

鶴 見 大 学

入試問題（縮刷版）

歯 学 部

2021（令和 3）年度

歯学部

総合型選抜

小論文・基礎学力試験(英文和訳・数学基礎)

■ 1 期	1
■ 2 期	3

進路再発見入試

小論文・基礎学力試験(英文和訳・数学基礎)	5
-----------------------	---

一般選抜(個別選抜型)

一般選抜(大学入学共通テスト利用型)(個別学力試験)

小論文

■ 1 期	7
■ 2 期	8
■ 3 期	9

一般選抜(個別選抜型)

英語・数学・理科

■ 1 期	1 日目	問 題	10
		解答例	15
	2 日目	問 題	18
		解答例	23
■ 2 期	1 日目	問 題	27
		解答例	32
	2 日目	問 題	36
		解答例	42
■ 3 期		問 題	45
		解答例	50

2021（令和3）年度入学試験問題

小論文論題

9月20日実施

総合型選抜【1期】

試験時間：60分間

字数：600字以内

新型コロナウイルスの感染拡大に伴い社会不安が広がる中で、下記のような出来事が報じられた。こうした行為に繋がる心理的背景と抑止のために必要な取り組みについてあなたの意見を600字で述べなさい。

- ・集団感染が発生した病院に勤務する女性は、娘が通う保育園から登園を自粛するよう求められた。女性はPCR検査で陰性だったが、娘の登園を控えざるを得なかった。
- ・医師や看護師が感染した医療センターでは、人事異動で転居しようとした職員が業者に引っ越し作業を断られた。
- ・学生の集団感染を公表した大学には抗議などの電話やメールが数百件届いた。なかには「大学に火をつける」と脅迫するような内容まであった。

2021（令和3）年度入学試験問題

基礎学力試験

（英文和訳・数学基礎）

9月20日実施
総合型選抜【1期】

注意事項

- 試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- この問題冊子の試験科目、ページ(問題部分)は、下表のとおりです。

試験科目	ページ
英文和訳	1
数学基礎	3 ～ 4
- 解答用紙の所定の欄に、受験番号・氏名を忘れずに記入すること。
- 解答は、必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。
- 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、手を高く挙げて、試験監督者に知らせること。
- 試験時間は、2科目で80分間です。
解答する科目の順番は問いません。また、解答時間の配分は自由です。
- 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけません。
- 試験終了後、解答用紙は問題冊子の上に伏せて置くこと。
- この問題冊子は持ち帰らないこと。

基礎学力試験（英文和訳）

次の文章を和訳しなさい。

Plastic garbage is a problem around the world. There is not enough space to keep it, and it damages the environment. It is also difficult and expensive to recycle. In Guatemala in Central America, many towns have trouble collecting garbage, so large amounts of plastic garbage are left in the streets. A woman named Susanne Heisse came up with an idea to help solve this problem.

Her idea was to help communities work together to build plastic-bottle schools. First, people collect plastic bottles, and then they fill the bottles with plastic garbage. By pushing a large amount of garbage tightly into the bottle, the bottle becomes strong. These bottles are then used to make walls. Eventually, an entire school can be built.

One group in Guatemala, Hug It Forward, has started using this idea in its projects. Students and other members of the community join in and are an important part of each project. They are asked to collect garbage and fill bottles. In many cases, each class competes to prepare more plastic bottles than the other classes. The class that wins gets a small prize, and everyone is happy that they helped build a part of their school.

基礎学力試験（数学基礎）

- 1 以下の問に答えよ。解答にいたる過程（数式など）を含めて、解答すること。

- 次の a), b) に答えよ。
 - $(-0.1)^2 \times (-10)^3 + \sqrt{(-100)^2} \div (-5)^2$ を計算せよ。
 - $9x^2 + 6xy - 8y^2 - 3x + 8y - 2$ を因数分解せよ。
- 2つの正の整数 m, n ($m < n$) の和は 90 である。
 - m, n の偶奇は一致する。このことを示せ。
 - これら 2つの整数 m, n からそれぞれ 10 を引いて得られる 2つの数の積は 1221 である。このとき、積 mn を求めよ。また、2つの整数 m, n を求めよ。
- 歯科医師 10 名を 4 名, 2 名, 2 名, 2 名の 4つのグループに分ける。
次の a), b) に答えよ。
 - 10 個から 4 個とる組合せの数 ${}_{10}C_4$ を求めよ。
 - グループの分け方は何通りあるか。ただし、同じ人数のグループを区別しないものとする。

- 2 x を実数とする。関数 $f(x) = \frac{1}{4}|x(x-2)|$ について以下の問に答えよ。

- $f(-1), f(1)$ の値をそれぞれ求めよ。
また、 $0 < a < 2$ のとき、絶対値の記号を使わずに $f(a)$ を a の式で表せ。

- 次の方程式を解け。

$$\frac{1}{4}|x(x-2)| = \frac{3}{4}$$

- グラフ $y = f(x)$ をかけ。

2021（令和3）年度入学試験問題

小論文論題

3月17日実施

総合型選抜【2期】

試験時間：60分間

字数：600字以内

1
あなたの自慢できる特性と、その特性を将来、歯科医師になった時にどのように活かしたいと思いますか、600字以内で述べなさい。

2021（令和3）年度入学試験問題

基礎学力試験

（英文和訳・数学基礎）

3月17日実施
総合型選抜 2期

注意事項

- 試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- この問題冊子の試験科目、ページ(問題部分)は、下表のとおりです。

試験科目	ページ
英文和訳	1
数学基礎	3 ～ 4
- 解答用紙の所定の欄に、受験番号・氏名を忘れずに記入すること。
- 解答は、必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。
- 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、手を高く挙げて、試験監督者に知らせること。
- 試験時間は、2科目で80分間です。
解答する科目の順番は問いません。また、解答時間の配分は自由です。
- 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけません。
- 試験終了後、解答用紙は問題冊子の上に伏せて置くこと。
- この問題冊子は持ち帰らないこと。

基礎学力試験（英文和訳）

次の文章を和訳しなさい。

When people get older, it becomes more and more difficult for them to work for long hours. As a result, many people stop working for their company between the ages of 60 and 65 years old. This is called retirement. However, nowadays, the age when people start retirement is changing. For example, a U.S. government survey shows more and more people between 65 and 69 years old are continuing to work. In 1984, only about 18 percent of such people were still working. However, by 2014 this was almost 32 percent.

Many older people enjoy working and want to keep earning money. They also want to spend more time with their families, do hobbies, and go to see their doctors. To make their workers happy, some companies have started a new style of working called "phased-in retirement." In such companies, workers can work fewer hours and choose their own schedule. This way, older workers can easily work and do other things as well.

Phased-in retirement can be good for companies, too. Erda, a company that produces handbags, has many older workers who participate in the company's phased-in retirement plan. Because these workers stay at the company longer, they can share their knowledge with younger staff. Susan Nordman, one of the owners, says that this has made her company's products better, and now she can sell more handbags. This shows that phased-in retirement can actually help companies make more money and also make their workers happier.

基礎学力試験（数学基礎）

- 1 以下の問に答えよ。解答にいたる過程（数式など）と結果を書くこと。

(1) 次の a), b) に答えよ。

a) $(10^2 \times \sqrt{0.0001} - 0.1^2 \times \sqrt{100})^2$ を計算せよ。

b) $x^2 - y^2 - x - 5y - 6$ を因数分解せよ。

(2) 次の a), b) に答えよ。

a) 12 個から 8 個とる組合せの数 ${}_{12}C_8$ を求めよ。

b) 男子 8 人、女子 4 人のグループから 4 人の代表を選ぶ。
少なくとも 1 人女子が含まれる選び方は何通りあるか。

(3) 奇数の 2 乗から 9 を引いた数は 8 の倍数である。このことを証明せよ。

- 2 放物線 $C: y = -x^2 + 5x - 4$ と直線 $L: y = mx$ (m は定数) について、以下の問に答えよ。解答にいたる過程（数式など）と結果を書くこと。

(1) 放物線 C の頂点の座標を求めて、グラフをかけ。

(2) 放物線 C と直線 L との共有点がただ 1 つとなる m の値 (2 つある) を答えよ。
また、この m の値を m_1, m_2 ($m_1 < m_2$) とするとき、 $m = m_1$ のときの共有点 P_1 の座標と $m = m_2$ のときの共有点 P_2 の座標をそれぞれ求めよ。

(3) 原点 O と 2 つの点 P_1, P_2 を頂点とする三角形 $\triangle OP_1P_2$ の面積を求めよ。

2021（令和3）年度入学試験問題

小論文論題

11月29日実施
進路再発見入試

試験時間：60分間
字数：600字以内

歯学部は国家資格の取得を前提とし、その先の歯科医療・保健衛生の現場で人類に貢献できる人材を養成しています。したがって、入学後は幅広い知識と医療人としての適切な態度、歯科診療に必要な高度な技術が求められますが、本学に入学が認められた場合の学習方法について、あなたの考えを 600 字以内で述べなさい。

2021(令和3)年度入学試験問題

基礎学力試験

(英文和訳・数学基礎)

11月29日実施
進路再発見入試

注意事項

1. 試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子の試験科目、ページ(問題部分)は、下表のとおりです。

試験科目	ページ
英文和訳	1
数学基礎	3 ~ 4

3. 解答用紙の所定の欄に、受験番号・氏名を忘れずに記入してください。
4. 解答は、必ず解答用紙の指定された箇所に記入してください。
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、手を高く挙げて、試験監督者に知らせてください。
6. 試験時間は、2科目で80分間です。
解答する科目の順番は問いません。また、解答時間の配分は自由です。
7. 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけません。
8. 試験終了後、解答用紙は問題冊子の上に伏せて置いてください。
9. この問題冊子は持ち帰らないでください。

基礎学力試験(英文和訳)

次の文章を和訳しなさい。

Today, around one in ten people in the world do not have access to electricity. Instead, they rely on things like batteries, oil lamps, or wood for energy and light. However, these are often expensive and cause damage to the environment. Now, Sheila Kennedy and Juan Frano Violich have come up with a solution to these problems. They have developed a new device that is cheap and environmentally friendly. It is called the Portable Light and uses solar energy to create light and charge batteries.

Because the device is very flexible, the Portable Light can be rolled or folded into different shapes. This means it can be used to meet a wide range of needs. For instance, Native American women in Mexico attach the device to their traditional bags. When people carry the bags around during the day, sunlight charges batteries that can power their cell phones. In Nicaragua, the Portable Light has been rolled up and made into lights that can help protect sea turtles on beaches, and in South Africa, it has been turned into a blanket that can keep sick patients warm.

基礎学力試験(数学基礎)

- 1 以下の問に答えよ。解答にいたる過程(数式など)と結果を書くこと。

- (1) 次の a), b) に答えよ。

a) $(-0.01)^3 \times 10^6 + \frac{\sqrt{(-10)^4}}{10}$ を計算せよ。

b) $6x^2 - 5xy - 6y^2 + 4x + 7y - 2$ を因数分解せよ。

- (2) 大小2つのサイコロを同時に投げる。次の a), b) に答えよ。

a) 目の和が8となる確率を求めよ。

b) 目の積が12の倍数となる確率を求めよ。

- (3) 2次関数 $y = -2x^2 + x - 1$ について、次の a), b) に答えよ。

a) グラフをかけ。また、どのような実数 x についても不等式

$$-2x^2 + x - 1 < 0$$

が成立することを示せ。

b) 2次関数 $y = -2x^2 - 7x - 6$ のグラフは a) のグラフをどのように移動したものが。

- 2 以下の問に答えよ。解答にいたる過程(数式など)と結果を書くこと。

(1) $\sin 30^\circ \cos 150^\circ + \tan 60^\circ$ を求めよ。

(2) $\triangle ABC$ において、次の等式が成立している。

$$\sin \angle A : \sin \angle B : \sin \angle C = 5 : 6 : 9$$

この三角形の最も大きい角を θ とするとき、 $\cos \theta$ を求めよ。

また、この角 θ と 120° の大小を比較せよ。

2021（令和3）年度入学試験問題

小論文論題

1月26日実施

一般選抜（個別選抜型）【1期】

一般選抜（大学入学共通テスト利用型）【個別学力試験】【1期】

試験時間：60分間

字数：600字以内

1

本学の建学の精神である「大覚円成 報恩行持」は、現代語では「感謝のこころ
育んで いのち輝く人となる」と表現され、「人として生まれたことに感謝し、
人様のお役に立てる正しい生活を送ろう」といった意味が含まれている。
この建学の精神に対して、医療人を目指すあなたの意見を 600 字以内で述べな
さい。

2021（令和3）年度入学試験問題

小論文論題

1月27日実施

一般選抜（個別選抜型）【1期】

一般選抜（大学入学共通テスト利用型）【個別学力試験】【1期】

試験時間：60分間

字数：600字以内

1

歯科医師が患者や国民から多大な信頼を得るために必要なことは何か。
あなたの意見を 600 字以内で述べなさい。

2021（令和3）年度入学試験問題

小論文論題

2月25日実施

一般選抜（個別選抜型）【2期】

一般選抜（大学入学共通テスト利用型）【個別学力試験】【2期】

試験時間：60分間

字数：600字以内

現代社会では組織や職業の倫理が大きく問われています。歯科医師としての倫理について、あなたの意見を600字以内で述べなさい。

2021（令和3）年度入学試験問題

小論文論題

2月26日実施

一般選抜（個別選抜型）【2期】

一般選抜（大学入学共通テスト利用型）【個別学力試験】【2期】

試験時間：60分間

字数：600字以内

歯科医師は単なる歯科医療の提供者ではなく、専門家としての社会貢献が求められています。歯科医師のできる社会貢献について600字以内で述べなさい。

2021（令和3）年度入学試験問題

小論文論題

3月17日実施

一般選抜（個別選抜型）【3期】

一般選抜（大学入学共通テスト利用型）【個別学力試験】【3期】

試験時間：60分間

字数：600字以内

1
歯科医師には専門的知識や技術が求められるだけでなく、医療従事者としての資質が重要です。歯科医師に必要な基本的資質について 600 字以内で述べなさい。

2021(令和3)年度入学試験問題

英語・数学 理科

1月26日実施
一般選抜（個別選抜型）【1期】

注意事項

1. 試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子の試験科目、ページ(問題部分)は、下表のとおりです。

試験科目	ページ	選択方法
英 語	1 ～ 6	左の2教科のうちから受験票に記載されている1教科を選択し、解答しなさい。
数 学	8 ～ 9	
物 理	12 ～ 15	左の3科目のうちから受験票に記載されている1科目を選択し、解答しなさい。
化 学	16 ～ 20	
生 物	21 ～ 23	

3. 解答用紙の所定の欄に、受験番号・氏名を忘れずに記入すること。
4. 解答は、必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。
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、手を高く挙げて、試験監督者に知らせること。
6. 試験時間は、1教科、1科目で140分間です。
7. 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけません。
8. 試験終了後、解答用紙は問題冊子の上に伏せて置くこと。
9. この問題冊子は持ち帰らないこと。

著作権の都合上、HPでの掲載ができませんので、出題された作品名・著者名・出版社をお知らせ致します。

また、問題内容を確認したい方につきましては、本学入試センターにて閲覧が可能です。

作品名：What a World Reading2, Second Edition

著者名：Milada Broukal

出版社：Pearson Education

著作権の都合上、HPでの掲載ができませんので、出題された作品名・著者名・出版社をお知らせ致します。

また、問題内容を確認したい方につきましては、本学入試センターにて閲覧が可能です。

作品名：What a World Reading2, Second Edition

著者名：Milada Broukal

出版社：Pearson Education

著作権の都合上、HPでの掲載ができませんので、出題された作品名・著者名・出版社をお知らせ致します。

また、問題内容を確認したい方につきましては、本学入試センターにて閲覧が可能です。

作品名：What a World Reading2, Second Edition

著者名：Milada Broukal

出版社：Pearson Education

II 次の1～6について、空所に入るもっとも適切なものをa)～d)の中から選び、記号で答えなさい。

- Some people are indifferent () music.
a) by b) to c) from d) on
- () hard work, he was not able to reach his desired result.
a) Due to b) Because c) Although d) In spite of
- () seems bad at first sometimes proves to be good.
a) It b) That c) What d) Which
- My mother prefers ().
a) to walk to ride b) to walk rather ride
c) waking to riding d) walking to ride
- If you had gone to the live concert last night, you () tired now.
a) are b) have c) were d) would be
- We hope () this crisis to be resolved in a peaceful way.
a) for b) of c) to d) in

III 次の1～6について、日本語の意味になるように、英文の空所(あ)、(い)に入る適切なものを1語ずつ書きなさい。

- その少年はひとりで買い物ができる年齢になっています。
The boy is (あ)(い) to go shopping alone.
- その皿にパンが残っています。
There (あ)(い) bread left on the plate.
- 彼女は赤ちゃんを膝に乗せて座っていました。
She was sitting (あ) her baby (い) her lap.
- ファッションということになると、彼は趣味がよい。
When (あ) comes (い) fashion, he has good taste.
- あれが先日の夜、私たちみんなで夕食を食べたイタリア料理のレストランです。
That is the Italian restaurant where we (あ) had dinner the (い) night.
- 私はあるパーティーで彼に紹介されたのを覚えています。
I remember (あ)(い) to him at a party.

IV 次の文章を読み、後述の問に答えなさい。

Doctors often tell people to take medicines which are made by large drug companies. However, sometimes there is also a generic medicine which does the same job. The generic medicine is the same but is made by a less well-known company.

Some people want to use these generic medicines because they are usually less expensive. Because generic medicines are made in the same way, they should do the same job (1) the better-known medicines. So why pay more?

Generic medicines are cheaper than other medicines because they do not include the costs of discovering the medicine. (あ) (A) To make a new medicine, drug companies must first pay scientists to study a disease and to suggest a new medicine to fight it. Then, they must spend money testing the new medicine to make sure that it is safe and that it works. (い) That is why, once a company does find a good medicine, they will set a high price for it. They are trying to get (2) not only the money that they spent on this medicine, but also some of the money they spent on all their testing.

Generic medicine makers, (3) the other hand, simply use medicines that have already been discovered and tested. (う) For this reason, they do not spend as much money to make medicines. This is why generic medicines are usually not sold right away; the companies that want to make them must wait a number of years () they can make the same medicine.

When the generic medicine is (4) to buy, doctors are usually quick to tell people about it. (B) Taking generic medicines can save people a lot of money. Still, some people like the well-known medicines because they feel that they can trust them more.

出典: Paul Nation, Marcos Benevides, James Broadbridge, and Joseph Siegel, *Reading for Speed and Fluency*. Second Edition (Compass Publishing, 2018)

問1 空所(1)～(4)に入るもっとも適切なものをa)～d)の中から選び、記号で答えなさい。

- (1) a) as b) of c) for d) that
- (2) a) away b) through c) back d) better
- (3) a) in b) on c) at d) from
- (4) a) justified b) innocent c) peculiar d) available

問2 次の文を本文に挿入する場合、もっとも適切な箇所を文中の(あ)～(う)の中から選び、記号で答えなさい。

If these tests do not work, the money is wasted.

問3 下線部(A)、(B)を日本語に訳しなさい。

問4 空所()に入る適当な1語を書きなさい。

数 学

1 以下の問に答えよ。解答にいたる過程(数式など)と結果を書くこと。

(1) 次のa), b)に答えよ。

- $(x^2 - \sqrt{2}y)^{10}$ を展開するとき、 x^6y^7 の係数を答えよ。
- $6x^2 - 8xy - 8y^2 + 11x + 18y - 10$ を因数分解せよ。

(2) 次のa), b)に答えよ。

- θ を鋭角とする。 $\sin \theta = \frac{5}{7}$ のとき、 $\cos \theta$, $\tan \theta$ をそれぞれ求めよ。
- $0^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$ のとき、次の方程式を解け。

$$4\sin^2 \theta + 2(\sqrt{3} - 1)\cos \theta - 4 + \sqrt{3} = 0$$

(3) 次の連立不等式を解け。

$$\begin{cases} 4x - 5 > 2x - 4 \\ |2x - 3| \leq 5 \end{cases}$$

2 以下の問に答えよ。解答にいたる過程(数式など)と結果を書くこと。

(1) $m = 4 \log_3 2$ とするとき、 3^m を求めよ。

(2) x についての不等式

$$\log_5 x - 3 \log_5 5x \geq -1$$

を解け。

3 次の関数 $f(x)$ を考える。

$$f(x) = 2x^2 - 2x - \frac{3}{2}$$

以下の問に答えよ。解答にいたる過程(数式など)と結果を書くこと。

(1) 不等式 $f(x) > 0$ を満たす x の範囲を求めよ。

(2) 2次関数 $y = f(x)$ の頂点の座標を求めて、グラフをかけ。

(3) 定積分 $\int_{-1}^0 |f(x)| dx$ を求めよ。

物理

問題は全部で3問である。答えに単位が必要な場合はつけること。計算の過程や補足説明なども記しておくこと。説明が答えか区別できるように答えは□で囲むこと。

I

高い崖から質量 m のボールを初速度 v_0 で水平投射した。時刻 0 でボールが投射された位置を原点 $O(0, 0)$ とし、水平方向に x 軸(ボールの進行方向を+)、垂直方向に y 軸(上方向を+)をとる。重力加速度の大きさは g とし、以下の小問(1)~(13)に答えよ。

i) まずは空気抵抗を無視して考えよう。

(1) t 秒後の速度の水平成分 v_x を、 g, v_0, t のうち必要なものを用いてあらわせ。

(2) t 秒後の x 軸上の位置 P_x を、 g, v_0, t のうち必要なものを用いてあらわせ。

(3) 縦軸横軸に v_x, t をそれぞれとった図1(解答用紙)に、 v_x の時間変化の概形を描き、これを①とせよ。必要に応じて直線、曲線などの説明を加えてよい。

(4) t 秒後の速度の垂直成分 v_y を、 g, v_0, t のうち必要なものを用いてあらわせ。

(5) t 秒後の y 軸上の位置 P_y を、 g, v_0, t のうち必要なものを用いてあらわせ。

(6) 両軸に v_y, t をそれぞれとった図2(解答用紙)に、 v_y の時間変化の概形を描き、これを②とせよ。必要に応じて直線、曲線などの説明を加えてよい。

(7) 時刻 t におけるボールの速度 v の大きさを、 g, v_0, t を用いてあらわせ。

(8) ボールの軌跡上の点 $P(x, y)$ について、 y を x の式であらわせ。

ii) 今度は、定数 K で速度 v に比例する空気抵抗がボールにかかるものとして考えてみよう。

(9) 垂直方向の運動について、ボールにかかる力 F_y を、 m, g, K およびボールの速度成分 v_y のうち必要なものを用いて示せ。

(10) ボールの速度の垂直成分の時間変化を、解答用紙の図2に重ねて描き、③とせよ。③も概形でよいが、②との関係を明確にせよ。必要に応じて補助線や説明を書き込んでよい。

(11) 水平方向の運動について、ボールにかかる力 F_x を、 m, g, K およびボールの速度成分 v_x のうち必要なものを用いて示せ。

(12) ボールの速度の水平成分の時間変化を、解答用紙の図1に重ねて描き、④とせよ。④も概形でよいが、①との関係を明確にせよ。必要に応じて補助線や説明を書き込んでよい。

(13) 以上を考慮すると、崖から水平投射されたボールの運動は最終的にどうなるか。 m, g, K のうち必要なものを用いて具体的に説明せよ。崖は無限に高く、また高さが変化しても g および K は不変と考える。

II

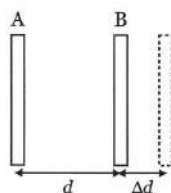


図1

i) コンデンサーの性質について考えよう。上の図1のように面積 S の平面極板 A, B による平行平板コンデンサーがある。極板の間隔は d ($S \gg d$) である。両極板に充電された電荷量がそれぞれ $+Q, -Q$ ($Q > 0$) のときの真空の誘電率を ϵ_0 とし、以下の小問(1)~(6)に答えよ。

(1) この平行平板コンデンサーの電気容量(静電容量) C を求めよ。

(2) 両極板間の電位差 V を求めよ。

(3) 両極板間の電場(電界)の強さ E を求めよ。

(4) このコンデンサーに蓄えられている静電エネルギー U を求めよ。

(5) 極板 B を Δd だけ極板 A から離れたときの静電エネルギーの変化 ΔU を求めよ。

(6) $+Q, -Q$ にそれぞれ帯電した両極板間の引力 F を求めよ。

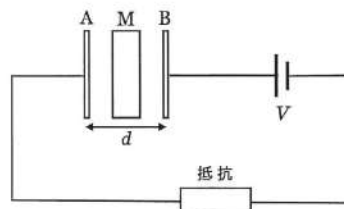


図2

ii) コンデンサーの極板間距離を d に戻し、上の図2のように起電力 V の電池と接続したまま、両極板の間に厚さ $\frac{d}{3}$ の金属板 M を極板 A, B に平行に、また両極板からの距離が等しくなるように挿入した。以下の小問(7)~(9)に答えよ。

(7) 極板 A からの距離と電場の強さおよび電位の関係を、解答用紙の図3a, 3b にそれぞれ描け。

(8) このときに極板 A に蓄えられた電荷量 Q' を求めよ。

(9) スイッチを開き、その後金属板 M を取り除いた。このときの極板間の電位差 V' を求めよ。

III

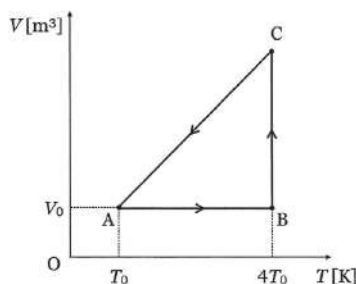


図 1

n [mol] の単原子分子理想気体を、上の図 1 のように状態 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ の順でゆっくりと変化させた。状態 A の気体の体積 $[m^3]$ と温度 $[K]$ はそれぞれ V_0 , T_0 、状態 B では V_0 , $4T_0$ であった。状態 $C \rightarrow A$ の変化では体積は温度に比例した。気体定数を R $[J/(mol \cdot K)]$ とし、以下の小問 (1) ~ (11) に答えよ。

- (1) 状態 A における圧力 p_0 [Pa] を、 n , R , T_0 , V_0 を用いてあらわせ。
- (2) 状態 B における圧力 p_B を、 p_0 を用いてあらわせ。
- (3) 状態 $A \rightarrow B$ の過程で、気体が外部からされた仕事 W_{AB} [J] の大きさを、 n , R , T_0 , V_0 のうち必要なものを用いてあらわせ。
- (4) 状態 $A \rightarrow B$ の過程で、気体が吸収した熱量 Q_{AB} [J] を、 n , R , T_0 , V_0 のうち必要なものを用いてあらわせ。
- (5) 状態 $B \rightarrow C$ の過程はどのような状態変化か。定積変化、定圧変化、等温変化、断熱変化、のうちから選び、記せ。
- (6) 状態 $B \rightarrow C$ の過程で、気体の内部エネルギー変化 ΔU [J] を求めよ。
- (7) 状態 C における圧力 p_C [Pa] を求めよ。
- (8) 状態 $C \rightarrow A$ の過程はどのような状態変化か。定積変化、定圧変化、等温変化、断熱変化、のうちから選び、記せ。
- (9) 状態 $C \rightarrow A$ の過程で、気体が外部からされた仕事 W_{CA} [J] の大きさを、 n , R , T_0 を用いてあらわせ。
- (10) 状態 $C \rightarrow A$ の過程で、気体が放出した熱量 Q_{CA} [J] を、 n , R , T_0 を用いてあらわせ。
- (11) この気体の状態変化 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ を、縦軸に圧力、横軸に体積をとった p - V グラフとして解答用紙の図 2 に示せ。各状態 A, B, C と、変化の方向を図 1 にならって描け。

化 学

〔注意〕 解答は、すべて解答用紙の解答欄に記入しない。また、計算問題の場合には、計算の過程を所定の場所に明記しない。

I

周期表の第 4 周期までの元素について、次の文 (1) ~ (7) が正しい場合には○を、間違っている場合は×を解答欄に書け。また、間違っている文については反例をあげて 30 字以内で説明せよ。

- (1) 単体が常温常圧で気体の物質は、希ガス、ハロゲン、酸素、窒素のみである。
- (2) 天然に放射性同位体がある元素は存在しない。
- (3) 2 族元素の単体はすべて常温の水と激しく反応する。
- (4) 遷移元素は第 4 周期にのみ存在する。
- (5) アルミニウムを含む 13 族元素はすべて金属元素である。
- (6) 15 族元素は、5 個の価電子を持つので、単体以外 +5 値の酸化数のみ取りうる。
- (7) 16 族元素の単体は必ず二原子分子になる。

II

エタンとアセチレンの混合気体 A がある。この混合気体 A 22.4 L (標準状態) に十分な量の酸素を加え、完全に燃焼させると水が 25.2 g 得られた。エタン、アセチレンともに理想気体であるとして、次の (1) ~ (6) に答えよ。ただし、原子量は、C=12.0, H=1.0, O=16.0 を用いよ。

- (1) エタンの燃焼の化学反応式を書け。
- (2) アセチレンの燃焼の化学反応式を書け。
- (3) 得られた水の物質量はいくらか。
- (4) 混合気体 A のエタンとアセチレンの物質量の比はいくらか。
(エタンの物質量) ÷ (アセチレンの物質量) の値で答えよ。
- (5) この反応で生じる二酸化炭素は何 g か。
- (6) 混合気体 A の平均分子量を求めよ。

III

ある温度において、 $6.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ の酢酸水溶液 A の pH は 4.0 であった。

- (1) ~ (7) に答えよ。
- (1) 酢酸が水溶液中で、その一部が電離して平衡状態となるとき化学反応式を書け。
- (2) 酢酸水溶液 A の水素イオン濃度はいくらか。
- (3) 酢酸水溶液 A の $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ の値はいくらか。
- (4) 酢酸水溶液 A の $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ の値はいくらか。
- (5) 酢酸水溶液 A の電離度 α はいくらか。
- (6) 酢酸水溶液 A の電離定数 K_a はいくらか。
- (7) 酢酸水溶液 A を 10 倍に薄めた酢酸水溶液の電離度を求めよ。ただし、 $\sqrt{18} = 3.6$ とする。

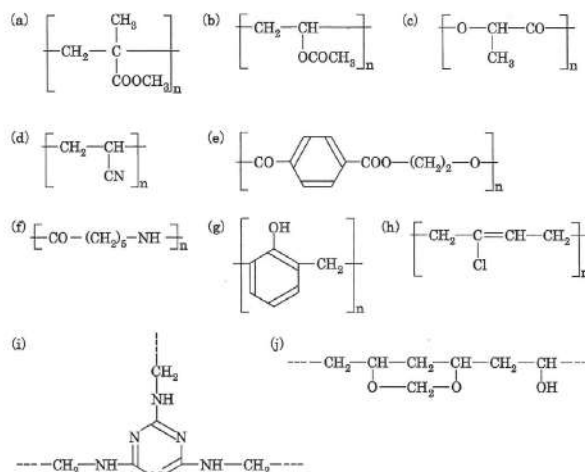
IV

次の電極および電解液の組み合わせ (1) ~ (5) を用いて、電気分解を行なうとき、それぞれの陽極、陰極で起こる変化を、 e^- を含むイオン反応式で表せ。

- (1) 陽極：白金 陰極：白金
電解液：水酸化ナトリウム水溶液
- (2) 陽極：炭素 陰極：白金
電解液：ヨウ化カリウム水溶液
- (3) 陽極：白金 陰極：白金
電解液：硝酸銀水溶液
- (4) 陽極：銅 陰極：銅
電解液：硫酸銅(II)水溶液
- (5) 陽極：炭素 陰極：鉄
電解液：熔融塩化ナトリウム

V

次の高分子化合物の構造式 (a) ~ (j) について、(1) ~ (4) に答えよ。



- (1) エステル結合を有するものすべてを選び記号で答えよ。
- (2) アミド結合を有するものすべてを選び記号で答えよ。
- (3) 二重結合を有するものすべてを選び記号で答えよ。
- (4) (j) を合成するときの原料となる物を (a) ~ (i) から 1つ選び記号で答えよ。また、そのときの合成反応を次から2つ選び、反応順に記号で答えよ。
- (ア) 環化 (イ) けん化 (ウ) 酸化
(エ) 脱水 (オ) アセタール化

