

入学試験問題集

令和4年度

金沢工業大学

令和4年度 入学試験問題

■一般試験A（1日目）

【1時限】

数学 1

【2時限】

外国語（英語） 5

【3時限】

物理 15

化学 27

生物 41

国語 ※「国語」の問題は、著作権の関係により掲載しておりません。

■一般試験A（2日目）

【1時限】

数学 58

【2時限】

外国語（英語） 62

【3時限】

物理 72

化学 82

生物 96

国語 ※「国語」の問題は、著作権の関係により掲載しておりません。

■一般試験B

【1時限】

数学 112

【2時限】

外国語（英語） 116

【3時限】

物理 122

化学 126

国語 ※「国語」の問題は、著作権の関係により掲載しておりません。

一般試験A(1日目)

1時間 数学

注意：問題1 (1) から (3) の解答は [数学No. 1]—第1面の「1」の解答マーク欄を使用してください。

問題1

(1) $x = 1 + \sqrt{2}i, y = 1 - \sqrt{2}i$ のとき, $x^4 - x^2y^2 + y^4 = \boxed{\text{アイウ}}$ である。

ただし, i は虚数単位とする。

(2) 不等式 $3 \cdot 9^{x-1} - 28 \cdot 3^{x-2} + 1 < 0$ の解は $\boxed{\text{エオ}} < x < \boxed{\text{カ}}$ である。

(3) 関数 $f(x) = 2x^3 - 3x^2 - 12x + 2$ は, $x = \boxed{\text{キク}}$ のとき極大値 $\boxed{\text{ケ}}$ をとり, $x = \boxed{\text{コ}}$ のとき極小値 $\boxed{\text{サシス}}$ をとる。

([数学No. 1]—第1面の「1」の解答マーク欄で使用する欄は ス までです。)

注意：問題1（4）から（6）の解答は〔数学No.1〕－第1面の「2」の解答マーク欄を使用してください。

(4) 3個のさいころを同時に投げるととき、3個のさいころの出る目の

最小値が4になる確率は $\frac{\boxed{\text{アイ}}}{\boxed{\text{ウエオ}}}$ である。

(5) t を実数とする。2つのベクトル $\vec{a} = (10, 5)$, $\vec{b} = (1, 2)$ に対して、

$|\vec{a} + t\vec{b}|$ が最小となるのは $t = \boxed{\text{カキ}}$ のときであり、その最小値は $\boxed{\text{ク}}\sqrt{\boxed{\text{ケ}}}$ である。

(6) $\int_0^4 |x^2 - 2| dx = \frac{\boxed{\text{コサ}} + \boxed{\text{シ}}\sqrt{\boxed{\text{ス}}}}{\boxed{\text{セ}}}$ である。

(〔数学No.1〕－第1面の「2」の解答マーク欄で使用する欄はセまでです。)

注意：問題2と問題3の解答は〔数学No.1〕－第2面の「3」の解答マーク欄を使用してください。

問題2 100以下の自然数のうち、正の約数がちょうど6個のものを考える。

(1) 正の約数がちょうど6個である自然数は、異なる素数 p, q を用いて $p^{\boxed{ア}},$
あるいは、 $p^{\boxed{イ}} \cdot q$ とおくことができる。

(2) (1)において、 $p^{\boxed{ア}}$ の形をした100以下の自然数は $\boxed{ウ}$ 個ある。

(3) (1)において、 $p^{\boxed{イ}} \cdot q$ の形をした100以下の自然数は $\boxed{エオ}$ 個ある。

問題3 数列 $\{a_n\}$ は $a_1 = 2, a_{n+1} = a_n + 3$ ($n = 1, 2, 3, \dots$) を満たしており、

数列 $\{b_n\}$ は $b_1 = 2, b_{n+1} = 2b_n$ ($n = 1, 2, 3, \dots$) を満たしている。

(1) 数列 $\{a_n\}$ の一般項は $a_n = \boxed{カ} n - \boxed{キ}$ である。

(2) 数列 $\{b_n\}$ の一般項は $b_n = \boxed{ク}^n$ である。

(3) $\sum_{k=1}^n a_k b_k = (\boxed{ケ} n - \boxed{コ}) \cdot \boxed{サ}^{n+1} + \boxed{シ}$ である。

(〔数学No.1〕－第2面の「3」の解答マーク欄で使用する欄は シ までです。)

注意：問題4の解答は〔数学No.1〕－第2面の「4」の解答マーク欄を使用してください。

問題4 関数 $f(x) = \sqrt{2}(\sin x - \cos x) - 2 \sin x \cos x + 5$ ($0 \leq x < 2\pi$)について、

(1) $t = \sin x - \cos x$ とおくとき、 t のとり得る値の範囲は

$$-\sqrt{\boxed{\text{ア}}} \leq t \leq \sqrt{\boxed{\text{イ}}} \text{ である。}$$

(2) 関数 $f(x)$ を t を用いて表すと、 $f(x) = t^2 + \sqrt{\boxed{\text{ウ}}} t + \boxed{\text{エ}}$ である。

(3) $f(x)$ は $x = \frac{\boxed{\text{オ}}}{\boxed{\text{カ}}} \pi$ のとき最大値 $\boxed{\text{キ}}$ をとり、

$x = \frac{\pi}{\boxed{\text{クケ}}}, \frac{\boxed{\text{コサ}}}{\boxed{\text{シス}}} \pi$ のとき最小値 $\frac{\boxed{\text{セ}}}{\boxed{\text{ソ}}}$ をとる。

(〔数学No.1〕－第2面の「4」の解答マーク欄で使用する欄は ソ までです。)

(以上、問題終了)

一般試験A(1日目)

2時間 外国語(英語)

I. 次の(ア)～(コ)の下線の部分に入る語句として、最も適切なものを選択肢から選びなさい。

(ア) Because of the construction work, it _____ quite noisy last night.

1. been
2. has been
3. was
4. were

(イ) I am very sorry to have _____ you waiting so long.

1. keep
2. keeping
3. keeps
4. kept

(ウ) If you have a problem, you should ask _____ help from your classmate.

1. at
2. for
3. in
4. on

(エ) The sun _____ appeared from behind the mountain.

1. slow
2. slower
3. slowest
4. slowly

(オ) A: Jane, do you have your coat?

B: Yes, and Emily has _____ too.

1. her
2. hers
3. she
4. she's

(力) The managers all agreed _____ hire three new employees this year.

1. about
2. if
3. to
4. when

(キ) Tom _____ misses any tricks when he is snowboarding.

1. ever
2. hardly
3. not
4. very

(ク) Jim didn't participate in the project, and _____ did I.

1. as
2. either
3. neither
4. so

(ケ) The more you practice, _____ you get.

1. best
2. better
3. the best
4. the better

(コ) A: How often does Alice go to the gym?

B: _____ other day.

1. All
2. Any
3. Every
4. Some

II. A 次の(ア)～(オ)に入る文として、最も適切なものを選択肢から選びなさい。選択肢は、一回しか使えません。

- A: Hi, John. What's wrong? (_____ア_____)
- B: I couldn't fasten the button on my jeans this morning. (_____イ_____)
- A: Oh dear! You might need to go on a diet. Have you heard of the soup diet?
- B: No. What's that?
- A: You eat a special soup for every meal for one week. But that's not all.
(_____ウ_____)
- B: No bread or meat? That seems tough. Wouldn't I feel hungry all the time?
- A: A little, but it's not that bad. Of course, you should do some exercise as well.
- B: Really? What should I do? I'm not good at sports.
- A: You don't have to be good at sports. You only need to do about 30 minutes of exercise a few times a week. (_____エ_____) Those are my favorites, anyway.
- B: I don't know. That might be too difficult for me.
- A: Don't worry! (_____オ_____) If you join the sports club I go to, we can exercise together.
- B: OK, I'll think about it.

[選択肢]

1. Do you eat meat?
2. Does this website have a lot of healthy recipes?
3. I seem to have gained a lot of weight!
4. I'll do it with you.
5. It's not my fault if I did.
6. You can also have certain fruits or vegetables each day.
7. You could try jogging, cycling, or swimming.
8. You look a little upset.

II. B 次の(カ)～(コ)に入る文として、最も適切なものを選択肢から選びなさい。選択肢は、一回しか使えません。

- A: I'm bored. I've been listening to an audiobook, but I finished it today. Now I don't have anything to listen to.
- B: Have you tried listening to podcasts?
- A: Podcasts? (_____カ_____) What are they?
- B: They're like radio programs on the internet. There are lots of them. You can use an application on your smartphone to listen to them. (_____キ_____)
- A: What kind of categories are there?
- B: All sorts—comedy, interviews, documentaries, travel, mystery, cooking . . .
- A: Wow, there are a lot of options. (_____ク_____)
- B: That depends. What are you interested in?
- A: I really enjoy comedy.
- B: OK, then I recommend *The Witty Hill*. The host interviews various celebrities. It's really funny and entertaining.
- A: Hmm . . . I don't really care about celebrities.
- B: Well, the people he interviews are mostly musicians or actors.
(_____ケ_____)
- A: All right, I might like hearing about them.
- B: Great. (_____コ_____)
- A: OK, I'll do that. Thanks for the advice!

[選択肢]

1. I can probably fix it.
2. Is there anything you recommend?
3. It's a really good book.
4. Let me know what you think after listening to it.
5. No, I've never listened to one before.
6. They usually have interesting lives.
7. Yes, if you want to.
8. You just search by category and download one that interests you.

III. 次の英文は「電球の寿命」について述べたものです。 (ア) ~ (コ) に入る最も適切なものを選択肢から選びなさい。

Modern LED light bulbs last a very, very long time. A common LED light bulb that you might use in your home can produce light for 50,000 to 100,000 hours, meaning that one of these bulbs could (ア) up your room for a decade or two.

Electric lights have not always lasted as long as they do today, however. In fact, there was a time in the history of electric lighting when companies actually tried to shorten the life of their light bulbs. To understand the (イ) they did this, it is helpful to know how light bulb technology first developed.

In the mid-1800s, a new lighting technology for home use was created. It was known as the “incandescent” light bulb, and it can still be (ウ) today. Incandescent bulbs work by running electricity through a filament—a small piece of material inside the bulb that heats up and emits light. In the beginning, these lights (エ) lasted a few hours.

Over the next several years, lighting technology progressed (オ). Various metal filaments were used, electrical connections were improved, and a higher vacuum was achieved inside the bulbs. By the early 1920s, innovations like these meant that the regular light bulbs used in the home lasted 1,750 hours on average.

This created a problem for light bulb companies, however. As light bulbs began lasting longer, people did not need to buy new ones as often. As a result, manufacturers could not sell as many light bulbs, and their profits decreased.

In 1924, major light bulb manufacturers (カ) the United States, the United Kingdom, Germany, the Netherlands, and Japan formed a group known as the Phoebus Cartel in order to take control of the situation. The companies in the Phoebus Cartel decided to gradually decrease the lifespan of light bulbs to 1,000 hours so that customers would have to buy them more often. The engineers who had worked for years to create better, longer-lasting light bulbs were now given a (キ) task: to make the product worse.

To ensure that all its members followed the plan, the Phoebus Cartel routinely tested each company's light bulbs. Any company that produced light bulbs that lasted too long was punished with a fine. By 1934, the average light bulb lifespan had decreased to 1,250 hours, and light bulb sales increased by 25% as a result. As the group pursued its (ク) of a 1,000-hour light bulb, average light bulb lifespans continued decreasing for several more years.

Before reaching its goal, however, war disrupted the influence of the Phoebus Cartel. World War II began in 1939, and this made it (ケ) for light bulb manufacturers in some of the countries to work together to control the product. By the 1940s, the Phoebus Cartel had dissolved.

Light bulb technology began improving after this, eventually resulting in the (コ) long-lasting and efficient LED bulbs of today. Without the limits imposed by groups like the Phoebus Cartel, the world will likely continue developing better, stronger, more energy-efficient electric lighting for years to come.

- (ア) 1. brighten 2. rely 3. security
 4. spend 5. transparent
- (イ) 1. admit 2. emergency 3. reason
 4. thoughtful 5. variety
- (ウ) 1. generally 2. occupation 3. purchased
 4. remove 5. user
- (エ) 1. by 2. cause 3. false
 4. only 5. potential
- (オ) 1. exhibition 2. full 3. qualify
 4. rapidly 5. until
- (カ) 1. decides 2. from 3. oppose
 4. since 5. together
- (キ) 1. dispute 2. fairly 3. new
 4. policies 5. troubles
- (ク) 1. certain 2. powerful 3. reviewer
 4. target 5. unlimited
- (ケ) 1. difficult 2. leading 3. protected
 4. transition 5. very
- (コ) 1. after 2. environment 3. extremely
 4. increase 5. wonder

IV. 次の（ア）～（オ）のそれぞれの日本文の意味を表す英文になるように、各英文の空欄に語または句を最も適切な順番に並べた場合、3番目にくるものの番号を選びなさい。ただし、文頭にくるものも小文字で書いてあります。また、必要なコンマが省略されている場合もあります。〔解答欄のカ～コは使用しません。〕

(ア) 一週間もたってはじめてその悲しい知らせを聞いた。

It was only after _____ the sad news.

- | | | |
|---------|----------|------|
| 1. a | 2. heard | 3. I |
| 4. that | 5. week | |

(イ) ク里斯は細かい点まで覚える驚くべき能力がある。

Chris _____ details.

- | | | |
|------------|----------------|----------------|
| 1. ability | 2. an | 3. astonishing |
| 4. has | 5. to memorize | |

(ウ) バンドがステージに上がるのを見て、観客は歓声をあげた。

_____ the stage, the audience began to cheer.

- | | | |
|---------|---------|-----------|
| 1. band | 2. onto | 3. seeing |
| 4. the | 5. walk | |

(エ) 床中にパズルのかけらが散らばっていた。

There were _____ the floor.

- | | | |
|-----------|---------------|---------|
| 1. all | 2. of | 3. over |
| 4. pieces | 5. the puzzle | |

(オ) あなたのアドバイスが私の人生にどんな変化をもたらしたことか！

_____ made in my life!

- | | | |
|---------|----------------|--------|
| 1. a | 2. difference | 3. has |
| 4. what | 5. your advice | |

V. 次の（ア）～（オ）の下線部分①～④で、各文脈に合わないものを一つずつ選びなさい。[解答欄のカ～コは使用しません。]

- (ア) Burgoo is a type of stew that is popular in the southern region of the United States. Generally, burgoo is made with a ① variety of vegetables and a meat such as pork, chicken, or mutton. The stew is known for its rich, barbecue flavor and its thickness. It is said that burgoo should be thick ② enough for a spoon to stand up in it without falling over. The recipe for burgoo is flexible, so barbecue restaurants typically ③ create their own. Most versions of burgoo feature tomatoes, corn, onions, and one of the ④ beans mentioned above, but some creative chefs have included ingredients such as okra, turnips, and even rabbit. No matter how it's made, though, burgoo is a delicious, satisfying stew.
- (イ) Vikings are a well-known part of popular culture these days. They lived around 1,000 years ago and were originally from the countries now known as Denmark, Norway, and Sweden. They are known to have traveled far and wide, settling throughout Europe and other parts of the world. Vikings are ① believed to have attacked settlements and stolen the belongings of people who lived there. However, it is difficult to know how true these stories actually are because historians rely on archaeological evidence and the ② ancient stories told by the Vikings themselves to understand their lives at that time. What is ③ certain is that they were skilled sailors and craftsmen who had a huge influence on the world. The Vikings' fascinating ④ country is still talked about today, with television programs and movies often made about it.

(ウ) The tiny-house trend is an architectural and social movement that encourages people to live in small homes. According to the International Residential Code, a residence can be ① categorized as a “tiny” home if it has a maximum floor area of 37 square meters. Tiny houses gained attention in the United States in the early 2000s when the global ② economy was weak and many people needed cheaper homes. Since then, tiny homes have become fashionable, and their ③ size has increased around the world. Japanese retail company MUJI even started selling its own tiny house. It is named the MUJI Hut, and it has a floor area of just 12.2 square meters, including a porch. Some of the good points of tiny houses are that they are less expensive than ④ traditional homes, they focus on efficient designs, and they have less of a negative impact on the environment.

(エ) A goldfish can grow as large as its environment allows it to. If it is kept in a small aquarium, like in someone’s home, it will ① remain small. However, if an owner decides to release a pet goldfish into a pond or a lake, the normally small creature can grow to become quite ② fast. One fisherman in the United States, for example, unexpectedly caught a four-kilogram goldfish. Goldfish are tough animals that can adapt to their environments very well. They can live in water with low oxygen content and even ③ survive under ice. Unfortunately, goldfish are an invasive species that can disrupt native ecosystems in natural bodies of water. They can also contribute to poor water quality. Officials in areas where these giant goldfish have been found are calling for owners to seek out responsible friends or neighbors to care for their ④ unwanted pets rather than letting them go into the wild.

(才) Sending humans into space presents many challenges. In the early 1960s, NASA and its astronauts faced the unique ① problem of writing in a zero-gravity environment. Regular ballpoint pens rely on gravity to allow ink to flow out of the pen and onto the page, making them useless in space. Initially, astronauts used pencils. However, there were ② concerns about broken pieces of lead and pencil shavings getting into and damaging vital electronic equipment inside the spacecraft. Paul Fisher, an entrepreneur and private businessperson, took it upon himself to develop a ③ cleaning tool that could be used in zero gravity. In 1965, he patented the Fisher Space Pen, which uses a specially pressurized ink cartridge to force ink out of the pen whenever it is in ④ use, allowing it to write at any angle. The Fisher Space Pen was so effective that it has gone on to be used on many space missions.

