I_0 が最大となるのは ω が のときである。
- (4) 静止している電子を加速する。300 V の電圧で加速された電子 A と 600 V の電圧で加速された電子 B について, 加速された後の物質波の波長を比べると, 電子 B の波長は電子 A の波長の 倍である。

2 図1のような長方形の板がある。板の短辺と平行に、塗装のない幅 d の部分と塗装のある幅 d の部分が交互に並ぶような縞模様の塗装がされている。上端の短辺を含む幅 d の部分には塗装はない。板の上端の短辺の中点 P_0 を通り長辺に平行な中心線を L とする。中心線 L に沿って P_0 から距離 $2d$ ごとに、点 $P_1, P_2, \dots$ がある。この板を用いて、図2のように斜面をつくる。板は P_0 を上側として、短辺が水平になるように置かれている。板の長辺と水平面のなす角を θ とする。大きさが無視できる質量 m の小物体が、中心線 L に沿ってこの斜面上を点 P_0 から回転することなく滑り下りる。塗装のある部分では、小物体と板の間に動摩擦係数が μ の摩擦力がはたらく。塗装のない部分では、小物体と板の間に摩擦ははたらかない。小物体が塗装のある部分と塗装のない部分の境目を通る瞬間に小物体の速さが変化することはない。 $n = 1, 2, \dots$ に対して、小物体が点 P_n に到達する場合には、その点を通る速さを v_n とする。なお、 $v_n = 0$ となった場合、小物体は点 P_n にそのまま静止し続ける。重力加速度の大きさを g とする。 P_0 における小物体の速さ v_0 は変えずに、斜面の角度を様々に変化した実験を行い、小物体の運動を調べた。次の [I] および [II] の場合について、以下の問に答えよ。

[I] 小物体が点 P_1 を通過するが、点 P_2 に到達することなく静止する場合を考える。

- (イ) 小物体が点 P_0 から P_1 まで運動する間に小物体が重力からされる仕事の大きさを d, m, g, θ を用いて表せ。
- (ロ) 小物体が点 P_0 から P_1 まで運動する間に小物体が摩擦からされる仕事の大きさを d, m, g, θ, μ を用いて表せ。
- (ハ) 小物体が点 P_0 から P_1 まで運動する間に小物体がされる仕事を m, v_0, v_1 を用いて表せ。
- (ニ) このとき v_1 の値のとりうる範囲を、 v_0 を用いた不等式で示せ。

[II] θ をある値にしたところ、 v_1 は v_0 より 4.0% だけ小さくなった。

- (ホ) 小物体はどこで静止するか。ただし、板は十分に長く、小物体が板の下端に到達することはないものとする。解答欄には、例えば点 P_3 と点 P_4 の間で止まるのであれば「 P_3 - P_4 間」と答えよ。

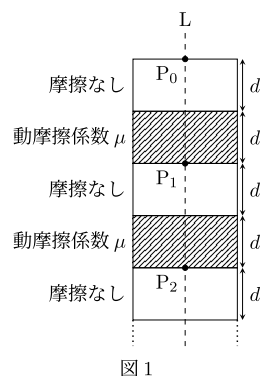


図1

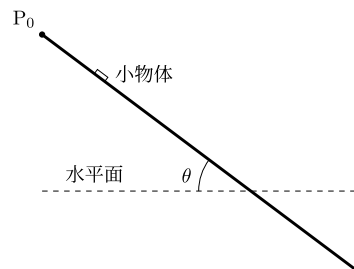


図2

3 人は左右の耳に入る音の違いによって音の方向や距離を知覚する。そのため、左右の耳に入る音を個別に記録し、それぞれの耳元で再生すると立体的な音を知覚できる。この技術をバイノーラル方式と呼ぶ。録音の際はバイノーラルマイク (BM) やダミーヘッド (DH) が利用される。BM は、左右の耳に模したマイクを棒で接続したものが一般的である。DH は頭部の模型の左右に、耳に模したマイクを埋め込んだものである。BM と DH で録音された音の違いを考えよう。図1および図2はそれぞれ BM と DH を単純化したモデルである。音は平面波であり、波の減衰は無いとする。図の平面は、音の波面に垂直で両耳 (マイク) を含む平面を表す。図中で両耳を結ぶ線分の法線と音の進行方向がなす角 (入射角) を θ ($0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$)、音速を c とする。両耳に模したマイクの大きさは無視し、マイクは音の波に影響を与えないとする。以下の問に答えよ。

はじめに図1の BM の場合を考える。両耳間の距離を L とする。両耳間の棒の影響は無視する。

- (イ) 音が右耳に到達してから左耳に到達するまでの時間 T_B を L, c, θ を用いて表せ。
- (ロ) 時刻 t において右耳で観測された振動数 f ($f > 0$) の音の変位が $y_0(t) = \sin(2\pi ft)$ であった。 $\theta = \frac{\pi}{2}$ のとき、左耳で観測される音の変位 $y(t)$ を f, t, L, c を用いて表せ。
- (ハ) 振動数 f の値によっては、両耳で同じ位相、すなわち $y_0(t) = y(t)$ と観測される音が、正面 ($\theta = 0$) 以外の方向からも到達する。そのような f の最小値を L, c, θ を用いて表せ。

次に図2の DH の場合を考える。頭部は半径 R の球とし、左右の耳は球の中心を通る直線上にある。球は固く、内部には音は伝わらない。球の中心を通る波面と、DH の断面を表す図2の円の円周が交わる点のうち左耳に近い方を点 P とする。

- (ニ) 音が右耳に到達してから点 P に到達するまでの時間を R, c, θ を用いて表せ。
- (ホ) 球が障害物となり、音は点 P から左耳までは球面に沿って回り込みながら速さ c で伝わる。音が右耳に到達してから左耳に到着するまでの時間 T_D を R, c, θ を用いて表せ。

以上より、BM と DH では、左右の耳に音が到達する時間差が異なる。DH の両耳間は、人の耳の距離と同等となるように設計される。一方、BM の場合は、真横から音が到達したときの時間差を人の耳での時間差に近づけるため、人の両耳間の距離より長く設計される。