生 物

解答は、すべて解答用紙の解答欄に記入しなさい。

I

問1~問14に答えなさい。

尋常性天疱瘡(じんじょうせいてんぼうそう)という病気は、様々な大きさの水ぶくれが口の中や皮膚などに発生するものである。これは、正常な状態では体を守っている免疫系が、自己の細胞を攻撃してしまうことで起こる。

この病気で免疫系が攻撃する対象は、a細胞接着構造の一つで、タンパク質が円盤状に結合した構造が接着結合とは異なる種類のカドヘリンによって結合し、細胞内ではb細胞骨格と結合しているものである。治療としては免疫を抑制する目的でc糖質コルチコイドの投与などが行われる。

問1. 下線部aの細胞接着構造の名称は何か。解答欄に正しい名称を記入しなさい。

問2. 下線部aの細胞接着構造とよく似た構造を持ち、細胞と細胞外の基底膜とを結合する細胞接着構造は何か。解答欄に正しい名称を記入しなさい。

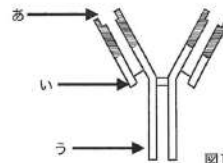
問3. 下線部bの細胞骨格は何か。最適なものを1~3より選び、解答欄に数字を記入しなさい。

- 1.アクチンフィラメント 2.中間径フィラメント 3.微小管

問4. 隣り合う細胞どうしが隙間なく密着し、様々な分子が入り込むことを防ぐ働きをもつ細胞接着構造は何か。解答欄に正しい名称を記入しなさい。

問5. 管状のタンパク質の集合体が隣りの細胞と結合し、二つの細胞間で小分子が移動可能な細胞接着構造は何か。解答欄に正しい名称を記入しなさい。

問6. 図1は、免疫系の攻撃で用いられるタンパク質の構造である。このタンパク質の名称は何か。解答欄に正しい名称を記入しなさい。



問7. 図1の構造のうち、特定の抗原と結合する部位は図中のa~うのうち、どれか。解答欄に記号を記入しなさい。

問8. 問7の特定の抗原と結合する部位の名称は何か。解答欄に正しい名称を記入しなさい。

問9. 問7の特定の抗原と結合する部位は抗原ごとに異なる構造となる。その構造の多様性をもたらす仕組みを解明したのは誰か。適切なものを1~5より選び、解答欄に数字を記入しなさい。

- 1.北里柴三郎 2.山中伸弥 3.利根川進 4.岡崎令治 5.木村資生

問10. 図1のタンパク質をつくる細胞は何か。適切なものを1~5より選び、解答欄に数字を記入しなさい。

- 1.マクロファージ 2.樹状細胞 3.T細胞 4.B細胞 5.NK細胞

問11. 本来は、尋常性天疱瘡のような症状が現れないように、脊椎動物の細胞は細胞膜上に固有のタンパク質を持ち、自己と非自己を識別している。このようなタンパク質を何か。解答欄に適切な名称を記入しなさい。

問12. 下線部cは生理活性物質として体内でも作られている。これを作る臓器は何か。適切なものを1~5より選び、解答欄に数字を記入しなさい。

- 1.甲状腺 2.副腎皮質 3.副腎髄質 4.脾臓 5.胸腺

問13. 下線部cは生体内では血糖値の調節にも関与している。血液中の血糖濃度に対して 下線部cはどのような働きを持つか。25字以内で説明しなさい。

問14. 生体内での血糖値の調節において、下線部cと逆の働きをするものは何か。適切な名称を解答欄に記入しなさい。

II

問 1～問 5 に答えなさい。

図 2 に真核細胞を示す。

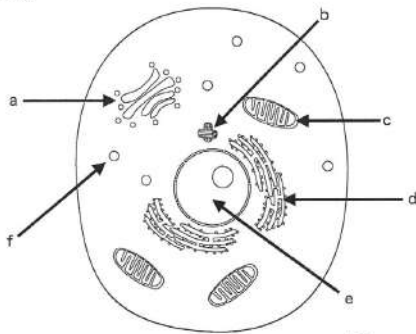


図 2

問 1. a～e は何か。解答欄に適切な名称を記入しなさい。

問 2. 次の文中の (あ) は何か。適切な名称を解答欄に記入しなさい。

f は細胞内に取り込んだ物質や不要になった細胞小器官などを分解する働きを持つ。
f は (あ) から作られ、生体膜でできた小胞で各種の酵素を含む。

問 3. d の表面には多数の小粒が付着している。この小粒の働きは何か。25 字以内で説明しなさい。

問 4. a～f のうち、呼吸の場はどれか。適切な記号を解答欄に記入しなさい。

問 5. a～f のうち、DNA を含むのはどれか。すべて選び、記号を解答欄に記入しなさい。

英語 解答 用 紙

I

1	(1)	c	(2)	d	(3)	a	(4)	b	(5)	e	(6)	c	(7)	b	(8)	d
---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---

2 { rays and helps keep the Earth cool / rays and helps the Earth keep cool }

(A)	消えてしまった植物や動物たちに他のものが取って代わった。
3	(B) 以前には寒すぎて植物が育つことができなかったアメリカ西部の山々に植物が現れつつある。

4	う	5	(a)	3	(b)	3	(c)	1
---	---	---	-----	---	-----	---	-----	---

6	1	F	2	T	3	T	4	F
---	---	---	---	---	---	---	---	---

II

1	b	2	d	3	c	4	c	5	d	6	a
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

III

	(5)	(1)		(6)	(1)
1	old	enough	2	is	some
3	with	on	4	it	to
5	all	other	6	being	introduced

IV

1	(1)	a	(2)	c	(3)	b	(4)	d	2	い
---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	---	---

(A)	新薬を作るため、製薬会社は先ず科学者にお金を支払って病気の研究をしてもらい、その病状と闘う新薬を提案してもらわなければならない。
3	(B) ジェネリック医薬品を服用することで、人々は多額のお金を節約することができる。

4 before / until / till

一般選抜 1 期 1 日目 (数学) 解答例

数学 解答例

No.1

《注意》解答にいたる過程 (数式など) を含めて、解答すること。
また、問題番号 (1), (2), (3), a), b) を記入すること。

[1]

(1) a) 二項定理より、求める係数は

$$10C_3 \times (-\sqrt{2})^7 = -960\sqrt{2}$$

b) $(3x + 2y - 2)(2x - 4y + 5)$

(2) a) θ は鋭角より、 $\cos \theta > 0$, $\tan \theta > 0$ となる。

ゆえに、

$$\cos \theta = \sqrt{1 - \frac{5^2}{7^2}} = \frac{2\sqrt{6}}{7},$$

$$\tan \theta = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \frac{5}{2\sqrt{6}} = \frac{5\sqrt{6}}{12}$$

b) $\sin^2 \theta = 1 - \cos^2 \theta$ であるから、

$$4 \cos^2 \theta - 2(\sqrt{3} - 1) \cos \theta - \sqrt{3} = 0$$

これを变形して

$$(2 \cos \theta - \sqrt{3})(2 \cos \theta + 1) = 0$$

したがって、

$$\cos \theta = \frac{\sqrt{3}}{2}, \quad -\frac{1}{2}$$

ゆえに、 $0^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$ から、求める解は

$$\theta = 30^\circ, \quad 120^\circ$$

となる。

(3) 1 番目の式は $x > \frac{1}{2}$ となる。一方で、2 番目の式は

$$-5 \leq 2x - 3 \leq 5$$

この不等式を x について解くと

$$-1 \leq x \leq 4$$

共通部分を求めると、解は

$$\frac{1}{2} < x \leq 4$$

数学 解答例

No.2

《注意》解答にいたる過程 (数式など) を含めて、解答すること。
また、問題番号 (1), (2) を記入すること。

[2]

(1) $m = \log_3 (2^4)$ と変形されるから

$$3^m = 2^4 = 16$$

(2) 底の条件から $x > 0$, $x \neq 1$ である。また、真数の条件から $x > 0$, $5x > 0$ となる。これらの条件の共通部分をとると、 x は

$$x > 0, \quad x \neq 1$$

でなくてはならない。

底を 5 にそろえて

$$\log_3 x - 3 \frac{\log_5 5x}{\log_5 x} \geq -1$$

$t = \log_5 x$ とおき、両辺に $t^2 > 0$ を乗じて整理すると

$$t^3 - 2t^2 - 3t \geq 0$$

変形して

$$(t+1)t(t-3) \geq 0$$

t について解いて

$$-1 \leq t \leq 0, \quad 3 \leq t$$

さらに、底および真数の条件に注意して、 x について解くと、求める解は

$$\frac{1}{5} \leq x < 1, \quad 125 \leq x$$

数学 解答例

No.3

《注意》解答にいたる過程 (数式など) を含めて、解答すること。
また、問題番号 (1), (2), (3) を記入すること。

8

(1) 不等式を定形して

$$f(x) > 0 \iff (2x-3)(2x+1) > 0$$

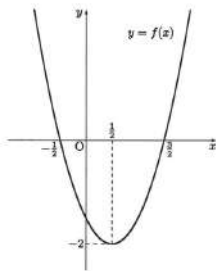
よって、この不等式を解いて、求める x の範囲は

$$x < -\frac{1}{2}, \quad \frac{3}{2} < x$$

(2) 平方完成すると

$$f(x) = 2\left(x - \frac{1}{2}\right)^2 - 2$$

となり、 x^2 の係数が正であるから、 $y = f(x)$ は頂点を $\left(\frac{1}{2}, -2\right)$ にもつ下に凸の放物線となる。



(3) (1) の結果から

$$|f(x)| = \begin{cases} f(x) & (-1 \leq x < -\frac{1}{2} \text{ のとき}) \\ -f(x) & (-\frac{1}{2} \leq x \leq 0 \text{ のとき}) \end{cases}$$

したがって、

$$\begin{aligned} \int_{-1}^0 |f(x)| dx &= \int_{-1}^{-\frac{1}{2}} f(x) dx + \int_{-\frac{1}{2}}^0 (-f(x)) dx \\ &= \left[\frac{2}{3}x^3 - x^2 - \frac{3}{2}x \right]_{-1}^{-\frac{1}{2}} \\ &\quad + \left[-\frac{2}{3}x^3 + x^2 + \frac{3}{2}x \right]_{-\frac{1}{2}}^0 \\ &= \frac{7}{12} + \frac{5}{12} \\ &= 1 \end{aligned}$$

物理解答用紙

No.1

答えは□で囲むこと。計算の過程や補足説明なども記しておくこと。

I

(1) $v_x = v_0$

(2) $P_x = v_0 t$

(4) $v_y = -gt$

(5) $P_y = -\frac{1}{2}gt^2$

(7) $v = \sqrt{v_0^2 - gt^2}$

$$= \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}$$

(8) (4), (5) から t を消去する。

$$y = -\frac{g}{2v_0^2}x^2$$

(9) $F_y = -mg - Kv_y$

(11) $F_x = -Kv_x$

(3) (10)

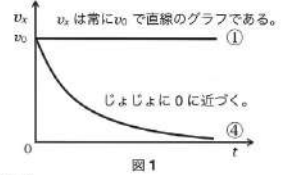


図 1

(6) (12)

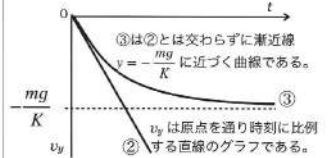


図 2

(13)

ボールの運動の水平成分にかかる力は空気抵抗のみで、速度の減弱につれて空気抵抗は弱くなるが、水平速度成分は 0 に近づく。
いっぽう垂直成分にかかる力は下向きに mg と、上向きに Kv がかり、これは雨粒が空気中を落下し、やがて終端速度 $-\frac{mg}{K}$ に近づく現象と同じである。
よって空気中を水平投射されたボールは、速度 $\frac{mg}{K}$ の等速で真下に落下するようになる。

物理解答用紙

No. 2

答えは□で囲むこと。計算の過程や補足説明なども記しておくこと。

II

(1) $C = \epsilon_0 \frac{S}{d}$

(2) 「 $Q = CV$ 」 $V = \frac{Q}{C}$
 $V = \frac{Qd}{\epsilon_0 S}$

(3) $V = dE$ $E = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$

(4) 「 $U = \frac{1}{2}CV^2$ 」 $U = \frac{Q^2 d}{2\epsilon_0 S}$

(5) $\Delta U = \frac{Q^2(d+\Delta d)}{2\epsilon_0 S} - \frac{Q^2 d}{2\epsilon_0 S}$
 $= \frac{Q^2 \Delta d}{2\epsilon_0 S}$

(6) 前問の内部エネルギー変化 ΔU は、極板間引力に逆らって外力がした仕事 W に等しいので、

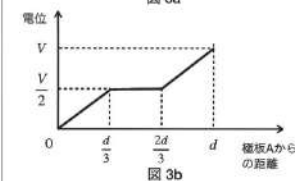
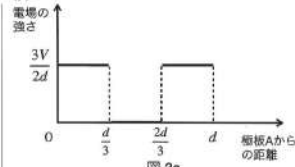
$$\Delta U = W = \frac{Q^2 \Delta d}{2\epsilon_0 S}$$

また「仕事」=「力」×「距離」なので、 $W = F\Delta d$

以上より、極板間の引力 F は、

$$F = \frac{Q^2}{2\epsilon_0 S}$$

(7)



(8) 金属板 M のなかに電位差は生じない。つまり M の挿入により、極板間の距離が $(2/3)d$ に狭められたと考えればよく、 $C' = \frac{3}{2}C$

これを、 $Q' = C'V$ に代入すると

$$Q' = \frac{3}{2}CV$$

(9) 電気量は Q' に保ったまま電気容量が C に戻ったので、求める電位差 V' は、

$$Q' = CV' = \frac{3}{2}CV$$

$$\therefore V' = \frac{3}{2}V$$

物理解答用紙

No. 3

答えは□で囲むこと。単位が必要な場合は記すこと。計算の過程や補足説明なども記しておくこと。

III

(1) $p_0 V_0 = nRT_0$ より、

$$p_0 = \frac{nRT_0}{V_0}$$

(2) T_0 が $4T_0$ に変化しているので、

$$p_B = 4p_0$$

(3) A→B は定積変化であり、仕事は 0

$$W_{AB} = 0 \text{ [J]}$$

(4) 仕事 W_{AB} が 0 なので、第一法則より Q_{AB} はすなわち内部エネルギー変化 ΔU_{AB} に等しく、

$$Q_{AB} = \Delta U_{AB} = \frac{3}{2}nR(4T_0 - T_0)$$

$$= \frac{9}{2}nRT_0$$

(5) 等温変化

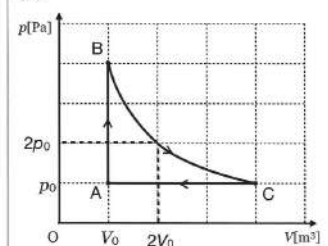
(6) 状態 B-C は等温変化なので $\Delta U_{BC} = 0$

$$\Delta U_{BC} = 0 \text{ [J]}$$

(7) 状態 C-A は温度と体積が比例していたので、圧力変化はない。

$$p_C = p_0$$

(11)



(8) 定圧変化

(9) 状態 C における体積 V_C は、
 $V_C = 4V_A = 4V_0$

$$W_{CA} = -p_0(V_0 - 4V_0) = 3p_0V_0$$

$$= 3nRT_0$$

(10) $-Q_{CA} = \frac{5}{2}nR(T_0 - 4T_0)$

$$= \frac{15}{2}nRT_0$$

化学 解答用紙 No.1

I

	○or×	反例、説明
1	×	常温常圧で臭素は液体、水素、オゾン気体である。
2	×	^3H 、 ^{40}K などの放射性同位体が微量に存在する。
3	×	マグネシウムは常温の水と反応しない。
4	○	
5	×	ホウ素は非金属元素である。
6	×	NOの窒素の酸化数は+2である。
7	×	オゾン O_3 は三原子分子の単体である。

II

1	$2\text{C}_2\text{H}_6 + 7\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$	
2	$2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	
3	1.40 mol	計算の過程 H_2O の分子量: 18.0 $\frac{25.2(\text{g})}{18.0(\text{g/mol})} = 1.40(\text{mol})$
4	0.25	計算の過程 $x + y = 1.00$ $3x + y = 1.40$ より $x = 0.20, y = 0.80$ エタンを $x(\text{mol})$ 、 アセチレンを $y(\text{mol})$ とすると、 $xy = 0.20 \times 0.80 = 0.25$
5	88.0 g	計算の過程 $44.0(\text{g/mol}) \times 2.00(\text{mol}) = 88.0(\text{g})$
6	26.8	計算の過程 C_3H_8 の分子量: 30.0 C_3H_2 の分子量: 26.0 $0.2 \times 30.0 + 0.8 \times 26.0 = 26.8$

生物 解答用紙

I

問1	デスモソーム	
問2	ヘミデスモソーム	
問3	2	
問4	密着結合 (タイトジャンクション)	
問5	ギャップ結合	
問6	免疫グロブリン	
問7	あ	
問8	可変部	
問9	3	
問10	4	
問11	主要組織適合性抗原	
問12	2	
問13	グルコースの合成を促進して血糖値を上昇させる。	
問14	インスリン	

II

問1	a ギルジ体	b 中心体	
	c ミトコンドリア	d 小胞体	
	e 核		
問2	ギルジ体		
問3	m R N A と結合してタンパク質合成の場となる。		
問4	c		
問5	c, e		

化学 解答用紙 No.2

III

1	$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$	2	$1.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$	3	$1.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$
4	$5.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$	5	0.17		
計算の過程 $\text{C} = 6.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ $[\text{CH}_3\text{COOH}] = \text{C} - [\text{H}^+] = 6.0 \times 10^{-4} - 1.0 \times 10^{-4} = 5.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$		計算の過程 $\alpha = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{\text{C}} = \frac{1.0 \times 10^{-4}}{6.0 \times 10^{-4}} = 0.17$			
6	$2.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$	7	0.43		
計算の過程 $\text{Ka} = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{(1.0 \times 10^{-4})^2}{5.0 \times 10^{-4}} = 2.0 \times 10^{-5}$		計算の過程 (C=6.0×10 ⁻⁴ (10倍に濃めた)) $\text{Ka} = \frac{\text{C}\alpha^2}{1-\alpha} = \frac{6.0 \times 10^{-4} \times \alpha^2}{1-\alpha} = 2.0 \times 10^{-5}$ $\alpha = \frac{-1 + \sqrt{1^2 - 4 \times 3 \times (-1)}}{2 \times 3} = 0.43$			

IV

1	陽極	$4\text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^-$
	陰極	$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
2	陽極	$2\text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{e}^-$
	陰極	$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
3	陽極	$2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$
	陰極	$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$
4	陽極	$\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$
	陰極	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$
5	陽極	$2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$
	陰極	$\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}$

V

1	a, b, c, e	2	f
3	a, b, c, e, f, g, h, i		
4	合成原料	b	合成反応 イ → オ

2021(令和3)年度入学試験問題

英語・数学 理科

1月27日実施
一般選抜(個別選抜型)【1期】

注意事項

- 試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
 - この問題冊子の試験科目、ページ(問題部分)は、下表のとおりです。
- | 試験科目 | ページ | 選択方法 |
|------|---------|--------------------------------------|
| 英 語 | 1 ～ 6 | 左の2教科のうちから受験票に記載されている1教科を選択し、解答しなさい。 |
| 数 学 | 8 ～ 9 | |
| 物 理 | 11 ～ 15 | 左の3科目のうちから受験票に記載されている1科目を選択し、解答しなさい。 |
| 化 学 | 16 ～ 20 | |
| 生 物 | 21 ～ 24 | |
- 解答用紙の所定の欄に、受験番号・氏名を忘れずに記入すること。
 - 解答は、必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。
 - 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、手を高く挙げて、試験監督者に知らせること。
 - 試験時間は、1教科、1科目で140分間です。
 - 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけません。
 - 試験終了後、解答用紙は問題冊子の上に伏せて置くこと。
 - この問題冊子は持ち帰らないこと。

英 語

問題Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳの答えはすべて解答用紙に記入しなさい。

Ⅰ 次の文章を読み、後述の問に答えなさい。

To be obese means to have too (1) fat on the body. Obese people are not just overweight — they are so overweight that they are likely to develop health problems. The (a)precise cause of the recent rise in obesity is not clear, but it is certain that obesity is a problem in most countries. One study estimated that about fifty-five percent of people in the United States are obese. People need to understand what obesity is and how to tell if they themselves are obese so that they can (2) their condition.

An obese person does not always look extremely fat. (A)Even people who seem only slightly overweight can be diagnosed as obese. If you have a certain percentage of fat on your body, then your health might be (3) danger. This percentage is usually thought to be about forty percent of the body's total composition.

Most people still rely (4) just their weight measurement to tell if they are overweight or obese, but there are problems with this method. There are different recommended weights for different ages, and weight alone says nothing about a person's percentage of body fat, which is most important. Directly figuring out body fat percentage can be quite difficult. For example, one method requires you to squeeze the fat on the back of your arm, measure its thickness, and then (5) this number into a formula. However, this is only a (b)crude estimate; a truly accurate measurement of body fat percentage requires an X-ray.

Another popular current method of gauging whether someone is obese is the Body Mass Index (BMI). BMI is a person's weight in kilograms divided by the square of his or her height in meters. A normal BMI for a healthy adult is generally between 20 and 25. A BMI of 30 or more means a person is obese. Many experts feel that BMI is a reliable way to determine if a person's weight is unhealthy, while others feel that BMI is too general to be really useful. The numbers come from comparisons of large groups of people. BMI is not related to an individual's body composition: (B)it says nothing about a person's actual percentage of body fat.

People have different body types, which can make BMI unreliable. For instance, athletes usually have more muscle mass than other people, and muscle weighs more than fat. Therefore, an athlete may have a (6) BMI, but this does not mean they are unhealthy. Some people have higher bone density than others, which also increases their weight. In some

cases, those who have very low body fat and are also not muscular can have a BMI that is too high. BMI is also unreliable for children and the elderly, so even supporters of BMI think that it should not be used for people [] 18 or over 70 years old.

Despite these criticisms, there are strong positive aspects of BMI. The main one is that it is very (7). The formula can be used easily and does not take special knowledge or equipment — just your weight and [i], along with [ii] and paper or a [iii]. Though BMI is a general measurement, it still gives useful information and can help (c)identify when there might be a problem. Furthermore, some studies have shown that people with higher BMI numbers have a higher risk of health problems. It takes only a minute to get a BMI number, but the results can be very important to a person's (8).

出典：Casey Malarcher, Andrea Janzen, Adam Worcester, and Peggy Anderson, *Reading for the Real World 1*. Third Edition (Compass Publishing, 2015)

問1 空所(1)～(8)に入るもっとも適切なものを a)～d)の中から選び、記号で答えなさい。

- | | | | |
|--------------------|--------------|------------|--------------|
| (1) a) much | b) many | c) few | d) little |
| (2) a) assume | b) change | c) violate | d) swear |
| (3) a) from | b) of | c) to | d) in |
| (4) a) with | b) for | c) on | d) at |
| (5) a) doubt | b) erase | c) quote | d) enter |
| (6) a) low | b) high | c) same | d) normal |
| (7) a) simple | b) difficult | c) complex | d) obscure |
| (8) a) belonging | b) point | c) life | d) character |

問2 下線部(a)～(c)の語の意味にもっとも近いものを1)～4)の中から選び、数字で答えなさい。

- | | | | | |
|--------------|------------|------------|----------------|--------------|
| (a) precise | 1) curious | 2) exact | 3) approximate | 4) prompt |
| (b) crude | 1) rough | 2) cordial | 3) smart | 4) upright |
| (c) identify | 1) differ | 2) dare | 3) defy | 4) determine |

問3 下線部(A)、(B)を日本語に訳しなさい。ただし、(B)については it が何を指しているのかわかるように書きなさい。

問4 空所[]に入る適当な1語を書きなさい。

問5 空所[i]～[iii]に入るもっとも適切な語を語群の中から選び、書きなさい。ただし、語群の中の語を答えとして2度以上使ってはならない。

語群

calculator / dictionary / height / method / pencil / width

問6 次の1～5について、本文の内容と一致するものにはT、一致しないものにはFとして、記号で答えなさい。

- According to a study, about fifty-five percent of Americans are considered to be obese.
- Being overweight or obese is a common problem.
- Measuring body fat by the thickness of arm fat is very accurate.
- An advantage of the BMI over other methods is that it works for all ages and body types.
- The BMI can give a person useful information about her or his health condition.

II 次の1～6について、空所に入るもっとも適切なものをa)～d)の中から選び、記号で答えなさい。

- The shopkeeper accused the man () stealing a car.
a) of b) by c) for d) with
- When I woke up this morning, she was still () asleep.
a) all b) fast c) fell d) out
- Soccer is more popular than () other sport in Germany.
a) one b) no c) any d) some
- After the traffic accident, () were taken to the hospital.
a) wounded b) the injured c) the damage d) some boy
- () that the team won the game.
a) I am surprising b) It is surprised
c) It surprises at me d) It is surprising
- The old man never speaks unless () to.
a) speaking b) spoken c) saying d) said

III 次の1～6について、日本語の意味になるように、英文の空所(あ)、(い)に入る適切なものを1語ずつ書きなさい。ただし、文脈の語は大文字で始めること。

- あなたの国籍はどちらですか。
(あ) is your (い)?
- 私の成功は両親のおかげです。
I owe my (あ) (い) my parents.
- トム、あなたの両親はいつもあなたのことを良く言っていますよ。
Tom, your parents are always speaking (あ) (い) you.
- 今日は何日ですか。
(あ) is (い) date today?
- どうぞ忘れ物をしないようにしてください。
Please don't (あ) anything (い).
- 彼の脈拍は1分当たり65でした。
His pulse was 65 beats (あ) (い).

IV 次の文章を読み、後述の問に答えなさい。

One of the biggest (1) for the future of the Earth is global warming. But what is global warming? How does it occur, and what can be done about it? Since the 1800s, people have been using larger and more advanced machines (2) work for them. Many of these machines need things like oil or coal to run. Oil and coal are very powerful and can produce large (3) of energy. Unfortunately, they also produce large (3) of smoke. Much of this smoke has gases in it (4) as "greenhouse gases." Greenhouse gases are gases that make the Earth act like a greenhouse.

A (5) greenhouse is a glass house where you can grow plants. Light from the sun enters the greenhouse and makes the inside temperature of the greenhouse very warm. Day and night, a greenhouse stays warm, so plants grow well inside (6) it.

The Earth does not normally work like a greenhouse. Light from the sun enters the Earth's atmosphere and hits clouds, land, or water. [あ] Also, during the winter, light from the sun hits the Earth in a way that does not warm the land or the water as much as in summer. So, (A)there are times during the day or during the year when the Earth naturally cools.

However, after over 150 years of greenhouse gas production, our air is getting full of greenhouse gases. These gases prevent the Earth (7) cooling. The warmth of light from the sun is trapped by greenhouse gases in the atmosphere. [い] It is like warmth trapped inside a real greenhouse by the windows. This is making the Earth's temperatures hotter and hotter. Temperatures have been rising and will continue to rise in the future. Scientists guess that average temperatures will be around 3 °F to 10 °F hotter by the year 2100. [う]

Should we be worried about this? Yes! (B)One of the main things to worry about is that ocean levels will rise. The Earth has large amounts of ice in the Arctic and the Antarctic. If temperatures continue to rise, much of this ice will melt. The water coming from the ice will flow (8) the oceans and will make them rise. Therefore, many places near the ocean may flood [] time to time or, even worse, end up entirely under water.

出典: Paul Nation and Casey Malarcher, *Reading for Speed and Fluency 4*. (Compass Publishing, 2007)

問1 空所(1)～(8)に入るもっとも適切なものをa)～d)の中から選び、記号で答えなさい。ただし、(3)は2箇所あるが、同じものが入る。

- a) concern b) concerns c) concerning d) to concern
- a) do b) does c) done d) to do
- a) quality b) qualities c) quantity d) quantities
- a) know b) knew c) known d) to know
- a) real b) secondary c) handmade d) exceeding
- a) of b) to c) for d) from
- a) in b) on c) for d) from
- a) from b) into c) low d) high

問2 次の文を本文に挿入する場合、もっとも適切な箇所を文中の [あ] ～ [う] の中から選び、記号で答えなさい。

The light warms the Earth, but at night, the dark part of the Earth cools.

問3 下線部(A)、(B)を日本語に訳しなさい。

問4 空所[]に入る適当な1語を書きなさい。

問5 次の1～3について、本文の内容と一致するものにはT、一致しないものにはFとして、記号で答えなさい。

- The writer makes a proposal not to use larger and more advanced machines any more.
- Scientists guess that by the year 2100, the Earth will be hotter.
- The writer explains that burning oil and coal makes so much heat that the Earth is getting hotter.

数 学

[1] 以下の問に答えよ。解答にいたる過程(数式など)と結果を書くこと。

(1) 次のa), b)に答えよ。

a) $(a+b+2c)(a+b-2c)\{(a+b)^2+4c^2\}$ を展開せよ。

b) $6x^2-13xy+6y^2+8x-2y-8$ を因数分解せよ。

(2) 次のa), b)に答えよ。

a) 次の式を計算せよ。

$$\frac{\frac{x+y}{x^2+y^2}-\frac{x-y}{x^2-y^2}}{\frac{x-y}{x^2+y^2}-\frac{x+y}{x^2-y^2}}$$

b) 次のi)～iii)の文の [イ] ～ [ハ] に適する番号を①～④のうちから一つずつ選べ。ただし、 x, y はともに0でない実数であるとする。

i) $x=y$ であることは $x^2-y^2=0$ であるための [イ]

ii) $x^2+y^2<8$ であることは $|x|<2$ かつ $|y|<2$ であるための [ロ]

iii) $xy=x^2y^2$ であることは $y=\frac{1}{x}$ であるための [ハ]

- 必要条件であるが、十分条件ではない。
- 十分条件であるが、必要条件ではない。
- 必要十分条件である。
- 必要条件でも十分条件でもない。

(3) $0 \leq \theta < 2\pi$ とする。不等式

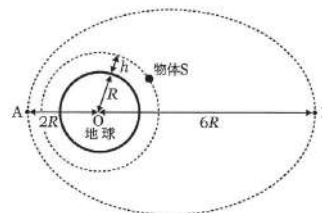
$$|\cos 2\theta| < \frac{\sqrt{2}}{2}$$

を解け。

物理

問題は全部で3問である。答えに単位が必要な場合はつけること。計算の過程や補足説明なども記しておくこと。説明が答えか区別できるように答えは□で囲むこと。

I



図のように、地球上から質量 m の小物体 S を地表から鉛直上方に打ち上げた。地球は半径 R の球で、その質量 M は地球の中心に集中しているとする。また地球の自転、空気抵抗、および地球以外から物体 S にはたらく力は無視できるとする。重力加速度の大きさを g とし、以下の小問(1)~(8)に答えよ。

- (1) 万有引力定数を G とし、 GM を g および R で示せ。
- (2) 物体 S が高さ h に達するのに必要な初速度の大きさ v_0 の最小値を R, g, h を用いて示せ。
- (3) 物体 S が高さ h で等速円運動するための物体 S の接線方向の速さ v_1 を R, g, h を用いて示せ。
- (4) 物体 S が高さ h で等速円運動しているときの周期 T を R, g, h および円周率 π を用いて示せ。
- (5) 物体 S を静止衛星とするために、周期 T を地球の自転周期 T_0 と一致させる。このときの物体 S の高さ h を R, g, T_0, π を用いて示し、静止衛星の高さを調節することができるか述べてよ。
- (6) 速さ v_1 で周回する物体 S を図のように加速したところ、 $\overline{OA} = 2R$, $\overline{OB} = 6R$ のだ円軌道上进行し始めた。点 A, B での速さをそれぞれ v_A, v_B とし、二点について力学的エネルギー保存の式を立てよ。
- (7) v_A を v_B であらわす。
- (8) v_A および v_B を求めよ。

2 以下の問に答えよ。解答にいたる過程（数式など）と結果を書くこと。

- (1) 8^{15} は何桁の整数か。ただし、 $\log_{10} 2 = 0.3010$ とする。
- (2) x の不等式 $(2^x - 2\sqrt{2})(3 \cdot 3^x - \sqrt[3]{9}) < 0$ を解け。

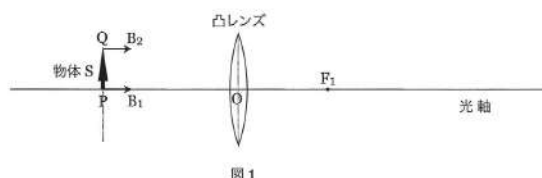
3 3次関数 $f(x) = -x^3 - 4x^2 + 3x$ を考える。以下の間に答えよ。
解答にいたる過程(数式など)と結果を書くこと。

- (1) 曲線 $y = f(x)$ は点 $(1, b)$ を通る。 b の値を求めよ。
また、この点における接線の方程式を求めよ。
- (2) $y = f(x)$ の増減と極値を調べて、グラフをかけ。
- (3) a を実数の定数とする。3 次方程式

$$x^3 + 4x^2 - 3x + a = 0$$

が、2 個以上の実数解をもつ a の値の範囲を求めよ。

II



焦点距離が f の凸レンズについて考えてみよう。上の図1のように、物体PQ(高さ $\overline{PQ}$)がレンズ前方にあり、レンズとの距離は a である。まずレンズの公式(写像公式)を確認したい。

- (1) 物体Sの基部の点Pからレンズの中心Oに向かって光軸上を進む光 B_1 はレンズを通過してからどのように進むか。簡潔に説明せよ。
- (2) 凸レンズの焦点 F_1 とはどのような場所か。光 B_1 および物体Sの先端の点Qからレンズに向かって光軸と平行に進む光 B_2 を用い、簡潔に説明せよ。
- (3) レンズ後方で結像する位置とレンズとの距離を b として、解答用紙の図1に f, a, b を書き込み、レンズの公式

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

が成り立つことを図形的に証明せよ。

- (4) ところでレンズの公式は、光路を単純化して幾何学的に証明したものであり、レンズを通過する光路を忠実に反映させてはいない。前問で考えた光 B_1 および B_2 について、より忠実な光路はどうなるか。解答用紙の図2および図3にそれぞれ描け。屈折の角度は作図しやすい範囲で自由に決めてよい。
- (5) ヒトの眼は優秀なカメラ眼で、正視の状態であれば、凸レンズである水晶体の厚さを変化させることにより、遠くの物体も近くの物体も網膜上に結像させることができる。毛様体筋が緊張すると水晶体が厚くなるが、このときに見たいものは、より近くの物体か、あるいはより遠くの物体なのであろうか。どちらか答え、説明せよ。説明の補助のための図などを用いてもよい。
- (6) 焦点距離の短い凸レンズを用いると、レンズにより近い位置に結像させることができる。ここで、顕微鏡の接眼レンズのように、レンズ前後の距離が限られた状態でも高い倍率を得ることを考える。このためにはレンズに対して物体をどのような位置に置いたらよいか、説明せよ。説明の補助のための図などを用いてもよい。
- (7) 小問(4)で示したような光路の方が精確であるにもかかわらず、単純化した近似をもとにレンズの公式が成り立つとしてよい理由は何だろうか。説明せよ。

III

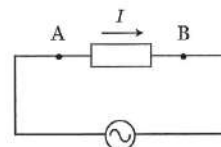


Figure 1(a) is a schematic diagram of a single-layered nanowire. It consists of a central cylindrical core with diameter d and a surrounding shell with thickness t . The total diameter of the nanowire is D . The core is labeled "core" and the shell is labeled "shell".