[以上、試験問題終了]

一般試験A(1日目)

3時間 物理

物理 I

次の [ア] ~ [エ] , [ス] ~ [テ] に下の解答群から最も適する答えを選んで、その番号を入れよ。また、[オ] ~ [シ] に適する数字を入れよ。ただし、[オ] には適する 0 以外の数字を入れよ。

1. 図 1 のように、床と壁に接するように実験装置を固定する。実験装置上面は水平で、点 A と点 B の間（以下、区間 AB）を除きなめらかである。点 C の鉛直上方に点 O をとる。図 1 の点 C より右側は、その点 O を中心とする半径 r [m] の円弧となるような面である。A, B, C, O は鉛直な同一平面内にある。さらに、ばね定数 k [N/m] の軽いばねの一端を、ばねが水平になるように壁へ取り付ける。その後、質量 m [kg] の小球をばねの他端に取り付けた軽い板に接するように置く。このとき、ばねは自然長であった。区間 AB における小球と床の間の動摩擦係数を μ' 、重力加速度の大きさを g [m/s²] とし、小球の運動を考察する。ただし、空気抵抗は無視でき、小球は A, B, C, O を含む鉛直面内を運動する。

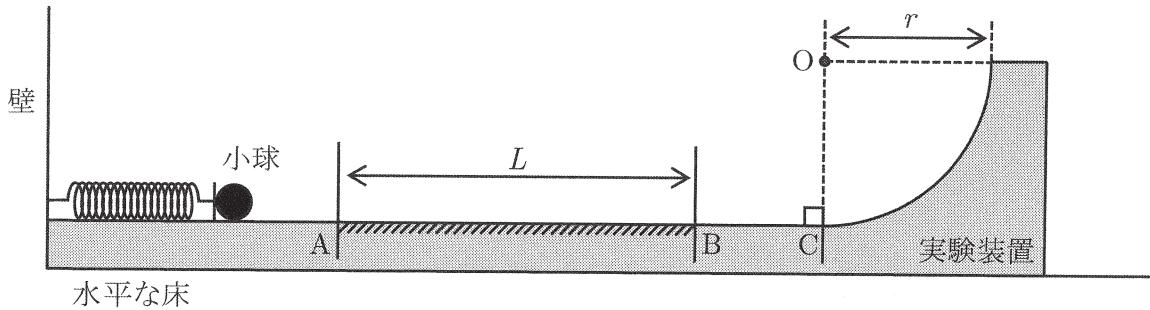


図 1

小球を壁の方向へ水平に押し、ばねが自然長から a [m] だけ縮んだところで静止させた。ばねの自然長の状態をばねの弾性力による位置エネルギーの基準とすると、ばねを a [m] 縮めたときの弾性力による位置エネルギーは [ア] [J] である。

小球を静かに放したところ、小球は運動をはじめ、ばねが自然長になった瞬間、小球がばねから離れた。この瞬間の小球の速さは $V_0 =$ [イ] [m/s] である。

(計算用余白)

ばねから小球が離れた後、小球は実験装置上面を等速直線運動し、点 A を通過した。区間 AB を運動する間、小球は実験装置上面から大きさ $\boxed{\text{ウ}}$ [N] の動摩擦力を受ける。区間 AB の長さを L [m] とし、点 B を通過した直後の小球の速さを V_1 [m/s] とすると $V_1 = \boxed{\text{エ}}$ [m/s] である。

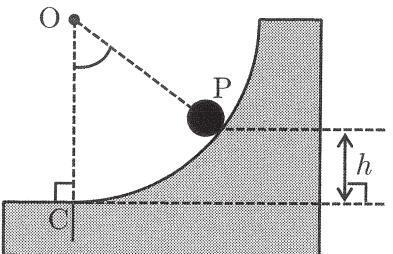


図 2

小球が点 C を速さ V_1 [m/s] で通過した後、小球は図 2 に示すように、円弧に沿って運動し、点 C よりも h [m] だけ高い位置で一瞬静止した。この位置を点 P とする。小球が点 P にあるとき、 $\cos(\angle COP) = 0.600$ であった。

$$r = 6.25 \times 10^{-2} \text{ m}, \quad g = 9.80 \text{ m/s}^2 \text{ であるとき, } h = \boxed{\text{オ}} \cdot \boxed{\text{カ}} \boxed{\text{キ}} \times 10^{-\boxed{\text{ク}}} \text{ m で}$$

あり、 $V_1 = \boxed{\text{ケ}} \cdot \boxed{\text{コ}} \boxed{\text{サ}} \boxed{\text{シ}}$ m/s である。

ア の 解答群	(0) ka^2	(1) $-ka^2$	(2) $\frac{1}{2}ka^2$
	(3) $-\frac{1}{2}ka^2$	(4) mga	(5) $-mga$

イ の 解答群	(0) $a\sqrt{\frac{2k}{m}}$	(1) $a\sqrt{\frac{k}{m}}$	(2) \sqrt{ag}

ウ の 解答群	(0) $\mu' mg$	(1) $\mu' g$	(2) $\mu' m$	(3) mg

エ の 解答群	(0) V_0	(1) $\sqrt{V_0^2 + \mu' gL}$	(2) $\sqrt{V_0^2 - \mu' gL}$
	(3) $\sqrt{V_0^2 + 2\mu' gL}$	(4) $\sqrt{V_0^2 - 2\mu' gL}$	(5) $\frac{1}{2}V_0$

(計算用余白)

(次ページに続く)

2. 図3のように、プールの水面から上方の点Aに、軽くて伸び縮みしない長さL[m]の綱の一端が固定されている。プールサイドには水面から高さH[m]の台がある。その台の端の点Pにいる質量m[kg]の人Mが、綱の他端につかまって、下方の水面へ向かって点Pから離れたところ、初速0m/sで点Aを中心とする半径L[m]の円運動をした。Mは、円運動の最下点Qを通過した後、水面から高さh[m]の点Rで綱を放すと、点Rから初速v[m/s]で放物運動をし、水面に落下した。 $\angle QAR$ を $\theta[^\circ]$ とする。点Aから点Pまでの距離をL[m]とし、Mは大きさが無視でき、点A, P, Q, Rは鉛直な同一平面内にあるものとする。また、空気の影響は無視できるものとし、重力加速度の大きさを $g[m/s^2]$ とする。

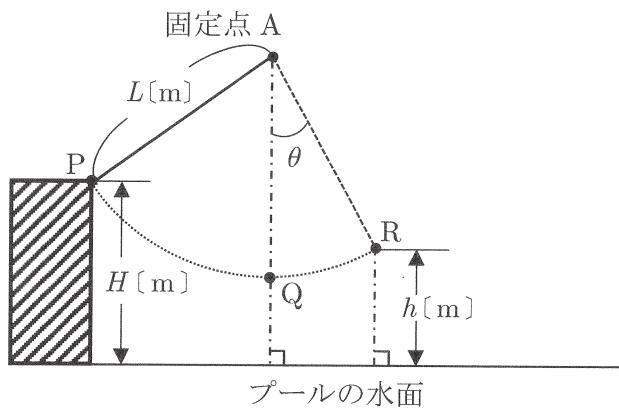


図3

点Rを基準とすると、点PでのMの重力による位置エネルギーは ス [J] である。

ス の 解答群	(0) mgH	(1) mgh	(2) $mg(H + h)$	(3) $mg(H - h)$
------------	-----------	-----------	-----------------	-----------------

点RでのMの運動エネルギーは セ [J] である。

セ の 解答群	(0) mv	(1) $m v^2$	(2) $\frac{1}{2} m v^2$	(3) $2 m v^2$
------------	----------	-------------	-------------------------	---------------

点RでのMの速度の大きさは $v = \boxed{\text{ソ}}$ [m/s]、向きは タ の向きである。

ソ の 解答群	(0) \sqrt{gH}	(1) $\sqrt{2gH}$	(2) $\sqrt{g(H - h)}$	(3) $\sqrt{2g(H - h)}$
------------	-----------------	------------------	-----------------------	------------------------

点 P から点 R までの M の運動は等速円運動ではないが、瞬間的には、点 R で等速円運動とみなせる。点 R で M が綱を放す直前の、M の円運動の AR 方向の加速度の大きさは チ [m/s²]、向きは ツ の向きである。

 タ、ツの 解答群	(0) (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)	チ の 解答群	(0) Lv^2 (1) $\frac{L}{v^2}$ (2) $\frac{v^2}{L}$ (3) Lv (4) $\frac{L}{v}$ (5) $\frac{v}{L}$
-----------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

点 R で綱を放す直前の、綱の張力の大きさは テ [N] である。

テ の 解答群	(0) $mLv^2 - mg \sin \theta$ (1) $mLv^2 - mg \cos \theta$ (2) $mLv^2 + mg \cos \theta$ (3) $m \frac{v^2}{L} - mg \sin \theta$ (4) $m \frac{v^2}{L} - mg \cos \theta$ (5) $m \frac{v^2}{L} + mg \cos \theta$
------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(計算用余白)

(次ページに続く)

物理 II

次の [ア] ~ [コ] に適する数字を入れよ。また、[サ] ~ [テ] には解答群から最も適する答えを選んでその番号を入れよ。

1. 図 1 に示すように、媒質中を正弦波が x 軸の正の向きに進んでいる。時刻 $t = 0 \text{ s}$ における正弦波の波形が実線で示されるとして、時刻 $t = 0.20 \text{ s}$ ではじめて破線のようになったとする。時刻 $t [\text{s}]$ における媒質の変位を $y [\text{m}]$ とする。

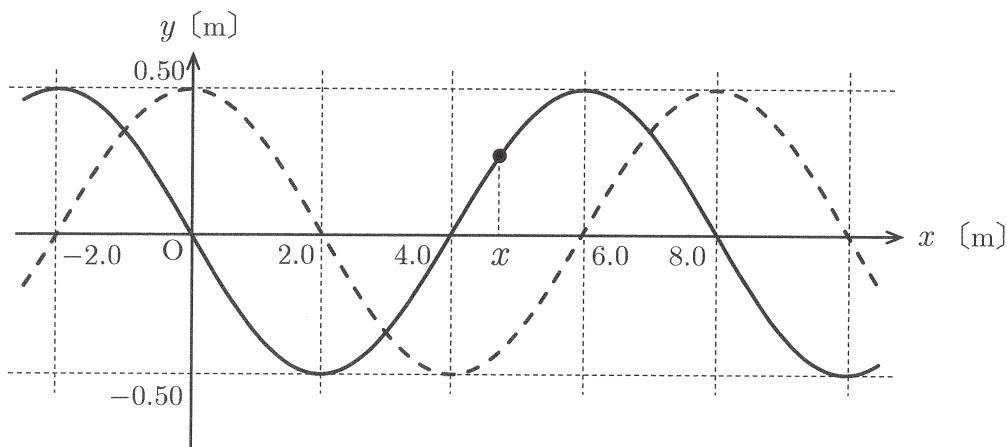


図 1

この波の振幅は、 $A =$ [ア] . [イ] [ウ] m である。

この波の波長は、 $\lambda =$ [エ] . [オ] m である。

この波の速さは、 $v =$ [カ] [キ] m/s である。

この波の周期は、 $T =$ [ク] . [ケ] [コ] s である。

よって、時刻 $t [\text{s}]$ における $x = 0 \text{ m}$ での媒質の単振動を表す式は [サ] [m] である。位置 $x [\text{m}]$ での $t [\text{s}]$ における媒質の変位は、 $x = 0 \text{ m}$ での [シ] [s] の時刻における変位と等しい。

(計算用余白)

サ の 解答群	(0) $y = -0.50 \sin \frac{2\pi}{0.80} x$	(1) $y = 0.50 \sin \frac{2\pi}{0.80} x$
	(2) $y = -1.0 \sin \frac{2\pi}{0.80} x$	(3) $y = 1.0 \sin \frac{2\pi}{0.80} x$
	(4) $y = -0.50 \sin \frac{2\pi}{0.80} t$	(5) $y = 0.50 \sin \frac{2\pi}{0.80} t$
	(6) $y = -1.0 \sin \frac{2\pi}{0.80} t$	(7) $y = 1.0 \sin \frac{2\pi}{0.80} t$

シ の 解答群	(0) $-t - \frac{x}{10}$	(1) $-t + \frac{x}{10}$	(2) $t - \frac{x}{10}$	(3) $t + \frac{x}{10}$

(計算用余白)

(次ページに続く)

2. ある気体（理想気体）が、ピストンでシリンダー内に閉じ込められている。図2はこの気体の圧力と体積の変化を示している。はじめAの状態にあった気体を状態B、状態C、状態Dの順に変化させたのち、再びAに戻した。ただし、過程A→Bは断熱変化、過程B→Cは定圧（等圧）変化、過程C→Dは定積（等積）変化、過程D→Aは等温変化であるとする。状態A、B、Cの温度をそれぞれ T_A [K]、 T_B [K]、 T_C [K]としたとき、互いの関係を求める。

過程A→Bは断熱変化であるので、気体が吸収する熱量を Q_{in} [J] とすると、 Q_{in} [J] は [ス] となる。また、体積が増加するので気体が外部にする仕事 W_{out} [J] は、[セ] となる。したがって熱力学の第一法則より、内部エネルギーの変化 ΔU [J] は [ソ] となる。このため、状態Bの温度 T_B [K] と状態Aの温度 T_A [K] の間には [タ] の関係式が成り立つ。

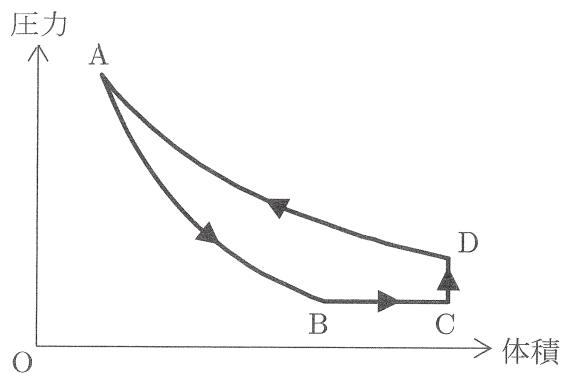


図2

ス～ソ の 解答群	(0) 0 J	(1) 負の値	(2) 正の値
--------------	---------	---------	---------

タ の 解答群	(0) $T_A = T_B$	(1) $T_A > T_B$	(2) $T_A < T_B$
------------	-----------------	-----------------	-----------------

過程B→Cは定圧変化である。状態B、Cの体積を V_B [m^3]、 V_C [m^3] とし、圧力を p_B [Pa] とするとシャルルの法則により体積、温度の間には [チ] の関係式が得られる。その結果、状態Bの温度 T_B [K] と状態Cの温度 T_C [K] 間には [ツ] の関係式が成り立つ。

チ の 解答群	(0) $\frac{V_B}{T_B} = \frac{V_C}{T_C}$	(1) $\frac{V_C}{T_B} = \frac{V_B}{T_C}$	(2) $\frac{V_C^2}{T_B} = \frac{V_B^2}{T_C}$	(3) $\frac{T_B^2}{V_B} = \frac{T_C^2}{V_C}$
------------	-----------------------------------------	-----------------------------------------	---------------------------------------------	---------------------------------------------

ツ の 解答群	(0) $T_B = T_C$	(1) $T_B > T_C$	(2) $T_B < T_C$
------------	-----------------	-----------------	-----------------

過程 C→D は定積変化である。状態 D の温度 T_D [K] は、状態変化 D→A が等温変化であることから状態 A の温度 T_A [K] に等しい。状態 D の体積 V_D [m^3] は、状態 C の体積 V_C [m^3] に等しい。また状態 D の圧力 p_D [Pa] は、状態 C の圧力 p_C [Pa] より大きいので、ボイル・シャルルの法則を用いると、 T_D [K] と T_C [K] の間には テ の関係式が成り立つ。

テ の 解答群	(0) $T_D = T_C$	(1) $T_D > T_C$	(2) $T_D < T_C$
------------	-----------------	-----------------	-----------------

(計算用余白)

(次ページに続く)

物理 III

次の **ア** ~ **セ** に下の解答群から最も適する答えを選んで、その番号を入れよ。

一様な電場（電界）もしくは磁場（磁界）の中で、正の電気量 q [C] をもつ質量 m [kg] の点電荷が平面内を運動している。図 1 に示すように、平面内の直線上に距離 L [m] だけ離れた 2 点 P と Q がある。ここで、直線 PQ に沿って x 軸をとり、P から Q に向かう方向を x 軸の正の向きとする。また、 x 軸と垂直に y 軸をとる。

点電荷は点 P を速度 $(v_0 \cos \theta$ [m/s], $v_0 \sin \theta$ [m/s]) で通過し、点 Q を速度 $(v_0 \cos \theta$ [m/s], $-v_0 \sin \theta$ [m/s]) で通過したとする。ここで、 θ [$^\circ$] ($0^\circ < \theta < 90^\circ$) は図 1 に示す角度である。

まず、この点電荷の運動が一様な電場の下で行われたとする。このとき図 1 の運動をするための電場の強さを求める。点電荷は電場による静電気力以外の力は受けないとする。

点電荷が電場の中を運動していくとしたとき、電場の向きとして最もふさわしいのは **ア** となる。こ

の電場の向きでは点電荷は x 方向に **イ** と同様の運動を行う。また、 y 方向に **ウ** と同様の運動を行う。

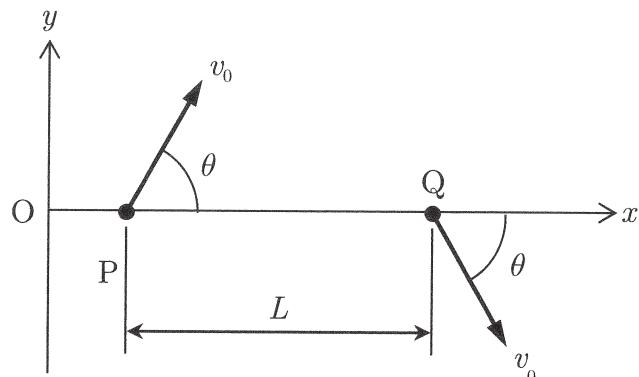


図 1

	(0)	(1)	(2)	(3)
アの 解答群	(4) 紙面に垂直で裏から表の向き			
	(5) 紙面に垂直で表から裏の向き			

イ、ウの 解答群	(0) 等速度直線運動	(1) 等加速度直線運動
-------------	-------------	--------------

電場の強さを E [N/C] とすると点電荷の受ける力の y 成分は エ [N] となり、点電荷が点 P を通過した時刻を基準として、 t [s] 後の点電荷の速度の y 方向成分は オ [m/s] になる。

エ の 解答群	(0) qE	(1) $\frac{E}{q}$	(2) $-qE$	(3) $-\frac{E}{q}$
------------	----------	-------------------	-----------	--------------------

オ の 解答群	(0) $v_0 \cos \theta - \frac{qEt}{m}$	(1) $v_0 \cos \theta + \frac{qEt}{m}$
	(2) $v_0 \sin \theta + \frac{qEt}{m}$	(3) $v_0 \sin \theta - \frac{qEt}{m}$

以上より、点電荷が描く軌跡は カ となる。また、点電荷が点 P から点 Q に到達するまでの時間は キ [s] となる。

カ の 解答群	(0) 直線	(1) 円	(2) 楕円	(3) 放物線
------------	--------	-------	--------	---------

キ の 解答群	(0) $\frac{L \sin \theta}{v_0}$	(1) $\frac{L}{v_0 \sin \theta}$	(2) $\frac{L \cos \theta}{v_0}$	(3) $\frac{L}{v_0 \cos \theta}$
------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

点 Q で点電荷の速度の y 成分が $-v_0 \sin \theta$ [m/s] であることから、図 1 に示した運動を点電荷が行うための電場の強さを求める ク [N/C] となる。

ク の 解答群	(0) $\frac{4mv_0^2 \sin \theta \cos \theta}{qL}$	(1) $\frac{2mv_0^2 \sin \theta \cos \theta}{qL}$	(2) $\frac{2mv_0 \sin^2 \theta}{qL}$
	(3) $\frac{2mv_0 \cos^2 \theta}{qL}$	(4) $\frac{4mv_0 \sin^2 \theta}{qL}$	

(次ページに続く)

次に、この点電荷の運動が一様な磁場の下で行われたものとする。このとき、図1の運動をするための磁束密度の大きさ B [T] を求める。点電荷はこの磁場によるローレンツ力以外の力は受けないとする。このとき磁場の向きとして最もふさわしいのは ケ となる。

	(0) 	(1) 	(2) 	(3) 
ケ の 解答群	(4)  紙面に垂直で裏から表の向き	(5)  紙面に垂直で表から裏の向き		

点電荷が磁場に対して垂直な面内を速さ v_0 [m/s] で運動するととき、磁束密度の大きさを B [T] とすると、点電荷には磁束密度と点電荷の速度に垂直な向きに大きさ コ [N] のローレンツ力がはたらく。一様な磁場の場合、点電荷には速度に垂直な向きに常に一定の大きさのローレンツ力がはたらくために、これが向心力となって点電荷は等速円運動する。円運動の軌道半径を r [m] とすると、点電荷は サ の関係式に従って運動し、その軌道半径は $r = \boxed{シ}$ [m] となる。

コ の 解答群	(0) $\frac{qB^2}{v_0}$	(1) $\frac{qB}{v_0}$	(2) $\frac{qv_0}{B}$	(3) $\frac{v_0 B}{q}$	(4) $qv_0 B^2$	(5) $qv_0 B$
------------	------------------------	----------------------	----------------------	-----------------------	----------------	--------------

サ の 解答群	(0) $m \frac{v_0^2}{r^2} = \frac{qB}{v_0}$	(1) $\frac{mv_0^2}{2r} = qv_0 B$
	(2) $m \frac{v_0^2}{r} = qv_0 B$	(3) $m \frac{v_0^2}{r^2} = qv_0 B^2$