- (ヘ) $\theta = \frac{\pi}{2}$ のときに $T_B = T_D$ を満たすための L を R を用いて表せ。

- (ト) 人の両耳間の距離に近い値として $2R = 150 \text{ mm}$ とするとき、問 (ヘ) を満たす L は何 mm になるかを有効数字 3 桁の数値で答えよ。ただし、この計算では $\pi = 3.142$ を用いること。

以上のように BM の両耳間の距離を設計しても、 $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ での両耳の時間差は人の耳とは一致しない。また BM は、頭部による音の反射や減衰がないため、両耳での音の振幅も人の耳とは大きく異なる。そのため立体音響をできるだけ正確に再現する必要がある用途では、BM ではなく、DH が用いられる。

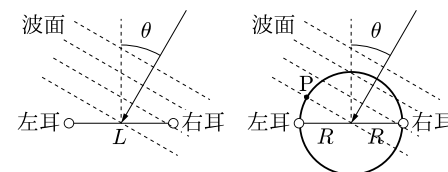


図1

図2

化 学

4 すべり抵抗器は、電気抵抗をもつ直線状の様な物質の上に導体を接触させ、外部に回路を接続できるようにしたものである。図 1 に示すように、物質の端点を A, B とし、導体の接触点を P とするとき、点 P の位置を調整することで、AP 間の電気抵抗を自由に变化させることができる。AB 間の電気抵抗が R であるすべり抵抗器と、端子電圧が E の電池を用いた回路について考察する。以下の問に答えよ。物質と導体の接触点や各接続部での抵抗、および電池の内部抵抗は無視できるとする。

図 1 に示す、電池 1 個とすべり抵抗器 1 台を用いた回路について考える。

(イ) AP 間の長さが AB 間の長さの $\frac{1}{3}$ であるとき、AP 間を流れる電流と PB 間を流れる電流をそれぞれ答えよ。

図 2 に示す、電池 1 個とすべり抵抗器 4 台を用いた回路について考える。それぞれのすべり抵抗器において、 A_1P_1 , A_2P_2 , A_3P_3 , A_4P_4 の長さは、すべり抵抗器の長さの $\frac{1}{3}$ になるように調整してある。

(ロ) 図 2 において、すべり抵抗器 A_3B_3 と A_4B_4 を含む部分 (a) について、点 X_3 と点 Z_3 の間の合成抵抗を答えよ。

(ハ) 図 2 において、すべり抵抗器 A_2B_2 , A_3B_3 , A_4B_4 を含む部分 (b) について、点 X_2 と点 Z_2 の間の合成抵抗を答えよ。

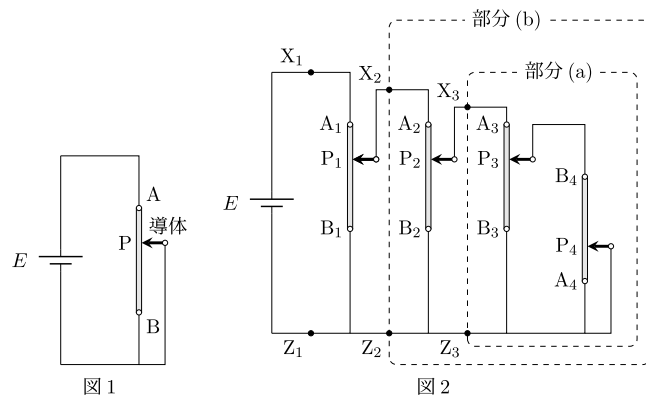
以下では図 2 の回路全体について考える。

(ニ) 点 Z_2 に対する点 X_2 の電圧（電位差）を答えよ。

(ホ) 点 Z_3 に対する点 X_3 の電圧（電位差）を答えよ。

(ヘ) 点 X_3 に対する点 X_1 の電圧（電位差）を答えよ。

(ト) B_4P_4 間を流れる電流の大きさを答えよ。



すべての問題において、必要があれば、原子量および定数は次の値を使うこと。

H 1.00 C 12.0 N 14.0 O 16.0 Na 23.0

アボガドロ定数 $N_A = 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

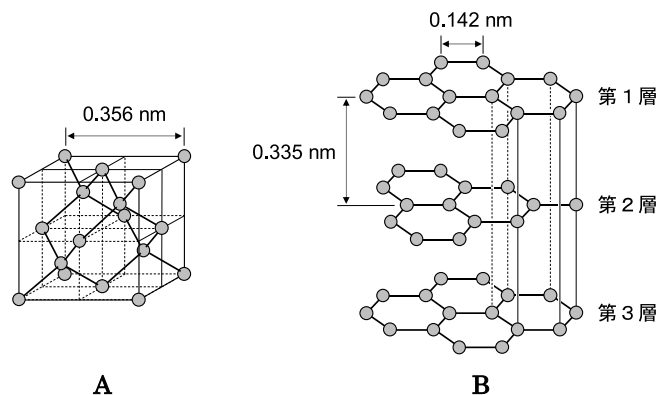
水のイオン積 $K_W = 1.00 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ (25.0 °C)

各問題で特に指定のない場合、大気圧力は $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、温度は 25.0 °C とする。

また、特に説明のない場合、気体は理想気体として扱うこと。

- 1 次の文を読み、下の問 1～問 7 に答えよ。必要であれば、 $\sqrt{2}=1.41$ 、 $\sqrt{3}=1.73$ 、 $\pi=3.14$ 、 $0.335 \times 0.142^2 = 0.00675$ を用いよ。ただし、原子は歪みのない球であり、最も近くにある原子どうしは互いに接しているとする。

単体の炭素には、次の図に示す **A**、**B** の結晶構造をもつものがある。結晶構造 **A** は、1 個の炭素原子に 4 個の炭素原子が正四面体の頂点方向に結合した構造をもつ。一方、結晶構造 **B** は層状の平面構造が積み重なってできている。



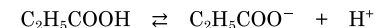
- 問 1 結晶構造 **A**、**B** の物質のように、同じ元素からなるが性質の異なる単体を、互いに何というか。名称を答えよ。
- 問 2 結晶構造 **A**、**B** の物質の名称をそれぞれ答えよ。
- 問 3 結晶構造 **A**、**B** の物質について、次の表の空欄 [1] ～ [6] に当てはまる語句を、次の(ア)～(ク)から 1 つずつ選び、記号で答えよ。