交流電源を用いて、

$$V = V_0 \sin \omega t$$

であらわされる電圧 $V[V]$ を抵抗器とコイルにそれぞれ加えた。 V_0 は V の最大値、 ω $[\text{rad/s}]$ は角周波数、 $t[s]$ は時刻をそれぞれ示す。以下の文章を読み、小問 (1)～(12) に答えよ。

- i) まず抵抗器を図(a)のように接続し、抵抗値は $R[\Omega]$ である。電圧については点Bに対する点Aの電位を正とし、電流については電流 $I[A]$ の矢印の向きを正とする。このとき電圧 V は $V = \boxed{\text{ア}}$ であり、電流 I は、電流の最大値を I_0 とすると、

$I =$ (イ) とあらわせる。抵抗器における消費電力 P [W] は、

$$P = \boxed{(\dot{\mathcal{V}})} \times \boxed{(\mathcal{I})}^2$$

となるので、よりわかりやすく $P = \boxed{\text{(オ)}}$ とあらわせ、じゅうぶんな時間が経過したときの電力量 $W[J]$ の平均値 W_{AV} は $W_{AV} = \boxed{\text{(力)}}$ である。

- (1) (ア) に入る文字式を、 I および R を用いて示せ。
- (2) (イ) に入る文字式を、 I_0 , ω , t のうち必要なものを用いて示せ。
- (3) (ウ) および (エ) に入る文字式を、 I_0 , V_0 , ω , t のうち必要なものを用いてそれぞれ示せ。
- (4) (オ) に入る文字式を、 I_0 , V_0 , ω , t のうち必要なものを用いて示せ。ただし、必要ならば $\sin^2 \theta = \frac{1}{2}(1 - \cos 2\theta)$ という三角関数の性質を用いてよい。
- (5) 解答用紙の図1に、抵抗器に交流電圧を加えたときの電流および電力の時間変化を、 $0 < t < \frac{2\pi}{\omega}$ の範囲で描き、 I_0 を明確に示せ。さらに (カ) に入る文字式を、 I_0 , V_0 , ω , t のうち必要なものを用いて示せ。

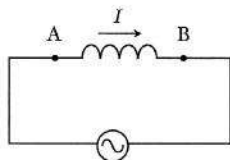


図 (b)

ii) 今度は図(b)のように自己インダクタンス L [H]のコイルを先の交流電源に接続した。電圧 $(V = V_0 \sin \omega t)$ については点Bに対する点Aの電位を正とし、電流については電流 I [A]の矢印の向きを正とする。コイルに電流が流れると、電流の時間変化 $\left(\frac{\Delta I}{\Delta t}\right)$ を妨げる向きに起電力 E [V] ($E = \text{ (キ) }$)が発生する。このとき回路の抵抗値は (ク) で、コイルに流れる電流の最大値を I_0 とすると、電流 I は、 $I = \text{ (ケ) }$ である。またコイルにおける消費電力 P [W]は、 $P = \text{ (コ) }$ とあらわされる。なお、じゅうぶんな時間が経過したときの電力量 W [J]は、 $W = \text{ (サ) }$ である。

- (6) (キ) に入る文字式を、 $+$ 、 $-$ 、 L 、 ΔI 、 Δt のうち必要なものを用いて示せ。
- (7) (ク) および (ケ) に入る文字式などを、 $+$ 、 $-$ 、 L 、 I_0 、 V_0 、 ω 、 t のうち必要なものを用いて示せ。
- (8) (コ) に入る文字式を、 $+$ 、 $-$ 、 L 、 I_0 、 V_0 、 ω 、 t のうち必要なものを用いて示せ。ただし、必要ならば $\sin 2\theta = 2 \sin \theta \cos \theta$ という三角関数の性質を用いてよい。
- (9) 解答用紙の図2に、コイルに交流電圧を加えたときの電流および電力の時間変化を、 $0 < t < \frac{2\pi}{\omega}$ の範囲で描き、 I_0 を明確に示せ。さらに (サ) に入る文字式などを示せ。

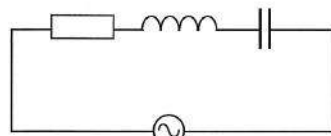


図 (c)

iii) 最後に図(c)のように、先に使用した抵抗器とコイルに、電気容量 C [F]のコンデンサーを直列に接続し、先の交流電源に接続した。このときの回路のインピーダンス Z は、

$$Z = \text{ (シ) } [\text{ (ス) } (\text{単位})]$$

である。交流電源は角周波数を調節できて、周波数を上げていくとある角周波数 ω_0 のときに電流は最大値を示した。これは回路全体の抵抗値が最小になったためと考えられる。

ところで交流電流は、現代人の日常生活には不可欠なものである。日本の家庭電源は、地域により2種類の周波数を用いている。糸魚川静岡構造線の東側は基本的に $\text{ (セ) } [\text{Hz}]$ で、西側は $\text{ (ソ) } [\text{Hz}]$ である。

- (10) (シ) に入る文字式を、 R 、 L 、 C 、 ω 、 t のうち必要なものを用いて示し、さらに (ス) に入る単位を示せ。
- (11) 角周波数 ω_0 を求めよ。
- (12) (セ) および (ソ) に入る数値をそれぞれ示せ。

化学

[注意] 解答は、すべて解答用紙の解答欄に記入しなさい。また、計算問題の場合には、計算の過程を所定の場所に明記しなさい。

I (A) 次のイオン (1) ~ (5) の水溶液中での色を選択肢 (a) ~ (f) から1つ選び記号で答えよ。

- (1) Ag^+ (2) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (3) MnO_4^- (4) Fe^{2+} (5) Fe^{3+}

選択肢

- (a) 青色 (b) 淡緑色 (c) 紫色 (d) 黄褐色 (e) 橙赤色 (f) 無色

(B) 金属イオン水溶液 (ア) ~ (オ) は、次のイオンを1種類含む水溶液である。

亜鉛イオン、アルミニウムイオン、カルシウムイオン、鉛(II)イオン、バリウムイオン

水溶液 (ア) ~ (オ) にいくつかの試薬を加え、沈殿生成の有無を調べた。その結果を下の表に示す。水溶液 (ア) ~ (オ) はどのイオンを含むかを化学式で答えよ。

加える試薬	金属イオン水溶液				
	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
希塩酸	×	×	×	×	○
水酸化ナトリウム水溶液 (少量)	×	○	○	○	○
水酸化ナトリウム水溶液 (過剰量)	×	○	×	×	×
アンモニア水 (少量)	×	×	○	○	○
アンモニア水 (過剰量)	×	×	○	×	○

沈殿を生じる場合は○、生じない場合は×

II 次の文を読んで (1) ~ (5) に答えよ。

本素とヨウ素からヨウ化水素が生成する反応はイ反応であるので、ある一定温度のもとで平衡に達する。このときのモル濃度による平衡定数を K_e とすると $K_e = \text{ウ}$ と表せる。
体積一定の密閉容器に本素とヨウ素を入れ、一定温度にすると平衡に達し、本素 0.8mol、ヨウ素 0.2mol、ヨウ化水素 2.4molの混合物になった。同じ容器に、本素 2.0mol、ヨウ素 2.0molを入れ、同じ温度にすると同様に平衡に達した。

- (1) 下線アについて、平衡の反応式を書け。
- (2) 空欄イに入る適当な語句を次から1つ選べ。
触媒、電離、可逆、不可逆
- (3) 空欄ウに[]で表す濃度を用いた式を入れよ。
- (4) 下線エについて、この条件における K_e の値を求めよ。
- (5) 下線オについて、平衡に達したときの本素、ヨウ素、ヨウ化水素の物質量を求めよ。

III

次の文を読んで (1) ~ (5) に答えよ。

ある実験によって発生させたアンモニアを 0.100mol/L の希硫酸 100mL に吸収させたところ、全体の質量が 0.30g 増加した。このアンモニアを吸収させた希硫酸をそのまま 0.100mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ 20mL を要した。

- (1) 下線アの化学反応式を書け。
- (2) 下線イの化学反応式を書け。
- (3) 下線イについて、吸収したアンモニアの物質量はいくらか。
- (4) アンモニアの分子量はいくらか。
- (5) 下線イについて、さらに水酸化ナトリウム水溶液を加えていくと起こる反応の化学反応式を書け。

17

IV

次の酸化還元反応の反応式 (1) ~ (5) について、各反応において、酸化剤、還元剤それぞれのほたらきを示す e^- を含むイオン反応式を書け。

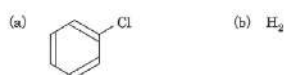
- (1) $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$
- (2) $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$
- (3) $2\text{KI} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4$
- (4) $2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{MnSO}_4 + 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{O}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4$
- (5) $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$

18

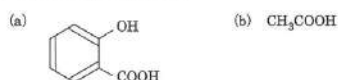
V

(1) ~ (6) に記述された反応では、主として 2 種類 (H_2O は除く) の物質が生成する。生成されない物質を (a)、(b) から選び、記号で答え、それを生成される物質に直して化学式で答えよ。ただし、生成物が有機化合物の場合はその構造式を書くこと。

- (1) ベンゼンに塩化鉄 (III) を加え、塩素を作用させた。



- (2) フェノールに無水酢酸を作用させた。



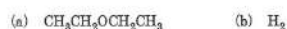
- (3) 酢酸カルシウムを加熱した。



- (4) メタノールの蒸気をバーナーで焼いた銅線に触れさせた。



- (5) エタノールにナトリウムを加えた。



- (6) 酢酸エチルに水酸化ナトリウム水溶液を加えた。



19

生物

解答は、すべて解答用紙の解答欄に記入しなさい。

I

問 1 ~ 問 8 に答えなさい。

図 1 にウニの精子を示す。

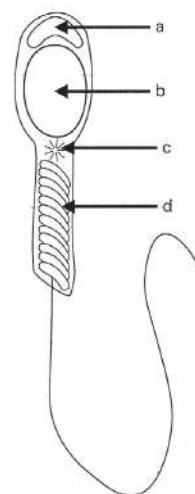


図 1

問 1. a ~ d は何か。適切な名称を解答欄に記入しなさい。

問 2. 精子の核相は何か。a ~ d より適切なものを選び、解答欄に記号を記入しなさい。

- a.n b. 2n c. 3n d. 4n

20

雄の成熟に伴い、精巣内の(あ)は増殖して(い)となり、(う)第一分裂に入る。その後(え)が形成され、次の第二分裂によって(お)個の(か)が作られる。(か)はやがて長い鞭毛が発達し、運動能力を持った(き)となる。

問3. (あ)～(き)に最もふさわしいものを1～15より選び、数字を解答欄に記入しなさい。

- | | | | | |
|-----------|-----------|----------|----------|---------|
| 1.卵原細胞 | 2.精原細胞 | 3.一次卵母細胞 | 4.一次精母細胞 | 5.体細胞分裂 |
| 6.減数分裂 | 7.卵細胞 | 8.精細胞 | 9.卵 | 10.精子 |
| 11.二次卵母細胞 | 12.二次精母細胞 | 13.二 | 14.四 | 15.八 |

問4. 図1の精子が受精をする際に卵のゼリー層の分解に関わるのはどれか。図1のa～dより選び、記号を解答欄に記入しなさい。

問5. 複数の精子が1つの卵に受精しないようにするために卵の持つ仕組みをなんというか。適切な語を解答欄に記入しなさい。

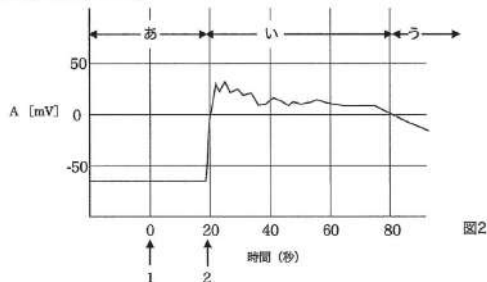


図2は複数の精子が1つの卵に受精しないようにする卵の仕組みに関わるものである。1は精子を加えたタイミング、2は卵に精子が進入したタイミングを示す。

問6. 縦軸Aは何か。1～4より選び、数字を解答欄に記入しなさい。

- | | | | | |
|-------|-------|-------|------|-------|
| 1.吸水力 | 2.膜電位 | 3.現存量 | 4.pH | 5.浸透圧 |
|-------|-------|-------|------|-------|

問7. 図2のうち、この仕組みによって精子が卵に進入できない時期はどれか。あ～うより適切なものをすべて選び、記号を解答欄に記入しなさい。

問8. この仕組みにおいて、精子が卵に進入できなくなる理由は主に2つある。それは何か。それぞれを解答欄に記入しなさい。

II

問1～問7に答えなさい。

一定の地域に生活している同種の個体の集まりを(あ)という。(あ)は個体が集中して分布している場合や、一定の間隔をおいて分布している場合、分布に規則性のみられない場合、などがある。(あ)の個体数は(い)によって増加し、(う)によって減少する。増加数を母1個体あたりの数値に換算したものを(え)という。

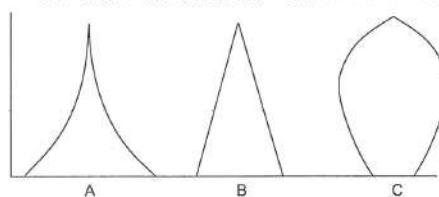
(あ)は一般に様々な発育段階の個体からなる。(あ)を発育段階ごとの個体数の数や割合で示したものを(お)といい、さらに(お)を若い順から下から積み上げて図示したものを(か)という。

問1. (あ)～(か)に最もふさわしいものを1～10より選び、数字を解答欄に記入しなさい。

- | | | | | |
|------|-------|-------|-----------|-------|
| 1.休眠 | 2.増殖率 | 3.齢構成 | 4.年齢ピラミッド | 5.系統 |
| 6.閾値 | 7.個体群 | 8.死亡 | 9.出生 | 10.寄生 |

問2. 下線部a～下線部cをそれぞれ何というか。適切な語を解答欄に記入しなさい。

図3のA～Cは横軸に個体数の割合を、縦軸に個体の年齢を示したグラフの形状の例である。



問3. 出生率が高く、集団が成長しているのはA～Cのどれか。解答欄に適切な記号を記入しなさい。

問4. 集団が衰退しているのはA～Cのどれか。解答欄に適切な記号を記入しなさい。

問5. 年齢ごとの死亡率が一定なのはA～Cのどれか。解答欄に適切な記号を記入しなさい。

問6. A～Cそれぞれの型をなんというか。解答欄に適切な名称を記入しなさい。

問7. 現代の日本人集団はA～Cのどれに当てはまるか。解答欄に適切な記号を記入しなさい。

一般選抜 1期 2日目 (英語) 解答例

III

問1～問6に答えなさい。

タンパク質は結合したアミノ酸からなる。アミノ酸は(あ)原子に(い)、(う)、水素原子、(え)が結合した構造を持つ。aアミノ酸の結合は、一方のアミノ酸の(い)と他方のアミノ酸の(う)とによってなる。アミノ酸が多数結合したものを(お)という。タンパク質を構成するアミノ酸は(か)種類に分けられる。

問1. (あ)～(か)に最もふさわしいものを1～10より選び、数字を解答欄に記入しなさい。

- | | | | | |
|------|------|--------|----------|--------|
| 1.塩素 | 2.炭素 | 3.関鎖 | 4.ポリペプチド | 5.10 |
| 6.20 | 7.30 | 8.アミノ基 | 9.カルボキシ基 | 10.水酸基 |

問2. 下線部aの結合をなんというか。適切な名称を解答欄に記入しなさい。

問3. ある種の親水性のホルモンも、アミノ酸が連結してできている。この様なホルモンをなんというか。適切な名称を解答欄に記入しなさい。

問4. インスリンは親水性のホルモンの一つである。インスリンを分泌する臓器は何か。適切な名称を解答欄に記入しなさい。

問5. インスリンの働きは何か。解答欄に10字以内で説明しなさい。

問6. インスリンと同じ臓器から分泌され、インスリンと逆の働きを持つホルモンは何か。適切な名称を解答欄に記入しなさい。

英語 解答 用 紙

1	(1)	a	(2)	b	(3)	d	(4)	c	(5)	d	(6)	b	(7)	a	(8)	c
---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---

2	(a)	2	(b)	1	(c)	4
---	-----	---	-----	---	-----	---

3	(A)	ちよつと太めとしか見えないうでさく肥満と診断されることがある。
	(B)	BMIではその人の実際の体脂肪率はまったく分からない。

4	under / below	5	lil	height	li	pencil	liil	calculator
---	---------------	---	-----	--------	----	--------	------	------------

6	1	T	2	T	3	F	4	F	5	T
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

1	a	2	b	3	c	4	b	5	d	6	b
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

(a)		(i.v)		(3)		(i.v)	
1	What	nationality		2	success	to	
3	well / highly	of		4	What	the	
5	leave	behind		6	per / a	minute	

1	(1)	b	(2)	d	(3)	d	(4)	c	(5)	a	(6)	a	(7)	d	(8)	b
---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---

2	あ
---	---

3	(A)	一日の間や一年の間で地球が自然に冷える時がある。
	(B)	心配すべき重要なことのうちのひとつは海面が上昇することである。

4	from
---	------

5	(1)	F	(2)	T	(3)	F
---	-----	---	-----	---	-----	---

数学 解答例

No.1

《注意》解答にいたる過程 (数式など) を含めて、解答すること。
また、問題番号 (1), (2), (3), a), b) を記入すること。

1

(1) a) $a^4 + 4a^3b + 6a^2b^2 + 4ab^3 + b^4 - 16c^4$

b) $(3x - 2y - 2)(2x - 3y + 4)$

(2) a) 分母と分子をそれぞれ通分して計算する。

$$\begin{aligned} \text{(与式)} &= \frac{4xy}{\frac{x^2-y^2}{4x^2y^2}} \\ &= \frac{4xy}{\frac{x^2-y^2}{4x^2y^2}} \\ &= \frac{16x^3y^3}{x^2-y^2} \end{aligned}$$

b) i) $x = y$ ならば、両辺を平方すれば $x^2 = y^2$ となる。逆に $x^2 = y^2$ であるからといって、 $x = -y$ のときも含まれる。 $x \neq 0, y \neq 0$ であるため、 $x = y$ とは限らない。ゆえに、 $\square \text{イ}$ は $\textcircled{2}$ である。

ii) $|x| < 2$ かつ $|y| < 2$ であるとき、

$$x^2 + y^2 < 2^2 + 2^2 = 8$$

が成り立つ。逆に、 $x = \sqrt{6}, y = 1$ とすると、 $|x| \geq 2$ となるものの、

$$x^2 + y^2 = 6 + 1 = 7 < 8$$

を満たす。ゆえに、 $\square \text{ロ}$ は $\textcircled{1}$ となる。

iii) $u = xy$ とおくと、等式を変形して

$$xy(1-xy) = 0 \iff u(1-u) = 0$$

となる。したがって、 $u = 0$ または $u = 1$ である。 $x \neq 0, y \neq 0$ となるから $u = 1$ に限る。それゆえ、 $y = 1/x$ である。逆に、 $y = 1/x$ とすれば、

$$\begin{aligned} xy - x^2y^2 &= xy(1-xy) \\ &= x \cdot \frac{1}{x} \left(1 - x \cdot \frac{1}{x}\right) \\ &= 1 \cdot 0 = 0 \end{aligned}$$

となる。ゆえに、 $\square \text{ハ}$ は $\textcircled{3}$ となる。

(3) まず、 $0 \leq \theta < 2\pi$ であるから、 2θ のとる範囲は $0 \leq 2\theta < 4\pi$ である。等式を変形して

$$-\frac{\sqrt{2}}{2} < \cos 2\theta < \frac{\sqrt{2}}{2}$$

であるから、この不等式を満たすことは

$$\frac{1}{4}\pi < 2\theta < \frac{3}{4}\pi, \quad \frac{5}{4}\pi < 2\theta < \frac{7}{4}\pi,$$

$$\frac{9}{4}\pi < 2\theta < \frac{11}{4}\pi, \quad \frac{13}{4}\pi < 2\theta < \frac{15}{4}\pi$$

であることと同値である。ゆえに求める解は

$$\frac{1}{8}\pi < \theta < \frac{3}{8}\pi, \quad \frac{5}{8}\pi < \theta < \frac{7}{8}\pi,$$

$$\frac{9}{8}\pi < \theta < \frac{11}{8}\pi, \quad \frac{13}{8}\pi < \theta < \frac{15}{8}\pi$$

数学 解答例

No.2

《注意》解答にいたる過程 (数式など) を含めて、解答すること。
また、問題番号 (1), (2) を記入すること。

2

(1) 8^{15} を N 桁 (N は正の整数) とする。

$$10^{N-1} \leq 8^{15} < 10^N$$

となるが、辺々の常用対数をとると、大小関係は変わらないから

$$N-1 \leq 15 \cdot 3 \log_{10} 2 < N$$

が成り立つ。この不等式を N について解くと

$$45 \log_{10} 2 < N \leq 1 + 45 \log_{10} 2$$

ここで、 $45 \log_{10} 2 = 13.545$ となるから

$$13.545 < N \leq 14.545$$

ゆえに $N = 14$ となるため、 8^{15} は 14 桁である。

(2) 指数を用いて不等式を整理して

$$(2^x - 2^{\frac{1}{2}})(3^{x+1} - 3^{\frac{1}{2}}) < 0$$

2つの数の積が負であるから、次の2つの場合に分けられる。

i) $2^x > 2^{\frac{1}{2}}$ かつ $3^{x+1} < 3^{\frac{1}{2}}$ のとき

底がそれぞれ 2, 3 でともに 1 より大きいから、指数部分の大小関係は変わらない。よって、

$$x > \frac{3}{2}, \quad x < -\frac{1}{3}$$

となるがこの不等式を満たす実数 x は存在しない。したがって、このケースは不適である。

ii) $2^x < 2^{\frac{1}{2}}$ かつ $3^{x+1} > 3^{\frac{1}{2}}$ のとき

i) と同様にして

$$-\frac{1}{3} < x < \frac{3}{2}$$

となる。これを満たす実数 x は確かに存在する。

以上、i), ii) から求める解は

$$-\frac{1}{3} < x < \frac{3}{2}$$

一般選抜 1期 2日目 (物理) 解答例

数学 解答例

No.3

《注意》解答にいたる過程 (数式など) を含めて、解答すること。
また、問題番号 (1), (2), (3) を記入すること。

3

(1) $y = f(x)$ のグラフは点 $(1, b)$ を通るから

$$b = -1^2 - 4 \cdot 1^2 + 3 \cdot 1 = -2$$

点 $(1, -2)$ における接線の傾きは

$$f'(1) = -3 \cdot 1^2 - 8 \cdot 1 + 3 = -8$$

ゆえに、求める接線の方程式は

$$\begin{aligned} y &= -8(x-1) - 2 \\ &= -8x + 6 \end{aligned}$$

(2) $y' = -3x^2 - 8x + 3 = -(3x-1)(x+3)$ となるから、 $y' = 0$ となるのは

$$x = -3, \frac{1}{3}$$

である。増減表をかいて

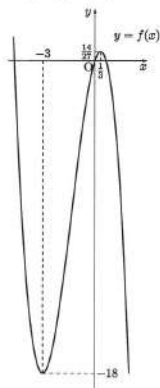
x	$\dots$	-3	$\dots$	$1/3$	$\dots$
y'	$-$	0	$+$	0	$-$
y	$\searrow$	極小	$\nearrow$	極大	$\searrow$

となる。よって、

$$\text{極大値 } \frac{14}{27} \quad (x = 1/3 \text{ のとき})$$

$$\text{極小値 } -18 \quad (x = -3 \text{ のとき})$$

また、グラフは以下の通りである。



(3) 3 次方程式を変形すると

$$a = f(x)$$

となるから、曲線 $y = f(x)$ のグラフと直線 $y = a$ のそれとの共有点の個数が 2 個以上となる a の値の範囲を求めればよい。ゆえに

$$-18 \leq a \leq \frac{14}{27}$$

物理解答用紙

No.1

答えは□で囲むこと。計算の過程や補足説明なども記しておくこと。

I

(1) $mg = G \frac{Mm}{R^2}$ より、 $\square GM = gR^2$

(2) 万有引力の位置エネルギー U は、 $\square U = -G \frac{Mm}{r}$

力学的エネルギー保存の式を立てると、

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + \left(-G \frac{Mm}{R}\right) = 0 + \left(-G \frac{Mm}{R+h}\right)$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2gRh}{R+h}}$$

(3) $F = G \frac{Mm}{(R+h)^2}$ になればよい。

一方、 $F = m(R+h)\omega^2 = \frac{mv_1^2}{(R+h)}$ なので、

$$\frac{mv_1^2}{(R+h)} = G \frac{Mm}{(R+h)^2}$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{gR^2}{R+h}}$$

(4) $T = \frac{2\pi(R+h)}{v_1} = \frac{2\pi(R+h)}{\sqrt{\frac{gR^2}{R+h}}}$

$$= \frac{2\pi\sqrt{(R+h)^3}}{\sqrt{gR^2}} = 2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{gR^2}}$$

(5) $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{gR^2}}$ を h について解くと、

$$\left(\frac{T_0}{2\pi}\right)^2 = \frac{(R+h)^3}{gR^2}$$

$$(R+h)^3 = gR^2 \left(\frac{T_0}{2\pi}\right)^2 = \frac{gR^2T_0^2}{4\pi^2}$$

$$R+h = \sqrt[3]{\frac{gR^2T_0^2}{4\pi^2}}$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{gR^2T_0^2}{4\pi^2}} - R$$

g, R, T_0, π はどれも定数なので、高さ h は定まっていて、調節はできない。

(6) $\frac{1}{2}mv_A^2 + \left(-G \frac{Mm}{2R}\right) = \frac{1}{2}mv_B^2 + \left(-G \frac{Mm}{6R}\right)$

$$\frac{1}{2}mv_A^2 + \left(-\frac{1}{2}mgR\right) = \frac{1}{2}mv_B^2 + \left(-\frac{1}{6}mgR\right)$$

(7) 面積速度一定の法則より、

$$\frac{1}{2} \times 2R \times v_A = \frac{1}{2} \times 6R \times v_B$$

$$v_A = 3v_B$$

(8) $(3v_B)^2 - gR = v_B^2 - \frac{1}{3}gR$

$$v_B^2 = \frac{1}{12}gR$$

$$v_B = \frac{1}{6}\sqrt{3gR}$$

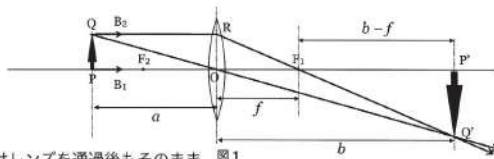
$$v_A = \frac{1}{2}\sqrt{3gR}$$

物理解答用紙

No.2

計算の過程や補足説明なども記しておくこと。

II



- (1) 光B₁はレンズを通過後もそのまま光軸上を進む。
(2) 焦点F₁は、光B₁と、レンズを通過して屈折した光B₂が交わる点である。

- (3) まず、△OPQ ~ △OP'Q'
この2つの三角形の大きさの比率は、
a : b ----- ①

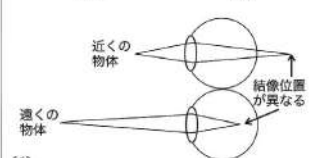
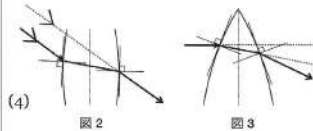
- つぎに、△F₁OR ~ △F₁P'Q'
この2つの三角形の大きさの比率は、
f : b - f ----- ②

$$\therefore \frac{PQ}{OR} : \frac{P'Q'}{P'Q'} = a : b$$

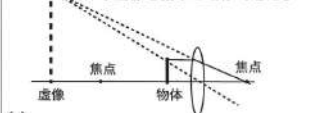
$$\frac{OR}{PQ} : \frac{P'Q'}{P'Q'} = f : b - f$$

ここで $\frac{PQ}{OR} = \frac{OR}{PQ}$ なので、
 $a : b = f : b - f$
 $\frac{b}{a} = \frac{b-f}{f} \rightarrow \frac{b}{a} = \frac{b}{f} - \frac{f}{f} \rightarrow \frac{1}{a} = \frac{1}{f} - \frac{1}{b}$
 $\therefore \frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$ が証明できた。

- (5) 図3に示した通りレンズは厚い方が屈折角が大きくなる。ヒトの目のレンズと網膜の距離は変化しないが、眼から近くの物体からの光の方が結像位置は遠くなるので、レンズを厚くするのはより近くの物体を見たいときである。