シ の 解答群	(0) $\frac{2mv_0}{qB^2}$	(1) $\frac{2mv_0}{qB}$	(2) $\sqrt{\frac{mv_0}{qB}}$	(3) $\frac{mv_0}{qB}$	(4) $\sqrt{\frac{mv_0^2}{qB}}$
------------	--------------------------	------------------------	------------------------------	-----------------------	--------------------------------

点電荷は P から Q まで円運動を行うので円運動の半径は L [m] を用いると ス [m] となる。

ス の 解答群	(0) $\frac{L}{2 \cos \theta}$	(1) $\frac{L}{2 \sin \theta}$	(2) $\frac{L \cos \theta}{2}$	(3) $\frac{L \sin \theta}{2}$
------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

この半径が r [m] に一致することから、図 1 の運動を点電荷が行うための磁束密度の大きさを求める $B = \boxed{\text{セ}}$ [T] となる。

セ の 解答群	(0) $\frac{mv_0 \sin \theta}{qL}$	(1) $\frac{2mv_0 \cos \theta}{qL}$	(2) $\frac{2mv_0 \sin \theta}{qL}$	(3) $\frac{mv_0 \cos \theta}{qL}$
------------	-----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

(計算用余白)

(以上、物理問題終了)

一般試験A(1日目)

3時間 化学

化学 I

次の [ア] ~ [ソ] にもっとも適切なものを一つ各解答群から選び、番号で答えよ。

ただし、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 、原子量は H 1.0, C 12, O 16, S 32, Cu 64 とする。

- (1) [ア] のように 1 種類の物質からなるものを純物質といい、[イ] のように 2 種類以上の物質が混ざり合ったものを混合物という。混合物から目的の物質を取り出す操作を [ウ] という。[ウ] の例として、沸点の違いを利用した [エ] がある。

ア, イの 解答群	(0) エタノールや石油	(1) 牛乳や蒸留水
	(2) 窒素や空気	(3) 塩酸や海水
	(4) 二酸化炭素やアルゴン	(5) 酸化銅(II)や岩石

ウ, エの 解答群	(0) 再結晶	(1) 分解
	(2) 塩析	(3) 分離
	(4) 蒸留	(5) 脱離

- (2) 0.20 mol/L 硫酸銅(II)水溶液 100 mL を調製するとき、必要な硫酸銅(II)五水和物は [オ] mol である。実際の操作では、硫酸銅(II)五水和物 [カ] g を天秤ではかり取り、[キ] 調製すればよい。

オの 解答群	(0) 0.010	(1) 0.020
	(2) 0.025	(3) 0.13
	(4) 0.20	(5) 0.25

力の 解答群	(0) 1.6	(1) 2.5
	(2) 3.2	(3) 5.0
	(4) 32	(5) 50

キの 解答群	(0) 水を加えて、全量が 100 mL となるよう
	(1) 100 mL の水に加えて
	(2) 100 g から硫酸銅(II)五水和物の水和水の質量を減じた 水を加えて
	(3) 水を加えて、全量が 100 g になるよう

(3) 酸化剤とは、相手の物質を **ク** し、自身は **ケ** される物質をいう。以下(a)から(c)の反応は全て右方向に進行した。この結果から Cl₂, Br₂, I₂, S を酸化剤としての作用が強い方から順に並べると、**コ** となる。

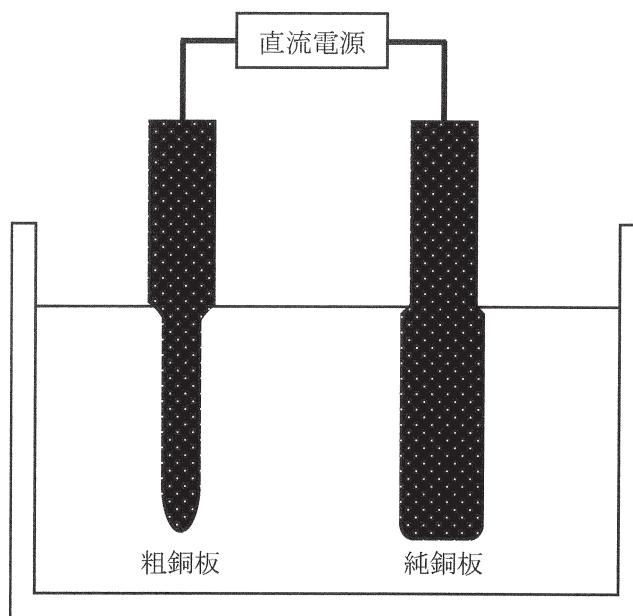
- (a) 2KBr + Cl₂ → 2KCl + Br₂
- (b) I₂ + H₂S → 2HI + S
- (c) 2KI + Br₂ → 2KBr + I₂

ク、ケの 解答群	(0) 中和	(1) 酸化
	(2) 脱水	(3) 分解
	(4) 還元	(5) 締合

コの 解答群	(0) Cl ₂ , Br ₂ , I ₂ , S	(1) I ₂ , Br ₂ , Cl ₂ , S
	(2) S, Cl ₂ , Br ₂ , I ₂	(3) Br ₂ , Cl ₂ , S, I ₂
	(4) I ₂ , Br ₂ , S, Cl ₂ ,	(5) Cl ₂ , S, I ₂ , Br ₂

(4) 銅の主要な鉱石である [サ] にコークスとケイ砂などを加えて加熱還元することにより、不純物を含む粗銅が得られる。さらに純度の高い銅を得るために、図のような装置を用いて硫酸酸性とした [シ] 水溶液中で、粗銅板を [ス] として電気分解する操作を電解精錬という。不純物として金、銀、スズ、鉄を含む粗銅板を電解精錬したとき、不純物は溶液中にイオンとなって溶け出すか、電極の下に沈殿する。この電解精錬において、溶液中にイオンとなって溶け出す金属を元素記号で示すと [セ] となる。

これとは別に、金のみを不純物として含む粗銅板を 0.500 A で 193 分間にわたり電気分解したところ、粗銅板の質量が 2.00 g 減少した。この粗銅は質量として金を [ソ] % 含む。



サの 解答群	(0) 氷晶石	(1) 石灰石
	(2) ボーキサイト	(3) 黃銅鉱
	(4) 赤鉄鉱	(5) セッコウ

シの 解答群	(0) 硝酸銀	(1) 塩化銅(II)
	(2) 硫酸銅(II)	(3) 硫化銅(II)

スの 解答群	(0) 陽極	(1) 陰極
-----------	--------	--------

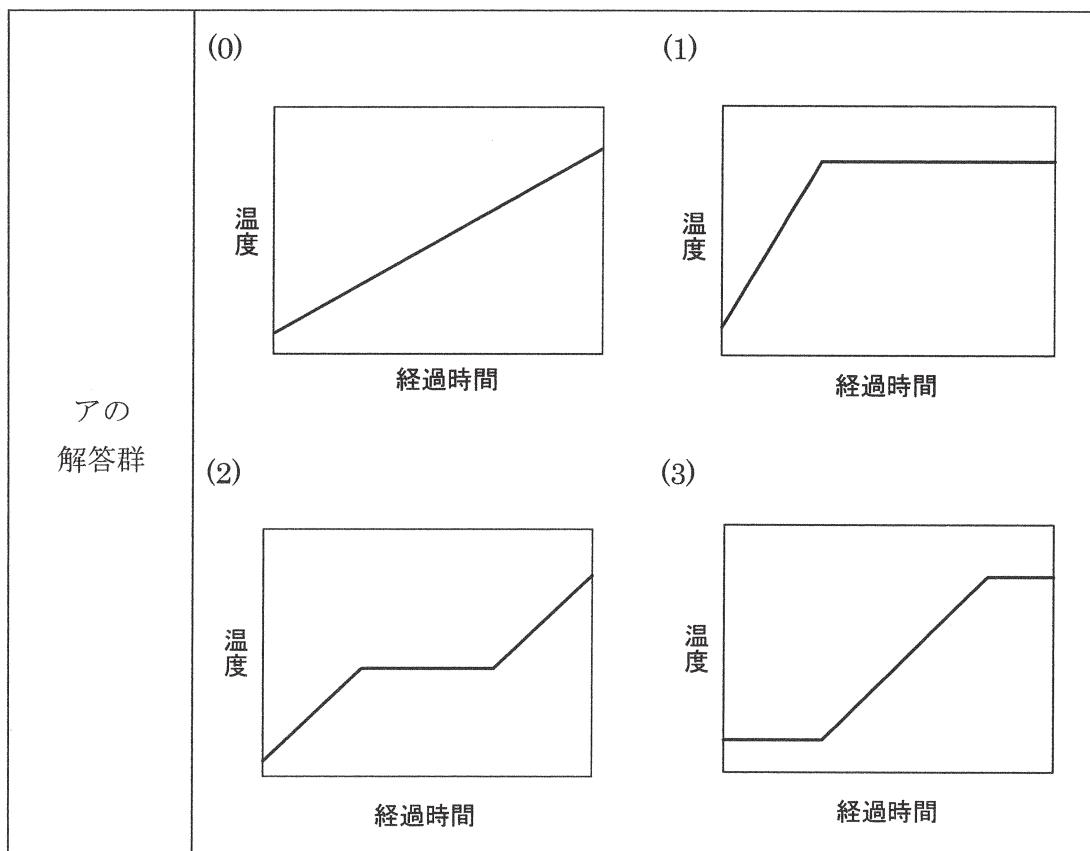
セの 解答群	(0) Ag, Au, Cu	(1) Sn, Fe, Cu
	(2) Sn, Au, Cu	(3) Ag, Sn
	(4) Fe, Au	(5) Ag, Fe

ソの 解答群	(0) 0.4	(1) 1
	(2) 2	(3) 3
	(4) 4	(5) 5

化学 II

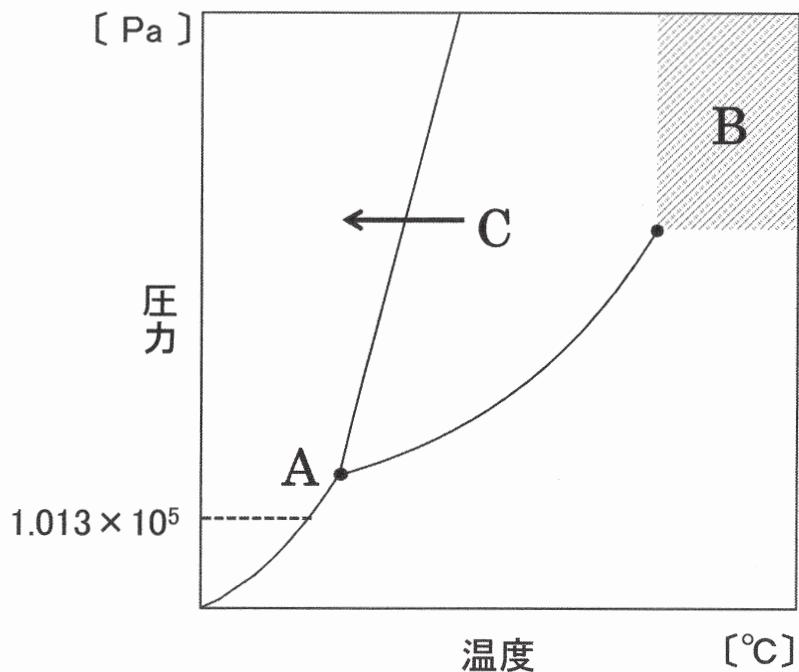
次の [ア] ~ [タ] にもっとも適切なものを一つ各解答群から選び、番号で答えよ。
ただし、気体定数は $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ 、また、原子量は H 1.0, C 12.0, O 16.0, Cl 35.5 とする。

- (1) 物質の温度や圧力を変化させていくと、一般に固体、液体、気体の間で状態変化が起こる。例えば、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ のもとで、0 °C の氷 63 g を加熱し続けると、100 °C で沸騰が始まる。この過程において、加熱時間に対する温度変化を表したグラフは [ア] である。また、加熱により氷 63 g がすべて 100 °C の水蒸気に変化したとき、この状態変化で吸収した熱量は全部で [イ] kJ となる。ただし、水の比熱は 4.2 J/(g · K)、氷の融解熱は 6.0 kJ/mol、水の蒸発熱は 41 kJ/mol とする。



イの 解答群	(0) 6.0	(1) 21
	(2) 26	(3) 41
	(4) 47	(5) 143
	(6) 165	(7) 179
	(8) 191	(9) 378

- (2) さまざまな温度と圧力のもと、物質がどの状態になるかを表した図を状態図という。図はある物質の状態図である。この図の説明として誤りを含む記述は、
 ウ である。ただし、グラフの縦軸は、わかりやすくするために部分的に拡大、または縮小されている。



ウの 解答群	(0) この物質の固体は、常圧において昇華が起きる
	(1) この物質は圧力が高くなると融点が上がる
	(2) 点 A では固体、液体、気体の 3 つの状態が共存する
	(3) 領域 B では、気体と液体の中間的な性質をもつ
	(4) 矢印 C の変化が凝縮である

(3) 実験室で単体の塩素を得るために、**エ** に濃塩酸を加えて加熱し、発生した気体を **オ** に通し、**カ** で捕集する。

25 °Cの実験室にて、濃度36.5%の濃塩酸250 mL（密度1.2 g/cm³）を十分な量の**エ**に加え、加熱すると13.3 gの塩素が発生した。このとき、加えた濃塩酸の**キ**%が反応した。

エの 解答群	(0) 塩化カルシウム	(1) 塩化ナトリウム
	(2) 酸化マンガン(IV)	(3) 硫化鉄(II)
	(4) 銅	(5) アルミニウム

オの 解答群	(0) 水
	(1) 濃硫酸
	(2) 濃塩酸
	(3) 水に通した後、濃硫酸
	(4) 濃硫酸に通した後、水
	(5) 水に通した後、濃塩酸
	(6) 濃塩酸に通した後、水

カの 解答群	(0) 上方置換	(1) 下方置換
	(2) 水上置換	

キの 解答群	(0) 6	(1) 13
	(2) 25	(3) 38
	(4) 50	(5) 76

- (4) 水溶液 A～E はそれぞれ異なる一種類の金属イオンを含む。水溶液 A～E に対して以下の操作を行った。
- 水溶液 A～E それぞれに希塩酸を加えたところ、A と B では沈殿が生じ、C, D, E では沈殿が生じなかった。沈殿を含む溶液をそれぞれ加熱したところ、A の沈殿は溶解したが、B の沈殿では変化がなかった。
 - 水溶液 A～E それぞれに少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えたところ、A, B, C, E では沈殿が生じ、D では沈殿が生じなかった。沈殿を含む溶液に、さらに過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えたところ、A と E では沈殿が溶解した。
 - 水溶液 A～E それぞれに、過剰のアンモニア水を加えたところ、A では白色沈殿、C では赤褐色沈殿が生じた。B と E では一度沈殿を生じたが、再び溶解した。D では変化がなかった。
 - 水溶液 A～E それぞれに希硫酸を加えたところ、A と D のみに白色の沈殿が生じた。
 - 水溶液 A, B, D にクロム酸カリウム水溶液を加えたところ、A と D では黄色の沈殿が生じ、B では暗赤色の沈殿が生じた。
 - 水溶液 E にアンモニア水を加え、アルカリ性としたのち、硫化水素を十分に通じたところ、白色の沈殿が生じた。
 - 水溶液 D に白金線を浸し、その白金線をガスバーナーの外炎に入れたところ、炎が黄緑色となった。

以上のことより、水溶液 A は ク , 水溶液 B は ケ , 水溶液 C は コ , 水溶液 D は サ , 水溶液 E は シ を含んでいることがわかった。

ク～シの 解答群	(0) Na^+	(1) Ca^{2+}
	(2) Fe^{3+}	(3) Cu^{2+}
	(4) Zn^{2+}	(5) Ag^+
	(6) Ba^{2+}	(7) Pb^{2+}

(5) 気体 A は不可逆的に分解して、次のように気体 B と気体 C を生成する。



容積が一定の反応容器内で、温度一定の条件下、この分解反応を行った。反応開始前には反応容器内に気体 B と C は存在せず、気体 A の初期濃度は a_0 [mol/L]、その圧力は P_0 [Pa] であった。反応開始 1 分後の全圧が $2.0 P_0$ [Pa] となった。このときの気体 A の濃度は ス [mol/L] である。

反応開始 2 分後の容器内の全圧が $2.5 P_0$ [Pa] となった。このときの気体 B の濃度は セ [mol/L] である。

反応開始 1 分後から 2 分後までの 1 分間における気体 B の平均生成速度は、同じ 1 分間における ソ。また、この条件において、気体 A の反応開始から 1 分後までの 1 分間における平均分解速度 v_1 と、反応開始 1 分後から 2 分後までの 1 分間における平均分解速度 v_2 の関係は タ である。ただし、すべての気体は理想気体としてふるまうものとする。

スの 解答群	(0) 0	(1) $0.10 a_0$
	(2) $0.20 a_0$	(3) $0.25 a_0$
	(4) $0.33 a_0$	(5) $0.50 a_0$
	(6) $0.75 a_0$	(7) a_0

セの 解答群	(0) $0.50 a_0$	(1) $0.75 a_0$
	(2) a_0	(3) $1.3 a_0$
	(4) $1.5 a_0$	(5) $2.0 a_0$

ソの 解答群	(0) 気体 A の平均分解速度の 0.5 倍である
	(1) 気体 A の平均分解速度と等しい
	(2) 気体 A の平均分解速度の 2.0 倍である

タの 解答群	(0) $\nu_1 = 0.25 \nu_2$	(1) $\nu_1 = 0.33 \nu_2$
	(2) $\nu_1 = 0.5 \nu_2$	(3) $\nu_1 = \nu_2$
	(4) $\nu_1 = 2 \nu_2$	
		(5) $\nu_1 = 3 \nu_2$

化学 III

次の [ア] ~ [ソ] にもっとも適切なものを一つ各解答群から選び、番号で答えよ。
ただし、原子量は H 1.0, C 12, O 16 とする。

(1) 分子式 $C_4H_{10}O$ で表される 4 種の液体状の化合物 A, B, C, D は互いに構造異性体である。それぞれの化合物にナトリウムを入れると、水素が発生したのは化合物 A, B, C で、化合物 D は変化がなかった。次に、化合物 A, B, C それぞれに硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えて加熱すると、化合物 B と C からは新たな生成物が得られたが、化合物 A では変化がなかった。そこで、化合物 B と C を水酸化ナトリウム水溶液中でヨウ素とともに温めると、化合物 B では、特有の臭気をもつ黄色の沈殿が生じたが、化合物 C では変化が起きなかった。化合物 A は [ア]、化合物 B は [イ]、化合物 C は [ウ]、化合物 D は [エ] である。

ア～エの 解答群	(0)	$CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—OH$
	(1)	$CH_3—CH_2—\overset{OH}{ }—CH_2—CH_3$
	(2)	$CH_3—\overset{CH_3}{ }C—OH$ $\quad \quad $ $\quad \quad CH_3$
	(3)	$CH_3—CH_2—O—CH_2—CH_3$

(2) カルボン酸はカルボキシ基をもつ化合物の総称である。カルボン酸の一種である酢酸は、有機溶媒中において分子間で **[オ]** を形成し、二量体として存在する。

また、酢酸に脱水剤を加えて加熱すると、酢酸 2 分子から脱水反応が起こって **[カ]** が生成する。同様な反応は、マレイン酸の分子内に存在する 2 つのカルボキシ基の間でも起こるが、フマル酸では起こりにくい。これは、マレイン酸とフマル酸が **[キ]** の関係にあり、その反応性に違いが生じるからである。