	色	硬さ	電気伝導性
結晶構造 A	[1]	[2]	[3]
結晶構造 B	[4]	[5]	[6]

- (ア) 黒色 (イ) 赤色 (ウ) 青色 (エ) 無色透明
(オ) 硬い (カ) 軟らかい (キ) 電気伝導性あり (ク) 電気伝導性なし
- 問 4 結晶構造 **A**、**B** の物質それぞれの用途に当てはまる語句を次の(ア)～(エ)からすべて選び、記号で答えよ。
- (ア) 鉛筆の芯 (イ) 宝飾品 (ウ) 研磨剤 (エ) 電極
- 問 5 結晶構造 **B** を上面(第 1 層の上)から垂直に見たときの第 2 層の原子の位置を解答欄に○で書け。第 1 層と重なっている原子も記入すること。ただし、解答欄には第 1 層の原子の中心を結ぶ線を示している。
- 問 6 結晶構造 **A** の充填率 [%] を有効数字 2 桁で答えよ。計算過程を示すこと。
- 問 7 結晶構造 **B** の密度 [g/cm³] を有効数字 2 桁で答えよ。計算過程を示すこと。

- 2 次の文を読み、下の問 1～問 5 に答えよ。必要であれば、 $\sqrt{10}=3.16$ 、 $\log_{10}2=0.30$ 、 $\log_{10}3=0.48$ 、 $\log_{10}5=0.70$ を用いよ。

カルボン酸の 1 つであるプロピオン酸の水溶液中での電離平衡は、次の化学反応式で表される。



弱酸であるプロピオン酸の電離する割合はわずかであり、その電離定数 K_a は 1.0×10^{-5} mol/L である。一方、プロピオン酸の塩であるプロピオン酸ナトリウムは、水溶液中ではほぼすべて電離する。

- 問 1 0.25 mol/L のプロピオン酸水溶液 500 mL を調製したい。この調製に必要な質量パーセント濃度 98 % のプロピオン酸水溶液の質量 [g] を、有効数字 2 桁で答えよ。計算過程を示すこと。
- 問 2 0.25 mol/L のプロピオン酸水溶液中のプロピオン酸の電離度 α を有効数字 2 桁で答えよ。また、pH を小数第 1 位まで答えよ。計算過程を示すこと。ただし、電離度 α は 1 より十分に小さいとする。
- 問 3 弱酸とその塩の混合水溶液は、主にどのような目的で使用されるか説明せよ。また、この混合水溶液がもつ特徴的な作用を何というか、名称を答えよ。
- 問 4 0.25 mol/L のプロピオン酸ナトリウム水溶液 500 mL を調製したい。この調製に必要なプロピオン酸ナトリウムの質量 [g] を、有効数字 2 桁で答えよ。計算過程を示すこと。
- 問 5 0.25 mol/L のプロピオン酸水溶液 500 mL と 0.25 mol/L のプロピオン酸ナトリウム水溶液 500 mL を混合した後の水溶液の水素イオン濃度 [mol/L] を有効数字 2 桁で答えよ。また、pH を小数第 1 位まで答えよ。計算過程を示すこと。ただし、混合後の水溶液の体積は、元の水溶液の体積の和に等しいとする。また、プロピオン酸の電離度 α は 1 より十分に小さいとする。

3 化合物 **A**～**D** はいずれも分子式 $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2$ で表され、メチル基を 1 つもつ 6 員環化合物である。次の (a)～(g) の文を読み、下の問 1～問 6 に答えよ。

- (a) **A**～**D** はいずれも不斉炭素原子をもたない。
- (b) **A**, **B** は、2 つの二重結合が 1 つの単結合によってつながった構造をもつ。
- (c) **A**～**D** に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後に希塩酸で処理したところ、それぞれから分子式 $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_3$ で表される化合物 **E**～**H** が得られた。このうち、**C** から生成した **G** だけが不斉炭素原子をもつ。
- (d) **G** にフェーリング液を加えて加熱すると、赤色の沈殿が生じた。
- (e) **H** にヨウ素と水酸化ナトリウムを反応させると、特異臭をもつ黄色沈殿が生じた。
- (f) 白金を触媒として **E**, **F** に水素を反応させると、**E** から化合物 **I** が、**F** から化合物 **J** が得られた。**I**, **J** は不斉炭素原子をもつ。
- (g) **I**, **J** を硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液で酸化したところ、**I** からは不斉炭素原子をもたない化合物 **K** が得られた。一方、**J** からは不斉炭素原子をもつ化合物 **L** が得られた。

問 1 化合物 **A**～**D** が共通してもつ官能基の名称を答えよ。

問 2 化合物 **E**～**H** が共通してもつ官能基の名称を答えよ。

問 3 (c) の下線部で起こった反応の名称を答えよ。

問 4 化合物 **G**, **H**, **J**, **K** の構造式を書け。

問 5 (d) で生じた赤色沈殿の化学式を答えよ。

問 6 (e) では、黄色沈殿が生じるとともに、別の有機化合物も生成した。この有機化合物がもつ炭素原子の数を答えよ。

4 次の文を読み、下の問 1～問 4 に答えよ。

アミノ酸のカルボキシ基と別のアミノ酸のアミノ基が脱水縮合すると〔 1 〕結合ができ、アミノ酸どうしの〔 1 〕結合を特にペプチド結合という。多数のアミノ酸が鎖状に結合したものをポリペプチドといい、タンパク質はポリペプチドの構造が基本となる。

ポリペプチド内のアミノ酸の配列順序を一次構造というが、タンパク質はより高次の構造をもつ。ペプチド結合間で〔 2 〕結合を形成することにより、比較的狭い範囲で形成される規則的な立体構造を二次構造という。二次構造には、1 つのアミノ酸のペプチド結合の >C=O と、その 3 つ隣のペプチド結合の H-N< の間の〔 2 〕結合によって固定されている〔 3 〕構造と、平行に並んだポリペプチド鎖のペプチド結合どうしの間の〔 2 〕結合によって固定されている〔 4 〕構造がある。二次構造のポリペプチド鎖は複雑に折れ曲がり、システインの **SH** 部分どうしが酸化されて結合した〔 5 〕結合やイオン結合で繋がり合った立体構造をとる。これが三次構造である。三次構造をもつ複数のポリペプチド鎖が一定の立体的配置で一体となって存在する状態を四次構造という。四次構造を構成する、それぞれのポリペプチド鎖を〔 6 〕という。