- (6) 物体を焦点より近くに置き、虚像を得ればよい。虚像は実際の光が交わる位置ではないので、限られた空間の外でも大きな虚像を結ぶことができる。



- (7) 実際のレンズはレンズの半径に対し、焦点距離と結像する距離が極めて大きい。従ってレンズを通る光の屈折が1回のみと近似したことによる誤差は非常に小さい。

化学解答用紙

No.1

I

A	1	f	2	e	3	c	4	b	5	d
B	ア	Ba ²⁺	イ	Ca ²⁺	ウ	Al ³⁺	エ	Zn ²⁺	オ	Pb ²⁺

II

1	H ₂ + I ₂ ⇌ 2HI	2	可逆
3	$\frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$		
4	36	5	H ₂ : 0.5 mol I ₂ : 0.5 mol HI: 3.0 mol
計算の過程 $K_c = \frac{(2x)^2}{0.5 \times 0.5} = 36$		計算の過程 H ₂ とI ₂ がx(mol)反応して HIが2x(mol)生成するので $36 = \frac{(2x)^2}{(2-x)(2-x)}$ x = 1.5	

III

1	2NH ₃ + H ₂ SO ₄ → (NH ₄) ₂ SO ₄		
2	2NaOH + H ₂ SO ₄ → Na ₂ SO ₄ + 2H ₂ O		
3	0.018 mol	4	17
計算の過程 $x(\text{mol}) + 0.100(\text{mol/L}) \times 0.020(\text{L}) = 0.100(\text{mol/L}) \times 2 \times 0.100(\text{L})$ x = 0.018(mol)		計算の過程 $\frac{0.30(\text{g})}{0.018(\text{mol})} = 16.7 = 17 (\text{g/mol})$	
5	(NH ₄) ₂ SO ₄ + 2NaOH → Na ₂ SO ₄ + 2NH ₃ + 2H ₂ O		

物理解答用紙

No.3

答えは□で囲むこと。計算の過程や補足説明なども記しておくこと。

III

(1) $V = RI$

(2) $I = I_0 \sin \omega t$

(3) (ウ) $I_0 V_0$

(エ) $\sin \omega t$

(4) (オ) $P = \frac{I_0 V_0}{2} (1 - \cos 2\omega t)$

(5) (カ) $W_{AV} = \frac{1}{2} I_0 V_0 t$

(6) (キ) $E = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$

(7) (ク) 0

(ケ) $I = -I_0 \cos \omega t$

(8) (コ) $P = -\frac{1}{2} I_0 V_0 \sin 2\omega t$

(9) (サ) 0

(10) (シ) $Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$

(ス) Ω

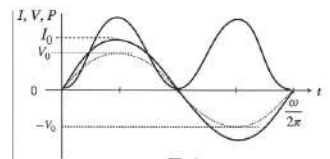


図 1

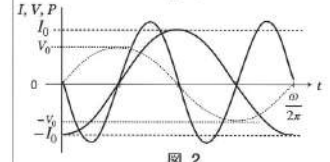


図 2

- (11) 回路の抵抗つまりインピーダンスの最小値は、
 $\omega_0 L - \frac{1}{\omega_0 C} = 0$

$$\omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C}$$

$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$$

$$\therefore \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

(12) (セ) 50 (ノ) 60

化学解答用紙

No.2

IV

1	酸化剤	O ₂ + 4e ⁻ → 2O ²⁻
	還元剤	Cu → Cu ²⁺ + 2e ⁻
2	酸化剤	H ₂ SO ₄ + 2H ⁺ + 2e ⁻ → SO ₂ + 2H ₂ O
	還元剤	Cu → Cu ²⁺ + 2e ⁻
3	酸化剤	H ₂ O ₂ + 2H ⁺ + 2e ⁻ → 2H ₂ O
	還元剤	2I ⁻ → I ₂ + 2e ⁻
4	酸化剤	MnO ₄ ⁻ + 8H ⁺ + 5e ⁻ → Mn ²⁺ + 4H ₂ O
	還元剤	H ₂ O ₂ → O ₂ + 2H ⁺ + 2e ⁻
5	酸化剤	SO ₂ + 4H ⁺ + 4e ⁻ → S + 2H ₂ O
	還元剤	H ₂ S → S + 2H ⁺ + 2e ⁻

V

	a or b	正しい化合物の構造式 (化学式)		a or b	正しい化合物の構造式 (化学式)
1	b	HCl	2	a	
3	a	$\text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3$ $\parallel$ O	4	b	Cu
5	a	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa}$	6	b	CH_3COONa

生 物 解 答 用 紙

I

問1	a	先体	b	核	
	c	中心体	d	ミトコンドリア	
問2	a				
問3	あ	2	い	4	う
	6	え	12	お	14
問4	a				
問5	多様拒否				
問6	2				
問7	い、う				
問8	理由1:		卵子の膜電位の変化		
	理由2:		受精膜の形成		

II

問1	あ	ア	い	9	う	8	え	2	お	3	か	4	
問2	工総原a		集中分布		工総原b		一様分布						
	工総原c		ランダム分布										
問3	A												
問4	C												
問5	B												
問6	A:		幼若型		B:		安定型						
	C:		老齢型										
問7	C												

III

いへう、異なる														
問1	あ	2	い	8	う	9	え	3	お	4	か	6		
問2	ペプチド結合													
問3	ペプチドホルモン													
問4	肝臓													
問5	血	糖	値	を	下	げ	る	。						
問6	グルカゴン													

2021(令和3)年度入学試験問題

英語・数学

理科

2月25日実施
一般選抜(個別選抜型)【2期】

注意事項

1. 試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子の試験教科・科目、ページ(問題部分)は、下表のとおりです。

試験教科・科目	ページ	選択方法
英 語	1 ～ 6	左の2教科のうちから受験票に記載されている1教科を選択し、解答しなさい。
数 学	8 ～ 9	
理 学	12 ～ 16	左の3科目のうちから受験票に記載されている1科目を選択し、解答しなさい。
化 学	17 ～ 21	
生 物	23 ～ 26	

3. 解答用紙の所定の欄に、受験番号・氏名を忘れずに記入すること。
4. 解答は、必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。
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、手を高く挙げて、試験監督者に知らせること。
6. 試験時間は、140分間です。
7. 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけません。
8. 試験終了後、解答用紙は問題冊子の上に伏せて置くこと。
9. この問題冊子は持ち帰らないこと。

英 語

問題の解答はすべて解答用紙に記入しなさい。

I 次の英文を読んで、各設問に答えなさい。

Stem cell research may be one of the most exciting fields in medical research of this era. Because of discoveries made by Dr. Shinya Yamanaka and his research team at Kyoto University, this research may lead, not only to the cure of diseases once thought to be incurable, (①) to the safe replacement of human organ tissue. Imagine being able to grow yourself a new heart or a new lung when your old one is (A) [wear] out. Imagine humans being able to replace internal organs just like they do for broken parts of a car.

Of course, some types of organ replacement have been possible for a long time. Doctors take an organ from one human and put it into another. However, this method always has problems (②) the human body has a tendency to reject the cells that it does not (B) recognize as its own. (C) []. Some people have been waiting years for a new kidney or heart.

It was thought that the problem of waiting for a replacement organ could be solved when the team of stem-cell pioneer, Dr. James Thomson of the University of Wisconsin, finally isolated human embryonic stem cells in 1998. (D) These cells can grow into any type of human tissue, including bone, muscle or internal organs. However, there was still the problem of rejection by the body of foreign tissue, and on top of that, a new problem concerning the ethics of using the stem cells from unborn human embryos. Research then became much more difficult to carry out.

However, in 2006, Dr. Yamanaka's team announced that they had created induced pluripotent stem cells (iPS cells) from the skin of mice. This was a huge discovery. It changed everything. If stem cells could be developed from the skin of the person (E) [need] new tissue, replacement organs could be grown with no fear of rejection, no waiting period and no ethical problems. All the previous problems were solved in one stroke. The news swept the medical world.

Using Dr. Yamanaka's findings, research teams from all over the world went to work. In 2007, two teams, Dr. Yamanaka's team as well as Dr. Thomson's, soon found two different methods for developing human stem cells from human skin tissue. The doors are now open for new and exciting medical therapies.

In 2009, Dr. Yamanaka was invited to the White House in Washington D.C. by President Obama to attend a ceremony to lift the restrictions on federal funding for human embryonic stem cell research that were imposed by former President Bush. Dr. Yamanaka said Obama paid respect to science and scientists (③) saying that scientific decisions should be based on scientific facts, not politics. The research carried out by Dr. Yamanaka gives real hope to millions of sick people (④) the world.

出典 (一部改変) : Hideki Matsuo, Stephen Edward Rife, Hirofumi Osato & Mariko Ueda (2010) "Stem Cell Research," *Reading Crystalline*, Sanshusha.

(注) Shinya Yamanaka (京都大学 iPS 細胞研究所所長) replacement 「移植」 kidney 「腎臓」
James Thomson (ウィスコンシン大学医学・公衆衛生学部教授) isolate 「～を分離する」
embryonic 「胚性の」 ethics 「倫理規範」 embryo 「胚」 induced 「誘発された/誘導された」
pluripotent 「多能性の」 ethical 「倫理的」 in one stroke 「一挙に」
medical therapy 「医学療法」

問1 (①) (④) に入る最も適切な単語を(A)～(E)から1つ選び、記号で答えなさい。

- (①) (A) and (イ) but (ウ) or (エ) whether
(②) (A) unless (イ) although (ウ) until (エ) because
(③) (A) with (イ) about (ウ) by (エ) from
(④) (A) around (イ) to (ウ) upon (エ) above

問2 下線部(A), (B)の【 】内の単語を本文中で正しい形になるように書き直しなさい。ただし、直す必要がないものはそのまま書きなさい。

問3 下線部(B)と似た意味を表す単語を(A)～(E)から1つ選び、記号で答えなさい。

- (A) criticize (イ) modify (ウ) organize (エ) identify

問4 下線部(C)が「この方法のもう1つの問題は、人々は時に移植を受けるために長時間待たなければならないことである。」という意味になるように、次の語句を並べ替えて【 】に入れなさい。ただし、文頭に来る単語の最初のアルファベットは大文字で始めること。

【 with / people / another problem / to wait / to get / this method / a long time / a replacement / is that sometimes / have 】

問5 下線部(D)を和訳しなさい。

問6 本文の内容と一致するものを(A)～(G)から4つ選び、記号順に答えなさい。

- (A) 幹細胞研究は一時期、医療研究の最も刺激的な分野の1つであった。
(イ) 臓器移植の1つの手段として、ある人の臓器をそのまま別の人に移植するものがある。
(ウ) ウィスコンシン大学のジェームズ・トムソン博士のチームは1998年にヒト胚性幹細胞を分離することに成功した。
(エ) 胚性幹細胞を使用することで外来組織に対する拒絶反応の問題は解決された。
(オ) 胚性幹細胞を使用することには何ら倫理的問題はない。
(カ) 京都大学の山中伸弥博士のチームは2006年にヒトの皮膚から iPS 細胞 (人工多能性幹細胞) を作り出すことに成功した。
(キ) iPS 細胞によって拒絶反応と待機期間の問題は解決されるが、倫理的問題は残ったままである。
(ク) 2007年には2つのチームが幹細胞を作り出す異なった手段を発見した。
(ケ) 2009年には山中伸弥博士がブッシュ大統領によってワシントン D.C. のホワイトハウスに招かれた。
(コ) 山中博士がホワイトハウスに招かれた理由は、ヒト胚性幹細胞研究に対する国からの補助金に課せられた規制を撤廃する式典に出席するためである。

II 次の英文を読んで、各設問に答えなさい。

Mars is the second (A) [close] planet to Earth. The (A) [close], Venus, is far too hot and dangerous to even consider sending a human to. While Mars is very cold and more (①), it presents a realistic opportunity to allow humans to survive there.

However, going to Mars is a big challenge for several reasons. It is far away so it would take about nine months in a spacecraft to get there. Once there, astronauts would have to stay for about a year and half before the Earth and Mars get close enough together in space to make the return trip in about nine months. This means a total of about three years for several humans to be confined in a small space together. (B) Thus, it would be a huge psychological challenge for the crew to get along with each other.

Then there are the technical challenges. Enough food and water has to be carried to last for close to three years. (C) []. Also, because the Martian atmosphere is so (②), enough oxygen needs to be carried along. There is also the challenge of protecting the astronauts from harmful radiation. All of these challenges will require new technologies and, of course, a lot of money, to overcome. The huge cost may be too great for government supported organizations such as NASA, so sponsorship may come from billionaires.

These are just a few of the many problems that must be solved before a successful mission is (D) [undertake]. However, imagine when our ancient ancestors, such as the Polynesians, first saw an island on the horizon across the sea. It must have seemed impossibly out of reach. Through teamwork and technical intelligence though, they managed to build a boat and reach that island. Surely we will (③) do the same with Mars.

出典 (一部改変) : Paul Stapleton & Atsuko Uemura (2020) "Japanese Are First Humans to Set Foot on Mars," *Future Times—News Reports from Japan's Next Generation*, Cengage Learning.

(注) Mars 「火星」 Venus 「金星」 spacecraft 「宇宙船」 confine 「～を～に閉じ込める」
recycle 「～を再利用する」 Martian 「火星の」 radiation 「放射線」
NASA (National Aeronautics and Space Administration) 「アメリカ航空宇宙局」
sponsorship 「資金援助」 Polynesian 「ポリネシア人」

問1 下線部(A), (D)の【 】内の単語を本文中で正しい形になるように書き直さない。ただし、直す必要がないものはそのまま書きなさい。また、2箇所の下線部(A)の【 】内には同じ形の単語が入る。

問2 (①) ~ (③) に入る最も適切な単語を(A)~(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。

- (①) (A) reluctant (イ) vacant (ウ) constant (エ) distant
(②) (A) thick (イ) light (ウ) thin (エ) low
(③) (A) hardly (イ) eventually (ウ) suddenly (エ) secondly

問3 下線部(B)を知訳しなさい。

問4 下線部(C)が「これは人間の排泄物から出る液体が再利用される必要があることを意味する。」という意味になるように、次の語句を並べ替えて【 】に入れなさい。ただし、文頭に来る単語の最初のアルファベットは大文字で始めること。

【 to be / from / recycled / this / human waste / means / needs / the liquid 】

問5 本文の内容と一致するものを(A)~(オ)から2つ選び、記号順に答えなさい。

- (A) It takes half a year in a spacecraft to get to Mars when the Earth and Mars are close enough together in space to make a trip.
(イ) There is no possibility of carrying enough food to Mars to last for three years.
(ウ) Oxygen is not available in sufficient quantity on Mars.
(エ) NASA can afford the huge cost required by all the challenges of going to Mars.
(オ) There are many problems that must be solved in order to send humans to Mars.

III 対話が完成するように、() 内に入る最も適切な表現を(A)~(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。

1. Father: Hey, Harry! Where are you?
Harry: I'm upstairs.
Father: Hurry up. We're leaving. Come down.
Harry: OK, Dad. ()
(A) Leave it to me. (イ) I must be on my way.
(ウ) I'll be right there. (エ) I'm sleeping, now.
2. Nurse A: I heard that our clinic lost money last year.
Nurse B: () We had more patients than the previous year.
Nurse A: Yes, but we had to replace some expensive equipment and there were problems with collecting treatment fees.
(A) That doesn't sound right. (イ) That sounds great.
(ウ) It's a ringing sound. (エ) Could you hear it?
3. Michelle: What's the matter? You're sweating.
Yuka: It's kind of hot in this room. ()
Michelle: Of course not. Please.
Yuka: Thanks.
(A) Do you mind if I open the window? (イ) Would you like some ice water?
(ウ) Don't you understand? (エ) Can you close the door please?
4. Waiter: Are you ready to order, sir?
Guest: Um, do you have any recommendations?
Waiter: The grilled filet mignon steak is always good, sir.
Guest: OK. Could I have a few more minutes to think please?
Waiter: () I'll get back to you when you're ready.
Guest: That would be wonderful.
(A) Approximately. (イ) Fortunately.
(ウ) Basically. (エ) Certainly.
5. Doctor: So, what seems to be the problem?
Patient: I have a sore throat and my temperature is over 38 degrees.
Doctor: ()
Patient: About two days.
(A) How long should you take this medicine? (イ) How long have you had this fever?
(ウ) Can you come back soon? (エ) How many days do you need to recover?

IV 単語の中で最も強く発音する音節を(A)~(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。

1. ac·cu·ra·cy (A) (イ) (ウ) (エ)
2. grad·u·a·tion (A) (イ) (ウ) (エ)
3. e·lec·tron·ic (A) (イ) (ウ) (エ)
4. ap·pro·pri·ate (A) (イ) (ウ) (エ)
5. in·gre·di·ent (A) (イ) (ウ) (エ)

V 英文が完成するように、(①)と(②)に入る最も適切な語句を(A)~(ク)から選び、記号で答えなさい。

1. Although Kirk enjoys living in Denver, he is looking (①) to (②) back to New York.
(A) at (イ) go (ウ) for (エ) went
(オ) forward (カ) gone (キ) back (ク) going
2. Ellen (①) while she (②) Grey's Anatomy on TV.
(A) is watching (イ) fell asleep (ウ) is watched (エ) fell sleep
(オ) was watching (カ) came asleep (キ) watch (ク) went sleep
3. Please (①) to turn off the lights (②) you leave the room.
(A) do not forget (イ) because (ウ) do not remember (エ) that
(オ) do not turn (カ) whether (キ) do not remind (ク) when
4. I suppose you intend to go through with this marriage no (①) (②) much it hurts your family.
(A) how (イ) fact (ウ) what (エ) matter
(オ) when (カ) truth (キ) why (ク) thing
5. There was a famous writer (①) name was Norman Mailer. He wrote many delightful books, some of (②) you will read someday.
(A) what (イ) which (ウ) when (エ) where
(オ) why (カ) who (キ) whose (ク) whom

数 学

1 以下の問に答えよ。解答にいたる過程(数式など)と結果を書くこと。

(1) 次の a) ~ c) に答えよ。

- a) $\log_{100} \sqrt{10}$ を求めよ。
b) $9^{\log_3 4}$ を求めよ。
c) 不等式 $16^{x+1} < 2 \cdot 4^x$ を解け。

(2) 次の a), b) に答えよ。

a) 次の式を既約分数 $\frac{n}{m}$ (m, n は正の整数) の形で表せ。

$$8 + \frac{1}{\frac{16}{17} + \frac{1}{13}}$$

b) x の多項式 $P(x)$ を $x+5$ で割ったときの余りは -2 であり、 $x-2$ で割ったときの余りは 12 である。 $P(x)$ を $x^2+3x-10$ で割ったときの余りを求めよ。

(3) 次の a), b) に答えよ。

- a) 不等式 $2a^2 - 3a + 1 > 0$ を解け。
b) a は実数の定数であるとする。このとき、 a の値で場合分けをして、 x の2次不等式
$$(x - 2a^2)(x - 3a + 1) < 0$$
を解け。

- 2 xy 平面において点 $(0, 3)$ を中心とする半径 1 の円を C とする。
以下の問に答えよ。解答にいたる過程(数式など)と結果を書くこと。

- (1) 円 C の方程式を求めよ。
(2) 円 C と x 軸の両方に接しながら動く円 C' がある。この円 C' が動くとき、中心と半径は変化するが、中心 $P(x, y)$ はどのような軌跡をえがくか、図形の名称を答えよ。また、点 P の軌跡の方程式を求めて、 xy 平面に図示せよ。

- 3 以下の問に答えよ。解答にいたる過程(数式など)と結果を書くこと。

- (1) $\sin \theta = \frac{4}{5}$ のとき、 $\cos \theta$ 、 $\tan \theta$ をそれぞれ求めよ。
ただし、 $90^\circ < \theta < 180^\circ$ とする。
(2) $\triangle ABC$ の外接円の半径を R とする。 $A = 120^\circ$ 、 $R = 4$ のとき、辺 BC を求めよ。
(3) $\triangle ABC$ において次の等式が成り立つとき、 $\triangle ABC$ はどのような三角形であるか。

$$\frac{\sin A + \sin B}{\cos A + \cos B} = \sin(A + B)$$

物理

問題は全部で3問である。答えに単位が必要な場合はつけること。計算の過程や補足説明なども記しておくこと。説明が答えか区別できるように答えは□で囲むこと。

I

地平面でボールを初速度 v_0 、地平面との角度 θ で斜方投射した。ボールが投射された位置を原点 $O(0, 0)$ とし、水平方向に x 軸(ボールの進行方向を+)、垂直方向に y 軸(上方向を+)をとる。重力加速度の大きさは g とし、空気抵抗については考えなくてよい。以下の小問(1)~(14)に答えよ。

- (1) ボールの初速度の水平成分 v_{0x} および垂直成分 v_{0y} を、 v_0 、 θ を用いてそれぞれ示せ。
(2) ボールの運動の水平成分はどのような運動か。語句または文章で明解に答えよ。
(3) t 秒後の速度の水平成分 v_x を、 g 、 v_0 、 t 、 θ のうち必要なものを用いて示せ。
(4) t 秒後の x 軸上の位置 P_x を、 g 、 v_0 、 t 、 θ のうち必要なものを用いて示せ。
(5) ボールの運動の垂直成分はどのような運動か。語句または文章で明解に答えよ。
(6) t 秒後の速度の垂直成分 v_y を、 g 、 v_0 、 t 、 θ のうち必要なものを用いて示せ。
(7) t 秒後の y 軸上の位置 P_y を、 g 、 v_0 、 t 、 θ のうち必要なものを用いて示せ。
(8) 同軸に v_y 、 t をそれぞれとった図(解答用紙)に、 v_y の時間変化の概形を描け。必要に応じて直線、曲線などの説明を加えてよい。
(9) ボールが最高点に達する時刻 t_H を求めよ。
(10) ボールが最高点に達する高さ H を、 g 、 v_0 、 θ のうち必要なものを用いて示せ。
(11) ボールが着地する時刻 t_L を求めよ。
(12) ボールの水平到達距離(原点 O と着地点との距離) L を、 g 、 v_0 、 θ のうち必要なものを用いて示せ。
(13) ボールの初速度 v_0 は一定であるとして、水平到達距離(着地する位置)が最大値 L_{MAX} となる投射角度 θ_M はいくつか。数式を用いて説明せよ。ただし、

$$\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta$$

という三角関数の性質を用いてよい。

- (14) 月面の重力加速度は地球の地平面上の $1/6$ であることがわかっている。月面において初速度 v_0 、角度 θ_M で投射したら、水平到達距離は何倍になるか。計算し、答えよ。

II

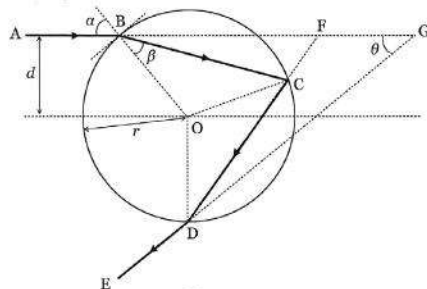


図 1

虹の原理を考えてみよう。上の図1は大気中の水滴に入射した太陽光が水滴内を進むようすを示している。水滴は半径 r の球で、その中心を O とする。中心 O から d だけ離れた直線 AG に沿って進んできたある波長の光は、水滴の表面上の点 B で屈折したのちに点 C で反射し、点 D で再度屈折し大気中に出て E に向かって進む。点 B での入射角、屈折角をそれぞれ α 、 β とし、直線 AG と、直線 CD および直線 DE との交点をそれぞれ F および G とする。

球面における屈折や反射は、球面に接する平面での屈折、反射と同様である。水の気に対して屈折率を n とし以下の小問(1)~(10)に答えよ。

- (1) n を α および β であらわせ。
(2) $\angle BCD$ および $\angle BFD$ を、 α および β を用いてそれぞれあらわせ。
(3) $\angle AGE$ 、つまり入射光と水滴から大気中に出た光とのなす角を θ とする。点 C は直線 OG 上にあり、光の経路はこの直線 OG について線対称であることをふまえて、 θ を α および β であらわせ。
(4) θ は、入射角 α と屈折率 n で決まるので、入射光と中心 O との距離 d だけで水滴の半径 r が異なっても α を同じにすることができて、つまり同じ θ が得られる。ここで $\sin \alpha$ を x と置くと、 x を r および d であらわせ。

x が変化すると θ も変化するが、ある値 x_0 の付近では x が変化しても θ がほとんど変化しないという x_0 が存在する。つまり x_0 付近の入射光はすべて同じ角度で水滴から大気中に出てくるので、同じ波長の光は強まって観測されるのである。そこでそのような x_0 を求めるために、 x が微小な量 Δx だけ増加するときの θ の変化量 $\Delta \theta$ を考える。 θ は前問(3)のように α および β であらわせるので、まず Δx と $\Delta \alpha$ 、 Δx と $\Delta \beta$ の関係についてそれぞれ考えよう。ここで、 $\Delta y \ll y$ のとき、

$$\sin(y + \Delta y) \approx \sin y + \Delta y \cdot \cos y$$

という近似式を適用することができて、すると Δx と $\Delta \alpha$ の関係は、

$$x + \Delta x = \sin(\alpha + \Delta \alpha) = \sin \alpha + \Delta \alpha \cdot \cos \alpha$$

となる。

- (5) Δx を α 、 $\Delta \alpha$ を用いてあらわせ。

- (6) $\Delta \alpha$ を x 、 Δx を用いてあらわせ。ただし、

$$\sin^2 y + \cos^2 y = 1$$

という三角関数の性質を用いてよい。

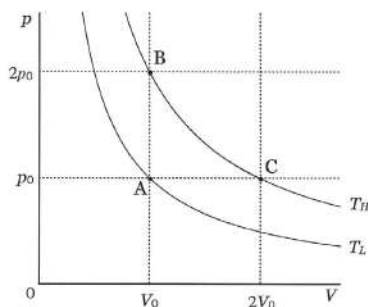
- (7) 同様に $\Delta \beta$ を、 x 、 Δx および n を用いてあらわせ。

- (8) $\frac{\Delta \theta}{\Delta x}$ を x および n を用いてあらわせ。

- (9) $\frac{\Delta \theta}{\Delta x} = 0$ となる x が存在し、これが x_0 である。 x_0 を n を用いてあらわせ。

- (10) 図1に示した光は波長 450nm のものである。これに対し同じ点 A から進む波長 750nm の光はどのような経路をたどるか。解答用紙の図2にその概形を描き、さらにそのときの入射光と水滴から出た光とのなす角 θ' は、 θ と比較してどうなるか簡単に説明せよ。

III



上の図は n mol の単原子分子理想気体の p - V 図で、図の曲線は、それぞれ温度 T_L 、 T_H における等温線を示している。気体定数を R とし、以下の小問 (1)～(12) に答えよ。

- (1) 状態Aにおける状態方程式を n , R , p_0 , V_0 , T_L であらわせ。
- (2) 状態Aから状態Bに変化させた。状態Bにおける状態方程式を n , R , p_0 , V_0 , T_H であらわせ。
- (3) T_H を T_L であらわせ。
- (4) 状態Aから状態Bはどのような状態変化か。
{定積変化, 定圧変化, 等温変化, 断熱変化}のうちから選び、答えよ。
- (5) 状態Aから状態Bの過程で気体が外部から得た熱量 Q_{AB} を、 n , R , T_L のうち必要なものを用いて示せ。
- (6) 状態Aから状態Bの過程で気体が外部にした仕事 W_{AB} を、 n , R , T_L のうち必要なものを用いて示せ。
- (7) 今度は状態Aから状態Cに変化させた。これはどのような状態変化か。
{定積変化, 定圧変化, 等温変化, 断熱変化}のうちから選び、答えよ。
- (8) 状態Aから状態Cの過程で気体外部から得た熱量 Q_{AC} を、 n , R , T_L のうち必要なものを用いて示せ。
- (9) 状態Aから状態Cの過程で気体が外部にした仕事 W_{AC} を、 n , R , T_L のうち必要なものを用いて示せ。

13

- (10) 状態Bから状態Cへの過程で気体が得た熱量と気体がした仕事をそれぞれ Q_{BC} 、 W_{BC} とし、状態A-B-C-Aをゆつくりと繰り返す熱機関を考える。この熱機関の熱効率 e を Q_{BC} 、 W_{BC} 、 n , R , T_L のうち必要なものを用いて示せ。

- (11) 状態Bから、外部から断熱状態で体積を $2V_0$ にした。このときの圧力を p_M とすると、

$$\frac{1}{2}p_0 < p_M < p_0$$

となることを示せ。断熱変化は $pV^\gamma = [\text{一定}]$ $\left(\gamma = \frac{[\text{定圧モル比熱}]}{[\text{定積モル比熱}]}\right)$ で示される。

- (12) 前問(11)の状態変化のようすを解答用紙の図に描き、直線か曲線か明確に示せ。

14

化学

[注意] 解答は、すべて解答用紙の解答欄に記入しなさい。また、計算問題の場合には、計算の過程を所定の場所に明記しなさい。

I

次の物理量 (1)～(6) について、そこに書かれている説明の文が正しい場合は○を、間違えている場合は下線部分を訂正し、正しくなるように語句 (文) を解答欄に書き、また、それぞれの物理量の単位 (無い場合は「無し」) を書き。

- (1) 質量モル濃度

溶液 1kg に溶けている溶質の量を物質量で表した濃度。

- (2) 生成熱

化合物 1mol が完全に燃焼するときの反応熱。

- (3) pH

水溶液の酸性や塩基性の強さを表すため、 $[\text{H}^+] = 1 \times 10^n \text{ mol/L}$ としたときの n の値。

- (4) 原子量

元素に存在する各同位体のモル質量にその同位体の存在比をかけて求めた平均値。

- (5) 反応速度

単位時間あたりの反応物または生成物の変化量で、反応が一定体積中で進む場合は、物質の温度の変化量を用いて表す。(上記の単位時間は分 (min) とする。)

- (6) ファラデー定数

電子 1mol の電気量の絶対値で、その値は 9.65×10^4 である。

15

II

次の文を読んで (1)～(5) に答えよ。ただし、原子量は C=12.0、H=1.0、気体定数は $R=8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ とする。

ペンタンとヘキサンの混合物 0.832g を 830mL の真空容器中で完全に蒸発させたところ、87℃ で、 $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ を示した。

- (1) 87℃ を絶対温度で表せ。
- (2) ペンタンとヘキサンの物質量の合計はいくらか。
- (3) 混合物の平均分子量はいくらか。
- (4) ペンタンとヘキサンの物質量の比の値はいくらか
 $(\text{ペンタンの物質量}) \div (\text{ヘキサンの物質量})$ の値で示せ。
- (5) 混合物 0.832g 中のペンタンのみを取り出して、同一の温度で、同一の容器に入れると圧力は何Paになるか。

16

III

次の酸化物 (1) ～ (9) について、酸性酸化物は (a) を、塩基性酸化物は (b) を、両性酸化物は (c) を、それ以外の酸化物は (d) を解答欄に書き、それらを水に加えたとき、反応が進む場合は化学反応式を、反応が進まない場合は×を解答欄に書き。

- (1) Al_2O_3 (2) CO (3) CO_2 (4) CaO (5) Cl_2O_7
 (6) NO_2 (7) P_4O_{10} (8) SO_2 (9) ZnO

IV

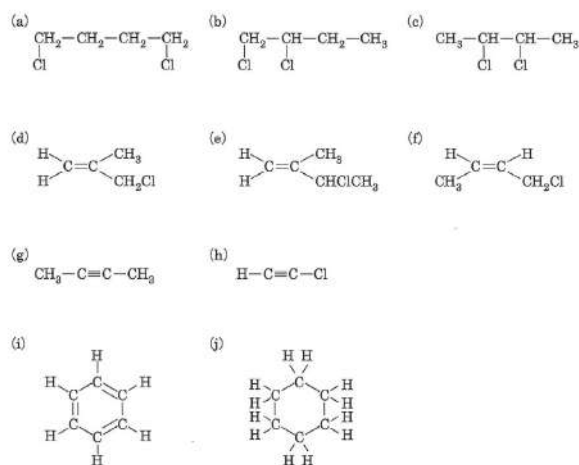
次の金属について、(1) ～ (6) に答えよ。

亜鉛	カルシウム	金	銀	スズ
鉄	マグネシウム	銅	鉛	リチウム

- (1) イオン化傾向の大きい順に並べ、元素記号を用いて答えよ。
- (2) 常温の乾燥空气中で、すぐに酸化される(表面のみ酸化皮膜ができる金属を除く)金属すべてを元素記号を用いて答えよ。
- (3) 高温の水蒸気と反応する金属すべてを元素記号を用いて答えよ。
- (4) 希硫酸にほとんど溶けない金属すべてを元素記号を用いて答えよ。
- (5) 濃硝酸にほとんど溶けない金属すべてを元素記号を用いて答えよ。
- (6) 鉄を亜鉛でめっきしたもの (a) と鉄をスズでめっきしたもの (b) について、表面に傷について鉄が露出した場合、(a)、(b) どちらの鉄が腐食しやすいかをイオン化傾向にもとづいて 60 字以内で説明せよ。