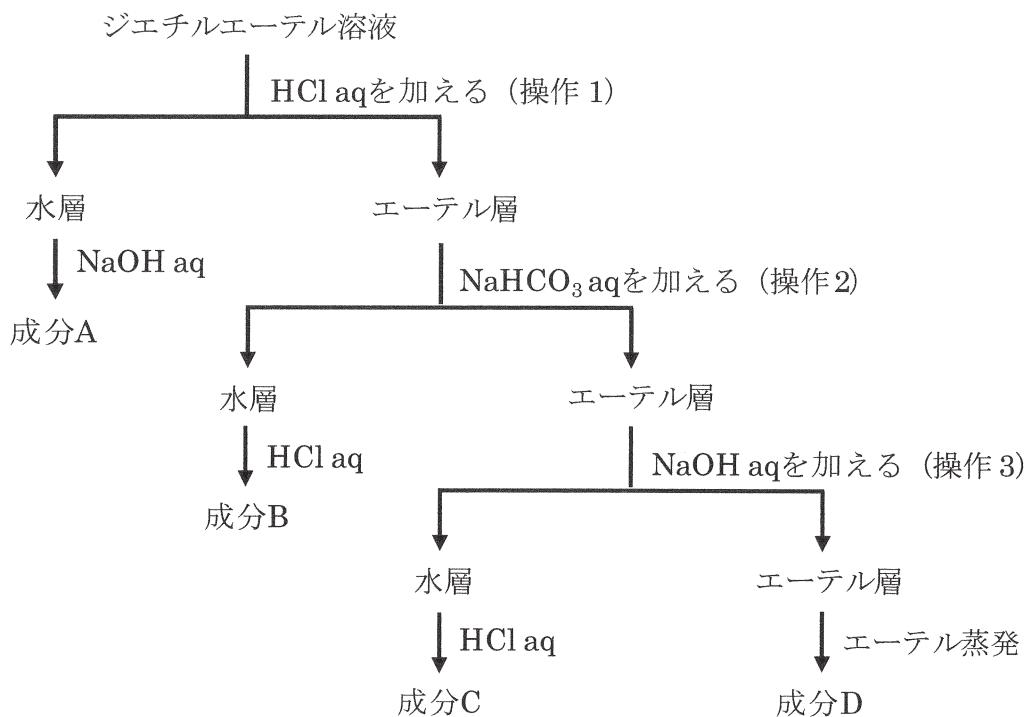
オの 解答群	(0) アミド結合 (2) 水素結合	(1) イオン結合 (3) エステル結合
-----------	-----------------------	-------------------------

カの 解答群	(0) 氷酢酸 (2) アセトアルデヒド	(1) 酢酸メチル (3) 無水酢酸
-----------	-------------------------	-----------------------

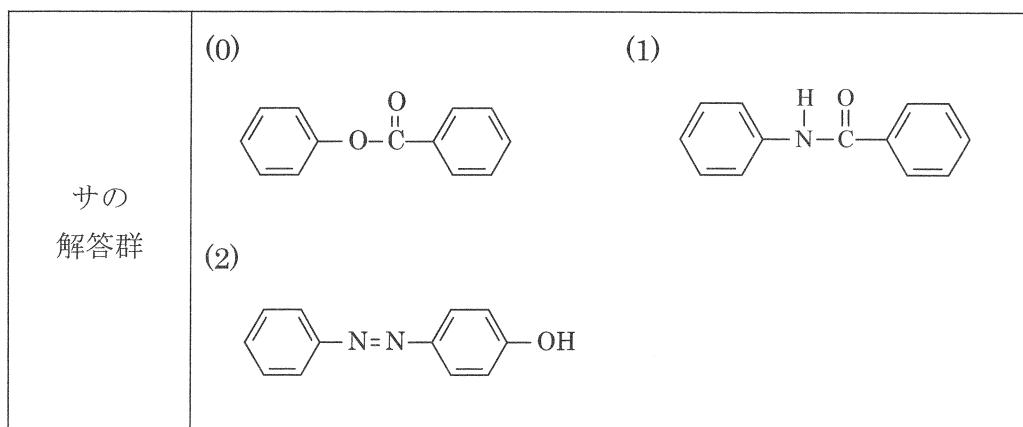
キの 解答群	(0) 同素体 (2) 鏡像異性体	(1) シス-トランス異性体 (3) 錯体
-----------	----------------------	--------------------------

(3) トルエン、フェノール、安息香酸、アニリンの4種の芳香族化合物が溶解したジエチルエーテル溶液に対して図の操作1～3を行った。この結果、成分Aは [ク]、成分Bは [ケ]、成分Cは [コ] となる。

[ク] を塩酸に溶かして氷で冷却し、亜硝酸ナトリウム水溶液を冷却しながら少しづつ加えて反応させて得た溶液と、[コ] を水酸化ナトリウム水溶液に溶かした溶液とを混合して得られる主生成物の構造は [サ] である。



ク～コの 解答群	(0) トルエン	(1) フェノール
	(2) 安息香酸	(3) アニリン



(4) グルコース $C_6H_{12}O_6$ はそれ以上加水分解されない单糖に分類される。グルコースは、水中で鎖状構造と環状構造との間の平衡状態で存在しており、その鎖状構造中に現れる **シ** の性質によって、**ス** を示す。マルトースやスクロースは二糖に分類され、2 分子の单糖が脱水縮合した構造を取っている。このときの单糖間の結合を **セ** と呼ぶ。さらにグルコースが多数縮合重合するとデンプンやセルロースと呼ばれる多糖になり、分子式 $(C_6H_{10}O_5)_n$ で表される。デンプン 32.4 g を希硫酸で完全に加水分解すると、理論上 **ソ** g のグルコースが得られる。

シ、セの 解答群	(0) カルボキシ基
	(1) アミノ基
	(2) ホルミル基(アルデヒド基)
	(3) グリコシド結合
	(4) エステル結合
	(5) ペプチド結合

スの 解答群	(0) ヨウ素—デンプン反応	(1) 酸性
	(2) 還元性	(3) 塩基性

ソの 解答群	(0) 25.2	(1) 28.8
	(2) 36.0	(3) 39.6

(以上、化学問題終了)

一般試験A(1日目)

3時間 生物

生物 I

次の文章を読み、[ア]～[セ]の解答として最も適当なものを、各解答群より一つずつ選んで番号で答えよ。

ある地域に生活する同種の個体の集まりを個体群という。個体群には、それを構成するa個体の分布や年齢構成、個体間の関係、個体数の変動とその調節のしくみなど、一個体だけではみられない特有の性質がある。個体群の大きさは、個体群を構成する個体の数（個体数）のほか、一定空間当たりの個体数である個体群密度や、一定空間当たりの個体群の総重量である [ア] で表される。

特定地域に生息するある種の生物の個体数を推定する方法として [イ] がある。たとえば、図1のように、ある池のコイを一定数つかまえて、ひれの一部を切って、もとの池に戻し、数日後、もう一度コイをつかまえ、ひれの切れているコイの数と、ひれが切れていないコイの数を調べる。その結果から、この池のコイの個体数を算出し推定することができる。このように [イ] は、動き回る動物などの個体数を推定する方法として有効である。

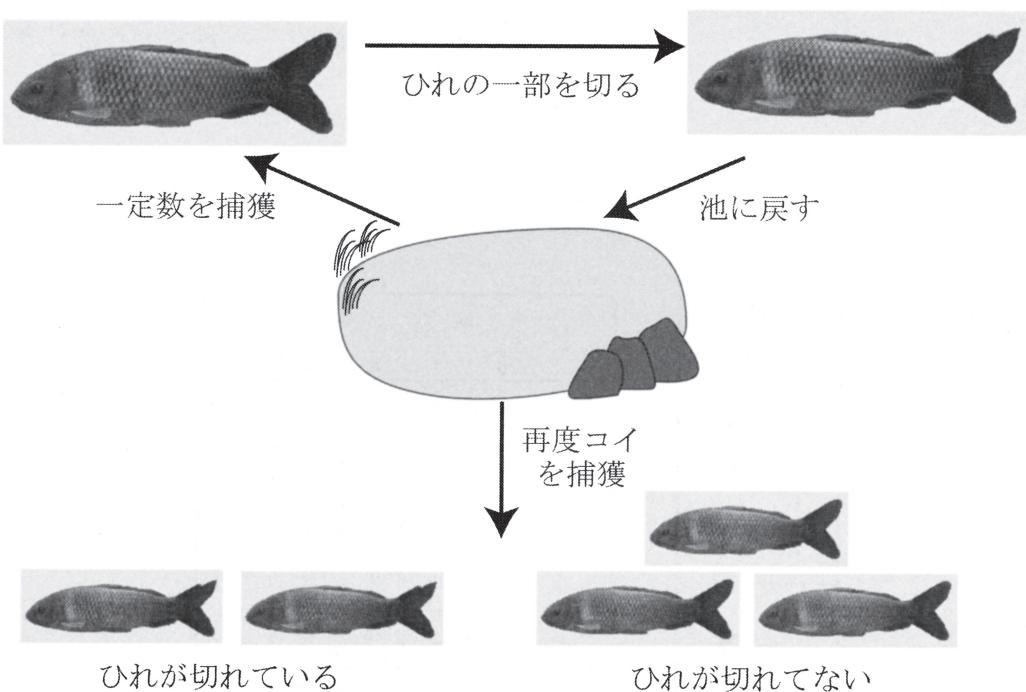


図1 コイの個体数調査

石川県のA池で、最初に45匹のコイをつかまえて、ひれの一部を切って池に戻した。数日後にもう一度つかまえたところ、ひれの切れているコイが9匹、ひれが切れていないコイが43匹であった。

(1) 本文中の **ア** と **イ** に入る語は何か。最も適当なものを、次の解答群の中から一つずつ選べ。

【ア、イの解答群】

- | | | | |
|---------|-----------|----------|-----------|
| (0) 同化量 | (1) 純生産量 | (2) 現存量 | (3) 成長量 |
| (4) 区画法 | (5) 標識再捕法 | (6) 対照実験 | (7) 層別刈取法 |

(2) 下線部 **a** について、風で散布されたススキやタンポポの種子が発芽した場合、どのような分布になるか。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 **ウ**

【ウの解答群】

- | | | | |
|----------|----------|------------|----------|
| (0) 集中分布 | (1) 一様分布 | (2) ランダム分布 | (3) 水平分布 |
|----------|----------|------------|----------|

(3) **イ** による調査で得られた推定値を、実際に生息する個体数に近づけるためには、いくつかの条件が必要になる。その条件の説明として、最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 **エ**

【エの解答群】

- (0) すべての動物は明るいと警戒するので、日没後におこなう。
- (1) 池に戻したら、同じ場所ですぐにつかまえる。
- (2) ひれを切ると個体を傷つけるので、落ちやすい塗料で代用する。
- (3) 池に戻して、十分な時間が経過した後につかまえる。

(4) A 池での調査結果から推定される個体数は何匹か。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 **オ** 匹

【オの解答群】

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| (0) 215 | (1) 260 | (2) 387 | (3) 405 |
|---------|---------|---------|---------|

(5) A 池が $1,200 \text{ m}^2$ の場合におけるコイの個体群密度を求め、最も近い数値を、次の解答群の中から一つ選べ。 **カ** 匹/ m^2

【カの解答群】

- | | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| (0) 0.18 | (1) 0.22 | (2) 0.32 | (3) 0.34 |
|----------|----------|----------|----------|

自然界では、b 個体群は適當な生活空間と食物があれば個体数を増やし、個体群密度は高くなる。この変化の過程をグラフに表したもののが **キ** である。個体群密度が高くなると、資源をめぐる **ク** が激しくなり、出生率の低下や死亡率の増加が起こる。

ク は生物種間でも起こる。図2は、いずれも細菌を食物とする生物Xと生物Yを、一定の容器に培養液とともに入れ、それぞれを単独で飼育したときの個体数の変化を表した **キ** であり、両者とも単独飼育では同じような個体数の増加を示す。しかし、c 培養液を含んだ同一の容器に生物Xと生物Yを一度に入れ、その後、それぞれの個体数の変化を観察すると、両者間に **ク** が起こった。

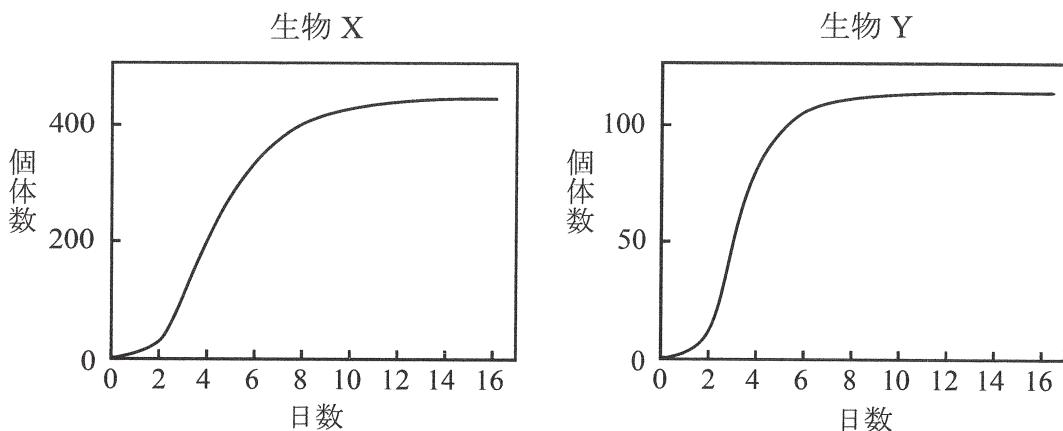


図2 生物Xと生物Yの単独飼育による個体数変化

(6) 文中の **キ** と **ク** に入る語は何か。最も適当なものを、次の解答群の中から一つずつ選べ。

【キ、クの解答群】

- | | | |
|-----------------|-------------|----------|
| (0) 生命表 | (1) 年齢ピラミッド | (2) 成長曲線 |
| (3) 生存曲線 | (4) 競争 | (5) 共生 |
| (6) 環境収容力 | (7) 生態的地位 | (8) すみわけ |
| (9) 被食者－捕食者相互関係 | | |

(7) 下線部bについて、ネズミは潜在的に高い繁殖力をもつ。1匹の雌が一度に8匹の子を産むとした場合、20匹からなる個体群を1世代目とすると、4世代目から何匹の子が誕生すると予想できるか。最も近い数値を、次の解答群の中から一つ選べ。ただし、繁殖力には個体差がなく、いずれの世代も雌雄同数で子はすべて成育するものとし、雌は生涯一度しか出産しないものとして計算する。**ケ** 四

【ケの解答群】

- | | | | | |
|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| (0) 1,280 | (1) 5,120 | (2) 10,240 | (3) 20,480 | (4) 81,920 |
|-----------|-----------|------------|------------|------------|

(8) 生物種間の ク の例に当てはまるものはどれか。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 コ

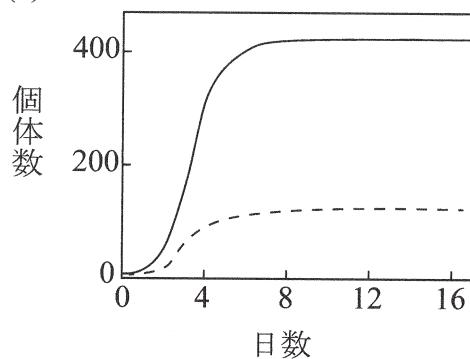
【コの解答群】

- | | |
|-------------------|---------------|
| (0) クマノミとイソギンチャク | (1) アリとアブラムシ |
| (2) ゾウリムシとヒメゾウリムシ | (3) ラッコとウニ |
| (4) キツネとウサギ | (5) ナマコとカクレウオ |

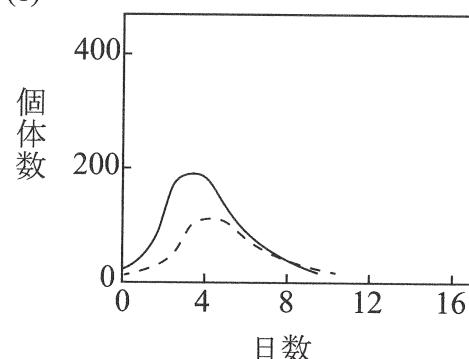
(9) 下線部 c の結果を表しているグラフはどれか。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。ただし、グラフは同じ容積あたりの個体数を、実線と破線は、生物 X と生物 Y のいずれかを表している。 サ

【サの解答群】

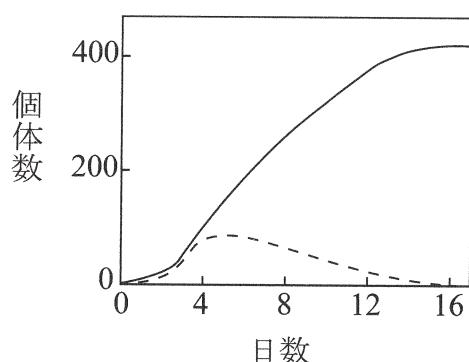
(0)



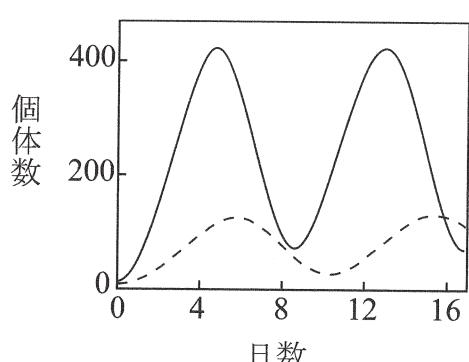
(1)



(2)



(3)



個体群密度が個体群の成長や個体の生理的または形態的な性質を変化させることを
シ という。バッタの中には、しばしば大発生するものがある。卵期から低密度で
飼育すると、体が緑色の成虫となる。これを（B）といい、図3左のように、後脚
は頑丈で飛び跳ねるのに適している。一方、高密度で育ったバッタは、図3右のように、
体色が黒ずみ、はねが長くなる。これを（C）といい、飛翔能力に優れる。このように、
個体群密度に応じて個体の形態や行動に著しい違いを生じることを（D）という。



図3 個体群密度に応じたバッタの形態

(10) 文中の シ に入る語は何か。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。

【シの解答群】

- | | | |
|-----------|----------|----------|
| (0) 生態的地位 | (1) 栄養段階 | (2) 相互作用 |
| (3) 環境収容力 | (4) 密度効果 | |

(11) 文中の（B）～（D）に入る語は何か。最も適当な組合せを、次の解答群
の中から一つ選べ。 ス

【スの解答群】

- | | | |
|------------|--------|---------|
| (0) B：孤独相, | C：群生相, | D：突然変異 |
| (1) B：群生相, | C：孤独相, | D：突然変異 |
| (2) B：孤独相, | C：群生相, | D：生物多様性 |
| (3) B：群生相, | C：孤独相, | D：生物多様性 |
| (4) B：孤独相, | C：群生相, | D：相変異 |
| (5) B：群生相, | C：孤独相, | D：相変異 |

(12) 文中の（B）と比較した場合の（C）の集合性についての特徴はどれか。
最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 セ

【セの解答群】

- | | | |
|--------|--------|----------|
| (0) 強い | (1) 弱い | (2) ほぼ同じ |
|--------|--------|----------|

生物 II

次の文章を読み、[ア]～[ソ]の解答として最も適当なものを、各解答群より一つずつ選んで番号で答えよ。

タンパク質の分解によって生じるアンモニアは、 α -ケトグルタル酸を消費させるため_a クエン酸回路によるエネルギー生産を低下させるなど、生物にとって有害な物質である。図1のように、生体内でタンパク質は加水分解酵素によって [ア] にまで分解され、さらに、別の酵素によってアンモニアに分解される。脊椎動物では、アンモニアを毒性の低い尿素や尿酸に変換するものもいる。ヒトの場合、アンモニアは肝臓で尿素に変換される。肝臓には、1～2 mm の角柱状の [イ] が約 50 万個あり、肝動脈と肝静脈のほかに_b 肝門脈と呼ばれる血管がある。アンモニアは血液に溶けて肝臓に運ばれ、オルニチン回路（図2）によって尿素になる。ただし、図2ではエネルギーの出入りを省略している。