問 1 文中の空欄〔 1 〕～〔 6 〕に最もよく当てはまる語句を答えよ。

問 2 〔 1 〕結合をもつ合成高分子化合物を次の (a)～(e) からすべて選び、記号で答えよ。

- (a) ポリスチレン (b) ナイロン 6 (c) ポリアクリロニトリル
- (d) ビニロン (e) ポリエチレンテレフタレート

問 3 天然有機化合物の構造的な特徴を知るために利用される反応の操作を次の (ア)～(キ) にまとめた。

- (ア) アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて加熱する。
- (イ) ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加える。
- (ウ) 水酸化ナトリウム水溶液と硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加える。
- (エ) ニンヒドリン水溶液を加えて温める。
- (オ) フェーリング液を加えて加熱する。
- (カ) 濃硝酸を加えて加熱し、冷却した後にアンモニア水溶液を加える。
- (キ) 水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後、酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加える。

(1) (ア)～(オ)の反応のうち、タンパク質の検出に用いられる反応をすべて選び、記号で答えよ。

(2) (ア), (イ), (ウ), (カ)の反応の名称を答えよ。

(3) あるタンパク質に希酸を加えて加熱した結果、次の (a)～(h) に示すアミノ酸だけが得られた。下の問いに答えよ。

- (a) アスパラギン酸 (b) アラニン (c) グリシン (d) グルタミン酸
- (e) システイン (f) セリン (g) チロシン (h) リシン
- (i) (カ)の反応の結果、加熱後に黄色、塩基性で橙黄色になるために必要なアミノ酸を (a)～(h) から 1 つ選び、記号で答えよ。
- (ii) (キ)の反応の結果、黒色沈殿が生成するために必要なアミノ酸を (a)～(h) から 1 つ選び、記号で答えよ。

問 4 ある食品 5.00 g を分解したところ、0.340 g のアンモニアが発生した。食品中の窒素はすべてアンモニアに変換され、アンモニアの窒素はすべてタンパク質から生じたものとして、この食品のタンパク質含有率(質量パーセント [%])を有効数字 2 桁で答えよ。ただし、タンパク質中の窒素含有率は質量パーセントで 16.0 % とする。計算過程を示すこと。

生 物

1 つぎの文を読み、問 1 ～問 6 に答えよ。

生物の体は細胞で構成されている。細胞の構造は多様でありながら、共通点も見られる。下の表 1 は、細胞 a～c について、構造物の有無を、+ (存在する)、- (存在しない) としてまとめたものであり、細胞 a～c は大腸菌の細胞、オオカナダモの葉の細胞、マウスの肝細胞のいずれかである。また、構造物 x～z は、葉緑体、細胞壁、リボソームのいずれかである。

表 1

構造物	細胞 a	細胞 b	細胞 c
核 膜	+	+	-
ミトコンドリア	+	+	-
中心体	+	-	-
x	(イ)	(ロ)	(ハ)
y	-	+	-
z	-	+	+

問 1 上の表 1 中の (イ) ～ (ハ) に適当な記号を入れよ。

問 2 細胞 a～c に関する下の設問(1)～(3)に答えよ。

- (1) 細胞 a に見られる中心体は、ある種の細胞骨格を形成する起点となる。この細胞骨格の名称を答えよ。また、この細胞骨格を構成するタンパク質の名称を 1 つ答えよ。
- (2) 細胞 b を顕微鏡で観察すると、細胞内の構造物がゆっくりと一定方向に動く様子が見られる。この現象を何というか答えよ。また、この現象はある種の細胞骨格に沿って構造物が移動することで起こる。この細胞骨格の名称を答えよ。
- (3) 細胞 c とヒトの赤血球、ミドリムシの大きさを比較したとき、2 番目に大きいものはどれか答えよ。

問 3 構造物 x～z に関する下の設問(1)～(3)に答えよ。

- (1) 構造物 x～z のうち、光学顕微鏡ではその存在が確認できないものをすべて選び記号で答えよ。あてはまるものがない場合は「なし」と答えよ。
- (2) 構造物 x～z のうち、ルビスコという酵素を含んでいるものをすべて選び記号で答えよ。あてはまるものがない場合は「なし」と答えよ。
- (3) 構造物 x～z のうち、核酸を含むものをすべて選び記号で答えよ。あてはまるものがない場合は「なし」と答えよ。

問 4 細胞 a や細胞 b に見られるミトコンドリアの由来について、細胞内共生説ではどのように示されているか、説明せよ。

問 5 細胞 a に見られる核膜で囲まれた核は、常に球状の構造を保っている。なぜ変形することなく球状の構造を保つことができるのか、説明せよ。

問 6 ある動物の体は 30 兆個の細胞でできているものとする。この動物の体重は 30 kg であり、密度は水と同じ (1 g/cm^3) である。また、この動物の細胞がすべて同じ大きさの立方体で、細胞間の隙間が無視できるほど小さいとする。下の設問(1)と(2)に答えよ。

- (1) この動物を構成する組織 1 cm^3 に含まれる細胞の個数(個)を、計算式もしくは考え方を示して答えよ。
- (2) この動物の立方体の細胞の一辺の長さ (μm) を、計算式もしくは考え方を示して答えよ。

2 つぎの文を読み、問1～問5に答えよ。

多様な生物を共通性に基づいてグループ分けすることを生物の分類という。分類の基本となる単位は種である。類縁に近い種は属にまとめられ、さらに、類縁の近い属は科にまとめられる。このように、多様な生物は類縁関係の近い生物の集まりから順に、種からドメインまでの8つの単位に階層的に分類される。種の名前は学名として、属名と種小名の2語の組合せで表される。この命名法は二名法とよばれ、スウェーデンのリンネによって考案された。