V

次の化合物 (a) ～ (j) について、(1) ～ (5) に答えよ。



- (1) アルキン (Clが置換した化合物も含む) に分類される化合物すべてを選び記号で答えよ。
- (2) アルケン (Clが置換した化合物も含む) に分類される化合物すべてを選び記号で答えよ。
- (3) すべての原子が同一平面上にある化合物すべてを選び記号で答えよ。
- (4) シス型の化合物 (環状化合物は除く) すべてを選び記号で答えよ。
- (5) 不斉炭素原子を持つ化合物すべてを選び記号で答えよ。

生物

解答は、すべて解答用紙の解答欄に記入しなさい。

I

問1～問8に答えなさい。

2019年末に発生した新型コロナウイルス感染症は、その後世界中に広がり2020年末現在、まだ収束していない。この感染症の原因はSARS-CoV-2というウイルスであり、感染に関わる検査には、1.PCR法、2.抗原検査、3.抗体検査などがある。

問1 下線1、PCR法は略称である。略さずに表記した場合の名称は何か。正しい日本語の名称を解答欄に記入しなさい。

問2 PCR法で行うことは何か。解答欄に20字以内で記入しなさい。

問3 PCR法の作業段階を1～4に示す。これらの段階の正しい順番を解答欄に数字で示しなさい。

1. 溶液の温度を50～60℃に維持し、プライマーを結合させる。
2. 溶液を95℃に維持し、DNAを一本鎖にする。
3. 溶液を72℃に維持し、DNAポリメラーゼを働かせる。
4. 目的とするDNA、プライマー、DNAポリメラーゼ、4種類のデオキシリボヌクレオチド等を加えた溶液をつくる。

下線2、抗原検査はウイルスのタンパク質を検出するものである。抗原とは、体内で非自己として認識される異物である。

問4 抗原を非自己として認識し、その抗原に対して特異的に結合するタンパク質を作って抗原の排除を行う反応は何か。適切なものを1～5より選び、解答欄に数字を記入しなさい。

- 1.物理的防御 2.食作用 3.適応免疫 4.自然浄化 5.運搬子汚染

下線3. 抗体検査はウイルスに対する抗体を検出するものである。抗体とは、特定の抗原と結合し、免疫反応を引き起こすもので、2本のL鎖、2本のH鎖からなる。抗体には、多様な抗原に対応できるようにアミノ酸の配列に多彩な変化のみられる領域(領域A)と、比較的变化の少ない領域(領域B)がある。

問5 抗体の模式図を解答欄に記入しなさい。さらに、図中の領域Aの場所をすべて矢印で示しなさい。

問6 領域A、領域Bの名称は何か。それぞれ、適切な名称を解答欄に記入しなさい。

身体に侵入した病原体には、自然免疫と呼ばれる生まれつき備わっている防御反応が起こる。

問7 自然免疫で働く細胞はどれか。1～6よりすべて選び、解答欄に数字を記入しなさい。

- 1.T細胞 2.形質細胞 3.好中球 4.マクロファージ 5.NK細胞
6.赤血球

問8. 自然免疫に続いて生じる反応によって抗体が産生される。抗体を産生する細胞はどれか。1～6より選び、解答欄に数字を記入しなさい。

- 1.T細胞 2.形質細胞 3.好中球 4.マクロファージ 5.NK細胞
6.赤血球

II

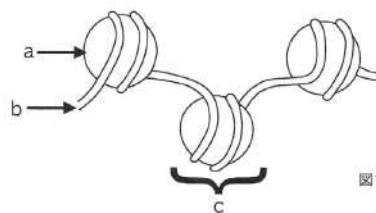
問1～問5に答えなさい。

生命の遺伝情報を担うDNAはリン酸、5個の(a)を持つ糖、そして(b)から構成され、これらが結合したものを(c)という。DNAにおける糖は(d)、(b)は、(e)、(f)、(g)、(h)である。DNAの遺伝情報はmRNAに転写され、その配列が翻訳されて(i)が合成される。RNAもDNAと同様にリン酸と糖、(b)から構成されるが、RNAにおける糖は(j)、(b)は、(k)、(l)、(m)、(n)である。

問1 (a)～(n)に入る最も適切な語を1～15より選び、数字を解答欄に記入しなさい。ただし、同じ語を複数回使用しても良い。

- 1.タンパク質 2.アミノ酸 3.塩基 4.塩酸 5.ヌクレオチド
6.脂質 7.炭素 8.キネシン 9.リボース 10.デオキシリボース
11.アデニン 12.グアニン 13.チミン 14.ウラシル 15.シトシン

図1に真核細胞内での遺伝物質の様子を示す。



問2 図中のa～cは何か。正しい名称を解答欄に記入しなさい。

問3 図1の遺伝物質がさらに折り畳まれて繊維状となったものは何か。正しい名称を解答欄に記入しなさい。

問4 表1はRNAの種類とその別名、役割、特徴をまとめたものである。a～hにふさわしいものを1～11から選び、数字を解答欄に記入しなさい。

種類	別名	役割	特徴
mRNA	a	b	e
tRNA	c	d	
rRNA	f	g	h

表1

- 1.タンパク質 2.リソソーム 3.転移RNA 4.伝令RNA 5.リボソームRNA
6.アミノ酸を翻訳の場へ運ぶ 7.タンパク質合成(翻訳)の場 8.タンパク質分解の場
9.遺伝情報を翻訳の場へ運ぶ 10.大小のサブユニットからなる 11.アンチコドンを持つ

問5 遺伝情報がDNA→RNA→タンパク質の一方に伝わることを何というか。適切な名称を解答欄に記入しなさい。

一般選抜 2期 1日目(英語) 解答例

III

問1～問3に答えなさい。

秋に植物の葉が変色し、落葉するのは、葉が(a)したからである。落葉した葉は(a)が進むが(b)によってその変化を(c)することができる。

問1 (a)～(c)に入る最も適切な語を1～5より選び、数字を解答欄に記入しなさい。

- 1.進化 2.老化 3.促進 4.抑制 5.サイトカニン

問2 植物体内で合成され、微量で植物の成長や働きを調節する物質を植物ホルモンという。次の植物ホルモンの働きは何か。選択肢から適切なものをそれぞれ選び、解答欄に数字を記入しなさい。

植物ホルモン：
a.アブシジン酸 b.ジベレリン c.ジャスモン酸 d.オーキシシン e.エチレン
f.フロリゲン

選択肢：

- 1.茎の伸長成長を促進する。
2.茎を肥大させる。
3.ブドウの受精を阻害する。
4.発芽を抑制して種子を休眠させる。
5.障害に対する防御応答を起こす。
6.花芽形成を誘導する。

問3 葉が落葉するとき、離層という細胞層の形成が起こる。この離層の形成を促進する植物ホルモンは何か。また、抑制する植物ホルモンは何か。選択肢から適切なものをすべて選び、それぞれ解答欄に記号を記入しなさい。

- a.アブシジン酸 b.ジベレリン c.ジャスモン酸 d.オーキシシン e.エチレン
f.サイトカニン

英語 解答用紙

I

1	①	(イ)	②	(エ)	③	(ウ)	④	(ア)
2	(A)	【 worn / wearing 】				(B)	【 needing 】	

3 (B) (エ)

4	(C) 【 Another problem with this method is that sometimes people have to wait a long time to get a replacement. 】
---	--

5 (D) これらの細胞は、骨、筋肉、内臓を含めた、どのようなタイプのヒト組織にもなり得る。

6 (イ) (ウ) (ク) (コ) (順不同)

II

1	(A)	【 closest 】	(D)	【 undertaken 】		
2	①	(エ)	②	(ウ)	③	(イ)

3 (B) したがって、乗組員がお互いに仲良くやっていくことは大きな精神的挑戦になるかもしれない。

4 (C) 【 This means the liquid from human waste needs to be recycled. 】

5 (ウ) (オ) (順不同)

III

1	(ウ)	2	(ア)	3	(ア)	4	(エ)	5	(イ)
---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----

IV

1	(ア)	2	(ウ)	3	(ウ)	4	(イ)	5	(イ)
---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----

V

1	① (オ)	② (ク)	2	① (イ)	② (オ)	(両方正解で得点)
3	① (ア)	② (ク)	4	① (エ)	② (ア)	(両方正解で得点)
5	① (キ)	② (イ)	(両方正解で得点)			

数学 解答例

No.1

《注意》解答にいたる過程 (数式など) を含めて、解答すること。
また、問題番号 (1), (2), (3), a), b), c) を記入すること。

1

(1) a) 底を 10 に変換して計算すると

$$(\text{与式}) = \frac{\log_{10} 10^4}{\log_{10} 100} = \frac{1}{4}$$

b) 底を 3 に揃えて、指数法則から

$$(\text{与式}) = (3^2)^{\log_3 4} = (3^{\log_3 4})^2 = 16$$

c) $t = 4^x$ とおくと、 $t > 0$ を満たす。

$$\begin{aligned} (\text{与式}) &\iff 16t^2 < 2t \\ &\iff 2t(8t - 1) < 0 \\ &\iff 0 < t < \frac{1}{8} \end{aligned}$$

これは $t > 0$ を満たしている。ゆえに、 x について解くと $x < -\frac{3}{2}$ である。

(2) a) 分母に含まれる分数式の分母と分子に 17×13 をかけて

$$\begin{aligned} (\text{与式}) &= \frac{1}{\frac{8}{17 \times 13} + \frac{16 \times 13 + 17}{225}} \\ &= \frac{8 \times 225 + 221}{2021} \\ &= \frac{225}{2021} \end{aligned}$$

b) 多項式 $P(x)$ を、定数 a, b を用いて

$$P(x) = (x^2 + 3x - 10)Q(x) + ax + b$$

と表せる。ここで、 $Q(x)$ は多項式である。また、 $x^2 + 3x - 10 = (x-2)(x+5)$ となるから、剰余の定理により

$$\begin{cases} P(2): 2a + b = 12 \\ P(-5): -5a + b = -2 \end{cases}$$

となる。解くと $a = 2, b = 8$ となるから、求める余りは $2x + 8$ である。

(3) a) 変形すると $(2a-1)(a-1) > 0$ となるから、求める解は $a < \frac{1}{2}, 1 < a$ である。

b) $2a^2$ と $3a-1$ の大小により場合分けする。

i) $2a^2 > 3a-1$ のとき

すなわち、 $a < \frac{1}{2}, 1 < a$ であるとき、 x の範囲は $3a-1 < x < 2a^2$

ii) $2a^2 < 3a-1$ のとき

すなわち、 $\frac{1}{2} < a < 1$ であるとき、 x の範囲は $2a^2 < x < 3a-1$

iii) $2a^2 = 3a-1$ のとき

すなわち、 $a = \frac{1}{2}, 1$ のとき、 $(x-2)^2 < 0$ である実数 x は存在しない。解なし。

以上から、求める解は次の通りとなる。

* $a = \frac{1}{2}, 1$ のとき 解なし

* $\frac{1}{2} < a < 1$ のとき

$$2a^2 < x < 3a-1$$

* $a < \frac{1}{2}, 1 < a$ のとき

$$3a-1 < x < 2a^2$$

数学 解答例

No.3

《注意》解答にいたる過程 (数式など) を含めて、解答すること。
また、問題番号 (1), (2), (3) を記入すること。

3

(1) i) $\cos^2 \theta = 1 - \sin^2 \theta = \frac{9}{25}$ であり、 $\cos \theta < 0$ であるから、 $\cos \theta = -\frac{3}{5}$

$$\text{ii) } \tan \theta = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = -\frac{4}{3}$$

(2) $BC = 2R \sin A = 8 \times \sin 120^\circ = 8 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 4\sqrt{3}$

(3) $a = BC, b = CA, c = AB$ とおく。外接円の半径を R とすると、正弦定理から

$$\sin A = \frac{a}{2R}, \sin B = \frac{b}{2R}, \sin C = \frac{c}{2R}$$

また、余弦定理から

$$\cos A = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}, \cos B = \frac{c^2 + a^2 - b^2}{2ca}$$

さらに、 $A + B = 180^\circ - C$ から

$$\frac{\sin A + \sin B}{\cos A + \cos B} = \sin(180^\circ - C) = \sin C$$

となる。したがって、

$$\frac{\frac{1}{2R}(a+b)}{\frac{b^2+c^2-a^2}{2bc} + \frac{c^2+a^2-b^2}{2ca}} = \frac{c}{2R}$$

となる。整理して

$$a+b = \frac{b^2+c^2-a^2}{2b} + \frac{c^2+a^2-b^2}{2a}$$

両辺 $2ab$ をかけて、変形すると

$$(a+b)(a^2+b^2-c^2) = 0$$

を得る。 a, b は辺の長さであるから、 $a > 0, b > 0$ である。したがって、

$$a^2 + b^2 = c^2$$

ゆえに、 $C = 90^\circ$ となる直角三角形である。

数学 解答例

No.2

《注意》解答にいたる過程 (数式など) を含めて、解答すること。
また、問題番号 (1), (2) を記入すること。

2

(1) $C: x^2 + (y-3)^2 = 1$

(2) 中心 P について、点 P から x 軸に下ろした垂線の長さと点 P から円 C との接点までの距離は等しいから

$$|y| = \sqrt{(x-0)^2 + (y-3)^2} - 1$$

移項して両辺を平方して

$$(1+|y|)^2 = x^2 + (y-3)^2$$

$|y|^2 = y^2$ であるから

$$|y| = \frac{1}{2}(x^2 - 6y + 8)$$

ここで $y < 0$ とすると $|y| = -y$ であるが、

$$y = \frac{1}{4}x^2 + 2 > 0$$

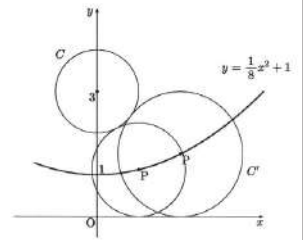
となり矛盾する。ゆえに $y \geq 0$ でなくてはならない。したがって、点 P は

$$y = \frac{1}{8}x^2 + 1$$

を満たす。逆にこの等式を満たす点 $P(x, y)$ は問題の条件を満たす。それゆえ、求める軌跡の名称は放物線であり、その軌跡の方程式は

$$y = \frac{1}{8}x^2 + 1$$

次は軌跡を xy 平面に図示したものである。



一般選抜 2期 1日目 (物理) 解答例

数学 解答例

No.3

《注意》解答にいたる過程 (数式など) を含めて、解答すること。
また、問題番号 (1), (2), (3) を記入すること。

3

(1) i) $\cos^2 \theta = 1 - \sin^2 \theta = \frac{9}{25}$ であり、 $\cos \theta < 0$ であるから、 $\cos \theta = -\frac{3}{5}$

$$\text{ii) } \tan \theta = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = -\frac{4}{3}$$

(2) $BC = 2R \sin A = 8 \times \sin 120^\circ = 8 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 4\sqrt{3}$

(3) $a = BC, b = CA, c = AB$ とおく。外接円の半径を R とすると、正弦定理から

$$\sin A = \frac{a}{2R}, \sin B = \frac{b}{2R}, \sin C = \frac{c}{2R}$$

また、余弦定理から

$$\cos A = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}, \cos B = \frac{c^2 + a^2 - b^2}{2ca}$$

さらに、 $A + B = 180^\circ - C$ から

$$\frac{\sin A + \sin B}{\cos A + \cos B} = \sin(180^\circ - C) = \sin C$$

となる。したがって、

$$\frac{\frac{1}{2R}(a+b)}{\frac{b^2+c^2-a^2}{2bc} + \frac{c^2+a^2-b^2}{2ca}} = \frac{c}{2R}$$

となる。整理して

$$a+b = \frac{b^2+c^2-a^2}{2b} + \frac{c^2+a^2-b^2}{2a}$$

両辺 $2ab$ をかけて、変形すると

$$(a+b)(a^2+b^2-c^2) = 0$$

を得る。 a, b は辺の長さであるから、 $a > 0, b > 0$ である。したがって、

$$a^2 + b^2 = c^2$$

ゆえに、 $C = 90^\circ$ となる直角三角形である。

物理解答用紙

No. 1

答えは□で囲むこと。計算の過程や補足説明なども記しておくこと。

I

$$(1) v_{0x} = v_0 \cos \theta, \quad v_{0y} = v_0 \sin \theta$$

(2) 等速直線運動

$$(3) v_x = v_0 \cos \theta$$

$$(4) P_x = v_0 \cos \theta \cdot t$$

(5) 等加速度直線運動

$$(6) v_y = v_0 \sin \theta - gt$$

$$(7) P_y = v_0 \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$$

(9) ボールが最高点に達したときは $v_y = 0$ なので、

$$v_y = v_0 \sin \theta - gt_H = 0$$

$$t_H = \frac{v_0 \sin \theta}{g}$$

$$(10) P_y = v_0 \sin \theta \cdot t_H - \frac{1}{2}gt_H^2$$

$$= \left(v_0 \sin \theta - \frac{1}{2}gt_H \right) t_H$$

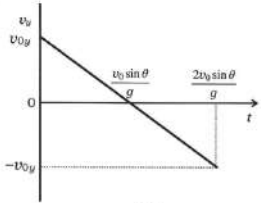
$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$$

(11) ボールが着地したときは $P_y = 0$ なので、

$$P_y = v_0 \sin \theta \cdot t_L - \frac{1}{2}gt_L^2$$

$$= \left(v_0 \sin \theta - \frac{1}{2}gt_L \right) t_L = 0$$

(8)



を満たす t_L のうち 0 以外なので、

$$t_L = \frac{2v_0 \sin \theta}{g}$$

(12)

$$L = v_0 \cos \theta \cdot t_L$$

$$L = \frac{2v_0^2}{g} \sin \theta \cos \theta$$

(13)

上問の L は、三角関数の性質より、

$$L = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\theta$$

題意より $0^\circ < \theta < 90^\circ$ で、この範囲での 2θ の最大値は 1 で、 $\theta = 45^\circ$ のみ

$$\therefore \theta_M = 45^\circ$$

(14)

$$L_{MAX} = \frac{v_0^2}{g}$$

であるから、月面の重力は $1/6g$ で、月面における L_{MAX} は 6 倍 となる。

物理解答用紙

No. 2

答えは□で囲むこと。計算の過程や補足説明なども記しておくこと。

II

- (1) $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$
- (2) $\triangle OBC$ において,
 $\angle BCO = \angle CBO = \beta$
 $\therefore \angle BCD = 2\beta$
- $\triangle BFC$ において,
 $\angle CBF = \alpha - \beta$
 $\angle BCF = \pi - 2\beta$
 $\angle BFC = \pi - (\alpha - \beta) - (\pi - 2\beta)$
 $\therefore \angle BFC = 3\beta - \alpha$
- (3) $\triangle OBG$ において,
 $\angle BGO = \pi - \angle OBF - \angle BOC$
 $\frac{1}{2}\theta = \pi - \alpha - (\pi - 2\beta)$
 $\therefore \theta = 4\beta - 2\alpha$
- (4) $\sin \alpha = \frac{x}{r}$
- (5) $x + \Delta x = \sin(\alpha + \Delta\alpha) = \sin \alpha + \Delta\alpha \cdot \cos \alpha$
 より, $\Delta x = \sin \alpha - x + \Delta\alpha \cdot \cos \alpha$
 $\sin \alpha = x$ であるから,
 $\Delta x = \Delta\alpha \cdot \cos \alpha$
- (6) $\Delta x = \Delta\alpha \cdot \cos \alpha$ より,
 $\Delta\alpha = \frac{\Delta x}{\cos \alpha} = \frac{\Delta x}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$
 $\therefore \Delta\alpha = \frac{\Delta x}{\sqrt{1 - x^2}}$

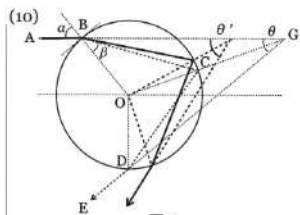


図 2

- (7) (1)の答えより, $\sin \alpha = n \sin \beta$
 また, $\Delta x = \Delta\beta \cdot n \cos \beta$
 $\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - \left(\frac{x}{n}\right)^2} = \frac{1}{n} \sqrt{n^2 - x^2}$
 $\therefore \Delta\beta = \frac{\Delta x}{n \cos \beta} = \frac{\Delta x}{\sqrt{n^2 - x^2}}$
- (8) (3)より, $\theta = 4\beta - 2\alpha$ なので,
 $\frac{\Delta\theta}{\Delta x} = \frac{4\Delta\beta}{\Delta x} - \frac{2\Delta\alpha}{\Delta x}$
 $\therefore \frac{\Delta\theta}{\Delta x} = \frac{4}{\sqrt{n^2 - x^2}} - \frac{2}{\sqrt{1 - x^2}}$
- (9) $\frac{4}{\sqrt{n^2 - x_0^2}} - \frac{2}{\sqrt{1 - x_0^2}} = 0$
 が成り立つ x_0 を求め,
 $x_0 = \sqrt{\frac{4 - n^2}{3}}$
- (10) 概形は上の図2に記した通りで,
 $\theta' > \theta$ である。

化学解答用紙

No. 1

I

	○または訂正した語句(文)	単位
1	溶媒 1kg	mol/kg
2	その成分元素の単体から生成するとき	kJ/mol または J/mol
3	1×10^{-4} mol/L	無し
4	相対質量	無し
5	濃度の変化量	mol/(L・min)
6	○	C/mol

II

1	360K	
2	0.0100 mol	3 83
計算の過程 $n = \frac{PV}{RT} = \frac{3.6 \times 10^4 (\text{Pa}) \cdot 0.83 (\text{L})}{8.3 \times 10^3 (\text{Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})) \cdot 360 (\text{K})} = 0.0100 \text{ mol}$		
4	0.25	5 $7.2 \times 10^3 \text{ Pa}$
計算の過程 ペンタン (分子量 72.0) を $x \text{ mol}$ ヘキサン (分子量 86.0) を $y \text{ mol}$ とすると $x + y = 0.0100$ $72.0x + 86.0y = 0.832$ より $x = 0.0020 \quad y = 0.0080$ $xy = 0.25$		
計算の過程 $P = 3.6 \times 10^4 (\text{Pa}) \times \frac{0.0020 (\text{mol})}{0.0100 (\text{mol})} = 7.2 \times 10^3 (\text{Pa})$		

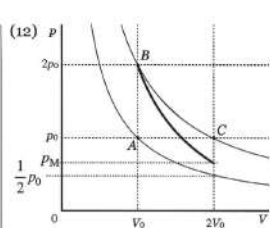
物理解答用紙

No. 3

答えは□で囲むこと。計算の過程や補足説明なども記しておくこと。

III

- (1) $n \text{ mol}$ の単原子分子理想気体なので,
 $p_0 V_0 = nRT_L$
- (2) $2p_0 V_0 = nRT_H$
- (3) $2p_0 V_0 = nRT_H = 2nRT_L$
 $\therefore T_H = 2T_L$
- (4) 定積変化
- (5) 定積モル比熱 $C_V = \frac{3}{2}R$ なので,
 $Q_{AB} = \frac{3}{2}nR(T_H - T_L)$
 $= \frac{3}{2}nR(2T_L - T_L)$
 $\therefore Q_{AB} = \frac{3}{2}nRT_L$
- (6) この過程は体積変化がないので,
 仕事はしない。よって,
 $W_{AB} = 0$
- (7) 定圧変化
- (8) 定圧モル比熱 $C_p = \frac{5}{2}R$ なので,
 $Q_{AC} = \frac{5}{2}nR(T_H - T_L)$
 $\therefore Q_{AC} = \frac{5}{2}nRT_L$
- (9) 仕事は体積変化なので,
 この過程での体積変化 ΔV は,
 $\Delta V = p_0(2V_0 - V_0) = p_0 V_0$
 ここで, $p_0 V_0 = nRT_L$ なので,
 $\Delta V = W_{AC} = nRT_L$



- (10)
$$e = \frac{W}{Q} = \frac{W_{AB} + W_{BC} - W_{AC}}{Q_{AB} + Q_{BC}} = \frac{0 + W_{BC} - nRT_L}{\frac{3}{2}nRT_L + Q_{BC}} = \frac{W_{BC} - nRT_L}{\frac{3}{2}nRT_L + Q_{BC}}$$
- (11) $2p_0 V_0^\gamma = p_M (2V_0)^\gamma$
 $= 2^\gamma p_M V_0^\gamma$
 $p_M = 2^{1-\gamma} p_0$
 ここで, $\gamma = \frac{C_p}{C_V} = \frac{\frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R} = \frac{5}{3}$ なので,
 $p_M = 2^{-\frac{2}{3}} p_0$
 $2^{-1} p_0 < p_M = 2^{-\frac{2}{3}} p_0 < 2^0 p_0$
 $\therefore \frac{1}{2} p_0 < p_M < p_0$

化学解答用紙

No. 2

III

a ~ d	×または反応式
1 c	×
2 d	×
3 a	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$
4 b	$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$
5 a	$\text{Cl}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HClO}_4$
6 a	$3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO} \quad (2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2)$
7 a	$\text{P}_2\text{O}_5 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}_3\text{PO}_4$
8 a	$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$
9 c	×

IV

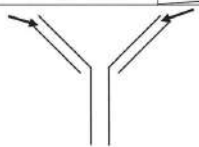
1	Li > Ca > Mg > Zn > Fe > Sn > Pb > Cu > Ag > Au		
2	Li Ca	3	Li Ca Mg Zn Fe
4	Pb Cu Ag Au	5	Au Fe
6	a は鉄の方がスズよりイオン化傾向が大きいため、鉄が腐食するが、 b は亜鉛の方が鉄よりイオン化傾向が大きいため、先に腐食する。		

V

1	g h	2	d e f
3	h i	4	f
5	b c e		

生物 解答用紙

I

問1	ポリメラーゼ連鎖反応法	
問2	特定の配列のDNAを大量に増やす。	
問3	4 → 2 → 1 → 3	
問4	3	
問5		
問6	領域A:	可変部
問7	3,4,5	
問8	2	

II

e~h, k~n: 順不同														
問1	a	7	b	3	c	5	d	10	e	11	f	13	g	12
	h	15	i	1	j	9	k	11	l	14	m	12	n	15
問2	a:		ヒストン					b:		DNA				
	c:		ヌクレオソーム											
問3	クロマチン													
問4	a	4	b	9	c	3	d	6	e	11	f	5	g	7
	h	10												
問5	セントラルドグマ													

III

問1	a	2	b	5	c	4								
問2	a	4	b	3	c	5	d	1	e	2	f	6		
問3	促進する植物ホルモン:						e,a,c							
	抑制する植物ホルモン:						d,f							

2021(令和3)年度入学試験問題

英語・数学

理科

2月26日実施
一般選抜(個別選抜型)【2期】

注意事項

- 試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
 - この問題冊子の試験科目、ページ(問題部分)は、下表のとおりです。
- | 試験教科・科目 | ページ | 選択方法 |
|---------|---------|--------------------------------------|
| 英語 | 1 ~ 7 | 左の2教科のうちから受験票に記載されている1教科を選択し、解答しなさい。 |
| 数学 | 10 ~ 11 | |
| 物理 | 13 ~ 18 | 左の3科目のうちから受験票に記載されている1科目を選択し、解答しなさい。 |
| 化学 | 19 ~ 23 | |
| 生物 | 25 ~ 28 | |
- 解答用紙の所定の欄に、受験番号・氏名を忘れずに記入すること。
 - 解答は、必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。
 - 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、手を高く挙げて、試験監督者に知らせること。
 - 試験時間は、140分間です。
 - 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけません。
 - 試験終了後、解答用紙は問題冊子の上に伏せて置くこと。
 - この問題冊子は持ち帰らないこと。

英語

問題Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳの答えはすべて解答用紙に記入しなさい。

Ⅰ 次の英文を読んで、各設問に答えなさい。

The story of trans fat is an interesting one because it ⁽¹⁾ involves a discovery that started out as a miracle and ended ⁽²⁾ being deadly.

Trans fats are the result of an industrial process ⁽³⁾ thickens vegetable oils in order to make them more solid. They are also called “partially hydrogenated oils.” Trans fats ⁽⁴⁾ occur naturally in small amounts in many kinds of meat. However, they are also a popular ingredient in many processed foods, like canned soup, packaged snacks, and frozen dinners.

The process of hydrogenating oils was first discovered in the 1890s by Paul Sabatier. The discovery enabled the production of margarine, which is still frequently used as a substitute for butter. ⁽⁵⁾ Crisco was a lard replacement that was used in baking bread, pies, cookies, and cakes. ⁽⁶⁾ Up until the 1950s, trans fats were seen as a wonderful invention because they were cheaper than animal-based alternatives and most people agreed that they tasted better. ⁽⁷⁾ The ⁽⁸⁾ situation began to change in the 1960s. ⁽⁹⁾

From 1960 onward, scientific studies began to be published ⁽¹⁰⁾ indicating that trans fats were bad for our health. ⁽¹¹⁾ At first, no one paid much attention to them, especially not the food corporations that were making lots of money from the sale of trans-fat products. ⁽¹²⁾ the spotlight really fell on the health risks associated with trans fats. Studies found that trans fats increase bad cholesterol levels while lowering good cholesterol, leading to an increased risk of heart disease, stroke, and diabetes. Most studies concluded that trans fats greatly contribute ⁽¹³⁾ the high rate of Americans who die each year from heart disease—more than 500,000.

Given the risk, it is probably a good idea to keep an eye out for trans fats in your favorite foods. The American Heart Association recommends limiting your trans-fat intake to 1% of your daily calories. Luckily, most countries have now passed laws requiring food companies to clearly label the amount ⁽¹⁴⁾ trans fat in their products.

出典 Maiko Ikeda, Ayaka Shimizu, Zachary Fillingham, Owain Mckinnon, and Judy Majewski (2020), *Success with Reading: Book 2*, Schibido.

《注》 trans fat 「トランス脂肪」 thicken 「濃くする」 hydrogenate 「水素を添加する」
can 「缶詰にする」 margarine 「マーガリン」 lard 「豚の脂肪から精製した油脂」
onward 「先へ」 lower 「減らす」 cholesterol 「コレステロール」
diabetes 「糖尿病」 intake 「摂取量」 calories 「カロリー」

問1 空所(①)～(④)に入る最も適切な語をa～dから1つ選び、記号で答えなさい。

- | | | | | |
|-----|----------|---------|---------|------------|
| (①) | a. under | b. in | c. up | d. against |
| (②) | a. since | b. that | c. when | d. before |
| (③) | a. into | b. on | c. with | d. to |
| (④) | a. of | b. over | c. and | d. after |

問2 下線部(ア)～(エ)の語について、文中での意味が最も近いものをa～dから1つ選び、記号で答えなさい。

- | | | | | |
|----------------|-------------|-----------------|---------------|------------------|
| (ア) involves | a. helps | b. removes | c. pulls | d. contains |
| (イ) occur | a. exist | b. hit | c. judge | d. manage |
| (ウ) situation | a. blame | b. circumstance | c. similarity | d. establishment |
| (エ) indicating | a. doubting | b. denying | c. showing | d. ignoring |

問3 次の一文を本文に挿入する場合、最も適切な箇所を文中の[i]～[iv]から1つ選び、記号で答えなさい。

An early trans-fat product was Crisco, which first went on sale in 1920.

問4 下線部(A)を和訳しなさい。

問5 下線部(B)が「1990年代になってようやく、トランス脂肪に関係した健康面の危険性に本当に注目が集まるようになった」という意味になるように、次の語を並べ替えて【 】に入れなさい。なお、文頭に来る語は最初の文字を大文字で書きなさい。
【 1990s / the / until / was / not / it / that 】

問6 次の1～5の文について、本文の内容と一致するものはT、一致しないものはFとして、記号で答えなさい。

- Packaged snacks often contain trans fats.
- The introduction of margarine as a substitute for butter was long before the discovery of trans fats.
- Before the 1960s, trans fats were not so popular and people mainly used animal-based oil.
- Trans fats have had effects on cholesterol levels.
- Many experts strongly suggest we should not consume trans fats at all.