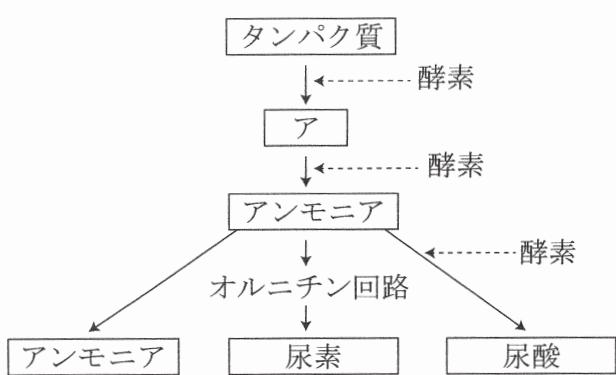


図1 タンパク質の代謝

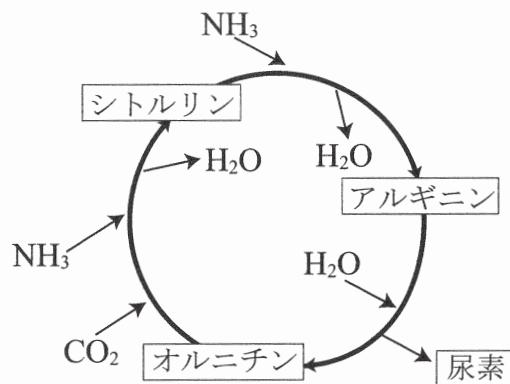


図2 オルニチン回路

ヒトでは、肝臓で合成された尿素は、腎臓に運ばれ尿として排出される。成人が通常の食事をしたときと、タンパク質を除いた食事を続けたときの尿中の窒素化合物を調べたところ、24時間で表1のような窒素量として測定された。

表1 尿中の窒素化合物の窒素量

	通常の食事 (g)	タンパク質を除いた食事 (g)
アンモニア	0.49	0.42
尿 素	14.70	2.20
尿 酸	0.18	0.09

(1) 本文中の **ア** と **イ** に入る語は何か。最も適当なものを、次の解答群の中から一つずつ選べ。

【ア、イの解答群】

- | | | | |
|---------|----------|----------|-----------|
| (0) 脂肪酸 | (1) 胆 管 | (2) B 細胞 | (3) 硝 酸 |
| (4) 肝小葉 | (5) ミオシン | (6) アミノ酸 | (7) アルブミン |

(2) 下線部 **a** について、グルコース 1 分子あたりの正しい説明はどれか。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 **ウ**

【ウの解答群】

- (0) ピルビン酸が酵素により分解される過程で、最終的に 4 分子の ATP と 6 分子の NADH が生じる。
- (1) ピルビン酸が酵素により分解される過程で、最終的に 2 分子の ATP と 2 分子の NADH が生じる。
- (2) ピルビン酸が酵素により分解される過程で、最終的に 4 分子の ATP と 2 分子の FADH₂ が生じる。
- (3) ピルビン酸が酵素により分解される過程で、最終的に 2 分子の ATP と 6 分子の CO₂ が生じる。

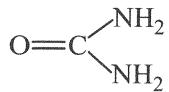
(3) 下線部 **b** の役割の正しい説明はどれか。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 **エ**

【エの解答群】

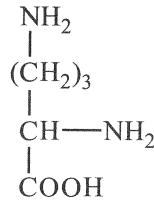
- (0) リンパ節でつくられたリンパ球や免疫に関係する物質を肝臓に送る。
- (1) 脾臓でつくられたリパーゼなどの消化酵素を含む体液を肝臓に送る。
- (2) 胃で分解された栄養分のうち、グルコースやアミノ酸、脂質を豊富に含むリンパ液を肝臓に送る。
- (3) 消化管で吸収したグルコースやアミノ酸と、ひ臓で分解された赤血球の成分を含む血液を肝臓に送る。

(4) 次の①は尿素の化学構造であり、②～④は図2に示したシトルリン、アルギニン、オルニチンのいずれかの化学構造である。図2において、吸収される物質や放出される物質から推察される正しい組合せはどれか。最も適当なものを、下の解答群の中から一つ選べ。 オ

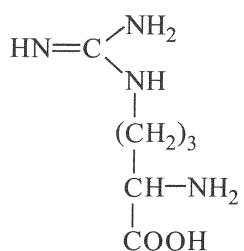
①尿素



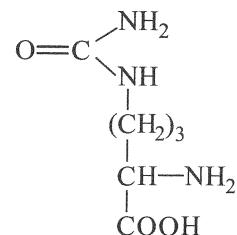
②



③



④



【オの解答群】

- (0) シトルリン：②, アルギニン：③, オルニチン：④
- (1) シトルリン：②, アルギニン：④, オルニチン：③
- (2) シトルリン：③, アルギニン：②, オルニチン：④
- (3) シトルリン：③, アルギニン：④, オルニチン：②
- (4) シトルリン：④, アルギニン：②, オルニチン：③
- (5) シトルリン：④, アルギニン：③, オルニチン：②

(5) 表1について、タンパク質を除いた食事をしたときにも、尿中に窒素化合物が検出されるのはなぜか。理由として最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。

カ

【カの解答群】

- (0) 大気中に大量に存在する窒素が呼吸によって肺胞から血液に取り込まれ、肝臓で代謝され、その分解物が尿として排出されるため。
- (1) タンパク質を除いた食事をした結果、腎臓の機能が低下したことでの、血液中の窒素を含んだ成分を濾過できず、尿として排出されるため。
- (2) 食事に含まれる炭水化物にも窒素が含まれており、その分解物は細尿管と集合管でほとんど再吸収されず、尿として排出されるため。
- (3) 生体を構成しているタンパク質や体内ではたらくタンパク質などが分解されて、尿として排出されるため。

(6) タンパク質 100 g に含まれる窒素の量を 14 g とした場合、表 1 の通常の食事には 24 時間で何 g のタンパク質が含まれていたと計算されるか。最も近い数値を、次の解答群の中から一つ選べ。ただし、通常の食事をした場合には、尿中の窒素化合物はすべて食事に含まれるタンパク質の分解によって生じたものとする。キ g

【キの解答群】

- | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| (0) 0.2 | (1) 1.1 | (2) 2.7 | (3) 15 | (4) 22 |
| (5) 94 | (6) 110 | (7) 146 | (8) 185 | (9) 235 |

ヒトは腹部背側に 1 対の腎臓をもつ。腎臓 1 個当たり約 100 万個のクがある。クは、糸球体とボーマンのうから構成されるケと、ボーマンのうに続く細尿管からなる。クから集合管までの尿生成の流れを図 3 に示した。

腎動脈によって運ばれ、糸球体に入った血液は、ボーマンのうへ濾過されて原尿となる。生体に必要な物質は、ホルモンなどのはたらきによって細尿管や集合管で再吸収され、残りは尿として輸尿管へと送られる。表 2 は、ある人の腎動脈を通って糸球体に送られた血液の血しょう、原尿、尿の主な成分と濃度である。

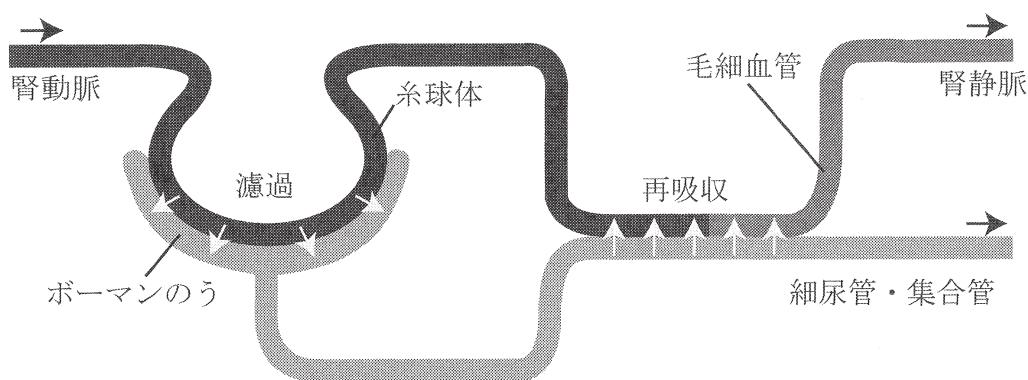


図 3 尿生成の流れ

表 2 血しょう、原尿、尿の主な成分と濃度

	血しょう(%)	原尿(%)	尿(%)
水	92	99	95
タンパク質	9	0	0
グルコース	0.10	0.10	0
尿素	0.03	0.03	2.0
尿酸	0.004	0.004	0.05
クレアチニン	0.001	0.001	0.08
ナトリウムイオン	0.30	0.30	0.35
塩化物イオン	0.37	0.37	0.60
カリウムイオン	0.02	0.02	0.15
リン酸	0.009	0.009	0.125

(7) 文中の **ク** と **ケ** に入る語は何か。最も適当なものを、次の解答群の中から一つずつ選べ。

【ク、ケの解答群】

- | | | | |
|---------------------------------|---------|--------|--------------------------------|
| (0) 腎小体
<small>ぼう こう</small> | (1) 副腎 | (2) 腎う | (3) 胆のう |
| (4) 膀胱 | (5) 腎単位 | (6) 皮質 | (7) 髓質
<small>すい しつ</small> |

(8) 表2のクレアチニンの説明として正しいものはどれか。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 **コ**

【コの解答群】

- (0) ボーマンのうへ押し出され、細尿管で再吸収されにくい物質である。
- (1) ボーマンのうへ押し出され、細尿管で再吸収されやすい物質である。
- (2) ボーマンのうへ押し出されず、細尿管で再吸収されにくい物質である。
- (3) ボーマンのうへ押し出されず、細尿管で再吸収されやすい物質である。

(9) 表2の尿素とクレアチニンの濃縮率を計算し、最も近い数値の組合せを、次の解答群の中から一つ選べ。 **サ**

【サの解答群】

- (0) 尿素 : 13, クレアチニン : 20
- (1) 尿素 : 13, クレアチニン : 40
- (2) 尿素 : 67, クレアチニン : 80
- (3) 尿素 : 67, クレアチニン : 20
- (4) 尿素 : 80, クレアチニン : 40
- (5) 尿素 : 80, クレアチニン : 80

(10) 細いガラス管をもちいて、左右の腎うに集まる尿をすべて採集すると、5分間で5.0 mLであった。1日の尿の量と、1日に再吸収される水の量は何Lと計算されるか。表2で最も高い濃縮率のものをまったく再吸収されていないと考えて計算し、最も近い数値を、次の解答群の中から一つずつ選べ。

1日の尿の量 **シ** L, 1日に再吸収される水の量 **ス** L

【シ、スの解答群】

- | | | | | |
|---------|-----------|-------------|-------------|---------|
| (0) 0 | (1) 1.4 | (2) 4.8 | (3) 80 | (4) 114 |
| (5) 480 | (6) 1,440 | (7) 113,800 | (8) 115,200 | |

(11) ホルモンについての正しい説明はどれか。最も適当なものを、次の解答群の中から二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。□セ□，□ソ□

【セ、ソの解答群】

- (0) 血液中のパラトルモンが少なくなると、視床下部や脳下垂体前葉が甲状腺刺激ホルモンの分泌を促進し、パラトルモンの分泌量が増加する。
- (1) 血圧が低下すると、副腎皮質からの鉱質コルチコイド分泌量が増加して、細尿管でナトリウムイオンの再吸収を促進し、結果として血圧を回復させる。
- (2) 代謝経路の最終産物が、前の段階にはたらきかけて反応系の進行を調節するしくみを、フィードバックというが、これにはホルモンは一切かかわっていない。
- (3) 間脳視床下部で体液中の塩類濃度の上昇を感じると、視床下部から脳下垂体後葉まで達する神経分泌細胞からバソプレシンが分泌され、集合管で水の再吸収を促進し、体液中の塩類濃度を低下させる。
- (4) ひよ
皮膚に細菌などの病原体が侵入すると、汗などに含まれるホルモンの一種であるリゾチームが作用し、病原体の侵入を防ぐ。
- (5) 皮膚や血液の温度が下がると、視床下部は交感神経のはたらきを通して、脾臓からのインスリンの分泌を促し、血液中の糖の濃度を上げ、糖の代謝により熱エネルギーをつくり出す。

生物 III

次の文章を読み、ア ~ ツ の解答として最も適当なものを、各解答群より一つずつ選んで番号で答えよ。

生体内でおこなわれる化学反応全体をa 代謝と呼ぶ。生物のあらゆる生命活動には、エネルギーが必要である。有機物を分解して ATP を合成する反応には、酸素を利用する呼吸と、酸素を利用しないアがある。

図 1 に模式的に示した細胞内部でおこなわれる呼吸は、三段階の過程に分けられ、細胞質基質とミトコンドリアで進行する。第一段階は細胞質基質でおこなわれ、代表的な呼吸基質であるグルコースはb 脱水素酵素のはたらきでピルビン酸まで分解され、この過程で ATP と水素イオン (H^+) が合成される。第二段階において、ピルビン酸はミトコンドリアの (X) 内に運ばれてc アセチル CoAとなり、C₄ 化合物と結合して C₆ 化合物になる。その後、C₆ 化合物はいくつかの反応を経て、再び C₄ 化合物になる。この過程で、多くの酵素のはたらきによって CO₂ と H⁺、電子 (e⁻) が生じる。第三段階では、第一、第二段階の過程で生じた H⁺ と e⁻を利用して、多くの ATP が合成される。e⁻はミトコンドリアのd 内膜上の分子に次々と受け渡され、その過程で H⁺が (X) から (Y) へ輸送され、H⁺の濃度勾配が形成される。このe 濃度勾配にしたがって、多くのエネルギーが取り出される。

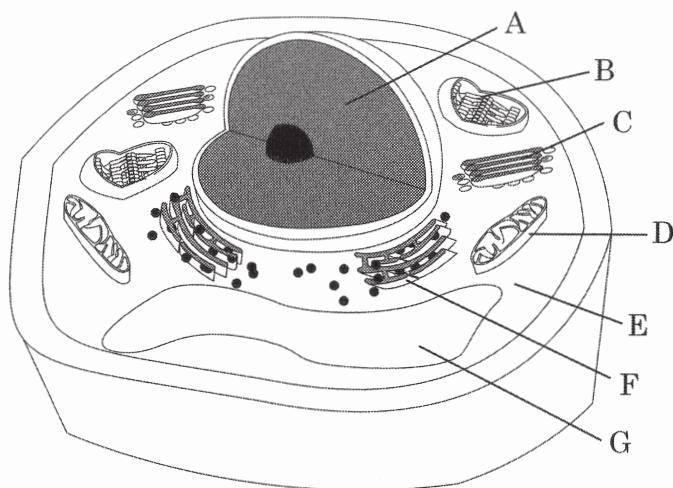


図 1 植物細胞の模式図

(1) 本文中のアに入る語は何か。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。

【アの解答群】

- (0) 吸 収 (1) 発 酵 (2) 酸 化 (3) 炭酸同化

(2) 呼吸の各過程がおこなわれる細胞質基質とミトコンドリアは図1のA～Gのどれか。

最も適当な組合せを、次の解答群の中から一つ選べ。 イ

【イの解答群】

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| (0) 細胞質基質 : A, ミトコンドリア : B | (1) 細胞質基質 : A, ミトコンドリア : C |
| (2) 細胞質基質 : A, ミトコンドリア : D | (3) 細胞質基質 : E, ミトコンドリア : B |
| (4) 細胞質基質 : E, ミトコンドリア : C | (5) 細胞質基質 : E, ミトコンドリア : D |
| (6) 細胞質基質 : G, ミトコンドリア : B | (7) 細胞質基質 : G, ミトコンドリア : C |
| (8) 細胞質基質 : G, ミトコンドリア : D | (9) 細胞質基質 : G, ミトコンドリア : F |

(3) 本文中の(X)と(Y)に入る語は何か。最も適当な組合せを、次の解答群の中から一つ選べ。 ウ

【ウの解答群】

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| (0) X : クリステ, Y : 外膜 | (1) X : マトリックス, Y : アクアポリン |
| (2) X : クリステ, Y : チラコイド | (3) X : マトリックス, Y : 膜間腔 |
| (4) X : チラコイド, Y : マトリックス | (5) X : アクアポリン, Y : チャネル |
| (6) X : チラコイド, Y : 膜間腔 | (7) X : アクアポリン, Y : クリステ |

(4) 下線部aのうち、単純な物質から複雑な物質をつくるはたらきを何というか。名称とその例として最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 エ

【エの解答群】

- (0) 異化：例) ^だ唾液によって、デンプンをグルコースに変化させる。
- (1) 異化：例) 脱アミノ反応によって、アミノ酸を NH_4^+ と有機酸に変化させる。
- (2) 同化：例) 光エネルギーを利用して、 CO_2 を有機物に変化させる。
- (3) 同化：例) 根粒菌によって、空気中の N_2 を NH_4^+ に変化させる。

(5) 下線部bのはたらきとして最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。

オ

【オの解答群】

- (0) 対象となる化合物から水素を取り出し、還元する。
- (1) 対象となる化合物から水素を取り出し、酸化する。
- (2) 対象となる化合物から水素を取り出し、高エネルギーリン酸結合を形成する。
- (3) 対象となる化合物から水素を取り出し、高エネルギーリン酸結合を切断する。

(6) 呼吸の第一段階から第三段階を示す語として正しいものはどれか。最も適当な組合せを、次の解答群の中から一つ選べ。 力

【力の解答群】

第一段階	第二段階	第三段階
(0) 光化学系 I	光化学系 II	カルビン・ベンソン回路
(1) 光化学系 II	光化学系 I	カルビン・ベンソン回路
(2) 電子伝達系	クエン酸回路	解糖系
(3) 解糖系	クエン酸回路	電子伝達系

(7) 呼吸の第二段階において、下線部 c が代謝される順番として最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 キ

【キの解答群】

- (0) アセチル CoA → クエン酸 → コハク酸 → オキサロ酢酸
- (1) アセチル CoA → コハク酸 → アセトアルデヒド → エタノール
- (2) アセチル CoA → コハク酸 → オキサロ酢酸 → グルコース
- (3) アセチル CoA → クエン酸 → α -ケトグルタル酸 → グルタミン酸

(8) 下線部 d に電子を供給するにはたらく 2 種類の分子はどれか。最も適当な組合せを、次の解答群の中から一つ選べ。 ク

【クの解答群】

- (0) NAD⁺ と ADP
- (1) NADP⁺ と FAD
- (2) FAD と ADP
- (3) NAD⁺ と NADP⁺
- (4) NADP⁺ と ADP
- (5) NAD⁺ と FAD

(9) 下線部 e の反応として最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 ケ

【ケの解答群】

- (0) 基質によるリン酸化
- (1) 光エネルギーによるリン酸化
- (2) 還元的リン酸化
- (3) 酸化的リン酸化

呼吸によって分解される糖質、タンパク質、脂質のことを呼吸基質と呼ぶ。タンパク質は加水分解された後、 α アンモニアを遊離する反応を経て、ピルビン酸などになり、前述の呼吸の第二段階に入る。脂質はグリセリンと脂肪酸に分解後、前者は呼吸の第一段階に、後者は β 酸化されて呼吸の第二段階の物質となる。

呼吸において消費された O_2 に対する生成された CO_2 の体積比を呼吸商と呼び、(式 1) のように示すことができる。呼吸基質の違いによって呼吸商は異なり、糖質が基質の場合には 1.0、タンパク質では 0.8、脂質では 0.7 である。したがって、呼吸商を求めるこことで対象とする試料が利用している呼吸基質を調べることができる。