生物の進化の道筋を系統といい、系統を枝分かれした樹状に表した図を系統樹という。系統樹の作成において、現在は形態形質よりももっぱらDNAの塩基配列が用いられる。DNAの塩基配列を用いるほうが、生物の系統をより正確かつ詳細に推定できるからである。生物の進化は、突然変異によって生じた遺伝的変異が、遺伝的浮動や自然選択によって集団内に広がることで起こると考えられている。ハーディ・ワインベルグの法則は、遺伝子頻度が変化する要因のない生物の集団において、遺伝子頻度と遺伝子型頻度の間に規則性があることを示したものである。

問1 下線部Aについて、同種としてまとめられる個体の集団には、共通した形態的・生理的な特徴をもつことに加え、ある条件が必要となる。同種の生物とされるために必要な条件で、「自然状態」という語句を用いて、説明せよ。

問2 下線部Bについて、ヒトはヒト科に属する。ヒトにおけるドメインと科の間の基本的な4つの分類階層について、下の(イ)～(ニ)にあてはまる分類名を記せ。なお、各階層の下に「亜科」などの階層や、各階層の上に「上科」などの階層が設けられることもあるが、ここではそれらについては考えないものとする。

真核生物ドメイン・(イ)・(ロ)・(ハ)・(ニ)・ヒト科

問3 下線部Cに関連して、近縁の4種の生物種S～Vの共通の遺伝子について、塩基配列の一部(18塩基)を比較すると、下の表2のようになっていたとする。これに関する下の設問(1)～(3)に答えよ。

表2

生物種	塩基配列																	
種S	G	T	G	G	T	G	C	G	C	T	T	G	G	C	G	T	T	A
種T	G	T	G	G	T	G	C	G	C	T	T	G	G	C	G	C	C	A
種U	C	A	C	C	C	G	C	C	G	A	T	C	C	C	G	T	C	T
種V	A	T	G	G	C	G	C	G	C	A	A	G	G	A	G	C	T	A

(1) 表2をもとに、それぞれの種の間での塩基の違いの個数から、分子系統樹を作成することにする。塩基の違いの個数をまとめた解答欄の表3に、適切な数字を入れよ。

(2) (1)の結果をもとに分子系統樹を作成すると、図1のようになる。図1中の(ホ)～(ト)にあてはまるものは、種T～Vのいずれか、それぞれ答えよ。

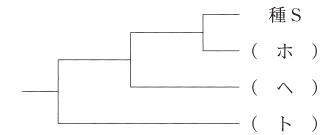


図1

(3) 種Sと最も近縁の種(図1の(ホ))が分岐した年代をX万年前とし、4種の中で最初に他の3種の共通祖先と分岐した種(図1の(ト))が分岐した年代をY万年前とすると、YはXの何倍であると考えられるか。計算式を示し、小数点以下第2位を四捨五入した値で答えよ。

問4 下線部Dについて、ある遺伝子の塩基配列を用いて作成した系統樹と、その塩基配列が転写・翻訳されてきたタンパク質のアミノ酸配列を用いて作成した系統樹では、前者の方がより正確になると考えられる。その理由を説明せよ。

問5 下線部Eについて、ハーディ・ワインベルグの法則が成り立つある生物の集団に、顕性遺伝子Gと潜性遺伝子gが存在する。1000個体の表現型を調べたところ、510個体が顕性形質、490個体が潜性形質であった。この集団に関する下の設問(1)と(2)に答えよ。

(1) この集団における遺伝子型Ggの個体の遺伝子型頻度(%)を、計算式を示して整数で答えよ。必要であれば小数点以下第1位を四捨五入すること。

(2) この集団のある世代において、出生直後に潜性形質の個体がすべて死滅してしまったとする。このとき、次世代の顕性遺伝子Gの頻度(%)を、計算式を示して整数で答えよ。必要であれば小数点以下第1位を四捨五入すること。

3 つぎの文を読み、問1～問6に答えよ。

脊椎動物の骨格筋は、運動神経からの興奮の伝達によって興奮を生じる。骨格筋の細胞(筋繊維)の内部には多数の筋原繊維^Aがあり、その周囲には筋小胞体が存在する。筋原繊維は異なるタンパク質からなる2種類の繊維(太い繊維と細い繊維)で構成されている。筋小胞体からカルシウムイオンが放出されると、筋原繊維を構成する2種類の繊維が相互作用できるようになり、筋収縮が起こる。筋原繊維には等間隔にZ膜^Cという膜があり、Z膜からZ膜までの間を筋節(サルコメア)という。筋収縮のエネルギーは直接的にはATPから供給されるが、活動時にADPからATPを速やかに生成するため、クレアチンリン酸という物質が利用されている。その反応はつぎのように示される。

クレアチンリン酸の利用：クレアチンリン酸 + ADP → クレアチン + ATP …(i)

動物の体内から取り出された筋肉は、酸素がない条件下でもある程度の期間は収縮することができる。この時、筋肉中のグリコーゲンが減少して、乳酸が蓄積する。無酸素条件下において、解糖系の反応を完全に阻害した筋肉でも収縮が見られるが、これはクレアチンリン酸を利用してATPが生成することで、消費されたATPがすぐに補われるからである。

動物の筋肉では、エネルギーが不足した場合、2分子のADPからATPを生成する反応が行われる場合もある。その反応はつぎのように示される。

2分子のADPを利用した反応：2ADP → ATP + AMP …(ii)

無酸素条件下において解糖系と(i)の式の反応を完全に阻害したうえで、動物の筋肉を収縮させ、収縮の前後でATP、ADP、AMPのモル数を比較すると下の表4のようになった。なお、この筋肉内では、AMPの分解や、(ii)の式以外でのAMPの生成は起こらないものとする。

表4

	ATP	ADP	AMP
収縮前	1.22×10^{-6}	0.63×10^{-6}	0.11×10^{-6}
収縮後	0.80×10^{-6}	(イ)	0.23×10^{-6}