Ⅱ 次の英文を読んで、各設問に答えなさい。

Artificial intelligence (AI) is becoming a familiar part of daily life. Cell ⁽¹⁾ phones, call centers, and marketing campaigns are some of its many uses. Is there a danger in making machines too clever? ⁽²⁾ What happens when they become smarter than people? As the technology marches ⁽³⁾ towards super intelligence, some observers are raising alarms.

One concern is over jobs. White collar professionals like lawyers and accountants rely ⁽⁴⁾ on years of education and experience to do their work. Imagine a computer that can instantly review every law to find the best defense. Such a system would make human lawyers obsolete. Tech executives like IBM's Jordan Bitterman remain optimistic. They feel that as AI expands, new jobs will be created.

Another concern is over safety. AI is currently used for “narrow” tasks such as recognizing faces. As their abilities grow, super-smart machines may handle advanced tasks like air traffic control systems. They could also rewrite their software or build other machines. At a conference in 2015, ⁽⁵⁾ the average estimate was 2045. What will machines do when they have such power?

That's the question worrying tech leaders like Elon Musk. ⁽⁶⁾ of the debate is over morality. When a person does a job, he or she follows a value system. For example, we avoid ⁽⁷⁾ people, and we generally try to be fair. Machines, in contrast, are logic-driven, with a focus on reaching goals. Let's say a system's job is to build an apartment building. ⁽⁸⁾ doing so, it could pollute a river or hurt local wildlife. To avoid such ⁽⁹⁾, the system must first have a deep understanding of human values.

AI supporters like Facebook's Mark Zuckerberg see the technology as a positive force. They believe it will improve our lives in medicine, business, and elsewhere. The real danger, it's felt, is not ⁽¹⁰⁾ but the people who program them. It's also felt that science fiction movies about evil robots spread false ideas. ⁽¹¹⁾ emotions, there's no reason for machines to turn against us.

At this time, scientists and engineers simply don't know how an advanced system will behave. That's why Musk founded OpenAI. The company is trying to develop AI in a safe and responsible way. There's also optimism when it comes to values. Computers could one day teach themselves about human cultures by studying books and other resources. Hopefully, with ⁽¹²⁾ enough safeguards in place, we will have ⁽¹³⁾ to fear from intelligent machines.

出典 Andrew E. Bennett (2019), *Science and Tech Sense*, NAN'UN-DO.

《注》 accountant 「会計士」 obsolete 「時代遅れの」 tech = technology/technical/technician
optimistic 「楽観的な」 pollute 「汚染する」 optimism 「楽観主義」

5

問1 (あ)～(う)の語について、以下の下線部の発音と同じ発音をもつ語を a～d から1つ選び、記号で答えなさい。

(あ) phone a. pgt b. coat c. bought d. taught
(い) toward a. park b. march c. war d. bargain
(う) enough a. another b. outside c. angry d. hgt

問2 下線部(A)を「they」が何を指すのかを明確にした上で和訳しなさい。

問3 空所 (①)～(⑤)に入る最も適切な語句を a～d から1つ選び、記号で答えなさい。

(①) a. in b. with c. on d. after
(②) a. Much b. Many c. Every d. Little
(③) a. hurt b. being hurt c. to hurt d. hurting
(④) a. Although b. While c. Since d. However
(⑤) a. Without b. By c. With d. Being

問4 下線部(B)が「専門家は、いつコンピュータがこの段階に到達すると思うか、と尋ねられた」という意味になるように、次の語句を並べ替えて【 】に入れなさい。

【 they thought / were asked / computers / reach this point / experts / would / when 】

問5 文脈から、空所(ア)～(ウ)に入る最も適切な語句を a～d から1つ選び、記号で答えなさい。

(ア) a. problems b. AIs c. jobs d. technologies
(イ) a. companies b. computers c. jobs d. tech leaders
(ウ) a. much b. something c. anything d. nothing

問6 本文の内容と一致するものを(ア)～(ク)から3つ選び、記号順に答えなさい。

(ア) AIは既に生活の中に入り込んでいて、これ以上発展することはないだろう。
(イ) IBMの幹部はAIが発達して一部の仕事がなくなることに対し、楽観的に捉えている。
(ウ) AIにとって航空管制システムは狭い範囲の仕事で、他の機械を作るのは高度な仕事である。
(エ) 2015年時点で、AIが高度な仕事をするようになるには30年かかると予想されている。
(オ) 機械は論理的に動くので、人を傷つけないようにしたり、公平にするようにしたりする。
(カ) 専門家であっても、AIの高度なシステムがどのように行動するのかは分かっていない。
(キ) Facebookのザッカーバーグ氏は、AIを安全で責任ある方法で発展させようとしている。
(ク) コンピューターがコンピューターに教えるという未来は想定されていない。

6

Ⅲ 対話が完成するように () 内に入る最も適切な表現を(ア)～(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。

1. Hiroshi: Are you ready for the end-of-term chemistry test?
Sandra: No! ()
Hiroshi: You still have the weekend. You can do a lot of work then.
Sandra: But I play baseball on Saturday afternoon.
(ア) I am depressed because it was terrible. (イ) I have got everything arranged.
(ウ) I'm way behind. (エ) The game was postponed due to rain.

2. Doctor: Does it hurt much?
Patient: Oh! Yes, it does!
Doctor: Can you move it?
Patient: ()
Doctor: I think you should have an X-ray.
(ア) Only a little. (イ) I will move into a new house.
(ウ) It moved me to tears. (エ) A lot.

3. Johnny: Hello, my name is Johnny Hayes. Can I speak to Mr. Richards?
Mr. Richards: Speaking.
Johnny: I'm calling about the hospital staff's job advertised in the local newspaper.
Mr. Richards: Yes, Johnny. ()
Johnny: I was working at the Central Hospital for two years.
(ア) It would be better to see a doctor just in case. (イ) Do you have any experience in this kind of work?
(ウ) We are not hiring at the moment. (エ) What do you want to be?

7

4. Mike: Mari, how are you going to Yokohama tomorrow?
Mari: () How about you?
Mike: I think I will take the bus.
Mari: OK. Looking forward to meeting you in Yokohama tomorrow.
Mike: Me, too. See you then.
(ア) My mother is going to give me a ride. (イ) I'm fine, thank you.
(ウ) I'm going to Yokohama. (エ) Yokohama is such a nice place.

5. Hotel clerk: This is ABC Hotel.
Customer: This is Mark Cox speaking. I made a reservation for March 1st, but ()
Hotel clerk: OK. Let me check if I can find a room for you on the second.
Customer: Thank you very much.
(ア) is the room on the second floor? (イ) is a room available on March 1st?
(ウ) is it possible to cancel it? (エ) is it possible to change it to March 2nd?

8

Ⅳ 英文が完成するように (①)と(②)に入る最も適切な語句を a～h から選び、記号で答えなさい。

1. Now some scientists believe that Native Americans (①) in North America since (②) the last ice age.
a. will live b. to live c. living d. have lived
e. the beginning of f. to begin with g. beginning life as h. it has begun

2. Although he (①) a poor family, he became (②) respected statesman.
a. bore up b. was born into c. was bearing to d. born in
e. mostly f. most of g. the most h. at most

3. I am deeply grateful to you (①) you (②) me.
a. for what b. since when c. in which d. to whom
e. did have to f. have to do g. have been done h. have done for

4. I always (①) to (②) early in the morning even though it may be good for my health.
a. find difficult b. find it difficult c. found difficult d. found out difficult
e. take a walk f. have taken a walk g. taking a walk h. took a walk

5. The child, (①) what to do, (②) for a while and then cried for help.
a. no known b. not known c. not knowing d. no knowing
e. still stand f. still standing g. standing it still h. stood still

数 学

1 以下の間に答えよ。解答にいたる過程(数式など)と結果を書くこと。

(1) 次の a), b), c) に答えよ。

a) $(a-2b)(a^2+2ab+4b^2)(a^6+8a^3b^3+64b^6)$ を展開せよ。

b) $6x^2-7xy-20y^2-5x+y+1$ を因数分解せよ。

c) $\tan \theta = -\frac{2}{3}$ のとき, $\sin \theta$ を求めよ。ただし, $\frac{3}{2}\pi < \theta < 2\pi$ とする。

(2) 100 以下となる正の整数の集合を全体集合とする。部分集合のうち, 12 の倍数の集合を A とし, 18 の倍数の集合を B とする。次の a), b) に答えよ。

a) 集合 $A \cap B$ の要素を書き並べて記せ。

b) 集合 $A \cup \overline{B}$ の要素の個数を求めよ。

(3) 濃度 2% の食塩水 450 g に食塩を加えて, 濃度を 5% 以上 10% 以下にしたい。次の a), b) に答えよ。

a) 加える食塩の量を x g とおいて, x の満たすべき条件を不等式で表せ。

b) a) で答えた不等式を解け。加える食塩の量は何 g 以上何 g 以下にすればよいか, 答えよ。ただし, 数値が整数でない場合は, 例にあるような分数の表記で書け。

例 3 g 以上 $\frac{49}{11}$ g 以下

2 $f(x) = \log_3(x-1) + \log_3(4-x)$ とする。以下の間に答えよ。
解答にいたる過程(数式など)と結果を書くこと。

(1) 不等式 $f(x) \geq 0$ を解け。

(2) 関数 $f(x)$ の最大値を M とするとき, 3^{M-2} を求めよ。

(3) (2) の M について 300^M の整数部分の桁数を求めよ。
ただし, $\log_{10} 2 = 0.3010$, $\log_{10} 3 = 0.4771$ とする。

3 3 次関数 $f(x) = x^3 + ax^2 + bx + c$ (a, b, c は実数の定数) を考える。
以下の間に答えよ。解答にいたる過程(数式など)と結果を書くこと。

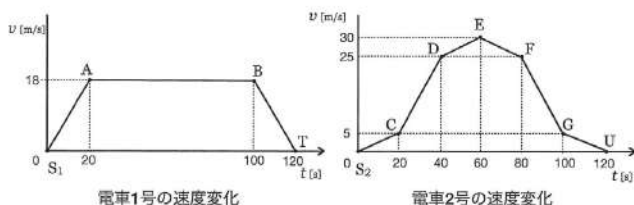
(1) $x = 1$ で極小値 -3 をとり, $x = -1$ で極大値をとる。
このとき, a, b, c の値を求めよ。

(2) (1) のとき, 関数 $f(x)$ の増減を調べて, グラフをかけ。
また, すべての極値を求めよ。

物 理

問題は全部で 3 問である。答えに単位が必要な場合はつけること。計算の過程や補足説明なども記しておくこと。説明が答えか区別できるように答えは□で囲むこと。

I



平坦な直線の線路上を走る電車について, 以下の小問に答えよ。

上左の $v-t$ 図は, 電車1号がS駅 (S_1 地点とする) を出発し, T駅 (T_1 地点とする) に停車するまでの速度変化を示している。

(1) S_1 地点からA地点まではどのような運動をしているか。数値を示し答えよ。

(2) A地点からB地点まではどのような運動をしているか。数値を示し答えよ。

(3) 電車1号がS駅を発車し, T駅に停車するまでの位置変化を示す $x-t$ 図を, 解答用紙の図1に描け。AおよびB地点の位置を示し, 各地点間を結ぶ線が直線なのか曲線なのか明確にせよ。また異なる線が混在する場合, それらのなめらかに注意を払え。

(4) S駅とT駅の駅間距離は何 m か。

(5) 次に加速度について考えてみよう。電車1号の加速度変化を示す $a-t$ グラフを解答用紙の図2に描け。各地点間を結ぶ線が直線なのか曲線なのか明確にせよ。

(6) 電車2号がS駅 (S_2 地点とする) を発車し, 上右の $v-t$ 図に従った速度変化で運転した。U地点に停車するまでの時間は電車1号と同じ120秒であった。このときU地点はT地点と一致し, 電車2号はT駅に停車できるだろうか。これを確かめよ。

(7) 電車2号の加速度変化を示す $a-t$ 図を解答用紙の図3に描け。

(8) 電車1号, 2号の加速度変化を比較してみよう。加速度 a が,

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

に示す通り単位時間 Δt における速度変化 Δv であるように, 加速度の変化 j も,

$$j = \frac{\Delta a}{\Delta t}$$

のように単位時間 Δt における加速度変化 Δa であり, 今回の場合,

$$[\text{加速度変化}] = [\text{変化後の加速度}] - [\text{変化前の加速度}]$$

と簡単に考えることができる。では電車1号の発車地点 S_1 , A地点, B地点, 停車地点 T_1 , および電車2号の発車地点 S_2 , C~G地点, 停車地点 T_2 のうちで, 加速度変化の絶対値の最も大きな地点はどこか。複数あれば全て答えよ。

(9) 前問で調べたように, 電車の加速度の変化が大きいうちで, 乗客は乗り心地の悪さを感じると考えられる。では電車1号, 2号よりもさらに乗り心地の良い運転の方法はあるだろうか。その速度変化の概形を, 解答用紙の図4に描いてみよう。ただし発車から停車までの時間は120秒間とする。

II

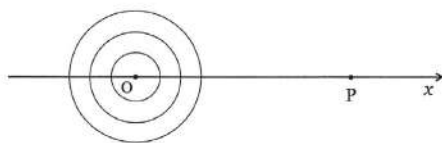


図 1

じゅうぶんに大きな水槽に水のある深さに張り、波がない状態の水面の高さを0とする。上の図1のように原点Oに波の発生機(波発生機)を置いて水面波を発生させたところ、波発生機を中心に同心円状に波が広がった。水面上の点Pには観測者がいて、水面波の振動数と波長を観測する。原点Oと点Pを通る直線をx軸とし、点Pのx座標を(a, 0)とする。水面波は正弦波で振幅Aは減衰しないものとし、水面を伝わる速さはc、振動数は f_0 である。各実験は前の実験の波が残っていない状態から始めるとする。波発生機、観測者の大きさは無視して、以下の小問に答えよ。

- (1) この水面波の波長 λ_0 を、c および f_0 を用いて示せ。
- (2) 時刻tにおける原点Oの水面の高さ $h_0(t)$ を、
$$h_0(t) = A \cos 2\pi f_0 t$$
であらわせるとすると、時刻tにおける点Pでの波の高さ $h_P(t)$ を、a, c, f_0 , A, t および円周率 π を用いて示せ。時刻tでは点Pに波が到達しているとする。
- (3) 点Pに波が届いている状態で、観測者が一定の速さvで点Pに向かってまっすぐ近づいた。観測者が観測する波の振動数 f_1 を、c, f_0 , vを用いてあらわせ。
- (4) 観測者は点Pに戻り、再び原点Oから点Pに波が届いていない状態にした。ここから波発生機を一定の速さ $\frac{c}{2}$ で点Pに向かってまっすぐ近づける。このときの水面はどのようなになっているか。原点Oから始まり、3周期経過した状態(周期をTとして $t=3T$)の作図をし、図をわかりやすく説明せよ。(t=0のとき原点Oは山である。)
- (5) 観測者が観測する波の振動数 f_2 を、c, f_0 のうち必要なものを用いてあらわせ。
- (6) 観測者が観測する波の波長 λ_2 を、c, λ_0 のうち必要なものを用いてあらわせ。

13

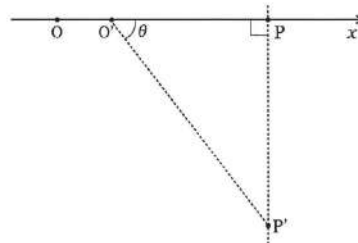
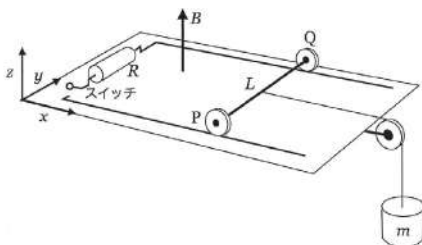


図 2

- (7) 波発生機を原点Oに戻し、今度は観測者が上の図2のように点P'(O'P'間の距離はa)にいる状態で波発生機を一定の速さ $c/2$ で点P'に向かってまっすぐ近づける。波発生機の位置をO'とし、 $\angle PO'P'$ を θ とすると、波発生機がO'を通過するときの速度の観測者に向かう(O'P'方向の)成分の大きさはいくらか。c および θ を用いて示せ。
- (8) 観測者が観測する振動数 f_3 はいくつか。c, f_0 , θ を用いて示せ。
- (9) 波発生機が点P'に到達した瞬間に観測者が観測する波の振動数 f_4 はいくつか。c, f_0 のうち必要なものを用いて示せ。
- (10) 波発生機を原点Oに戻し、点P'にも波発生機を設置し、点OとP'の双方から振幅A、振動数 f_0 の波を発生させた。線分OP'上で観測される波の特徴をA および λ_0 を用いて示し、さらにその他の特徴を文章で説明せよ。

III



上の図のように、鉛直上向きの一様な磁束密度 B [T]の磁場中の水平面に抵抗 R [Ω]とスイッチを挟んだ線路があり、なめらかに転がる軽い車軸PQと合わせて回路を成している。車軸の幅つまりPQ間長は L [m]で、その中央に軽いひもがつながり、ひもの先には滑らかに動く滑車を介して質量 m [kg]のおもりが鉛直につるされている。重力加速度の大きさを g [m/s²]として、以下の小問に答えよ。

- (1) まずスイッチを図のように開けた状態で、車軸が動くときの車軸中の1個の電子(電気量 $-e$)に注目しよう。おもりが落下する速さが v [m/s]のとき、磁場が存在することにより電子が力 F [N]を受ける。このときの力 F を何というか。またその方向を、x軸の正の方向、などのように示し、さらに F の大きさをe, v, Bのうち必要なものを用いてあらわせ。
- (2) 前問(1)の力 F により電子は移動するが、これにより正に帯電するのは車軸のP側か、それともQ側か。いずれか答えよ。
- (3) 車軸の帯電により車軸中には電場 E [N/C]が生じる。この電場 E により1個の電子にはたらく力 F' [N]の大きさはいくらか。e, v, B, Eのうち必要なものを用いてあらわせ。
- (4) この前問(3)の力 F' が(1)の磁場による力 F とつり合うと電子の移動は止まるが、このときの電場 E はいくらになるか。e, v, Bのうち必要なものを用いてあらわせ。
- (5) 前問(4)のとき、車軸の両端PQ間の電位差 V [V]はいくらになるか。e, v, B, Lのうち必要なものを用いてあらわせ。

15

今度は回路のスイッチを閉じて車軸を動かすことを考えよう。

- (6) おもりが落下する速さが v のとき、車軸PQを流れる電流 I [A]の大きさはいくらか。
- (7) 前問(6)のとき、車軸PQが磁場から受ける力 F'' [N]の大きさはいくらか。
- (8) 小問(6)のとき、おもりの加速度 a [m/s²]の大きさはいくらか。
- (9) やがておもりは等速で落下ようになる。このときの速さ v_0 [m/s]はいくらか。
- (10) 前問(9)のとき、おもりに作用する重力が1秒間にする仕事 W [J]はいくらか。
- (11) 小問(9)のとき、抵抗 R で1秒間に発生するジュール熱 Q [J]はいくらか。

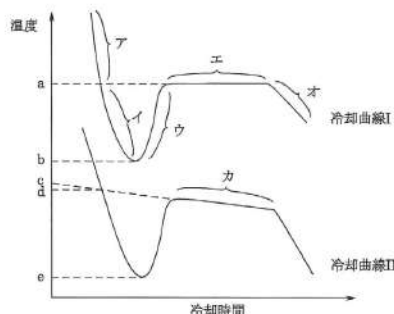
16

化学

【注意】解答は、すべて解答用紙の解答欄に記入しなさい。また、計算問題の場合には、計算の過程を所定の場所に明記しなさい。

I

純水およびある非電解質水溶液の冷却曲線を示す。(1)～(8)に答えよ。



- (1) 冷却曲線I、IIのうち、純水の冷却曲線はどちらか。
- (2) 領域ア～カは、(A)液体、(B)液体と固体、(C)固体のうちのどの状態か。記号で答えよ。
- (3) 純水および非電解質水溶液の凝固点をa～eから選べ。
- (4) 純水および非電解質水溶液の凝固開始温度をa～eから選べ。
- (5) 領域イの状態を何というか。
- (6) 凝固点降下の値をa～eを用いて表せ。
- (7) 領域カで徐々に温度が下がる理由を50字以内で説明せよ。
- (8) 水100gに尿素(分子量60)0.30g溶かした水溶液の凝固点降下はいくらか。ただし、水のモル凝固点降下は $1.85 \text{ (K} \cdot \text{kg/mol)}$ とする。

II

次の文を読んで(1)～(5)に答えよ。ただし、硫酸銅(II)の式量は160.0、水の式量は18.0を用いよ。

ある温度における硫酸銅(II)の溶解度は $20\text{g}/100\text{g}$ 水であった。そのときの、硫酸銅(II)の飽和水溶液の密度は $1.20\text{g}/\text{cm}^3$ であった。

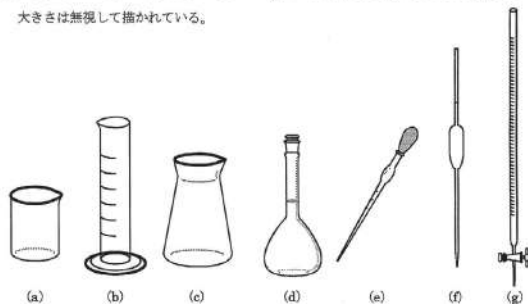
- (1) この硫酸銅(II)飽和水溶液の質量パーセント濃度を求めよ。
- (2) この硫酸銅(II)飽和水溶液の質量モル濃度を求めよ。
- (3) この硫酸銅(II)飽和水溶液のモル濃度を求めよ。
- (4) この硫酸銅(II)飽和水溶液を100mL作るのに硫酸銅(II)・五水和物は何g必要か。
- (5) この硫酸銅(II)飽和水溶液を100g作るのに硫酸銅(II)・五水和物は何g必要か。

III

次の文を読んで(1)～(6)に答えよ。ただし、原子量はC=12.00、H=1.00、O=16.00を用いよ。

中和滴定では正確な質量を量ることができるシュウ酸二水和物の結晶を用いて標準溶液を作る。
シュウ酸二水和物 2.52g を 100mL メスフラスコに入れ、水を標線まで加えた(水溶液A)。
(i) 水溶液Aを 10mL ホールビュレットを用いてコニカルビーカーに取り、水を加え、指示薬溶液を1滴加えた。(ii) ここに濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液(水溶液B)をビュレットを用いて加えていくと、 10.01mL 加えたところで色が変化した。同様な操作を3回行ない、 10.02mL 、 9.00mL 、 9.97mL の結果を得た。

- (1) 下線アについて、濃硫酸および濃塩酸を標準物質として用いない理由を「揮発性」、「吸湿性」の語句を入れて50字以内で説明せよ。
- (2) 下線(i)～(iv)の器具を下の(a)～(g)から適当な記号で答えよ。ただし、器具の大きさは無視して描かれている。



- (3) 水溶液Aのモル濃度はいくらか。
- (4) 下線イについて、指示薬を多く入れることは正確な滴定を行なう上で好ましくない。その理由を30字以内で答えよ。
- (5) 下線イについて、(a) フェノールフタレイン(変色域 $\text{pH}8.0 \sim 9.8$) (b) メチルオレンジ(変色域 $\text{pH}3.1 \sim 4.4$)のうち、指示薬として用いることのできるものを記号で答えよ。
- (6) 下線ウについて、水溶液Bのモル濃度を適切な数値を用いて求めよ。

IV

次の金属(1)～(4)について、(a)～(c)の操作を行なったとき、反応が進む場合は生成物すべての化学式を、反応が進まないまたは金属表面しか反応しない場合は×を解答欄に書き。

- (1) ナトリウム
 - (a) 金属小片を冷水の中に入れた。
 - (b) 金属小片に乾いた空気中で火をつけた。
 - (c) 金属小片を石油の中に入れた。
- (2) マグネシウム
 - (a) 金属小片を冷水の中に入れた。
 - (b) 金属小片に乾いた空気中で火をつけた。
 - (c) 金属小片を塩酸の中に入れた。
- (3) アルミニウム
 - (a) 金属小片を塩酸の中に入れた。
 - (b) 金属小片を濃硝酸の中に入れた。
 - (c) 金属小片を水酸化ナトリウム水溶液の中に入れた。
- (4) 銀
 - (a) 金属小片を塩酸の中に入れた。
 - (b) 金属小片を濃硝酸の中に入れた。
 - (c) 金属小片を水酸化ナトリウム水溶液の中に入れた。

V

次の文を読んで (1) ～ (6) に答えよ。

アセトン、アセトアルデヒドは、ともに分子内に原子団 $\text{C}=\text{O}$ を有する化合物である。
アセトンは酢酸カルシウムの熱分解や、2-プロパノールと酸性にした二クロム酸カリウム水溶液との反応で得ることができる。アセトアルデヒドは PdCl_2 と CuCl_2 を触媒としてエチレンと酸素を反応させたり、 HgCl_2 を触媒としてアセチレンと水を反応させたりして得ることができる。
また、アセトンと同様にエタノールと二クロム酸カリウム水溶液との反応でも得ることができる。アセトンはフェーリング液を加えて加熱しても反応しないが、アセトアルデヒドは沈殿Aを生じる。アセトン、アセトアルデヒドともヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加え加熱すると沈殿Bを生じる。

- (1) 下線アの基の名称を答えよ。
- (2) 下線イの反応式を書け。
- (3) 下線ウについて、反応の前後で溶液の色は何色から何色に変化するか。
- (4) 下線エについて、アセトアルデヒドを得る 2つの反応式を書け。
- (5) 下線オについて、反応がさらに進んだ場合に得られる物質の化学式を書け。
- (6) 沈殿Aおよび沈殿Bの化学式および色を答えよ。

21

生 物

解答は、すべて解答用紙の解答欄に記入しなさい。

I

問1～問8に答えなさい。
図1にDNAの複製の様子を示す。

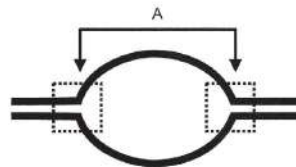


図1

問1 この様子が見られる細胞周期はいつか。1～5より最も適切なものを選び、解答欄に数字を記入しなさい。

- 1.G0期 2.G1期 3.G2期 4.S期 5.M期

問2 図中のAの領域を何というか。適切な名称を解答欄に記入しなさい。

問3 図中のAの領域では、DNAの相補的塩基対の Watson 結合を切る酵素が働いている。この酵素は何か。適切な名称を解答欄に記入しなさい。

22

23

DNAを合成する酵素はDNAの (a) から (b) の方向にのみヌクレオチド鎖を合成できる。そのため、2本鎖から1本鎖になったDNAのうち、一方では連続的に合成される (c) が作られるが、もう一方では短いヌクレオチド鎖断片が追加されていく。この短いヌクレオチド鎖を (d) という。(d) は (e) という酵素でつながれて (f) と呼ばれる一本のヌクレオチド鎖となる。

問4 (a) ～ (f) に入る最適な語を1～10より選び、解答欄に数字を記入しなさい。

- 1.3' 2.5' 3.ラギング鎖 4.N末端 5.岡崎フラグメント
6.ヘリカーゼ 7.キナーゼ 8.リーディング鎖 9.C末端 10.DNAリガーゼ

図2にDNAの基本単位を示す。

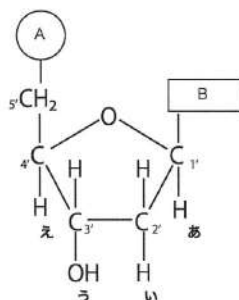


図2

問5 図2の基本単位を何というか。適切な名称を解答欄に記入しなさい。

問6 図2の基本単位に含まれている糖は何か。適切な名称を解答欄に記入しなさい。

問7 Aは隣の基本単位と結合する。結合する位置は隣の基本単位の あ～え のどれか。適切な記号を解答欄に記入しなさい。

問8 Bの位置に入る物質は4種類が存在している。4種類全ての名称を解答欄に記入しなさい。

II

問1～問5に答えなさい。

DNAの塩基配列を鋳型として (a) が合成されることを転写という。DNAの特定の領域に (b) が結合することで転写が開始される。この特定の領域のことを (c) という。DNAの2本鎖のうち、(a) に転写される鎖を (d) 鎖、転写されない鎖を (e) という。DNAの塩基配列のうち、最終的にタンパク質に翻訳される領域を (f)、翻訳されない領域を (g) という。転写の過程で、(g) を切り落とし、(f) をつなぎ合わせて再構築することを (h) という。

問1 (a)～(h)に入る適切な語を1～10より選び、解答欄に数字を記入しなさい。

- 1.tRNA 2.mRNA 3.rRNA 4.センス鎖 5.アンチセンス鎖
6.スプライシング 7.イントロン 8.RNA合成酵素 9.エキソン 10.プロモーター

問2 転写が起きるのは細胞内のどこか。適切なものを1～5より選び、解答欄に数字を記入しなさい。

- 1.ゴルジ体 2.リソソーム 3.核内 4.細胞膜 5.リボソーム

問3 転写に続いて、タンパク質を合成する翻訳が起きる。翻訳が起きるのは細胞内のどこか。適切なものを1～5より選び、解答欄に数字を記入しなさい。

- 1.ゴルジ体 2.リソソーム 3.核内 4.細胞膜 5.リボソーム

問4 翻訳においてタンパク質合成の始まりを指定するAUGを何というか。適切な名称を解答欄に記入しなさい。

問5 翻訳において、タンパク質合成の終わりを意味するコドンは3種類ある。それぞれを解答欄に記入しなさい。

III

問 1 ～ 問 5 に答えなさい。
表 1 は植物の環境応答をまとめたものである。

要因	合成される物質	効果
長期の水分不足	(あ)	(a)
土壌中の酸素不足	(い)	(b)
傷害	(う)	(c)
病原体	(え)	(d)

表 1

問 1 合成される物質 (あ) ～ (え) に入るものをそれぞれ 1 ～ 5 より選び、解答欄に数字を記入しなさい。

1. オーキシシン 2. エチレン 3. アブシジン酸 4. ジャスモン酸 5. サリチル酸

問 2 効果 (a) ～ (d) に入るものをそれぞれ 1 ～ 5 より選び、解答欄に数字を記入しなさい。

1. 防御物質に関わる遺伝子を活性化する。 2. 細胞死を起こし空気の清れた空間を作る。
3. 病原体の繁殖を抑える物質を合成する。 4. 気孔を閉じて蒸散を抑える。
5. 花芽を形成する。

問 3 合成される物質のうち、(う) や (え) は揮発性物質に変化する。揮発性物質となることで周囲の植物には何が起こるか。解答欄に 30 字以内で説明しなさい。

問 4 未熟な果実を成熟させる働きを持つのは (あ) ～ (え) のどれか。解答欄に適切な記号を記入しなさい。

問 5 種子を休眠させる働きを持つのは (あ) ～ (え) のどれか。解答欄に適切な記号を記入しなさい。

英語 解答用紙

I

1	①	c	②	b	③	d	④	a
2	A	d	イ	a	ウ	b	エ	c
3	i							

4 (解答例) 当初は (最初は)、誰もそれらに対して、さして (大して) 注意を払わなかった

5 It was not until the 1990s that

6	1	T	2	F	3	F	4	T	5	F
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

II

1	あ	b	い	c	う	a
---	---	---	---	---	---	---

2 (解答例) 機械 (コンピューター) が人間よりも利口に (賢く) なる時に何が起こるのか。

3	①	c	②	a	③	d	④	b	⑤	a
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

4 experts were asked when they thought computers would reach this point

5	A	a	イ	b	ウ	d
---	---	---	---	---	---	---

6	イ	エ	カ	(順不同)
---	---	---	---	-------

III

1	ウ	2	A	3	イ	4	A	5	エ
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

IV

1	①	d	②	e
2	①	b	②	g
3	①	a	②	h
4	①	b	②	e
5	①	c	②	h

一般選抜 2 期 2 日目 (数学) 解答例

数学 解答例

No.1

《注意》解答にいたる過程 (数式など) を含めて、解答すること。
また、問題番号 (1), (2), (3), a), b), c) を記入すること。

1

- (1) a) $a^8 - 512 b^8$
b) $(3x + 4y - 1)(2x - 5y - 1)$
c) $\sin \theta = -\frac{2\sqrt{13}}{13}$