<実験>

コムギ、エンドウ、トウゴマの呼吸基質を求めるために、それぞれの発芽種子をもちいて以下の実験をおこなった。

三角フラスコに各試料（コムギ、エンドウ、トウゴマ）と KOH 水溶液（図 2 フラスコ A）または水（図 2 フラスコ B）を入れ、着色液の入った目盛り付きガラス管を通したゴム栓で密栓した。試料が入った三角フラスコを同じ温度条件に置き、一定時間後の着色液の移動から、フラスコ内の体積の変化量を測定した。測定結果を表 1 に示した。

$$\text{呼吸商} = \frac{\text{生成された } CO_2 \text{ の体積}}{\text{消費された } O_2 \text{ の体積}} \quad (\text{式 1})$$

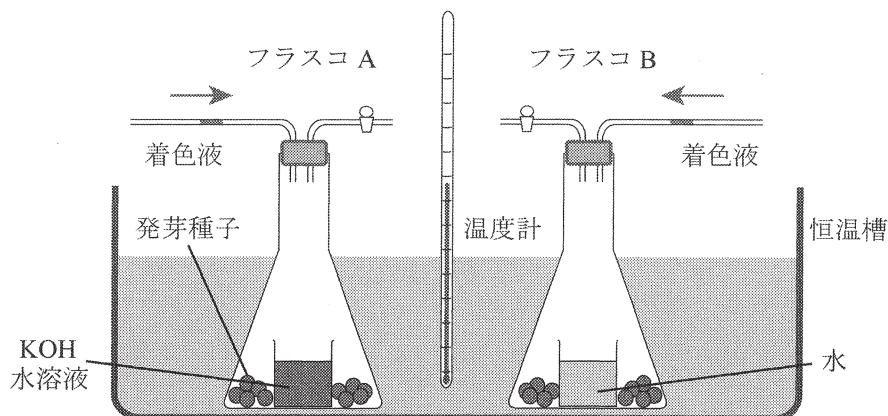


図 2 呼吸による体積変化の測定実験

表 1 体積の変化（-は減少を示す）

フラスコ	コムギ	エンドウ	トウゴマ
A	- 1,036 mL	- Z mL	- 1,388 mL
B	- 21 mL	- 154 mL	- 413 mL

(10) 下線部 f を何というか。また、下線部 g の説明はどれか。最も適当なものを、次の解答群の中から一つずつ選べ。

下線部 f コ , 下線部 g サ

【コの解答群】

- (0) ジスルフィド結合 (1) 脱アミノ反応 (2) 光リン酸化
(3) 脱重合 (4) 共有結合 (5) 硝 化

【サの解答群】

- (0) 一方の端から炭素 2 個を含む部分が切断され、コエンザイム A と結合しアセチル CoA になる。
(1) 一方の端から炭素 2 個を含む部分が切断され、コエンザイム A と結合しピルビン酸になる。
(2) 一方の端から炭素 2 個を含む部分が切断され、カルテノイドと結合しアセチル CoA になる。
(3) 一方の端から炭素 2 個を含む部分が切断され、カルテノイドと結合しピルビン酸になる。

(11) 実験で KOH 水溶液をもちいる理由として最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 シ

【シの解答群】

- (0) 各試料の脂質を分解して、呼吸基質として使用できなくなるため。
(1) 各試料のタンパク質を分解して、呼吸基質として使用できなくなるため。
(2) フラスコ内の O₂ を吸収することで、CO₂ の体積の変化量を測定するため。
(3) フラスコ内の CO₂ を吸収することで、O₂ の体積の変化量を測定するため。

(12) 図 2 のフラスコ A, B で測定した体積の変化量が示しているものは何か。最も適当なものを、次の解答群の中から一つずつ選べ。

フラスコ A ス , フラスコ B セ

【ス, セの解答群】

- (0) 呼吸により生成された CO₂
(1) 呼吸により消費された CO₂
(2) 呼吸により生成された O₂
(3) 呼吸により消費された O₂
(4) 呼吸により生成された CO₂ と消費された O₂ の差
(5) 呼吸により消費された CO₂ と生成された O₂ の差

(13) 実験結果から、コムギとトウゴマの呼吸商を求め、最も近い数値を、次の解答群の中から一つずつ選べ。なお、同じものを2回選んでもよい。

コムギ ソ , トウゴマ タ

【ソ、タの解答群】

- | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| (0) 1.05 | (1) 1.00 | (2) 0.98 | (3) 0.85 | (4) 0.82 |
| (5) 0.77 | (6) 0.70 | (7) 0.30 | (8) 0.20 | (9) 0.18 |

(14) 実験結果から、コムギ、トウゴマの呼吸基質は主に何であると推定されるか。最も適当な組合せを、次の解答群の中から一つ選べ。 チ

【チの解答群】

- | | |
|-----------|-------|
| コムギ | トウゴマ |
| (0) タンパク質 | タンパク質 |
| (1) タンパク質 | 脂 質 |
| (2) タンパク質 | 糖 質 |
| (3) 脂 質 | タンパク質 |
| (4) 脂 質 | 脂 質 |
| (5) 脂 質 | 糖 質 |
| (6) 糖 質 | タンパク質 |
| (7) 糖 質 | 脂 質 |
| (8) 糖 質 | 糖 質 |

(15) エンドウの呼吸基質が单一物質であり、コムギやトウゴマと異なっていた場合、表1のエンドウのフラスコAの体積の減少量Z mLに該当する数値はどれか。最も近い数値を、次の解答群の中から一つ選べ。 ツ

【ツの解答群】

- | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| (0) 1,540 | (1) 1,386 | (2) 1,232 | (3) 1,078 |
| (4) 687 | (5) 770 | (6) 616 | (7) 462 |

(以上、生物問題終了)

一般試験A(2日目)

1時間 数学

注意：問題1（1）から（3）の解答は [数学No. 1]－第1面の「1」の解答マーク欄を使用してください。

問題1

(1) $\sin \theta - \cos \theta = \frac{1}{3}$ のとき, $\sin \theta \cos \theta = \frac{\boxed{\begin{array}{c} \text{ア} \\ \hline \text{イ} \end{array}}}{\boxed{\begin{array}{c} \text{ウエ} \\ \hline \text{オカ} \end{array}}}$, $\sin^3 \theta - \cos^3 \theta = \frac{\boxed{\begin{array}{c} \text{ア} \\ \hline \text{イ} \end{array}}}{\boxed{\begin{array}{c} \text{ウエ} \\ \hline \text{オカ} \end{array}}}$

である。

(2) 等式 $\frac{2x-1}{x^2(x^2+1)} = \frac{a}{x} + \frac{b}{x^2} + \frac{cx+d}{x^2+1}$ が x についての恒等式であるとき,
定数 a, b, c, d の値は $a = \boxed{\begin{array}{c} \text{キ} \end{array}}, b = \boxed{\begin{array}{c} \text{クケ} \end{array}}, c = \boxed{\begin{array}{c} \text{コサ} \end{array}}, d = \boxed{\begin{array}{c} \text{シ} \end{array}}$ である。

(3) $abc = 32$ を満たすような自然数 a, b, c の組 (a, b, c) は $\boxed{\begin{array}{c} \text{スセ} \end{array}}$ 個ある。

([数学No. 1]－第1面の「1」の解答マーク欄で使用する欄は セ までです。)

注意：問題1（4）から（6）の解答は [数学No. 1]—第1面の「2」の解答マーク欄を使用してください。

(4) 方程式 $\log_2 x + \log_2(x-2) + \log_2(x-3) = 3$ の解は $x = \boxed{\text{ア}}$ である。

(5) $\triangle ABC$ において、 $AC = 4$, $BC = 3$, $\cos \angle ABC = \frac{1}{3}$ であるとき,

$AB = \boxed{\text{イ}} + \boxed{\text{ウ}} \sqrt{\boxed{\text{エ}}}$ であり、 $\triangle ABC$ の面積は $\boxed{\text{オ}} + \sqrt{\boxed{\text{カ}}}$

である。

(6) 一般項が $a_n = 4n + 1$, $b_n = 7n$ ($n = 1, 2, 3, \dots$) である2つの数列

$\{a_n\}$, $\{b_n\}$ がある。 $\{a_n\}$ と $\{b_n\}$ のいずれにも含まれる数のうち最小の数は

$\boxed{\text{キク}}$ であり、1000以下である数は全部で $\boxed{\text{ケコ}}$ 個ある。

([数学No. 1]—第1面の「2」の解答マーク欄で使用する欄はコまでです。)

注意：問題2と問題3の解答は〔数学No.1〕－第2面の「3」の解答マーク欄を使用してください。

問題2 実数 x, y が $x^2 + y^2 = 1, x + y \geq 0$ を満たしている。

(1) $\sqrt{3}x + y$ の最大値は $\boxed{\text{ア}}$ であり、そのときの x, y の値は

$$x = \frac{\sqrt{\boxed{\text{イ}}}}{\boxed{\text{ウ}}}, y = \frac{1}{\boxed{\text{エ}}} \text{ である。}$$

(2) $\sqrt{3}x + y$ の最小値は $\frac{\sqrt{\boxed{\text{オ}}} - \sqrt{\boxed{\text{カ}}}}{2}$ であり、そのときの x, y の値は

$$x = -\frac{\sqrt{\boxed{\text{キ}}}}{2}, y = \frac{\sqrt{\boxed{\text{ク}}}}{2} \text{ である。}$$

問題3 座標空間内に3点 $A(2, 2, 0), B(2, -1, 3), C(0, 1, -1)$ がある。

(1) $|\vec{CA}| = \sqrt{\boxed{\text{ケ}}}, |\vec{CB}| = \boxed{\text{コ}} \sqrt{\boxed{\text{サ}}}$ である。

(2) \vec{CA} と \vec{CB} のなす角は $\frac{\pi}{\boxed{\text{シ}}}$ である。

(3) $\triangle ABC$ の面積は $\boxed{\text{ス}} \sqrt{\boxed{\text{セ}}}$ である。

(〔数学No.1〕－第2面の「3」の解答マーク欄で使用する欄はセまでです。)

注意：問題4の解答は〔数学No.1〕－第2面の「4」の解答マーク欄を使用してください。

問題4 a を定数とし、3次関数 $y = x^3 - (a+2)x^2 + 2ax$ のグラフを C とおく。

(1) C と x 軸との共有点が3個であるとき、その共有点の x 座標は

a , ア, イ である。ただし、ア < イ である。

(2) C と x 軸との共有点が2個であるとき、 $a =$ ウ, エ であり、このとき、

C と x 軸で囲まれた部分の面積はともに オ
力 である。ただし、

ウ < エ である。

(3) $0 < a < 2$ のとき、 C と x 軸で囲まれた部分の面積は

$-\frac{1}{\boxed{キ}}a^4 + \frac{\boxed{ク}}{3}a^3 - \frac{\boxed{ケ}}{3}a + \frac{\boxed{コ}}{3}$ である。

(〔数学No.1〕－第2面の「4」の解答マーク欄で使用する欄はコまでです。)

(以上、問題終了)

一般試験A(2日目)

2時間 外国語(英語)

I. 次の(ア)～(コ)の下線の部分に入る語句として、最も適切なものを選択肢から選びなさい。

(ア) Their home isn't as large as _____.

1. I
2. my
3. ours
4. we

(イ) It was a quarter to seven ____ the show started.

1. about
2. during
3. to
4. when

(ウ) I'm ____ of having mistaken his name for such a long time.

1. ashamed
2. complained
3. regretted
4. shocked

(エ) The problem with this store ____ not in its financial situation but in its management.

1. causes
2. lies
3. owns
4. takes

(オ) You must keep the window ____ at all times.

1. closed
2. closing
3. is closed
4. to close

(力) Tony was kind enough to pay _____ everyone's lunch.

1. as
2. for
3. of
4. with

(キ) There was _____ snow on the mountain, so I couldn't go skiing.

1. a few
2. a little
3. few
4. little

(ク) _____ musician can play the song as well as you do.

1. Any more
2. Either one
3. No other
4. None other

(ケ) After turning in the report, Beth realized that she _____ written her name on it.

1. didn't
2. hadn't
3. hasn't
4. wasn't

(コ) The blanket was made by my aunt, _____ gave it to my sister as a birthday gift.

1. that
2. which
3. who
4. whom

II. A 次の(ア)～(オ)に入る文として、最も適切なものを選択肢から選びなさい。選択肢は、一回しか使えません。

- A: Hi, Lisa. Thank you for agreeing to give a presentation at the job fair.
- B: It's my pleasure. (_____ア_____)
- A: I appreciate your team spirit. We'd like you to talk about your experience at our company.
- B: Sure. (_____イ_____)
- A: Ten minutes should be enough. First, I'll give an overview of the company, and you'll give your presentation after that.
- B: Great! What do you want me to talk about specifically?
- A: First, you can introduce yourself. (_____ウ_____). After that, please talk about the challenges of working here.
- B: Oh, you want me to talk about the bad points too?
- A: (_____エ_____)
- B: OK. I can do that.
- A: That would be wonderful! And I have one more request. The presentation is next Friday, but we want to do a rehearsal on Wednesday morning if possible.
- B: No problem. (_____オ_____)
- A: That would be great! Then I can check your presentation materials before the rehearsal.

[選択肢]

1. How long should the presentation be?
2. I'll prepare everything by Tuesday afternoon.
3. I'm happy to help out the company any way that I can.
4. I'm sorry, but I don't work there anymore.
5. The job fair is canceled this year.
6. Then, talk about why you joined our company.
7. When do you want me to make the presentation?
8. Yes, we want to be honest about what it's like to work at our company.

II. B 次の(カ)～(コ)に入る文として、最も適切なものを選択肢から選びなさい。選択肢は、一回しか使えません。

A: I'm proud of you, Son. You're going to graduate from college next month.

B: Thanks, Dad. I couldn't have done it without support from you and Mom.

A: (_____カ_____) Have you started looking for a job?

B: I've done a little job hunting, but I haven't found anything yet.

(_____キ_____)

A: Really? What's that?

B: (_____ク_____) There are so many interesting places I'd like to visit.

A: Oh . . . Your mother and I were hoping that you would start working right after graduation.

B: I was planning to, but now I realize that I won't have much free time after I get a job. I think this is my last chance to have fun before I start my career.

A: Well, I guess that's true. (_____ケ_____)

B: I thought I could borrow some from you and Mom.

A: Hmm . . . How much do you think you'll need?

B: I'll need at least \$10,000 for the whole year.

A: Sorry, but that's impossible. (_____コ_____)

B: Can you?

A: Yes. I'll buy you a new suit to wear to your job interviews.

[選択肢]

1. Actually, I have another idea about what to do after finishing college.
2. Do you have enough money for that kind of trip?
3. I can help you in another way, though.
4. I got the job!
5. I want to take a year and travel around the world.
6. So, what's your plan for after college?
7. The bank is closed today.
8. There's Dr. Stevens, my math professor!

III. 次の英文は「ウェールズの海藻」について述べたものです。 (ア) ~ (コ) に入れる最も適切なものを選択肢から選びなさい。

Wales is a small country (ア) to England by a land border, and it is a member of the United Kingdom. It has a strong national identity centered around rugby, male voice choirs, and, surprisingly, seaweed.

In fact, Wales has a centuries-long (イ) of harvesting seaweed. The United Kingdom has nearly 650 species of seaweed growing on its shores, and a variety known as laver (ウ) harvested and dried the laver could be found on the grassy cliffs of the Welsh coast. At that time, coal mining was the major industry in Wales, and coal workers usually ate a nutritious breakfast of laverbread (a dark-green paste made from laver), fried shellfish, and bacon. This was a traditional meal until the (エ) of coal mining in the 1950s.

As the mining industry disappeared, people lost interest in the nutritious, protein-rich laver, and the businesses that produced it also suffered. Although the tradition of making laverbread never died (オ), the food itself stopped appearing on the British menu. However, that could be about to change.

Today, chef and entrepreneur Jonathan Williams is hoping to revive the seaweed industry in Wales. He became interested in seaweed about 10 years ago, when he would collect it early in the morning and bring it to his mother's kitchen to make laverbread. Over time, word spread about Williams's dish, and now people (カ) great distances to taste his increasingly famous laverbread. He also makes several seaweed-based products for the Pembrokeshire Beachfood Company and has ambitious plans to build a gastropub and microbrewery.

In addition to his personal projects, Williams has started working with several groups to bring seaweed back into the mainstream. One group that has gained momentum is called For the Love of the Sea. It has established two trial farms growing seaweed along with scallops and oysters. Around 400 meters of seaweed lines form underwater (キ) which are capable of improving marine ecosystems. If the farms are successful, they will be a model for other (ク) seaweed producers in the area and could help revive this once beloved industry.

The benefits of such projects are clear. A healthy seaweed harvesting industry could help improve the local job market by (ケ) employment and business opportunities for residents. According to estimations made by the United Nation's Food and Agriculture Organization, the seaweed industry is worth around \$6 billion internationally. Although mainly used as food, seaweed is also used in bioplastics, fertilizers, animal feed, biofuels, and even cosmetics. If the Welsh people can revive the local seaweed industry, they will not only ensure the skills that have been passed through the (コ) will not die out, but they may also stimulate the economy on a wider scale.

- (ア) 1. connected 2. easy 3. far
 4. send 5. separation
- (イ) 1. going 2. history 3. interesting
 4. ocean 5. timely
- (ウ) 1. every 2. makes 3. this
 4. toward 5. which
- (エ) 1. decline 2. introduce 3. recipe
 4. speed 5. suspicious
- (オ) 1. around 2. completely 3. feature
 4. pause 5. unless
- (カ) 1. above 2. answers 3. might
 4. soon 5. travel
- (キ) 1. dividing 2. gardens 3. lengthy
 4. photograph 5. super
- (ク) 1. customs 2. enough 3. find
 4. small 5. understand
- (ケ) 1. embarrassed 2. flavor 3. listen
 4. manage 5. providing
- (コ) 1. always 2. delicate 3. generations
 4. over 5. politely

IV. 次の（ア）～（オ）のそれぞれの日本文の意味を表す英文になるように、各英文の空欄に語または句を最も適切な順番に並べた場合、3番目にくるものの番号を選びなさい。ただし、文頭にくるものも小文字で書いてあります。また、必要なコンマが省略されている場合もあります。〔解答欄のカ～コは使用しません。〕

(ア) 旬の食べ物はおいしいし栄養価も高い。

_____ nutritious.

- | | | |
|----------|-------------|--------------|
| 1. and | 2. are | 3. delicious |
| 4. foods | 5. seasonal | |

(イ) 誰でも宇宙に旅行できる日もそう遠くはない。

The _____ to space is not too far off.

- | | | |
|-----------|---------|--------|
| 1. anyone | 2. can | 3. day |
| 4. travel | 5. when | |

(ウ) より多くの企業が持続可能な商品の開発をすることを願っています。

I hope _____ sustainable products.

- | | | |
|--------------|------------|---------|
| 1. companies | 2. develop | 3. more |
| 4. that | 5. will | |

(エ) 私のスーツケースには、セーターをもう一枚入れる充分な余裕がまだあるよ。

I _____ more sweater in my suitcase.

- | | | |
|--------------|---------|--------|
| 1. for | 2. have | 3. one |
| 4. plenty of | 5. room | |

(オ) ここ数年で学校のIT環境は急激に変化した。

The IT environment in schools has _____ few years.

- | | | |
|------------|----------------|-------|
| 1. changed | 2. drastically | 3. in |
| 4. past | 5. the | |

V. 次の（ア）～（オ）の下線部分①～④で、各文脈に合わないものを一つずつ選びなさい。[解答欄のカ～コは使用しません。]

(ア) My birthday is during the rainy season in my country. When I was a child, it was always difficult to plan something fun for my birthday because of the weather.