このとき、実際に筋収縮に使われたATPのモル数は、(ロ)モルである。

問1 上の表4中および文中の(イ)・(ロ)に適切な数値を入れよ。

問2 下線部Aについて、ある動物の筋肉と運動神経をつながったまま取り出し、神経筋接合部から3cm離れた運動神経の軸索を刺激すると6.0ミリ秒後に筋収縮が起こり、神経筋接合部から5cm離れた運動神経の軸索を刺激すると6.8ミリ秒後に筋収縮が起こった。この運動神経の末端に興奮が達してから筋収縮が起こるまでにかかる時間は何ミリ秒か。計算式を示して答えよ。必要であれば小数点以下第2位を四捨五入すること。

問3 下線部Bに関連して、このとき、カルシウムイオンが結合する部位と及ぼす作用について、「トロポミオシン」という語句を用いて説明せよ。

問4 下線部Cについて、筋肉が弛緩しているときのZ膜についての正しい記述を、下の①～⑤のうちから一つ選び、数字で答えよ。

- ① 明帯の中央に位置し、細い繊維と結合している。
- ② 明帯の中央に位置し、太い繊維と結合している。
- ③ 明帯と暗帯の境界に位置し、太い繊維とも細い繊維とも結合している。
- ④ 暗帯の中央に位置し、細い繊維と結合している。
- ⑤ 暗帯の中央に位置し、太い繊維と結合している。

問5 下線部Dについて、ある動物の筋肉は、1kgあたり5.07gのATPと、6.33gのクレアチンリン酸を含有しているものとする。1モルのATPで31,000J(ジュール)の仕事ができるものとして、無酸素条件下で解糖系の反応を完全に阻害した100gの筋肉は、理論上、最大で何Jの仕事ができることになるか。計算式を示し、小数点以下第1位を四捨五入して整数で答えよ。ただし、ATPの分子量は507、クレアチンリン酸の分子量は211であり、ここでは2分子のADPからATPが生成する反応は起こらないものとする。

問6 筋肉は、実際には、収縮するときだけでなく、弛緩するときにもATPを消費する。どのような作用にATPを分解して得たエネルギーを必要とするのか、説明せよ。

4 つぎの文を読み、問1～問6に答えよ。

生態系において、生物は単独で生活することはなく、同種や他種の個体と関わり合いながら生きている。同種の多くの個体が同じ環境を好む場合や、個体間で互いに集まる性質をもっている場合、^A個体の分布は（イ）分布となる。一方で、個体間に排除し合う関係がある場合、^Bその分布は（ロ）分布となる。ある地域で生活している同種個体の集まりを個体群といい、一定面積内の個体数を個体群密度という。^C個体数は繁殖によって増加していくが、個体群密度が高くなると増殖率は低下する。ある環境において、生息できる個体数の上限を（ハ）という。他の種との間の相互作用としては、被食者―捕食者相互関係や、共通の資源をめぐる種間競争、^D双方に利益をもたらす相利共生などがある。^E

問1 上の文中の（イ）～（ハ）に適切な語句を入れよ。

問2 下線部Aについて、生物が群れをつくることの利点を3つ挙げよ。

問3 下線部Bに関連して、図2は縄張りを形成する動物について、縄張りの大きさと、縄張りから得られる利益および縄張りの維持にかかるコストの関係を示したものである。これについて下の設問(1)と(2)に答えよ。

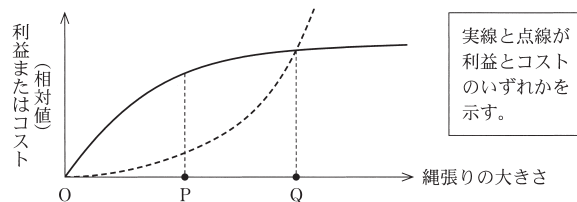


図2

- (1) 縄張りから得られる利益は図2中の実線と点線のどちらか答えよ。また、図2中のP、Qのうち、縄張りの最適な大きさに近いのはどちらか答えよ。
- (2) 何らかの要因によって、縄張りから得られる利益のみが現在の1/2に減少してしまったとする。このときの縄張りの最適な大きさとして最も適当なものを、下の①～③のうちから一つ選び、数字で答えよ。
 - ① O～Pの間 ② P～Qの間 ③ Qより大きい

問4 下線部Cについて、草原に生息する昆虫Iの個体数を推定するため、標識再捕法を用いることにした。50個体を捕獲して標識してから放し、再び60個体を捕獲した。捕獲された個体に占める標識個体の割合から推定される昆虫Iの総個体数は500個体であった。2度目に捕獲された個体のうち、標識個体は何個体であったか。計算式を示して答えよ。

問5 下線部Dについて、ガラパゴス諸島に生息する鳥類Fと鳥類Gは、それぞれ一方の種しか生息していない島では、くちばしの厚さに大きな違いは見られない。しかし、両種が共存している島では、鳥類Fのくちばしは鳥類Gのくちばしよりも厚くなる傾向が見られる。これは自然選択の結果として起こった共進化の一例であると考えられるが、このような、種間競争を緩和させるような形質の変化を何というか答えよ。

問6 下線部Eについて、陸上植物の多くは菌根菌とよばれる生物と共生している。これについて下の設問(1)と(2)に答えよ。

- (1) 菌根菌にはグロムス菌類や担子菌類などが含まれる。これらの生物の細胞壁の主成分となっている多糖類の名称をカタカナ3文字で答えよ。
- (2) 植物と菌根菌は共生によってそれぞれどのような利益を得ているか、説明せよ。