(2) a) $A \cap B = \{ 36, 72 \}$

$$\begin{aligned} \text{b) } n(A) &= n(A \cap B) + n(A \cap \bar{B}) \text{ であるから} \\ n(A \cup \bar{B}) &= n(A) + n(\bar{B}) - n(A \cap \bar{B}) \\ &= 8 + (100 - 5) - (8 - 2) \\ &= 97 \end{aligned}$$

- (3) a) 食塩水 450 g に含まれる食塩は $450 \times \frac{2}{100} = 9$ g である。よって $\frac{5}{100} \leq \frac{9+x}{450+x} \leq \frac{10}{100}$

$$\begin{aligned} \text{b) a) は、2 つの不等式} \\ 5(450+x) &\leq 100(9+x), \\ 100(9+x) &\leq 10(450+x) \end{aligned}$$

の共通部分とみなせる。解いて

$$\frac{270}{19} \leq x \leq 40$$

となるから、加える食塩の量は

$$\frac{270}{19} \text{ g 以上 } 40 \text{ g 以下にすればよい。}$$

数学 解答例

No.2

《注意》解答にいたる過程 (数式など) を含めて、解答すること。
また、問題番号 (1), (2), (3) を記入すること。

2

- (1) 真数の条件から $x-1 > 0$ かつ $4-x > 0 \iff 1 < x < 4$

また、問題の不等式は

$$\log_3(x-1)(4-x) \geq 0$$

となり、底 $3 > 1$ より、この条件は

$$(x-1)(4-x) \geq 1 \iff x^2 - 5x + 5 \leq 0$$

と同値である。2 次不等式を解いて、

$$\frac{5-\sqrt{5}}{2} \leq x \leq \frac{5+\sqrt{5}}{2}$$

である。 $2 < \sqrt{5} < 3$ であるから、この 2 次不等式の解は真数条件 $1 < x < 4$ を満たす。ゆえに求める解は

$$\frac{5-\sqrt{5}}{2} \leq x \leq \frac{5+\sqrt{5}}{2}$$

- (2) $f(x) = \log_3(x-1)(4-x)$ であり、底 $3 > 1$ であるから、 $f(x)$ を最大にする x は $(x-1)(4-x)$ を最大にする x に他ならない。その x は $x = (1+4)/2 = 5/2$ である。したがって、

$$M = f\left(\frac{5}{2}\right) = \log_3 \frac{9}{4} = 2 + \log_3 \frac{1}{4}$$

これより、

$$3^{M-2} = 3^{\log_3 \frac{1}{4}} = \frac{1}{4}$$

- (3) 300^M を N 桁 (N は正の整数) とする。

$$10^{N-1} \leq 300^M < 10^N$$

となるが、辺々の常用対数をとると、大小関係は変わらないから

$$N-1 \leq \left(2 + \log_3 \frac{1}{4}\right) (2 + \log_{10} 3) < N$$

が成り立つ。底を 10 に取り替えて

$$N-1 \leq \left(2 - 2 \frac{\log_{10} 2}{\log_{10} 3}\right) (2 + \log_{10} 3) < N$$

この不等式を N について解くと

$$1.82862 < N \leq 2.82862$$

ゆえに $N = 2$ となるため、 300^M は 2 桁である。

数学 解答例

No.3

【注意】解答にいたる過程(数式など)を含めて、解答すること。
また、問題番号(1)、(2)を記入すること。

3

- (1) $f'(x) = 3x^2 + 2ax + b$ となる。条件から、 $x = 1, -1$ は 2 次方程式 $f(x) = 0$ の解であるから、因数定理により

$$f(x) = 3(x+1)(x-1) = 3x^2 - 3$$

と表される。係数を比較して $a = 0, b = -3$ となる。
また、

$$-3 = f(1) = 1 - 3 + c \iff c = -1$$

ゆえに、

$$a = 0, \quad b = -3, \quad c = -1$$

- (2) 微分すると

$$f'(x) = 3x^2 - 3 = 3(x+1)(x-1)$$

であるから、

$$f'(x) = 0 \iff x = -1, -1$$

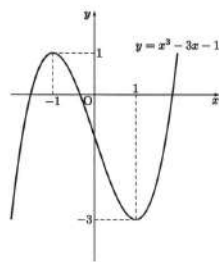
増減表をかいて

x	$\dots$	-1	$\dots$	1	$\dots$
y'	$+$	0	$-$	0	$+$
y	$\nearrow$	極大	$\searrow$	極小	$\nearrow$

となる。また、極値は

- i) $x = -1$ のとき、極大値 1
ii) $x = 1$ のとき、極小値 -3

グラフは以下の通りである。



物理解答用紙

No.1

答えは□で囲むこと。計算の過程や補足説明なども記しておくこと。

I

- (1) 加速度 0.9 m/s^2 の等加速度直線運動

- (2) 速さ 18 m/s の等速直線運動

- (4)

$$S_1 \rightarrow A \quad \frac{1}{2} \times \frac{18}{20} \times 20^2$$

$$A \rightarrow B \quad +18 \times (100 - 20)$$

$$B \rightarrow T \quad +18 \times (120 - 100) + \frac{1}{2} \times \frac{-18}{20} \times 20^2$$

$$= 1800 \text{ m}$$

- (6)

$$S_2 \rightarrow C \quad \frac{1}{2} \times \frac{5}{20} \times 20^2$$

$$C \rightarrow D \quad +5 \times 20 + \frac{1}{2} \times \frac{25}{20} \times 20^2$$

$$D \rightarrow E \quad +25 \times 20 + \frac{1}{2} \times \frac{5}{20} \times 20^2$$

$$= 900$$

$$900 \times 2 = 1800$$

U地点はT駅と一致し、
電車2号はT駅に到着する。

- (8) $S_1, A, B, T \quad |\Delta a| = 0.90 \text{ m/s}^2$

$$S_2, U \quad |\Delta a| = 0.40 \text{ m/s}^2$$

$$C, D, F, G \quad |\Delta a| = 0.85 \text{ m/s}^2$$

$$E \quad |\Delta a| = 0.80 \text{ m/s}^2$$

加速度変化の絶対値が最大なのは、

S_1, A, B, T (全て電車1)

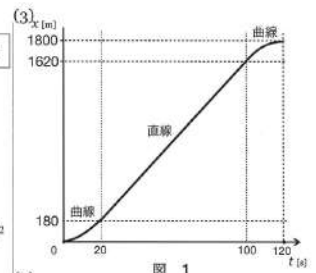


図 1

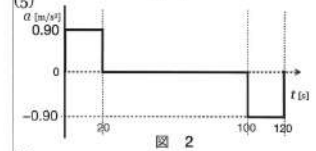


図 2

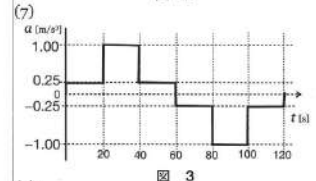
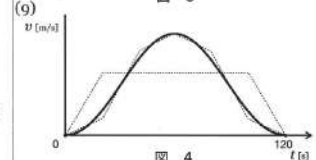


図 3



※この通りでなくとも場合により得点を与える。

物理解答用紙

No.2

答えは□で囲むこと。計算の過程や補足説明なども記しておくこと。

II

- (1) $c = f_0 \lambda_0$ なので、 $\lambda_0 = \frac{c}{f_0}$

- (2) 速さ c で a の距離を進むので、

$$h_P(t) = A \cos 2\pi f_0 \left(t - \frac{a}{c} \right)$$

- (3) 波長 λ の波が観測者に速さ $c+v$ で近づくとき、

$$c+v = f_1 \lambda_0 \quad \text{で、}$$

$$f_1 = \frac{c+v}{\lambda_0} = \frac{c+v}{c} f_0$$

$$f_1 = \frac{c+v}{c} f_0$$

- (5) $f_2 = \frac{c}{c-\frac{c}{2}} f_0$

$$\therefore f_2 = 2 f_0$$

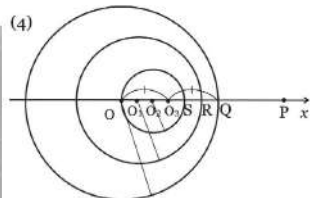
- (6) $\lambda_2 = 2 \lambda_0$

- (7) $v' = \frac{c}{2} \cos \theta$

- (8) $f_3 = \frac{c}{c-\frac{c}{2} \cos \theta} f_0$

- (9) 波発生機がPに到達した瞬間に観測者に届く波は、 $\theta = 60^\circ$ のときのO'から発せられたものである。よって、

$$f_3' = \frac{c}{c-\frac{c}{2} \times \frac{1}{2}} f_0 \quad f_3' = \frac{4}{3} f_0$$



周期をTとして、時刻1T, 2T, 3Tの波源の位置をそれぞれ、 O_1, O_2, O_3 とし、時刻0で発生した波頭の直線OPとの接点P側をQ、時刻1Tの同様な点をR、時刻2Tの同様な点をSとする。

波源の速さは波頭の速さの1/2なので、 O_3 はOQの中点で、 O_1, O_2 は OO_3 の間に等間隔に位置する。 O_2 から発生した波頭はO上で、S, Rは QO_3 間に等間隔に位置する。

(10)

振幅2A、波長 $\lambda/2$ の定常波である。定常波とは、変位0の点が移動せずの場で振動するのみに見える波である。

物理解答用紙

No.3

答えは□で囲むこと。計算の過程や補足説明なども記しておくこと。

III

- (1) ローレンツ力
y軸の正方向
 $F = evB [\text{N}]$

- (2) 電子がQ側に移動するので、正に帯電するのはP側である。

$$F' = eE [\text{N}]$$

- (4) 力のつり合いは、 $F' = F$

$$\text{つまり、} \quad eE = evB$$

$$E = vB [\text{N/C}]$$

- (5) PQ間の電位差Vは、

$$V = EL = vBL [\text{V}]$$

- (6) $I = \frac{E}{R} = \frac{vBL}{R} [\text{A}]$

- (7) $F' = IBL = \frac{v B^2 L^2}{R} [\text{N}]$

- (8) 前問の力の向きは、フレミングの左手の法則により、車軸PQの動きを妨げる方向であるx軸の負の方向となる。おもりの(加速度a)は重力とひもの張力の合力によって加速されるので、運動方程式は、

$$ma = mg - F'$$

$$a = g - \frac{F'}{m} = g - \frac{v B^2 L^2}{mR} [\text{m/s}^2]$$

- (9) 加速度aが0になり、一定の速度 v_0 になるとすると

$$g - \frac{v_0 B^2 L^2}{mR} = 0$$

$$v_0 = \frac{mgR}{B^2 L^2} [\text{m/s}]$$

- (10) おもりは1秒間に $h = v_0 \times 1 [\text{m}]$ 落下するので、

$$W = mgh = mgv_0 = \left(\frac{mg}{BL} \right)^2 R [\text{J}]$$

- (11) 「 $Q = IVt = \frac{V^2}{R} t$ 」

$$Q = \frac{V^2}{R} t = \frac{(v_0 BL)^2}{R} \times 1$$

$$= \frac{1}{R} \times \left(\frac{mgR}{B^2 L^2} \right)^2 B^2 L^2$$

$$= \left(\frac{mg}{BL} \right)^2 R [\text{J}]$$

(10)と(11)の答えは一致する。

化学 解答 用 紙 No.1

I	1	冷却曲線I
2	ア	A イ A ウ B エ B オ C カ B
3	純水	a 非電解質水溶液 d 4 純水 b 非電解質水溶液 e
5	過冷却	6 a = d
7	溶媒が先に凝固していくので、徐々に溶液の濃度が高くなるから。	
8	0.093 K	$\Delta t = 1.89(\text{K} \cdot \text{kg/mol}) \times 0.050(\text{mol/kg}) = 0.0925 = 0.093(\text{K})$
	計算の過程 質量モル濃度は $\frac{0.30(\text{g})}{\frac{60(\text{g/mol})}{0.10(\text{kg})}} = 0.050(\text{mol/kg})$	

II	
1	16.7 %
計算の過程 $\frac{20(\text{g})}{100(\text{g}) + 20(\text{g})} \times 100 = 16.7$	
3	1.25 mol/L
計算の過程 $\frac{1000(\text{mL}) \times 1.20(\text{g/cm}^3) \times \frac{16.7}{100}}{160(\text{g/mol}) \times 1(\text{L})} = 1.25(\text{mol/L})$	
5	26 g
計算の過程 $100(\text{g}) \text{は } \frac{100(\text{g})}{1.20(\text{g/cm}^3)} = 83.3(\text{mL})$ $31.3(\text{g}) \times \frac{83.3(\text{mL})}{100(\text{mL})} = 26.1 = 26(\text{g})$	
2	1.25 mol/kg
計算の過程 $\frac{20(\text{g})}{\frac{160(\text{g/mol})}{0.10(\text{kg})}} = 1.25(\text{mol/kg})$	
4	31 g
計算の過程 CuSO ₄ ・5H ₂ O : 式量 250 $0.100(\text{L}) \times 1.25(\text{mol/L}) \times 250(\text{g/mol}) = 31.3 = 31(\text{g})$	

生物 解答 用 紙

I	問1	4
	問2	複製フォーク
	問3	DNAヘリカーゼ
	問4	a 2 b 1 c 8 d 5 e 10 f 3
	問5	ヌクレオチド
	問6	デオキシリボース
	問7	う
	問8	アデニン グアニン シトシン チミン
	問8:順不同	
II	問1	a 2 b 8 c 10 d 5 e 4 f 9 g 7
	問2	h 6
	問3	3
	問4	5
	問5	開始コドン
	問6	UAA UAG UGA
	問5:順不同	
III	問1	あ 3 い 2 う 4 え 5
	問2	a 4 b 2 c 1 d 3
	問3	周囲に拡散し、周囲の植物にも同様の環境応答をもたらす。
	問4	い
	問5	あ

化学 解答 用 紙 No.2

III	1	濃硫酸は吸水性があり、濃塩酸は揮発性があるので、正確な量をはかりとるのが難しいから。	
2	i d ii f iii e iv g		
3	0.200 mol/L	4	指示薬も酸や塩基なので、多く入れると熱差を生じるから。
	計算の過程 〈COOH〉 ₂ ・2H ₂ Oの式量は 126.00 $\frac{2.52(\text{g})}{126.00(\text{g/mol}) \times 0.100(\text{L})} = 0.200(\text{mol/L})$		
5	a	6	0.400 mol/L
	計算の過程 使用できる銅の量は 10.02(mL), 10.01(mL), 9.97(mL) $\frac{10.02(\text{mL}) + 10.01(\text{mL}) + 9.97(\text{mL})}{3} = 10.00(\text{mL})$ $\frac{10.00(\text{mL}) \times x(\text{mol/L})}{= 0.200(\text{mol/L}) \times 2 \times 10.00(\text{mL})}$ $x = 0.400(\text{mol/L})$		

IV					
1	a	NaOH H ₂	2	a	×
	b	Na ₂ O		b	MgO
	c	×		c	MgCl ₂ H ₂
3	a	AlCl ₃ H ₂	4	a	×
	b	×		b	AgNO ₃ NO ₂ H ₂ O
	c	Na[Al(OH) ₄] H ₂		c	×

V	1	カルボニル	2	(CH ₃ COO) ₂ Ca → CH ₃ -C(=O)-CH ₃ + CaCO ₃
	3	橙赤色 から 暗緑色		
	4	2 CH ₂ =CH ₂ + O ₂ → 2CH ₃ CHO HC≡CH + H ₂ O → CH ₃ CHO		
	5	CH ₃ COOH	6	沈殿 A 化学式 Cu ₂ O 色 赤 沈殿 B 化学式 CH ₄ 色 黄

2021(令和3)年度入学試験問題

英語・数学 理科

3月17日実施
一般選抜(個別選抜型)【3期】

注意事項

- 試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- この問題冊子の試験科目、ページ(問題部分)及び選択方法は、下表のとおりです。

試験教科・科目	ページ	選択方法
英 語	1 ~ 6	左の2教科のうちから受験票に記載されている1教科を選択し、解答しなさい。
数 学	8 ~ 9	
理 物 理	11 ~ 15	左の3科目のうちから受験票に記載されている1科目を選択し、解答しなさい。
化 学	17 ~ 21	
生 物	23 ~ 26	

- 解答用紙の所定の欄に、受験番号・氏名を忘れずに記入すること。
- 解答は、必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。
- 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、手を高く挙げて、試験監督者に知らせること。
- 試験時間は、140分間です。
- 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけません。
- 試験終了後、解答用紙は問題冊子の上に伏せて置くこと。
- この問題冊子は持ち帰らないこと。

英 語

問題Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳの答えはすべて解答用紙に記入しなさい。

Ⅰ 次の文章を読み、後述の問に答えなさい。

To stay healthy, more and more people are ①eliminating junk food and are eating more fruit and vegetables. (A)A variety of places now sell these foods, so it is easier for people to eat well today. However, not all fruit and vegetable sellers are the same. In the United States, the main places to get fruit and vegetables are at supermarkets, farmers' markets, or from your own garden, and each place has advantages and disadvantages.

(1) place to get fruit and vegetables is at a supermarket. The cost of grocery store produce can be low or very high. An apple costs fifty cents at some places. At other places, it costs two dollars. One reason for the [] is the quality of the produce. Some supermarkets import produce cheaply from other countries. It does not cost much to import, but the produce is not always the freshest. Also, it is possible that farmers used (2) to grow it. Other supermarkets sell organic fruit and vegetables from local farms that do not use (2). The quality is often higher, but so is the price. In most towns, there is usually at least one supermarket, so for most people, it is a convenient place to buy produce.

Another place to get fruit and vegetables is at farmers' markets. These are places (3) local farmers come to sell the fruit and vegetables they grow. Produce usually costs less than at supermarkets. The quality is often better (4) the fruit and vegetables are fresh and often do not ②contain (2). In the United States, some neighborhoods in big cities have a farmers' market, but most places do not have one, so this place is not convenient for everyone.

The final place to get fruit and vegetables is to grow them at home. This can be inexpensive. All you need are some cheap (あ), (い) to (う) them in, water, sun, and (え). If you are good at gardening, the quality of the produce can be very good. (B)Perhaps your vegetables do not look as pretty as the ones in the store, but they are fresher and will probably taste better. However, growing food at home is not convenient for everyone. It ③requires space, special tools, and a lot of time and hard work.

(5), farmers' markets, supermarkets, and your own garden are three places to get fruit and vegetables, and all of them have good points and bad points. Supermarket prices are often cheap, but the quality (6), and growing your own vegetables is healthy but takes time

and hard work. The best place to buy produce is probably at farmers' markets, if one is nearby, because the prices are often low and the quality is usually high.

出典: Jill Bauer, Mike S. Boyle, and Sara Stapleton, *Final Draft 2* (Cambridge University Press, 2016)

問1 下線部①～③の語の意味にもっとも近いものをa)～d)の中から選び、記号で答えなさい。

- ① eliminating a) running out of b) having trouble in
c) making progress in d) going without
- ② contain a) refrain b) include c) moderate d) adjust
- ③ requires a) makes up for b) gives way to c) takes after d) has need of

問2 下線部(A)、(B)を日本語に訳しなさい。

問3 空所(1)～(6)に入るもっとも適切なものをa)～d)の中から選び、記号で答えなさい。ただし、(2)は3箇所あるが同じものが入る。

- (1) a) The b) One c) Best d) First
- (2) a) tracks b) spheres c) cattle d) chemicals
- (3) a) which b) how c) where d) when
- (4) a) because b) for c) than d) of all
- (5) a) In conclusion b) In general c) Otherwise d) To some extent
- (6) a) declares b) varies c) distributes d) reserves

問4 空所 [] に入る適切な1語を書きなさい。

問5 空所(あ)～(え)に入るもっとも適切な語を語群の中から選び、書きなさい。ただし、語群の中の語を答えとして2度以上使ってはならない。

語群

dirt / feed / moon / plant / seeds / time / wind

問6 次の1～4について、本文の内容と一致するものにはT、一致しないものにはFとして、記号で答えなさい。

- The writer talks about the main places to get fruit and vegetables in the United States.
- Most cities in the United States have at least one farmers' market per neighborhood.
- Organic fruit and vegetables from local farms are often more expensive at supermarkets.
- Growing your own vegetables is more convenient.

II 次の1～6について、空所に入るもっとも適切なものをa)～d)の中から選び、記号で答えなさい。

- The light is on. Shall I turn it off or ()?
a) leave it on b) turn it on c) put it off d) make it off
- The lifeguard warned () in that part of the sea because of high waves.
a) us not swim b) us not to swim
c) for us not swim d) of us not to swim
- Do you know () the population of China is?
a) what b) how c) how many d) how much
- I'm tired of talking about weather. Shall we change the ()?
a) meaning b) question c) subject d) truth
- The train left the station at 7 o'clock ().
a) just b) justly c) right d) sharp
- Let me take a look at your bag, ()?
a) do you b) don't you c) will you d) shall you

III 次の1～6について、日本語の意味になるように、英文の空所(あ)、(い)に入る適切なものを1冊ずつ書きなさい。ただし、文頭の語は大文字で始めること。

- あと20分で午前10時になります。
(あ) will be 10 a.m. (い) 20 minutes.
- 56割る8は7です。
56 (あ) (い) 8 is 7.
- おもちゃ売り場は何階にありますか。
What (あ) is the toy department (い) ?
- 私たちはそのパーティーをとても楽しみました。
We enjoyed (あ) very (い) at the party.
- 私は歯科医師になる夢を決してあきらめません。
I'll never (あ) up the dream of becoming (い) dentist.
- 彼女はフランス語をまるで母国語のように流ちょうに話します。
She speaks French (あ) fluently (い) if it were her native tongue.

IV 次の文章を読み、後述の問に答えなさい。

A famous scientist once said, "I have no special talent. I am only passionately curious." These words were spoken by none (1) than Albert Einstein. These words along with other famous sayings by Einstein tell us a lot about the kind of man and researcher he was. For instance, it seems that Einstein did not think of himself as a very smart man. He only thought of himself as a man who was (2) in nature and the world around him. One of his famous sayings that help us see the passion he had for studying nature was this: "He who can no longer pause to wonder and stand caught up in awe is as (3) as dead; his eyes are closed."

Not only was Einstein curious, but he was also a man who loved learning. For him, education did not stop when a person left school. It was something that went on all through life. (4) his own words, Einstein said, "Intellectual growth should start at birth and stop only at []". He thought that people should always be learning and growing in their understanding of [are / are / the / they / things / way / why]. But this learning from nature was not just to know more. Einstein believed that by learning about the world, one would know how to live better. He said, "Look deep into nature, (5) then you will understand everything better." Einstein also saw the value in the process of learning. It is true that the end result of knowing a fact may have some benefit. However, about the search to know it, Einstein said, "The search for truth is more precious than its possession."

Einstein believed that a person should put one's whole heart into his or her work. And he did just that. By the time he died at 76, his passion for discovering more about the world led him to write hundreds of books and scientific papers. Clearly, he was a man who lived by his own words: "Learn from yesterday, live for today, hope for tomorrow. The important thing is not to stop (6)."

出典: Paul Nation and Casey Malarcher, *Timed Reading for Fluency 3* (Seed Learning, 2017)

問1 空所(1)～(6)に入るもっとも適切なものをa)～d)の中から選び、記号で答えなさい。

- (1) a) one b) more c) other d) another
- (2) a) interest b) interested c) interesting d) in interest
- (3) a) bad b) slow c) much d) good

- (4) a) In b) To c) From d) Between
- (5) a) if b) and c) now d) when
- (6) a) question b) in question c) questioning d) questioned

問2 空所 [] に入る適切な1語を書きなさい。

問3 下線部を日本語に訳しなさい。

問4 【are / ... / why】内の7語を意味が通るように並べかえなさい。

問5 次の1～4の文について、本文の内容と一致するものにはT、一致しないものにはFとして、記号で答えなさい。

- Albert Einstein thought that learning about the world would lead us to know how to live better.
- Albert Einstein thought that it was important to learn from nature.
- Albert Einstein thought that knowing a fact is good, but even better is the process of learning.
- The writer thinks that Albert Einstein's words tell us about his family.

数学

[1] 以下の問に答えよ。解答にいたる過程(数式など)と結果を書くこと。

(1) 次のa), b)に答えよ。

a) $(x+y+z)\{x(x-y)+y(y-z)+z(z-x)\}$ を展開せよ。

b) $\frac{\sqrt{5^{122}}}{5^{30} \times 125^{11}}$ を計算せよ。

(2) 次のa), b)に答えよ。

a) $\log_{10} 2 = p$ とすると、 $\log_2 25$ を p で表せ。

b) $\log_{10} 2 = p$, $\log_{10} 3 = q$ とすると、 $\log_{10} 1.35$ を p, q で表せ。

(3) 次のa), b)に答えよ。

a) $2x^2 - 3xy - 2y^2 + x + 3y - 1$ を因数分解せよ。

b) a)の式を $F(x, y)$ とおく。等式

$$F(x, y) = 4$$

を満たす整数 x, y の組 (x, y) をすべて求めよ。

2 以下の間に答えよ。解答にいたる過程(数式など)と結果を書くこと。

(1) 2次不等式 $2x^2 + 3x + 1 \leq 0$ を解け。

(2) $0 \leq \theta < 2\pi$ のとき、不等式

$$2\sin^2\theta - 3\cos\theta - 3 \geq 0$$

を解け。

3 a, b を定数とする3次関数

$$f(x) = x^3 + ax + b$$

について、以下の間に答えよ。解答にいたる過程(数式など)と結果を書くこと。

(1) $y = f(x)$ のグラフが点 $P(2, 6)$ を通るとき、 b を a で表せ。

(2) (1) の点 P における接線の傾きが6であるとき、 a, b の値をそれぞれ求めよ。

(3) (2) で求めた a, b について、 $y = f(x)$ の増減と極値を調べて、グラフをかけ。

物理

問題は全部で3問である。答えに単位が必要な場合はつけること。計算の過程や補足説明なども記しておくこと。説明が答えか区別できるように答えは□で囲むこと。

I

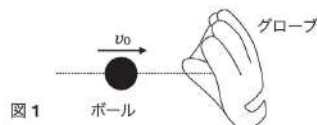


図1 ボール

上の図1のように、水平方向に速さ v_0 で移動する質量 m のボールが、質量 M のグローブと完全非弾性衝突(ボールはグローブに対して跳ね返らない)をする。ボールは質点とし、図1の矢印の向きを正とする。重力と空気抵抗は無視し、水平方向の運動のみを考える。

i) 以下の小問(1)~(3)に答えよ。

(1) グローブに衝突する前のボールの運動量 p および運動エネルギー K を示せ。

(2) ボールとグローブが一体となった直後の速さ V を求めよ。

(3) この衝突で減少したボールとグローブ全体の運動エネルギーの大きさを、 m, M, v_0 のうち必要なものを用いて示せ。

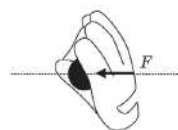


図2 ボールとグローブ

ii) 次に、ボールがグローブに衝突した瞬間から、グローブをはめた腕が上の図2のように一定の大きさの力 F をかけ続け、グローブを静止させた。衝突直後のグローブの速さは V である。以下の小問(4)~(7)に答えよ。

(4) ボールがグローブに衝突してからグローブが静止するまでに要した時間 Δt を求めよ。

(5) 前問(4)で、グローブが移動した距離 L を求めよ。

(6) グローブの移動速度の変化のようすを、解答用紙のグラフ1に描き、①とせよ。なお直線か曲線かを明確にせよ。

(7) 前問(6)について現実的な数値を当てはめて、力 F の具体的なイメージを持とう。ボールとグローブの質量をそれぞれ $150\text{g}, 570\text{g}$ 、ボールの速さを 144km/h 、グローブ(腕)の動ける距離を 30cm として、腕の出す力 F が満たすべき条件を有効数字2桁で示せ。

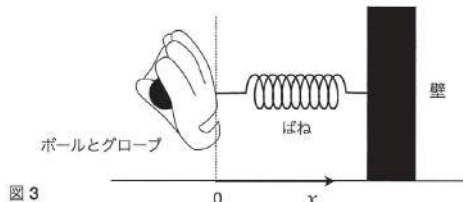


図3

iii) 今度は、上の図3のように腕ではなくばね定数 k の軽いばねでグローブを静止させた。ばねはボールの衝突前は自然長で静止していた。ボールの衝突後、グローブは小問(5)と同じ L だけ移動して静止した。このとき、ばねは縮みきつてはならず、静止後グローブを固定した。以下の小問(8)~(10)に答えよ。

(8) ばね定数 k を、 L と図2の F を用いて示せ。

(9) グローブの移動速度の変化のようすを解答用紙のグラフ1に描き、②とせよ。直線か曲線かを明確にせよ。またすでに描いてある①との相違を文章で説明せよ。説明には、②におけるボールが衝突してからグローブが静止するまでの時間の差異についての内容を含めよ。

(10) ボールの衝突後、ボールとグローブ全体が x の位置にいるときの運動エネルギーを $K(x)$ とする。 $K(x)$ を、 x の関数(ただし衝突時は $x = 0$ で、 $0 \leq x \leq L$ の範囲)としてばね定数 k および L を用いて示し、この変化のようすを解答用紙のグラフ2に描け。直線か曲線かを明確にせよ。

II



図1

我々が家庭などで使用する電力は、遠い場所にある発電所から送電線により各家庭に届けられる。送電線はなるべく送電効率の良い(電気抵抗の小さな)素材を用いるが、送電距離が大きいとその効率は無視できなくなってくる。ここでは長距離送電の際の送電効率について考えよう。上の図1のように、発電所と家々のあるまちの距離は 240km で、断面積 800mm^2 のアルミニウム製の送電線で送電している。

i) まず以下の小問(1)~(7)に答えよ。

(1) この送電線1本の電気抵抗はいくらか。アルミニウムの抵抗率 ρ を $\rho = 2.65 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ として有効数字2桁で求めよ。

(2) 前問の送電線全体の電気抵抗はいくらか。有効数字2桁で求めよ。

(3) 発電所から 200kW の電力を 5000V でまちに送電するとき、2本の送電線で生じる電圧降下はいくらか。

(4) 5000V 送電のとき、まちが使用できる電力 P はいくらか。

(5) 発電所から 200kW の電力を 50V でまちに送電するとき、2本の送電線で生じる電圧降下はいくらか。

(6) 50V 送電の送電電圧は 5000V 送電の100倍であるが、送電線が吸収し、まちで使用できない電力 p はどちらが何倍大きいのか。計算式とともに答えよ。

(7) 以上の計算をしてみると、高圧送電をする理由がわかった。また家庭用電気機器の多くは直流電気を用いるにもかかわらず、各家庭まで交流電気が送電されているが、これは変圧器で電圧を変換し、家庭の電源コンセントでは 100V になるように容易に降圧できるからである。ここで変圧器の原理を、磁束の時間変化 $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ を用いて簡潔に説明せよ。説明を補うための図などを用いてもよい。

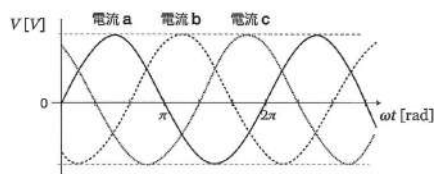


図 2

ii) 送電効率をさらに上げるために三相交流送電という方法がある。三相交流とは位相が互いに $\frac{2}{3}\pi$ [rad] ずつ異なる交流電流を流すものである。3つの電流を上図2のようにそれぞれ電流 a～c とする。以下の小問 (8), (9) に答えよ。

(8) 電圧の実効値 E の電流 a の電圧 V_a が

$$V_0 \sin \omega t \quad (\omega: \text{角速度} [\text{rad/s}], t: \text{時刻} [\text{s}])$$

であらわされると、同じく電圧の実効値 E である電流 b および電流 c の電圧 V_b, V_c を、 ω, t, π を用い、また V_0 は実効値 E を用いた数式に変換してそれぞれ示せ。