When I turned seven, for example, my mother ① organized a trip to the zoo for me and my friends. When the day finally arrived, it unexpectedly began pouring down rain in the morning, and we had to ② cancel everything. For my eighth birthday, I wanted to go camping, but the news was forecasting a storm for that weekend. My family decided to go anyway, but the ③ insects kept us mostly in our tents. It was terrible. For my ninth birthday, we played it safe and decided to have a small get-together at our home. Sadly, that small, indoor party was not ④ nearly as good as the weather outside.

(イ) Rugby is a sport played by two teams of 15 players. The aim of the ① game is to touch the ball to the ground over the line at the end of the pitch. Five points are ② awarded each time this happens, plus two more points if the ball is successfully kicked between two goalposts based on where it was touched down. The ball can be carried or kicked forward, but it can only ever be thrown backward when passing to another player. Rugby is a ③ physical game, with players allowed to tackle their opponents anywhere below the shoulder in order to bring them to the ground. People of all shapes and sizes can play rugby, although physical strength and stamina are advantageous. While rugby's ④ uniforms are complex, the idea of the game is simple: use power and skill to dominate the other team and score more points than they do.

(ウ) Why does everyone seem to love ① music? Children dance to music on the television. Young people dance together in clubs with loud music playing. Others pay large ② amounts of money to see ballet performed in beautiful theaters. While we enjoy it today as a form of artistic expression, there was a time when dancing had a different purpose. There is evidence that people have been doing it for thousands of years. Paintings in India from 9,000 years ago ③ depict dancing, as do 5,000-year-old paintings from Egypt. It is thought that before written language was invented, people used dance to pass stories from one generation to the next. Dance may also have been an important part of healing rituals used to treat sick or ④ injured people. It was only much later that dance as we know it, often accompanied by music and done for pleasure, became normal.

(エ) The hooded seal is a unique-looking mammal that lives in the North Atlantic and Arctic Oceans. It received its name from the loose skin on the top of the male's ① chest. A hood usually refers to something that covers your head, like the hood of your raincoat. However, the seal's "hood" is used for ② purposes other than protection. This hood can expand like a balloon and be used to make sounds to signal that the seal feels ③ threatened when unfriendly animals are nearby. When expanded, it looks like a pinkish-red balloon above the seal's nose, larger even than the seal's head. The male hooded seal does this to show other males that it is healthy and strong. It is also a signal used to ④ attract females.

(才) There are five basic tastes that we can ① sense with our tongue: bitter, salty, sour, sweet, and umami. While bitter, salty, sour, and sweet have long been recognized, the fifth taste has only recently been accepted globally. Sometimes referred to as “savory,” scientists have debated whether or not umami is one of the five basic tastes since it was first identified in 1908 by the Japanese scientist Ikeda Kikunae. While trying to isolate the ② flavor of dashi soup stock, he found that glutamate—a type of acid found in protein—was the source of the taste. He named this the “essence of deliciousness,” or umami. It took almost another 100 years before umami was acknowledged by the international community. In 2002, a team of researchers finally identified the taste receptors on the human tongue that are ③ responsible for sensing umami. Since then, it has become a global buzzword and is now recognized as the fifth basic ④ scent.

[以上、試験問題終了]

一般試験A(2日目)

3時間 物理

物理 I

次の [ア] ~ [サ] に以下の解答群から最も適する答えを選んで、その番号を入れよ。

図1に示すように、水平面の点Aにある質量 m [kg] の小球Xを水平面となす角度 θ [$^{\circ}$] ($0^{\circ} < \theta < 90^{\circ}$)、速さ v_0 [m/s] で投げ出し、軽くて伸び縮みしない糸で天井から点Bにつるした質量 $2m$ [kg] の小球Yに衝突させた。衝突前、Yは静止していた。点Bは、点Aから水平方向に距離 L [m] で高さ h [m] の位置にある。また、XがYに衝突する直前には、Xの速度の向きは水平右向きで、大きさ v_1 [m/s] であるものとする。XとYは、点A、Bを含む鉛直平面内で運動するものとする。また、空気抵抗の影響は無視でき、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。

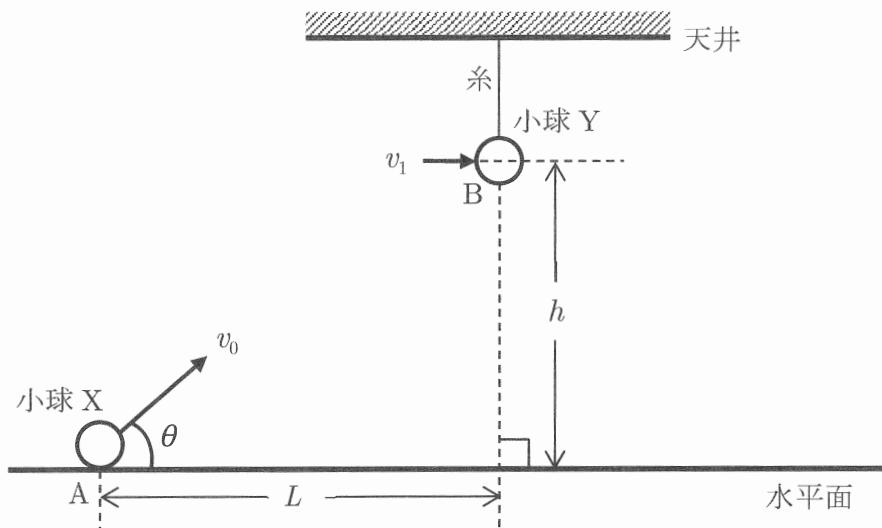


図1

Xが点Aで投げ出された直後の速度の水平成分の大きさは [ア] [m/s] であり、速度の鉛直成分の大きさは [イ] [m/s] である。

ア、イの 解答群	(0) v_0	(1) $v_0 \sin \theta$	(2) $v_0 \cos \theta$	(3) $v_0 \tan \theta$
	(4) $\frac{v_0}{\sin \theta}$	(5) $\frac{v_0}{\cos \theta}$	(6) $\frac{v_0}{\tan \theta}$	

Xを投げ出してから X が Y に衝突するまでの時間を t_0 [s] とすると, $t_0 = \boxed{\text{ウ}}$ [s],
 $L = \boxed{\text{エ}}$ [m], $h = \boxed{\text{オ}}$ [m] と書くことができる。

ウ, オ の 解答群	(0) $\frac{g \sin \theta}{v_0}$	(1) $\frac{g \cos \theta}{v_0}$	(2) $\frac{v_0 \sin \theta}{g}$	(3) $\frac{v_0 \cos \theta}{g}$
	(4) $\frac{g \sin^2 \theta}{2v_0^2}$	(5) $\frac{g \cos^2 \theta}{2v_0^2}$	(6) $\frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$	(7) $\frac{v_0^2 \cos^2 \theta}{2g}$

エ の 解答群	(0) $v_0 t_0 g \sin \theta$	(1) $v_0 t_0 \sin \theta$	(2) $v_0 t_0 g \cos \theta$	(3) $v_0 t_0 \cos \theta$

X を投げ出した際の θ [$^\circ$] は, $\tan \theta = \boxed{\text{カ}}$ を満たし, v_0 [m/s] は $v_0 = \boxed{\text{キ}}$ [m/s] と書くことができる。

カ, キ の 解答群	(0) $\frac{hg}{L}$	(1) $\frac{h}{L}$	(2) $\frac{2hg}{L}$	(3) $\frac{2h}{L}$	(4) $\frac{2Lg}{h}$
	(5) $\frac{2L}{h}$		(6) $\sqrt{\frac{g(L^2 + 4h^2)}{2h}}$	(7) $\sqrt{\frac{g(L^2 + 4h^2)}{2L}}$	

(計算用余白)

(次ページに続く)

以下では、衝突する直前と衝突した直後において、図1の右向きを速度の正の向きとする。

まず、XとYとの間の反発係数（はね返り係数）が $e = 1$ （弾性衝突）であるとすると、XがYに衝突した直後のXの速度の水平成分は ケ 、Yの速度の水平成分は ケ となる。

今度は、XとYとの間の反発係数が $e = 0$ （完全非弾性衝突）であるとすると、XがYに衝突した直後のYの速度の水平成分は コ となる。この場合、衝突の前後で失われる力学的エネルギーは サ [J] である。

ク～コ の 解答群	(0) 0 m/s	(1) $-v_1 \text{ [m/s]}$	(2) $-\frac{2v_1}{3} \text{ [m/s]}$	(3) $-\frac{v_1}{2} \text{ [m/s]}$
	(4) $-\frac{v_1}{3} \text{ [m/s]}$	(5) $\frac{v_1}{3} \text{ [m/s]}$	(6) $\frac{v_1}{2} \text{ [m/s]}$	
	(7) $\frac{2v_1}{3} \text{ [m/s]}$	(8) $v_1 \text{ [m/s]}$	(9) $3v_1 \text{ [m/s]}$	

サ の 解答群	(0) mgh	(1) $\frac{mgh}{3}$	(2) mv_1	(3) $2mv_1$	(4) $3mv_1$
	(5) $\frac{mv_1^2}{4}$	(6) $\frac{mv_1^2}{3}$	(7) $\frac{mv_1^2}{2}$	(8) mv_1^2	(9) $3mv_1^2$

（計算用余白）

物理 II

次の **ア** ~ **タ** に下の解答群から最も適する答えを選んで、その番号を入れよ。

1. 音は縦波であり、媒質の変位と波の進行方向が **ア** である。また音の速さは媒質の状態により異なる。例えば、空気中を伝わる場合、空気の温度が高くなると音の速さは **イ** なる。

ア の 解 答 群	(0) 平行	(1) 垂直
--------------	--------	--------

イ の 解 答 群	(0) 大きく	(1) 小さく
--------------	---------	---------

図1の上部に示すように、空気中にスピーカーを置き、音を発生させた。図1の下部のグラフは、ある瞬間ににおける媒質の変位の様子を横波のように示したものである。ここで音の進行方向を x 軸の正の向きとし、媒質の正の向きの変位を y 軸の正の向きとしている。媒質が最も密になっている点のうち、最もスピーカーに近い点は **ウ** であり、次にスピーカーに近い点は **エ** である。

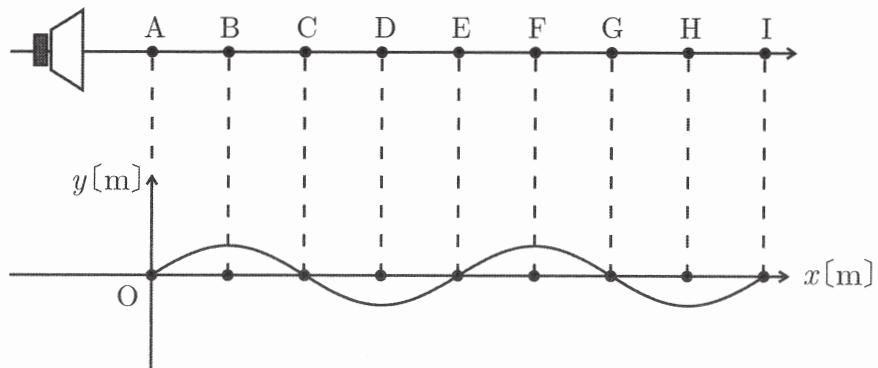


図1

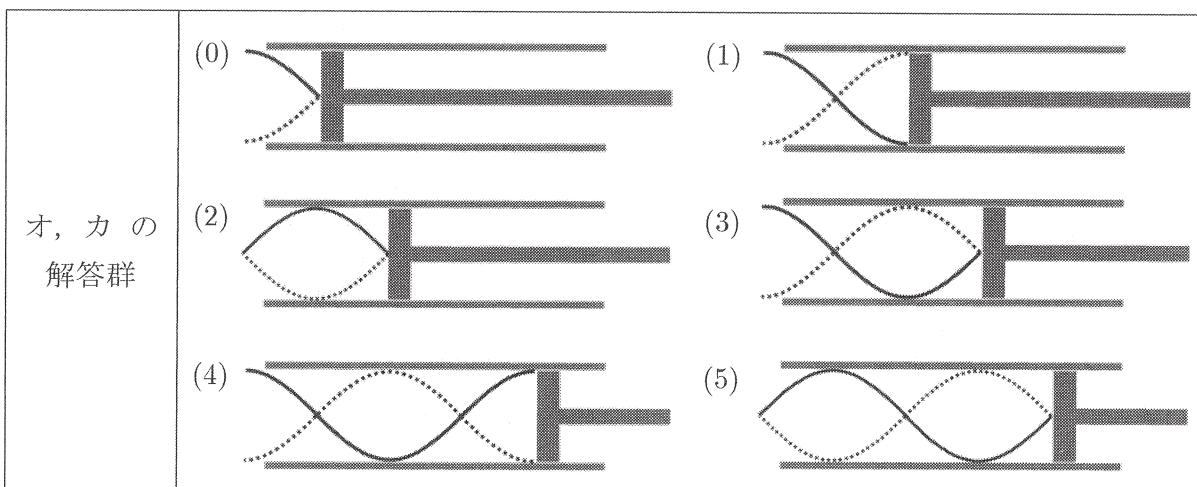
ウ, エ の 解 答 群	(0) A	(1) B	(2) C	(3) D	(4) E
	(5) F	(6) G	(7) H	(8) I	

図2のように、中空の管にピストンを取り付け閉管とし、管口左側にスピーカーを固定した。その後、スピーカーから一定の振動数 f [Hz] の音を発生させた。

管口の位置を $x = 0$ m とする。はじめピストンは $x = 0$ m まで押しこまれており、ピストンをスピーカーから徐々に離していく。開口端補正は、ピストンの位置によらず常に同じ値であるとする。

ピストンを $x = 0$ m の位置からゆっくりと遠ざけたところ、 $x = l_1$ [m]において1回目の気柱の固有振動が起こった。ピストンが $x = l_1$ [m] のときの定常波の様子は オ のようになる。さらにピストンをゆっくりと管口から遠ざけると、 $x = l_2$ [m] ($l_2 > l_1$)において2回目の気柱の固有振動が起こった。ピストンが $x = l_2$ [m] のときの定常波の様子は カ である。

以上の結果から、この音の波長が キ [m] であり、その音速が ク [m/s] であることがわかる。



キの 解答群	(0) $4l_1$	(1) $2l_1$	(2) l_1
	(3) $4(l_2 - l_1)$	(4) $2(l_2 - l_1)$	(5) $l_2 - l_1$

クの 解答群	(0) $4l_1 f$	(1) $2l_1 f$	(2) $l_1 f$
	(3) $4f(l_2 - l_1)$	(4) $2f(l_2 - l_1)$	(5) $f(l_2 - l_1)$

(次のページに続く)

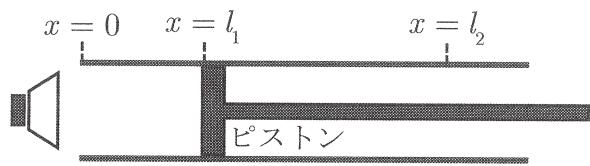


図2

2. 図3に示すように、空気に対する屈折率が n ($n > 1$) の平坦なガラス板の表面に光線が入射し、光線の一部が表面で反射した。入射したガラス板における法線を N とし、入射光線と N との角度を i [°] とする。また、空気の屈折率を 1 とし、入射光線、反射光線、 N は同一平面内にあるとする。反射光線と N とのなす角度は $\theta_0 = \boxed{\text{ケ}}$ [°] である。

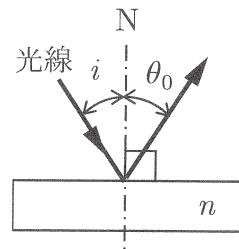


図3

空気とガラスとの境界面において、空気から入射した光線の位相とガラス板の表面で反射した光線の位相との関係について適切なものは「」である。

ケの 解答群	(0) $\frac{i}{n}$	(1) $\frac{i}{n^2}$	(2) ni	(3) n^2i	(4) i
-----------	-------------------	---------------------	----------	------------	---------

コの 解答群	(0) 位相は変化しない	(1) 位相は $\frac{\pi}{4}$ 変化する
	(2) 位相は $\frac{\pi}{2}$ 変化する	(3) 位相は π 変化する
	(4) この条件では判断できない	

次に、図3において、ガラス板に光線が入射する点を原点 O とし、入射光線、反射光線、 N を含む平面内で xy 座標軸をとり、その y 軸は N と一致しているものとする。

その後、図4に示すように、ガラス板を O を中心に x 軸

から α [°] $\left(0 < \alpha < \frac{\pi}{2} - i'\right)$ だけ傾斜させた。ここで、

i' [°] は入射光線と y 軸とのなす角である。

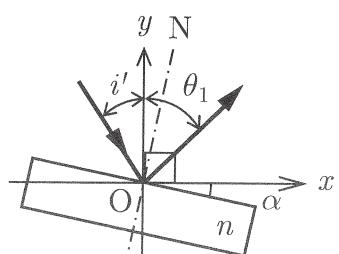


図4

y 軸に対する反射光線の角度は $\theta_1 = \boxed{\text{サ}}$ [°] である。

サの 解答群	(0) $i' - 2\alpha$	(1) $i' - \alpha$	(2) i'
	(3) $i' + \alpha$	(4) $i' + 2\alpha$	

今度は、図5に示すように、ガラス板の厚みが t [m] で、表面と裏面が平行であるとする。入射光線はガラス板の表面と裏面のそれぞれで屈折作用だけを受けるとして、裏面から出射した光線はガラス板が無いときとくらべて、 d [m] だけ平行移動した。

入射面での屈折角を r [$^\circ$] とすると、

$$n = \frac{\text{シ}}{\text{ス}}, \quad t = \frac{\text{セ}}{\text{ソ}} - \frac{\text{タ}}{\text{タ}} \text{ [m]} \text{ である。}$$

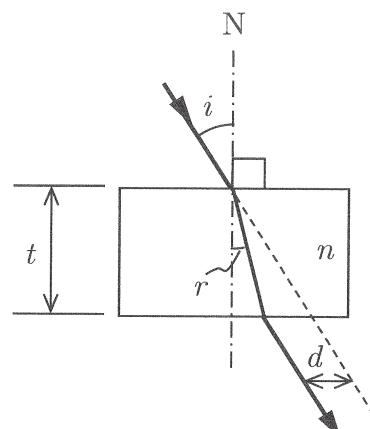


図5

シ～タの 解答群	(0) $\sin i$	(1) $\cos i$	(2) $\tan i$	(3) $\sin r$
	(4) $\cos r$	(5) $\tan r$	(6) d	

(計算用余白)

(次ページに続く)

物理 III

次の [ア] ~ [キ] , [シ] に下の解答群から最も適する答えを選んで、その番号を入れよ。また、[ク] ~ [サ] に適する数字を入れよ。必要ならば、四捨五入して答えよ。

1. 図 1 に示すように、内部抵抗が無視できる起電力

V [V] の電池、内部抵抗が無視できる電流計、電気容量が C [F] のコンデンサー、および 3 つの抵抗 $R_1 \sim R_3$ がある。 R_1 の抵抗値は $2R$ [Ω] , R_2 の抵抗値は $x \cdot R$ [Ω] , R_3 の抵抗値は $(1-x) \cdot R$ [Ω] であり、 $0 < x < 1$ の範囲で可変とする。