2026 年度一般選抜問題解答例

略解

数 学

$$\boxed{1} \quad \text{ア} \quad \frac{25}{8} \quad \text{イ} \quad -\frac{9}{4} \quad \text{ウ} \quad -\frac{3}{4} \quad \text{エ} \quad \frac{117}{125} \quad \text{オ} \quad -\frac{1}{2} \quad \text{カ} \quad 2\log_2 3 - 1 \quad \text{キ} \quad \frac{1}{3} \\ \text{ク} \quad 1 + \sqrt{11}$$

$$\boxed{2} \quad (1) \vec{\text{OA}} \cdot \vec{\text{OB}} = 9.$$

$$(2) \vec{\text{OB}} \cdot \vec{\text{OC}} = 4, \vec{\text{OC}} \cdot \vec{\text{OA}} = 16 \text{ より, } |\vec{\text{MQ}}|^2 = 4. \text{ よって, } \text{MQ} = 2.$$

$$(3) y = -x + \frac{1}{2} \text{ と書けるので, } 0 = \vec{\text{PH}} \cdot \vec{\text{AB}} = -20x + 16. \text{ よって, } x = \frac{4}{5}, y = -\frac{3}{10}.$$

$$(4) \text{ 四角形 MNQP は平行四辺形である. } \text{MN} = \sqrt{5}, \text{PH} = \frac{4}{\sqrt{5}} \text{ より } S = 4.$$

$$\boxed{3} \quad (1) f_1(x) = 6x^2 + 5x + 5.$$

$$(2) f_n(1) = 2^{3n+1}.$$

$$(3) (x+1)^3 f_n(x) \text{ を } x^3 - 1 \text{ で割った余りは } f_{n+1}(x) \text{ であるので, 係数を比較し, } a_{n+1} = 2a_n + 3b_n + 3c_n, \\ b_{n+1} = 3a_n + 2b_n + 3c_n, c_{n+1} = 3a_n + 3b_n + 2c_n. \text{ よって, } p = 2, q = 3, r = 3.$$

$$(4) d_n = a_n - c_n = -(a_{n-1} - c_{n-1}) = (-1)^{n-1}(a_1 - c_1) = (-1)^{n-1}.$$

$$\boxed{4} \quad (1) I = \left[-\log |\cos x| \right]_0^{\frac{\pi}{4}} = \frac{1}{2} \log 2.$$

$$(2) (a \tan x)' = \frac{a}{\cos^2 x}, (\sin x - b)' = \cos x \text{ より, } a \tan \frac{\pi}{3} = \sin \frac{\pi}{3} - b, \frac{a}{\cos^2 \frac{\pi}{3}} = \cos \frac{\pi}{3} \text{ を解き,}$$

$$a = \frac{1}{8}, b = \frac{3\sqrt{3}}{8}.$$

$$(3) S = \int_0^{\frac{\pi}{3}} \left(\frac{1}{8} \tan x - \sin x + \frac{3\sqrt{3}}{8} \right) dx = \frac{1}{8} \log 2 - \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{8} \pi.$$

$$\boxed{5} \quad (1) ax^2 + 2x = 4x + 1 \text{ より } ax^2 - 2x - 1 = 0 \text{ が重解をもつので, } a = -1.$$

$$\text{同様に } 2x^2 + b = 4x + 1 \text{ より } 2x^2 - 4x + b - 1 = 0 \text{ が重解をもつので, } b = 3.$$

$$(2) \text{ 直線 } \ell \text{ が } C_1, C_2 \text{ とそれぞれ } x = \alpha, \beta \text{ において接するとき, } \ell \text{ は } y = (-2\alpha + 2)x + \alpha^2 = 4\beta x - 2\beta^2 + 3 \\ \text{ と書けるので, } (\alpha, \beta) = \left(\frac{5}{3}, -\frac{1}{3} \right), (-1, 1). \text{ よって } \ell_2 \text{ の方程式は } y = -\frac{4}{3}x + \frac{25}{9}.$$

$$(3) 4x + 1 = -\frac{4}{3}x + \frac{25}{9} \text{ より } x = \frac{1}{3}.$$

$$(4) S = \int_{-\frac{1}{3}}^{\frac{1}{3}} 2 \left(x + \frac{1}{3} \right)^2 dx + \int_{\frac{1}{3}}^1 2(x-1)^2 dx = \frac{32}{81}.$$

解答例

物 理

1

解答欄

イ	1.4	g
ロ	5.6	g
ハ	$\frac{3}{2}kT$	
ニ	$\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$	
ホ	$\frac{1}{\sqrt{LC}}$	
ヘ	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	倍

2

解答欄

イ	$2mgd \sin \theta$
ロ	$\mu mgd \cos \theta$
ハ	$m \frac{v_1^2}{2} - m \frac{v_0^2}{2}$
ニ	$0 < v_1 < \frac{\sqrt{2}}{2} v_0$
ホ	P ₁₂ -P ₁₃ 間

3

解答欄

イ	$\frac{L \sin \theta}{c}$
ロ	$\sin \left(2\pi f \left(t - \frac{L}{c} \right) \right)$
ハ	$\frac{c}{L \sin \theta}$
ニ	$\frac{R \sin \theta}{c}$
ホ	$\frac{R}{c} (\theta + \sin \theta)$
ヘ	$\left(1 + \frac{\pi}{2} \right) R$
ト	1.93×10^2 mm

4

解答欄

イ	AP	$\frac{3E}{R}$
	BP	0
ロ		$\frac{2}{3}R$
ハ		$\frac{2}{3}R$
ニ		$\frac{1}{2}E$
ホ		$\frac{1}{4}E$
ヘ		$\frac{3}{4}E$
ト		$\frac{3}{16} \frac{E}{R}$

解答例

化 学

1

解 答 欄

問 1

同素体

問 2

A	B
ダイヤモンド	黒鉛

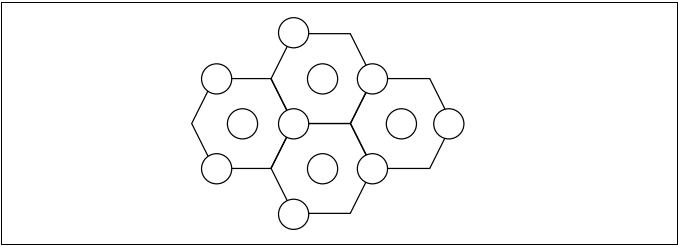
問 3

1	2	3	4	5	6
エ	オ	ク	ア	カ	キ

問 4

A	B
イ, ウ	ア, エ

問 5



問 6

計算過程 単位格子を 8 分割して考えると、 原子半径 r と格子定数 a の関係は $r = (\sqrt{3} / 8) a$ である。 よって求める充填率は、 $8 \times \{ (4/3) \times \pi \times r^3 \} \div a^3 \times 100 = 33.9$	答 34 %
--	----------------------