(9) 三相交流送電が高効率である理由の一つは、3つの電流 a～c の電圧の瞬時値を足し合わせると時刻によらず常に 0 [V] となることにある。電圧の瞬時値が時刻によらず常に 0 [V] となることを計算により示せ。その際、以下の三角関数の性質

$$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cos \beta \pm \cos \alpha \sin \beta$$

を用いてよい。

III

音波について以下の小問 (i)～(7) に答えよ。

i) 長さ L [m] の、両端が空いているパイプ状の円筒管の一端近くに単一の振動数の音が出せるスピーカーを設置し、そこから出す音の振動数を 40Hz から 1 Hz ずつじょじょに大きくしていったところ、100Hz になったときにはじめて共鳴が起こり、音が大きく聞こえるようになった。円筒管は内径の比較的大きなものを用いたので、開口端補正については無視することができる。

(1) スピーカーから出る音の最低振動数が 40Hz なので、これ以下で共鳴が起こるかを確かめることができない。40Hz 未満で共鳴が起こることはあるだろうか。わかりやすい説明とともに答えよ。

(2) スピーカーから出す音の振動数をさらに上げていくと、次に共鳴が起こるのは何Hzのときと予想できるか。わかりやすい説明とともに答えよ。

(3) ここで起こった共鳴とは、円筒管の中で定常波(定在波)が生じたということである。定常波の生じる条件をよまへ、音波は円筒管内をどのように進んでいるのか、わかりやすく説明せよ。

(4) 小問(i)～(3)の実験における音速 V [m/s] を、 L を用いて答えよ。

(5) 小問(i)～(3)の実験は室温 10°C の実験室で行われていた。室温を 50°C にして同じ実験をした。はじめて共鳴する振動数はどの程度変化したであろうか。あるいは不変であろうか。計算が必要ならば有効数字3桁で求め、説明とともに答えよ。

ii) 室温 10°C に戻し、円筒管のスピーカーから遠い方の端を閉じ、スピーカーから出す音を 90Hz からじょじょに上げていった。すると 100Hz では共鳴が起こらず、150Hz のときに共鳴が生じた。

(6) スピーカーから出す音の振動数をさらに上げていくと、次に共鳴が起こるのは何Hzであろうか。わかりやすい説明とともに答えよ。

(7) 前問の答えの振動数の共鳴が生じている状態を、下の図1(両向き円筒管に生じる基本振動)にならって視覚的にわかりやすい線で解答用紙の図2上に描け。また定常波の腹と節の位置を明記せよ。

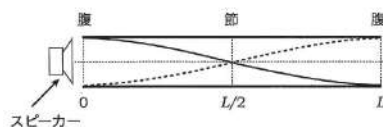


図 1

化学

[注意] 解答は、すべて解答用紙の解答欄に記入しなさい。また、計算問題の場合には、計算の過程を所定の場所に明記しなさい。

I

次の (1)～(5) により生じた気体の検出方法を選択肢 (a)～(g) から1つ選び、記号で答えよ。また、その検出方法の反応の化学反応式を書け。

- (1) 硫化鉄(II)に希硫酸を加えると気体が発生した。
- (2) 高度さらし粉に希硫酸を加えると気体が発生した。
- (3) アルミニウムに水酸化ナトリウム水溶液を加えると気体が発生した。
- (4) 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱すると気体が発生した。
- (5) 炭酸カルシウムに希硫酸を加えると気体が発生した。

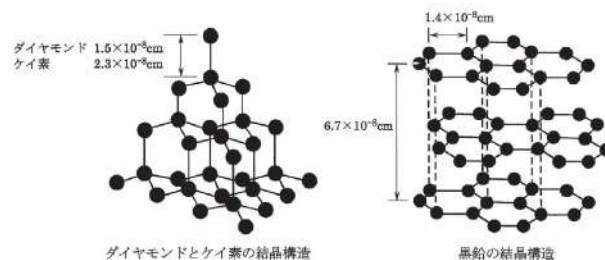
検出方法 選択肢

- (a) 酸素との燃焼により爆鳴が発生した。
- (b) 濃塩酸を近づけると白煙を生じた。
- (c) ヨウ素溶液に通すとヨウ素溶液の色が消えた。
- (d) ヨウ化カリウム水溶液に通すと水溶液が褐色になった。
- (e) 酢酸鉛(II)水溶液に通すと黒色沈殿を生じた。
- (f) 石灰水に通すと白濁した。
- (g) 空気に出すと褐色の気体になった。

II

次の文を読んで (1)～(6) に答えよ。ただし、炭素の原子量は 12.0 とする。

ダイヤモンド、黒鉛、ケイ素は、ともに共有結合の結晶の物質である。その構造は下に示した図のようになり、ダイヤモンドとケイ素は同じ結晶構造になる。



ダイヤモンドの結晶の単位格子は一辺の長さ 3.5×10^{-8} cm の立方体で、その中に 8 個の原子が含まれる。また、ダイヤモンドの密度は 3.5 g/cm^3 、ケイ素の密度は 2.3 g/cm^3 である。

- (1) 下線アについて、黒鉛のみ電気伝導性を持つ。理由を「価電子」という語句を入れて、50字以内で説明せよ。
- (2) 下線アについて、黒鉛のみ柔らかい。理由を「分子間力」という語句を入れて、50字以内で説明せよ。
- (3) ケイ素の単位格子の一辺の長さは何cmか。
- (4) 炭素原子 1 個の質量は何gか。
- (5) ケイ素原子 1 個の質量は何gか。
- (6) ケイ素の原子量はいくらか。

III

次の文を読んで(1)～(6)に答えよ。ただし、炭酸カルシウムの式量は、100.0を用いよ。

炭酸カルシウムは難溶性の塩である。水に溶けた炭酸カルシウムはほぼ完全に電離してイオンになっているとすると、沈殿が生じているときには



という平衡が成り立つ。ある温度のもとで、飽和炭酸カルシウム水溶液 1.00L中には0.82gの炭酸カルシウムが溶けていた。そこで、同一温度において、 $4.0 \times 10^{-3} \text{mol/L}$ の水酸化カルシウム水溶液と $4.0 \times 10^{-3} \text{mol/L}$ 炭酸ナトリウム水溶液を等量ずつ加える実験を行なった。

- (1) 下線アについて、このような平衡を何と呼ぶか。次から1つ選び、解答欄に書け。
電離平衡 溶解平衡 気液平衡
- (2) 下線アについて、溶解度積 K_{sp} を[] で表す濃度を用いて表せ。
- (3) 下線イについて、飽和炭酸カルシウム水溶液のモル濃度を求めよ。
- (4) 炭酸カルシウムの溶解度積 K_{sp} を求めよ。
- (5) 下線ウについて、沈殿が生じるか、生じないかを計算で示し答えよ。
- (6) 水酸化カルシウム水溶液に二酸化炭素を通じると炭酸カルシウムの沈殿が生じるが、さらに加えると沈殿が溶解する理由を70字以内で説明せよ。ただし、化学式等は1字分とする。

17

IV

化合物(1)～(6)中の下線の原子の酸化数を書き、それと同じ酸化数の原子を含む物質すべてを選択肢(A)～(T)から選び、記号で答えよ。

- (1) $\underline{\text{Al}}_2\text{O}_3$ (2) $\underline{\text{H}}\text{NO}_3$ (3) $\text{H}_2\underline{\text{S}}\text{O}_4$ (4) $\text{H}_2\underline{\text{O}}_2$ (5) $\underline{\text{O}}_2$

選択肢

- (A) 次亜塩素酸 (B) 亜塩素酸 (C) 塩素酸 (D) 過塩素酸
(E) 亜硫酸 (F) 砒化水素 (G) 二酸化砒黄 (H) 斜方砒黄
(I) リン酸 (J) 黄リン (K) シュウ酸 (L) 臭化カリウム
(M) 過マンガン酸カリウム (N) ニクロム酸カリウム (O) 塩化アンモニウム
(P) 炭酸カルシウム (Q) 二酸化マンガン (R) 硫酸鉄(III) (S) オゾン
(T) ヘリウム

18

V

次の(1)～(4)それぞれについて、(a)～(c)から正しい記述を1つ選び、記号で答え、その反応式を書け。

- (1) (a) エタノールを水酸化ナトリウム水溶液に加えるとナトリウムエトキシドが得られた。
(b) フェノールを水酸化ナトリウム水溶液に加えるとナトリウムフェノキシドが得られた。
(c) 安息香酸ナトリウムを水に入れたと安息香酸が得られた。
- (2) (a) ベンゼンに水酸化ナトリウム水溶液を加え加熱するとフェノールが得られた。
(b) ベンゼンに混酸(濃硝酸と濃硫酸の混合物)を加えるとベンゼンスルホン酸が得られた。
(c) ベンゼンに鉄粉を加え塩素を作用させるとクロロベンゼンが得られた。
- (3) (a) 酢酸を加熱すると無水酢酸が得られた。
(b) テレフタル酸を加熱すると無水フタル酸が得られた。
(c) マレイン酸を加熱すると無水マレイン酸が得られた。
- (4) (a) アニリンに酢酸を加え加熱するとアセトアニリドが得られた。
(b) アニリンの希塩酸溶液を氷冷しながら硝酸ナトリウム水溶液を加えると塩化ベンゼンジアゾニウムが得られた。
(c) アニリンとスズを濃塩酸に加えて加熱するとニトロベンゼンが得られた。

19

生 物

解答は、すべて解答用紙の解答欄に記入しなさい。

I

以下の文章を読み、問1～問8に答えなさい。

真核細胞は(a)を含む脂質の二重層からなる膜におおわれている。様々な細胞小器官も同様の膜からなり、この膜は(b)と総称される。(b)は親水性の部分と疎水性の部分を持ち、膜の厚みは約(c) nmである。この膜は溶媒と一部の溶質しか通さない(d)のような性質を持つ。

問1. (a)～(d)に入る最も適切な語を1～8より選び、数字を解答欄に記入しなさい。

- 1.酢酸 2.リン酸 3.受精膜 4.生体膜 5.半透膜
6.5 7.10 8.100

図1に真核細胞の膜の断面を示す。

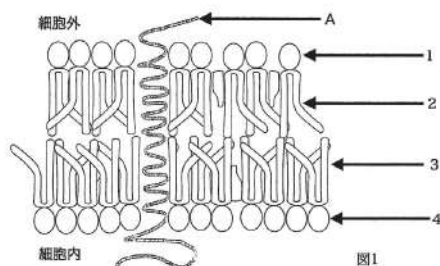


図1

問2. Aは膜内に配置され、様々な機能を持つものである。Aは何か。適切なものを1～4より選び、数字を解答欄に記入しなさい。

- 1.タンパク質 2.リン酸 3.脂肪酸 4.カルシウム

問3. 親水性の部分はどれか。図1中の1～4よりすべて選び数字を解答欄に記入しなさい。

20

問4. 細胞をおおう膜には特定の物質を選んで透過させる性質がある。この性質を何というか。適切な名称を解答欄に記入しなさい。

問5. 膜を介した濃度勾配に従って濃度が高い方から低い方へ物質が膜を通過することを何というか。適切な名称を解答欄に記入しなさい。

問6. 細胞膜に存在し、水分子だけを通過させるチャネルをなんというか。適切な名称を解答欄に記入しなさい。

問7. 膜を介した輸送にATPを必要とするのはどれか。1～3より選び、数字を解答欄に記入しなさい。

1.ポンプ 2.チャネル 3.輸送体

問8. 次の文中の(あ)～(え)に入る最も適切な語をa～hより選び、記号を解答欄に記入しなさい。

ナトリウムポンプは細胞外に(あ)個の(い)イオンを出し、細胞内に(う)個の(え)イオンを取り入れる。

a.1 b.2 c.3 d.4 e.ナトリウム
f.水素 g.カリウム h.カルシウム

II

以下の文章を読み、問1～問4に答えなさい。

細胞や細胞小器官の形を維持する繊維状の構造を(あ)という。これは大きく3種類に分けることができ、太いものから順に直径約(は)nmの(か)、直径約(こ)nmの(け)、直径約(こ)nmの(け)である。

問1. (あ)～(け)に入る最も適切な語をあ～さより選び、記号を解答欄に記入しなさい。

あ.軟骨 い.細胞骨格 う.1 え.7 お.アクチンフィラメント
か.15 き.25 こ.10 け.コラーゲン こ.中間径フィラメント
さ.微小管

問2. (こ)を構成するタンパク質は何か。適切な名称を解答欄に記入しなさい。

問3. (こ)や(け)などの繊維状タンパク質によって移動し、物質の輸送や運動に関わるタンパク質を何というか。適切な名称を解答欄に記入しなさい。

問4. (こ)によって移動するタンパク質は大きく分けて2種類存在する。そのうち、繊維状タンパク質の+端側へ移動するものは何か。また、同様に-端側へ移動するものは何か。それぞれ適切な名称を解答欄に記入しなさい。

ある種の繊維状タンパク質は、細胞接着構造にも関わっている。

問5～問6に答えなさい。

問5. 接着結合に関わる繊維状タンパク質は何か。適切な名称を解答欄に記入しなさい。

問6. デスモソーム結合に関わる繊維状タンパク質は何か。適切な名称を解答欄に記入しなさい。

III

以下の文章を読み、問1～問9に答えなさい。

一定地域に生息する同種の生物の個体の集まりを個体群という。個体群の大きさを表す方法としてa.個体群密度やb.現存量を用いる。

問1. 下線部a.個体群密度とはどのようなものか。20字以内で説明しなさい。

問2. 下線部b.現存量とはどのようなものか。20字以内で説明しなさい。

問3. 環境中の食物が少なくなると個体群内で競争が起こる。これを何というか。適切な名称を解答欄に記入しなさい。

問4. 競争によって個体群の密度が変化すると密度効果と呼ばれる現象が起こることがある。一般に密度が高くなると雌が産む子の数が減少するがそれはなぜか。30字以内で説明せよ。

問5. 低密度の環境では、密度の上昇に伴って増殖率が上昇する現象が見られる。この現象を何というか。適切な名称を解答欄に記入しなさい。

一般選抜 3期(英語) 解答例

問6. トノサマバッタなどは個体群の密度によって形態や行動が変化する。このような現象を何というか。適切な名称を解答欄に記入しなさい。

問7. 低密度で生活しているトノサマバッタに見られる個体の型を何というか。適切な名称を解答欄に記入しなさい。

問8. 高密度で生活しているトノサマバッタに見られる個体の型を何というか。適切な名称を解答欄に記入しなさい。

問9. 次のうち、高密度で生活するトノサマバッタの特徴はどれか。すべて選り数字を解答欄に記入しなさい。

1.後肢が小さい 2.体長に対してはねが長い 3.背部が大きい 4.体色が緑色

英 語 解 答 用 紙

I	1	①	d	②	b	③	d								
2	(A)	現在、こうした食べ物は様々な場所で販売されているので、人々は今日、良い食事をより取りやすくなっている。													
	(B)	ひょっとしたら自分で作る野菜はお店のものほどは見栄えがよくないかもしれないが、それらはより新鮮でおそらくは味もより美味しいでしょう。													
3	(1)	b	(2)	d	(3)	c	(4)	a	(5)	a	(6)	b	4	difference	
5	(あ)	seeds		(い)	dirt		(5)	plant		(え)	time				
6	1	T	2	F	3	T	4	F							
II	1	a	2	b	3	a	4	c	5	d	6	c			
III		(あ)		(い)		(あ)		(い)							
1	It		in		2	divided		by							
3	floor		on		4	ourselves		much							
5	give		a		6	as		as							
IV	1	(1)	c	(2)	b	(3)	d	(4)	a	(5)	b	(6)	c	2	death
3	アインシュタインは好奇心が強いだけでなく、学ぶことが大好きな人間でもあった。														
4	【 why things are the way they are 】														
5	1	T	2	T	3	T	4	F							

数学 解答例

No.1

《注意》解答にいたる過程（数式など）を含めて、解答すること。
また、問題番号 (1), (2), (3), a), b) を記入すること。

1

(1) a) $x^3 + y^3 + z^3 - 3xyz$

b) $\frac{1}{25}$

(2) a)

$$\log_2 25 = \frac{\log_{10} \left(\frac{100}{4} \right)}{\log_{10} 2}$$

$$= \frac{\log_{10} 10^2 - \log_{10} 2^2}{\log_{10} 2}$$

$$= \frac{2}{p} - 2$$

b)

$$\log_{10}(1.35) = \log_{10} \frac{135}{100}$$

$$= \log_{10}(3^3 \times 5) - 2$$

$$= 3 \log_{10} 3 + \log_{10} \frac{10}{2} - 2$$

$$= 3q - p - 1$$

(3) a) $(x-2y+1)(2x+y-1)$

b) x, y は整数であるとする、因数

$$x-2y+1=m, \quad 2x+y-1=n$$

とおくと、 m, n はそれぞれ整数である。4 の約数は $\pm 1, \pm 2, \pm 4$ であるから、次の 6 通りに場合分けされる。

1) $(m, n) = (1, 4)$ のとき

連立 1 次方程式を解くと $(x, y) = (2, 1)$ となる。これは整数であるため、適する。

2) $(m, n) = (2, 2)$ のとき

解くと $(x, y) = (7/5, 1/5)$ となる。これは整数でないため、適さない。

3) $(m, n) = (4, 1)$ のとき

解くと $(x, y) = (7/5, -4/5)$ となる。これは整数でないため、適さない。

4) $(m, n) = (-1, -4)$ のとき

解くと $(x, y) = (-8/5, 1/5)$ となる。これは整数でないため、適さない。

5) $(m, n) = (-2, -2)$ のとき

解くと $(x, y) = (-1, 1)$ となる。これは整数となり、適する。

6) $(m, n) = (-4, -1)$ のとき

解くと $(x, y) = (-1, 2)$ となる。これは整数となり、適する。

1)-6) から、求める整数の組 (x, y) は

$$(2, 1), \quad (-1, 1), \quad (-1, 2)$$

の 3 つである。

25

数学 解答例

No.2

《注意》解答にいたる過程（数式など）を含めて、解答すること。
また、問題番号 (1), (2) を記入すること。

2

(1) $(2x+1)(x+1) \leq 0$ より

$$-1 \leq x \leq -\frac{1}{2}$$

(2) $\sin^2 \theta = 1 - \cos^2 \theta$ であるから

$$2(1 - \cos^2 \theta) - 3 \cos \theta - 3 \geq 0$$

整理して

$$2 \cos^2 \theta + 3 \cos \theta + 1 \leq 0$$

となる。 $x = \cos \theta$ とおくと、 $0 \leq \theta < 2\pi$ であるから

$$-1 \leq x \leq 1$$

である。 x の不等式は (1) の結果から、この条件のもとでは

$$-1 \leq x \leq -\frac{1}{2}$$

となる。ゆえに、求める θ の範囲は

$$\frac{2}{3}\pi \leq \theta \leq \frac{4}{3}\pi$$

一般選抜 3 期（物理）解答例

数学 解答例

No.3

《注意》解答にいたる過程（数式など）を含めて、解答すること。
また、問題番号 (1), (2), (3) を記入すること。

3

(1) $f(2) = 6$ より

$$b = -2a - 2$$

(2) $f(x) = 3x^2 + a$ であり、条件から

$$f'(2) = 6 \iff 12 + a = 6$$

ゆえに、求める値の組は

$$(a, b) = (-6, 10)$$

(3) $y' = 3x^2 - 6 = 3(x + \sqrt{2})(x - \sqrt{2})$ となるから、

$$y' = 0 \iff x = \pm\sqrt{2}$$

増減表をかいて

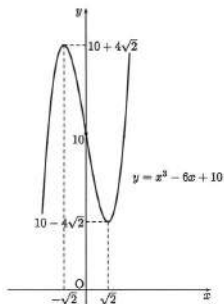
x	$\cdots$	$-\sqrt{2}$	$\cdots$	$\sqrt{2}$	$\cdots$
y'	$+$	0	$-$	0	$+$
y	$\nearrow$	極大	$\searrow$	極小	$\nearrow$

となる。また、極値は

i) $x = -\sqrt{2}$ のとき、極大値 $10 + 4\sqrt{2}$

ii) $x = \sqrt{2}$ のとき、極小値 $10 - 4\sqrt{2}$

グラフは以下の通りである。



27

物理解答用紙

No.1

答えは□で囲むこと。計算の過程や補足説明なども記しておくこと。

I

(1) $p = mv_0, \quad K = \frac{1}{2}mv_0^2$

(2) $mv_0 + M \cdot 0 = (m + M)V$

$$\therefore V = \frac{m}{m + M}v_0$$

(3) ボールとグローブ全体での運動エネルギー変化 ΔK は、

$$|\Delta K| = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(m + M)V^2$$

$$= \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(m + M) \cdot \frac{m^2}{(m + M)^2}v_0^2$$

$$= \frac{mM}{2(m + M)}v_0^2$$

(4) F は左向きにはたらくので、

$$(m + M)V - (m + M) \cdot 0 = F\Delta t$$

$$\Delta t = \frac{(m + M)V}{F}$$

(5) $\frac{1}{2}(m + M)V^2 - \frac{1}{2}(m + M) \cdot 0^2 = FL$

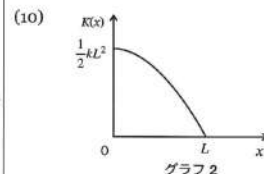
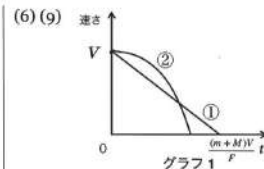
$$L = \frac{(m + M)V^2}{2F}$$

$$F = \frac{(m + M)V^2}{2L}$$

(7) $F = \frac{(0.15 + 0.57) \left(\frac{144 \times 10^3}{3600} \right)^2}{2 \times 0.30}$

$$= \frac{0.72 \times (40)^2}{0.60} = 1.92 \times 10^3$$

$$F = 1.9 \times 10^3 \text{ N}$$



(8) $FL = \frac{1}{2}kL^2 \quad \therefore k = \frac{2F}{L}$

(9) 短い $v-t$ グラフの面積は移動距離を示し、グラフ 1 のとおりこの面積が①と②で等しくなるためには、②の静止までの時間は短くなくてはならない。

(10) $K(x) + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kL^2$

$$\therefore K(x) = \frac{1}{2}k(L^2 - x^2)$$

28

一般選抜 3期 (物理) 解答例

物理解答用紙

No. 2

答えは□で囲むこと。計算の過程や補足説明なども記しておくこと。

II

- (1) $R = \rho \frac{L}{S}$ より,
 $= 2.65 \times 10^{-8} \times \frac{2.4 \times 10^5}{8.0 \times 10^{-4}}$
 $= 8.0 \Omega$
- (2) 抵抗である送電線は直列接続なので,
 $8.0 \times 2 = 16 \Omega$
- (3) 電流を I とすると,
 $2.0 \times 10^5 [W] = I \times 5000 [V]$
 $I = 40 [A]$
- 2本の送電線にかかる電圧 V は,
 $V = IR$ より, $40 \times 16 = 640 [V]$
 したがってまちの電圧降下分は, $640 [V]$
- (4) 送電線の吸収する電力を P' とすると,
 $P' = I^2 R = 40^2 \times 16 = 25600$
 $\therefore P = 2.0 \times 10^5 - 25600 = 174400 [W]$
 $P = 1.8 \times 10^5 [W]$
- (5) 電流を I' とすると,
 $2.0 \times 10^5 [W] = I' \times 5.0 \times 10^5 [V]$
 $I' = 0.4 [A]$
 $0.4 \times 16 = 6.4 [V]$
- (6) $p = I^2 R = (0.4)^2 \times 16 = 2.56 [W]$
 50万V 送電のときに送電線が吸収する電力は 2.56 W, いっぽう 5000V 送電のときは 25600W であり, 送電線が吸収してしまう電力は 5000V 送電の方が 10000 倍大きい。

- (7) 変圧器は鉄芯とそれに巻かれたコイルに起こる電磁誘導を利用している。コイルの巻き数を N とし, 電圧 V は
 $V = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$
 で示されるので, つまり電圧と巻き数は比例し, 100 巻コイルから 200 巻コイルに送電されると電圧が 2 倍になる。いっぽう電流は 1/2 となり, 電力は保存される。
- (8) $V_b = \sqrt{2}E \sin \left(\omega t - \frac{2}{3}\pi \right)$
 $V_c = \sqrt{2}E \sin \left(\omega t - \frac{4}{3}\pi \right)$
- (9) $V_a + V_b + V_c =$
 $\sqrt{2}E \sin \omega t + \sqrt{2}E \sin \left(\omega t - \frac{2}{3}\pi \right) + \sqrt{2}E \sin \left(\omega t - \frac{4}{3}\pi \right)$
 $= \sqrt{2}E \sin \omega t$
 $+ \sqrt{2}E \left(\sin \omega t \cos \frac{2}{3}\pi - \cos \omega t \sin \frac{2}{3}\pi \right)$
 $+ \sqrt{2}E \left(\sin \omega t \cos \frac{4}{3}\pi - \cos \omega t \sin \frac{4}{3}\pi \right)$
 $= \sqrt{2}E \sin \omega t$
 $+ \sqrt{2}E \left(-\frac{1}{2} \sin \omega t - \frac{\sqrt{3}}{2} \cos \omega t \right)$
 $+ \sqrt{2}E \left(-\frac{1}{2} \sin \omega t + \frac{\sqrt{3}}{2} \cos \omega t \right)$
 $= 0$

一般選抜 3期 (化学) 解答例

化学解答用紙

No. 1

I

検出方法	検出方法の化学反応式
1 e	$H_2S + (CH_3COO)_2Pb \rightarrow PbS + 2CH_3COOH$
2 d	$Cl_2 + 2KI \rightarrow I_2 + 2KCl$
3 a	$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$
4 b	$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$
5 f	$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$

II

1 黒鉛は各炭素原子の4個の価電子のうち3個を用いて共有結合を作り, 残り1個は平面全体で共有されるから。	
2 黒鉛は正六角形の平面構造が強い分子間力で積み重なる構造なので, 平面どうしははがれやすいから。	
3 $5.4 \times 10^{-8} \text{ cm}$ 計算の過程 $\frac{3.6 \times 10^{-6} (\text{cm}) \times \frac{2.3 \times 10^{-6} (\text{cm})}{1.6 \times 10^{-6} (\text{cm})}}{8}$ $= 5.4 \times 10^{-8} (\text{cm})$	4 $1.9 \times 10^{-23} \text{ g}$ 計算の過程 $\frac{(3.6 \times 10^{-6} (\text{cm})^3 \times 3.6 (\text{g/cm}^3))}{8}$ $= 1.88 \times 10^{-23} = 1.9 \times 10^{-23} (\text{g})$
5 $4.5 \times 10^{-23} \text{ g}$ 計算の過程 $\frac{(5.4 \times 10^{-6} (\text{cm})^3 \times 2.3 (\text{g/cm}^3))}{8}$ $= 4.52 \times 10^{-23} = 4.5 \times 10^{-23} (\text{g})$	6 28 計算の過程 $\frac{12.0 \times \frac{4.5 \times 10^{-23} (\text{g})}{1.9 \times 10^{-23} (\text{g})}}{8} = 28.4 = 28$

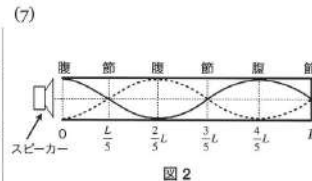
物理解答用紙

No. 3

答えは□で囲むこと。計算の過程や補足説明なども記しておくこと。

III

- (1) 両開き円筒管では, 基本振動とその整数倍振動において共鳴が起こる。ここでは, 40Hz から 100Hz までは共鳴が起こっていないので, 100Hz が基本振動である。もし 100 Hz が 2 倍振動であれば, 50Hz で共鳴が起こり, 3 倍振動以上では 50-100Hz の間に1つ以上共鳴する振動数がある。よって 40Hz 未満で共鳴は起こらない。
- (2) 100Hz が基本振動なので, その次の共鳴は2倍振動の 200Hz と予想できる。
- (3) 定常波は, 2つの進行波の, 振幅, 振動数(周期), 波長および進行速度が等しく, 進行方向が逆であるときに生じる。よって片開き円筒管内では, スピーカーから出た音波と, これがスピーカーから遠い側の開口端での反射波である音波が存在している。
- (4) 基本振動の100Hz のときを考える。両開き円筒管の基本振動の共鳴波長を λ とすると, λ は管長の2倍で, ここで $\lambda = 2L [m]$ である。したがって,
 $V = f\lambda$
 より,
 $V = 100 [s^{-1}] \times 2 L [m]$
 $\therefore V = 200 L [m/s]$
- (5) 大気中の音速 V と気温 $t [^{\circ}C]$ の間には,
 $V = 331.5 + 0.6 t$
 という関係が近似的に成り立つ。よって気温 $10^{\circ}C$ のときの音速 V_{10} は,
 $V_{10} = 331.5 + 0.6 \times 10$
 $= 337.5 \text{ m/s}$ 程度,
 また気温 $50^{\circ}C$ のときの音速 V_{50} は,
 $V_{50} = 361.5 \text{ m/s}$ 程度である。
 つまり気温 $50^{\circ}C$ での音速は, $10^{\circ}C$ のときの 1.07 倍なので,
 $V = f\lambda$
 より, 波長は一定なので, 振動数も 100Hz の 1.07 倍, つまり 107Hz となる。
- (6) 両開き円筒管の基本振動の波長が $2L$ であるならば, 管長 L の片開き円筒管の基本振動数は 50Hz であり, 150Hz は 3 倍振動ということになる。片開き円筒管に生じる共鳴は奇数倍振動のみなので, 150Hz の次は 5 倍振動の 250Hz である。



化学解答用紙

No. 2

III

1 溶解平衡	2 $[Ca^{2+}][CO_3^{2-}]$	
3 $8.2 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$	4 $6.7 \times 10^{-5} (\text{mol/L})^2$	5 沈殿は生じない。
計算の過程 $\frac{0.82 (\text{g})}{160 (\text{g/mol}) \times 100 (\text{L})}$ $= 8.2 \times 10^{-3} (\text{mol/L})$	計算の過程 $(8.2 \times 10^{-3} (\text{mol/L}))^2$ $= 6.7 \times 10^{-5} (\text{mol/L})^2$	計算・説明 $[Ca^{2+}] = [CO_3^{2-}] = 4.0 \times 10^{-3} \times \frac{1}{2} = 2.0 \times 10^{-3} (\text{mol/L})$ $[Ca^{2+}][CO_3^{2-}] = (2.0 \times 10^{-3} (\text{mol/L}))^2 = 4.0 \times 10^{-6} (\text{mol/L})^2$ $K_{sp} = 6.7 \times 10^{-5} (\text{mol/L})^2 > 4.0 \times 10^{-6} (\text{mol/L})^2$ より沈殿しない。
6 CO_3^{2-} の増加により, $[Ca^{2+}][CO_3^{2-}]$ の値が K_{sp} より大きくなり沈殿を生じ, さらに CO_2 を加えると $Ca(HCO_3)_2$ となり可溶性になるから。		

IV

酸化数	同じ酸化数を含む物質	酸化数	同じ酸化数を含む物質
1 +3	B K R	2 +5	C I
3 +6	N R	4 -1	L O
5 0	H J S T		

V

記号	反応式
1 b	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2\text{O}$
2 c	$\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} + \text{HCl}$
3 e	$\text{H}_2\text{C}=\text{C}(\text{COOH})_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{C}=\text{C}(\text{COO})_2 + \text{H}_2\text{O}$
4 a	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{CH}_3\text{COOH} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NHCOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

生 物 解 答 用 紙

I

問1	(a)	2	(b)	4	(c)	7	(d)	5	
問2	タンパク質								
問3	1,4								
問4	選択的透過性								
問5	受動輸送								
問6	アクアポリン								
問7	1								
問8	あ	c	い	e	う	b	え	g	

II

問1	(a)	い	(b)	き	(c)	さ	(d)	お	(e)	こ	(f)	え	(g)	く	
問2	チューブリン														
問3	モータータンパク質														
問4	+ 端側へ移動するもの：				キネシン										
	- 端側へ移動するもの：				ダイニン										
問5	アクチン														
問6	中間径フィラメント														

III

問1	一定面積などの一定空間あたりの個体数。																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							</
----	---------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----