問 7

計算過程 六角柱あたりの質量は $4 \times 12.0 \div (6.02 \times 10^{23}) = 7.973 \times 10^{-23}$ g 六角柱の体積は $(3\sqrt{3} \div 2) \times (0.142 \times 10^{-7})^2 \times (2 \times 0.335 \times 10^{-7})$ $= 3.503 \times 10^{-23}$ cm ³ よって、求める密度は $(7.973 \times 10^{-23}) \div (3.503 \times 10^{-23}) = 2.276$ g/cm ³	答 2.3 g/cm ³
---	---------------------------------------

2 解 答 欄

問 1	計算過程 $W = \frac{0.25 \times 0.500 \times 74.0}{0.98} = 9.43$	答 9.4 g
問 2	計算過程 $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}} = \sqrt{\frac{1.0 \times 10^{-5}}{0.25}} = 2\sqrt{10} \times 10^{-3} = 6.32 \times 10^{-3}$ $[H^+] = 0.25 \times 2\sqrt{10} \times 10^{-3} = 5.0 \times 10^{-3.5} \text{ mol/L}$ $\text{pH} = -\log_{10}[H^+] = -\log_{10}(5.0 \times 10^{-3.5}) = 3.5 - \log_{10}5 = 2.8$	答(電離度) 6.3×10^{-3} 答(pH) 2.8
問 3	目的の説明 溶液の pH を一定に保つため。	
	作用の名称 緩衝作用	
問 4	計算過程 プロピオン酸ナトリウムのモル質量は 96.0 g/mol $W = 0.25 \times 0.500 \times 96.0 = 12 \text{ g}$	答 12 g
問 5	計算過程 同濃度の水溶液を混合するので $C_a = C_s$ $[H^+] = K_a \frac{C_a}{C_s} = K_a = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ $\text{pH} = -\log_{10}(1.0 \times 10^{-5}) = 5.0$	答(水素イオン濃度) 1.0×10^{-5} mol/L 答(pH) 5.0

3 解 答 欄

問 1	エステル結合	問 2	カルボキシ基
問 3	加水分解		
問 4	G $\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$		
	H $\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$		
	J $\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$		
	K $\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$		
問 5	Cu ₂ O	問 6	5

解答例

生 物

4 解 答 欄

問 1	1	2	3
	アミド	水素	α -ヘリックス
	4	5	6
	β -シート	ジスルフィド	サブユニット

問 2	b
-----	---

問 3	1	ウ, エ	
	2	ア	イ
		銀鏡反応	ヨウ素デンプン反応
		ウ	カ
		ビウレット反応	キサントプロテイン反応
	3	i	ii
		g	e

問 4	計算過程	答
	アンモニア 0.340 g 中の窒素は $0.340 \div (14.0 + 1.00 \times 3) \times 14.0 = 0.280 \text{ g}$ 食品 5.00 g 中のタンパク質の質量を $m \text{ [g]}$ とすると, $m \times 0.160 = 0.280, m = 1.75$ $1.75 \div 5.00 \times 100 = 35.0$	35 %

1 解答欄

問 1	イ	+	ロ	+	ハ	+
-----	---	---	---	---	---	---

問 2		
(1)	細胞骨格 微 小 管	タンパク質 チューブリン
(2)	現象 原形質流動	細胞骨格 アクチンフィラメント 現象は, 細胞質流動でも可
(3)	ヒトの赤血球	

問 3	
(1)	x
(2)	y
(3)	x, y

問 4	真核生物の祖先となった単細胞生物に好気性細菌が取り込まれることで共生し, ミトコンドリアになった
-----	---

問 5	内側にある中間径フィラメントによって支えられているから
-----	-----------------------------

問 6	
(1)	30 兆 $\div 30000 \text{ cm}^3 = 10$ 億個 (1.0×10^9 個) 答 10 億 (1.0×10^9) 個
(2)	1 cm に 1000 個が並ぶので一辺は 10 μm 答 10 μm

2 解答欄

問1 自然状態で交配し、生殖能力をもつ子をつくることができる

問2

イ	動物界	ロ	脊索動物門	ハ	哺乳綱
ニ	サル目(霊長目)				

問3

(1) 表3

	種S	種T	種U
種T	2		
種U	12	12	
種V	6	6	13

(2)

ホ	種T	ヘ	種V	ト	種U
---	----	---	----	---	----

(3)

U と他の 3 種の違いは平均して $(37/3)$, $2 : X = (37/3) : Y$ となり,

$Y = X \times (37/3) \div 2 = X \times 6.166\cdots \approx 6.2X$

答 6.2 倍

問4 DNAの塩基配列が異なっているとしても、同じアミノ酸配列を指定する場合があるから

問5

(1)

gg が $49/100$ なので、g の頻度は $(7/10)$, G の頻度は $(3/10)$ となり,

Gg の頻度は $2 \times (3/10) \times (7/10) = 42/100$

答 42 %

(2)

gg が死滅すると、残りは GG : Gg = $9 : 42 = 3 : 14$ なので、G の頻度は

$(3 \times 2 + 14) / (17 \times 2) = 20/34 = 58.88\cdots / 100$

答 59 %

3 解答欄

問1

イ	0.93×10^{-6}	ロ	0.54×10^{-6}
---	-----------------------	---	-----------------------

問2

2 cm で 0.8 ミリ秒, 3cm なら 1.2 ミリ秒である。したがって,

$6 - 1.2 = 4.8$ ミリ秒となる。

答 4.8 ミリ秒

問3

トロポニンと結合してトロポミオシンの構造を変化させる

問4

1

問5

$31000 \times 0.04 \times 100 / 1000 = 124$

答 124 J

問6

カルシウムイオンを能動輸送によって筋小胞体に取り込む作用

4 解答欄

問1

イ	集	中	ロ	一	様	ハ	環境収容力
---	---	---	---	---	---	---	-------

問2

防衛に有利となる

繁殖を行いやすい

食物を得やすくなる

問3

(1)

縄張りから得られる利益	縄張りの最適な大きさ
実線	P

(2)

1

問4

50/500=X/60 より, X=6	
	答 6 個体

問5

形質置換

問6

(1)

キッチン

(2)

菌根菌は植物から光合成産物を得ており, 植物は菌根菌が土壌から吸収した
栄養塩類を得ている