回路を接続してから十分に長い時間が経過したとする。ab 間の合成抵抗値は [ア] $\times R$ [Ω] である。

コンデンサーに蓄えられている電荷は [イ] [C] である。電流計が示す電流値は [ウ] [A] である。

R_1 で 1 分間に発生するジュール熱は [エ] [J] である。

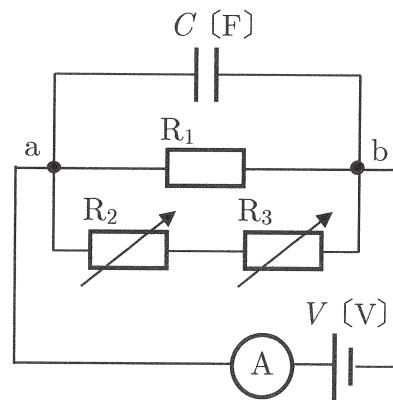


図 1

ア の 解答群	(0) $\frac{1}{2}$	(1) $\frac{2}{3}$	(2) 1	(3) $\frac{3}{2}$	(4) 2	(5) 3
------------	-------------------	-------------------	-------	-------------------	-------	-------

イ の 解答群	(0) $\frac{C}{V}$	(1) $\frac{V^2}{2C}$	(2) CV	(3) $\frac{CV^2}{2}$
------------	-------------------	----------------------	----------	----------------------

ウ の 解答群	(0) $\frac{V}{3R}$	(1) $\frac{V}{2R}$	(2) $\frac{2V}{3R}$	(3) $\frac{V}{R}$	(4) $\frac{3V}{2R}$	(5) $\frac{2V}{R}$
------------	--------------------	--------------------	---------------------	-------------------	---------------------	--------------------

エ の 解答群	(0) $\frac{30V}{R^2}$	(1) $\frac{60V}{R^2}$	(2) $\frac{30V}{R}$
	(3) $\frac{60V}{R}$	(4) $\frac{30V^2}{R}$	(5) $\frac{60V^2}{R}$

次に図2に示すように、電流計の左端の接続を R_2 と R_3 の間の点cに変更し、十分に長い時間が経過したとする。コンデンサーに蓄えられている電荷は $\boxed{\text{才}} \times CV [\text{C}]$ である。電流計が示す電流値は $\boxed{\text{力}} \times \frac{V}{R} [\text{A}]$ である。 $x = \frac{1}{4}$ のとき、電流計が示す電流値は $\boxed{\text{キ}} \times \frac{V}{R} [\text{A}]$ となる。

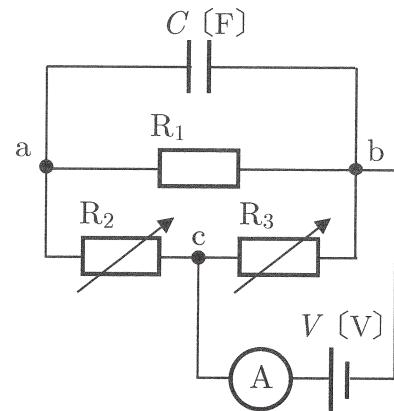


図2

才の 解答群	(0) $\frac{1}{2}$	(1) 1	(2) 2	(3) $\frac{1}{2x}$	(4) $\frac{2}{x}$
	(5) $\frac{1}{1-x}$	(6) $\frac{2}{1-x}$	(7) $\frac{2}{1+x}$	(8) $\frac{2}{2-x}$	(9) $\frac{2}{2+x}$

力の 解答群	(0) $\frac{1}{(2-x)(1-x)}$	(1) $\frac{1}{(2+x)(1-x)}$
	(2) $\frac{1}{(2-x)(1+x)}$	(3) $\frac{1}{(2+x)(1+x)}$
	(4) $\frac{3}{(2-x)(1-x)}$	(5) $\frac{3}{(2+x)(1-x)}$
	(6) $\frac{3}{(2-x)(1+x)}$	(7) $\frac{3}{(2+x)(1+x)}$

キの 解答群	(0) $\frac{16}{45}$	(1) $\frac{16}{35}$	(2) $\frac{16}{27}$	(3) $\frac{16}{21}$
	(4) $\frac{48}{35}$	(5) $\frac{16}{15}$	(6) $\frac{16}{9}$	(7) $\frac{16}{7}$

(計算用余白)

(次ページに続く)

2. 図3のような、断面積 $2.0 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ 、全巻数 2000 回のソレノイド内の磁束密度の大きさ $B [\text{T}]$ が、図4に示すように、時間的に変化する。磁束密度はソレノイドの軸に沿った方向で、ソレノイド内で一様である。図3の矢印の向きを正とする。図4の、区間Xでは生じる誘導起電力の大きさは ク ケ V、区間Yでは コ サ Vである。

区間Zでの磁束密度は、図3の正の向きであったとすると、PQ間につながれた抵抗には、 シ の向きの電流が流れる。

シ の 解答群	(0) P → 抵抗 → Q	(1) Q → 抵抗 → P
------------	----------------	----------------

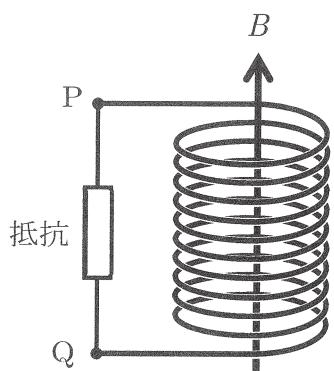


図3

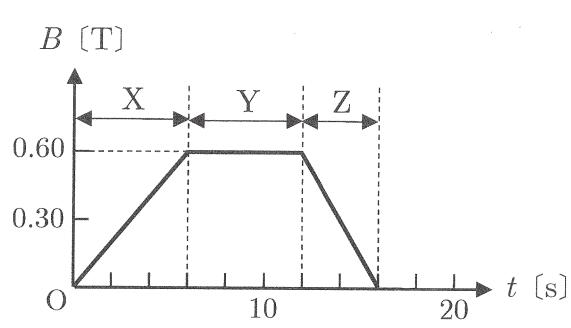


図4

(計算用余白)

一般試験A(2日目)

3時間 化学

化学 I

次の [ア] ~ [チ] にもっとも適切なものを一つ各解答群から選び、番号で答えよ。

ただし、気体定数は $8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ 、原子量は H 1.0, C 12, O 16, S 32, Cu 64 とする。

(1) 多数の分子が分子間力によって、規則正しく配列してできた結晶を [ア] という。

分子間にはたらく引力が弱いために、[ア] は一般的に融点が [イ]。氷の結晶の中では、1 個の水分子の周囲に [ウ] 個の水分子が存在し、その [ウ] 個の水分子それぞれと水素結合を形成し、すき間の多い結晶構造となる。よって、水が凝固して氷になると密度は [エ] する。

アの 解答群	(0) 金属結晶 (2) 共有結合の結晶	(1) イオン結晶 (3) 分子結晶
-----------	-------------------------	-----------------------

イの 解答群	(0) 高い	(1) 低い
-----------	--------	--------

ウの 解答群	(0) 6 (2) 2 (4) 4	(1) 1 (3) 3 (5) 5
-----------	-------------------------	-------------------------

エの 解答群	(0) 増加	(1) 減少
-----------	--------	--------

(2) 溶媒や溶液を冷却したときの温度変化について考える。純溶媒では、凝固が始まると温度は **[オ]** で一定となり、その後、固体のみになると温度は低下し始める。一方、溶液では凝固が始まっても、温度が一定とならず徐々に下がり続ける。これは溶液を冷却すると、溶液中の溶媒が凝固するので、溶液濃度が徐々に **[カ]** なり、凝固点が **[キ]** なるためである。水のモル凝固点降下を $1.85 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$ とすると、 7.2 g のグルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ を 250 g の水に溶かしたときの凝固点降下度は **[ク]** K となる。ただし、グルコースは溶液中で会合しないものとする。

オの 解答群	(0) 三重点 (2) 沸点	(1) 凝固点 (3) 臨界点
-----------	-------------------	--------------------

カ、キの 解答群	(0) 低く (2) 高く	(1) 一定に
-------------	------------------	---------

クの 解答群	(0) 3.0×10^{-4} (2) 7.5×10^{-2} (4) 0.75	(1) 3.0×10^{-2} (3) 0.30 (5) 7.5
-----------	------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------

(3) 水の電離度は非常に小さく、25 °Cの純水では $[H^+]$ も $[OH^-]$ も [ケ] mol/L となり、pH は [コ] となる。 $K_w = [H^+][OH^-]$ を水のイオン積という。酸の水溶液の K_w は、温度が同じであれば [サ]。ここで、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の電離度をそれぞれ 1.0 とすると、25 °Cにおける 0.0010 mol/L の塩酸の pH は [シ] となり、25 °Cにおける 0.010 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液の pH は [ス] となる。

ケの 解答群	(0) 1.0×10^{-1}	(1) 1.0×10^{-5}
	(2) 1.0×10^{-7}	(3) 1.0×10^{-9}
	(4) 1.0×10^{-11}	(5) 1.0×10^{-14}

コの 解答群	(0) 1.0	(1) 5.0
	(2) 7.0	(3) 9.0
	(4) 11.0	(5) 14.0

サの 解答群	(0) 純水の K_w と等しい	
	(1) 純水の K_w よりも大きい	
	(2) 純水の K_w よりも小さい	

シ, スの 解答群	(0) 2.0	(1) 3.0
	(2) 5.0	(3) 7.0
	(4) 10.0	(5) 11.0
	(6) 12.0	(7) 14.0

(4) 電子 1 molあたりの電気量 [C] の大きさ(絶対値)を **セ** という。 **セ** は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ である。この値は、電子 1 個のもつ電気量 [C] の大きさ(絶対値)と **ソ** との積で求められる。いま、両極に白金電極をもちいて硫酸銅(II) CuSO_4 水溶液を 5.0 A で 1930 秒間電気分解すると、陰極に析出する銅の質量は **タ** g となる。さらに、0 °C, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ のとき、陽極で発生する酸素の体積は **チ** L となる。

セ, ソの 解答群	(0) ファラデー定数	(1) 起電力
	(2) 電離定数	(3) アボガドロ定数
	(4) 平衡定数	(5) 等電点
	(6) 電子親和力	(7) イオン化エネルギー

タの 解答群	(0) 0.32	(1) 0.64
	(2) 1.6	(3) 3.2
	(4) 6.4	(5) 13

チの 解答群	(0) 0.14	(1) 0.28
	(2) 0.56	(3) 1.1
	(4) 2.2	(5) 5.6

化学 II

次の [ア] ~ [ツ] にもっとも適切なものを一つ各解答群から選び、番号で答えよ。
ただし、気体定数は $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ とする。

(1) 水素以外の 1 族元素をアルカリ金属という。アルカリ金属の原子は、価電子を 1 個もち、1 価の陽イオンになりやすい。アルカリ金属の单体は、密度の小さい銀白色の軽金属であり、鉄や銅と比較すると [ア]。また、アルカリ金属の中で黄色の炎色反応を示すのは [イ] のみである。アルカリ金属は、還元力が強く、常温の水と激しく反応して气体の [ウ] を発生し、水酸化物を生じる。ナトリウムの单体を得る工業的製法は、[エ] である。また、アルカリ金属のうち、イオン化エネルギーが最も大きいのは [オ] である。

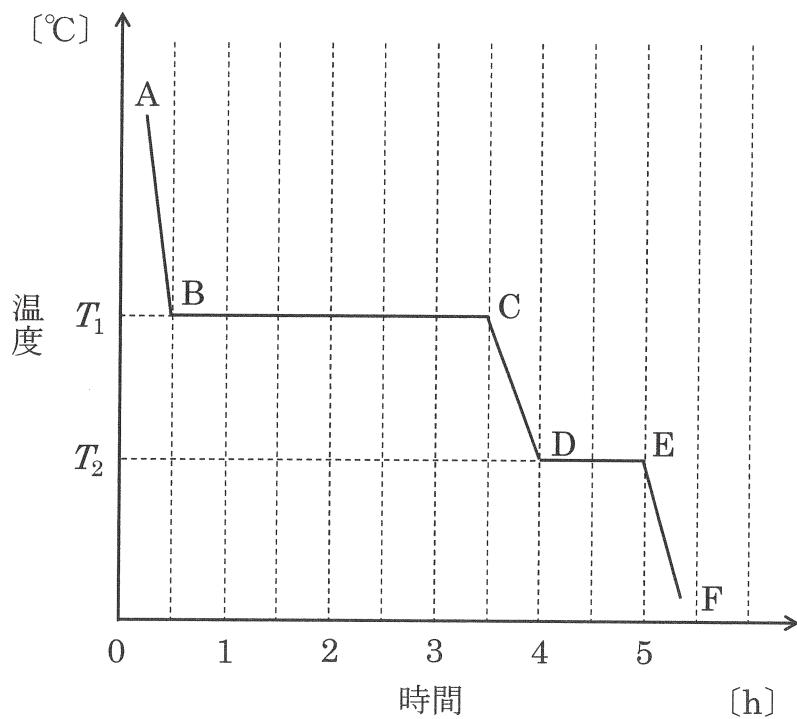
アの 解答群	(0) 硬くて融点が高い (1) 硬くて融点が低い (2) やわらかくて融点が高い (3) やわらかくて融点が低い
-----------	--------------------------------------------------------------------

イ、オの 解答群	(0) Li (1) Na (2) K (3) Rb (4) Cs
-------------	-----------------------------------------

ウの 解答群	(0) 水素 (1) 酸素 (2) オゾン (3) 窒素
-----------	---------------------------------

エの 解答群	(0) コークスによる還元 (1) 水素による還元 (2) イオン交換樹脂によるイオン交換 (3) 溶融塩電解（融解塩電解）
-----------	-------------------------------------------------------------------------

(2) 容器内に、ある1種類の気体が0.10 mol入っている。容器の圧力を一定に保ったまま、1時間あたり0.78 kJの割合でゆっくり冷やしていくと、この物質の温度変化が図のように得られた。ただし、A → Bの間は気体のみが存在した。



- (a) 図のD → Eでは、 状態である。
 (b) この物質の凝縮熱は kJ/molである。

力の 解答群	(0) 気体のみの (1) 気体と液体が共存した (2) 液体のみの (3) 液体と固体が共存した (4) 固体のみの
-----------	-------------------------------------------------------------------------

キの 解答群	(0) 7.8 (1) 16 (2) 23 (3) 31 (4) 39 (5) 47
-----------	-----------------------------------------------------------

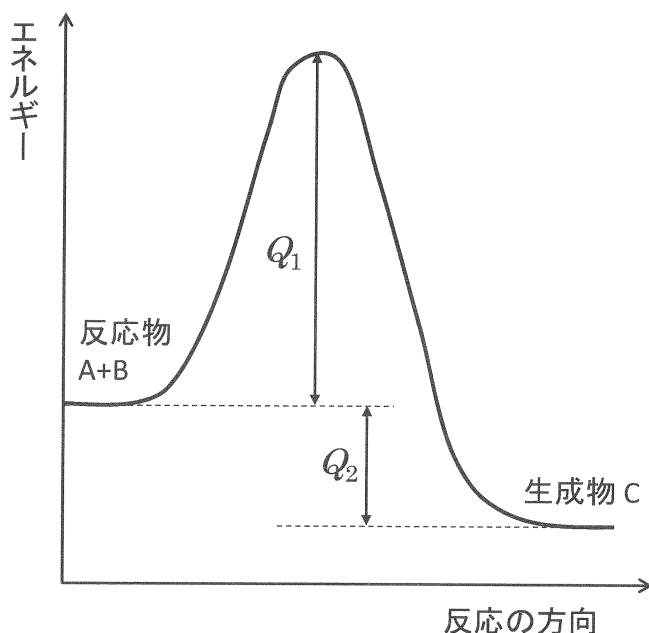
(3) ある容器に 27 °C で 0.16 g の気体 A と、飽和状態の水蒸気および少量の水が入っている。27 °C の水の蒸気圧は 3.6×10^3 Pa である。容器内の気体部分の体積は 27 °C で 10.0 L, 圧力は 2.36×10^4 Pa だった。気体 A の分圧は [ク] Pa となり、気体 A の分子量は [ケ] となる。容器を 27 °C に保ちつつ、圧縮してその気体部分の体積を 3 分の 1 にすると、容器内の圧力は [コ] Pa になる。ただし、気体 A は液化せず、水に溶解しないものとする。また、液体の水の体積は無視してよい。

クの 解答群	(0) 1.64×10^4	(1) 2.00×10^4
	(2) 2.36×10^4	(3) 2.72×10^4
	(4) 3.08×10^4	(5) 3.44×10^4

ケの 解答群	(0) 2.0	(1) 4.0
	(2) 20	(3) 28
	(4) 32	(5) 38

コの 解答群	(0) 5.64×10^4	(1) 6.00×10^4
	(2) 6.36×10^4	(3) 6.72×10^4
	(4) 7.08×10^4	(5) 7.44×10^4

(4) 図は、 $A + B \rightarrow C$ の反応について、反応の方向とエネルギーを示しており、
 Q_1 、 Q_2 はいずれも正の値である。反応熱は **サ** であり、活性化エネルギーは
シ である。また、この反応は **ス** である。この反応に触媒を用いて反応速度を
大きくする場合、触媒の働きにより活性化エネルギーは **セ**。



サ、シの 解答群	(0) $Q_1 + Q_2$	(1) Q_1
	(2) Q_2	(3) $Q_1 - Q_2$

スの 解答群	(0) 発熱反応	(1) 吸熱反応
-----------	----------	----------

セの 解答群	(0) 小さくなるが、反応熱は変化しない (1) 大きくなるが、反応熱は変化しない (2) 変化しないが、反応熱は小さくなる (3) 変化しないが、反応熱は大きくなる (4) 小さくなり、反応熱も小さくなる (5) 大きくなり、反応熱も大きくなる
-----------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(5) (a)～(d)の記述は、Cr, Ag, Sn, Pb のいずれかについてのものである。

(a) 比較的やわらかい金属で密度が大きく、X線の遮蔽材に用いられる。 ソ

(b) 電気や熱の伝導性は、金属中で最大である。化合物中では+1の酸化数をとる。

タ

(c) 銀白色の硬い金属で、酸化数が+6の化合物は毒性が高い。 チ

(d) 銅との合金は青銅と呼ばれ、太古の時代から用いられてきた。 ツ

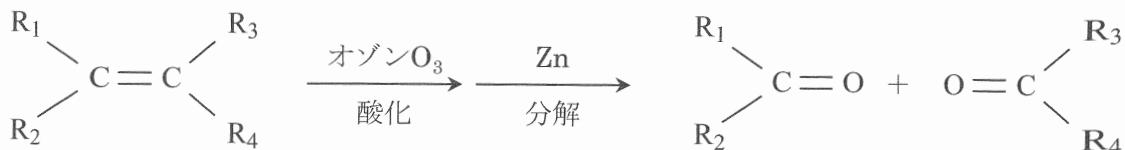
ソ～ツの 解答群	(0) Cr (2) Sn	(1) Ag (3) Pb
-------------	------------------	------------------

化学 III

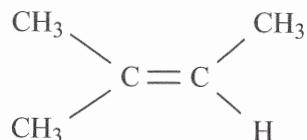
次の [ア] ~ [テ] にもっとも適切なものを一つ各解答群から選び、番号で答えよ。
ただし、原子量は H 1.0, C 12, O 16 とする。

(1) アルケンに低温でオゾン O_3 を酸化剤として作用させた後、還元剤の亜鉛で処理すると、二重結合が開裂して下の反応のようにカルボニル化合物が得られる。これをオゾン分解という。2-メチル-2-ブテン(下図)をオゾン分解すると、還元性のある [ア] と、還元性のない [イ] の混合物が得られる。

硫酸酸性条件下、二クロム酸カリウム水溶液で [ア] を酸化して得られる化合物は [ウ] である。また、[イ] を触媒を用いて水素で還元して得られる化合物は [エ] である。



R₁ から R₄ はアルキル基、または水素原子を示す。



2-メチル-2-ブテン

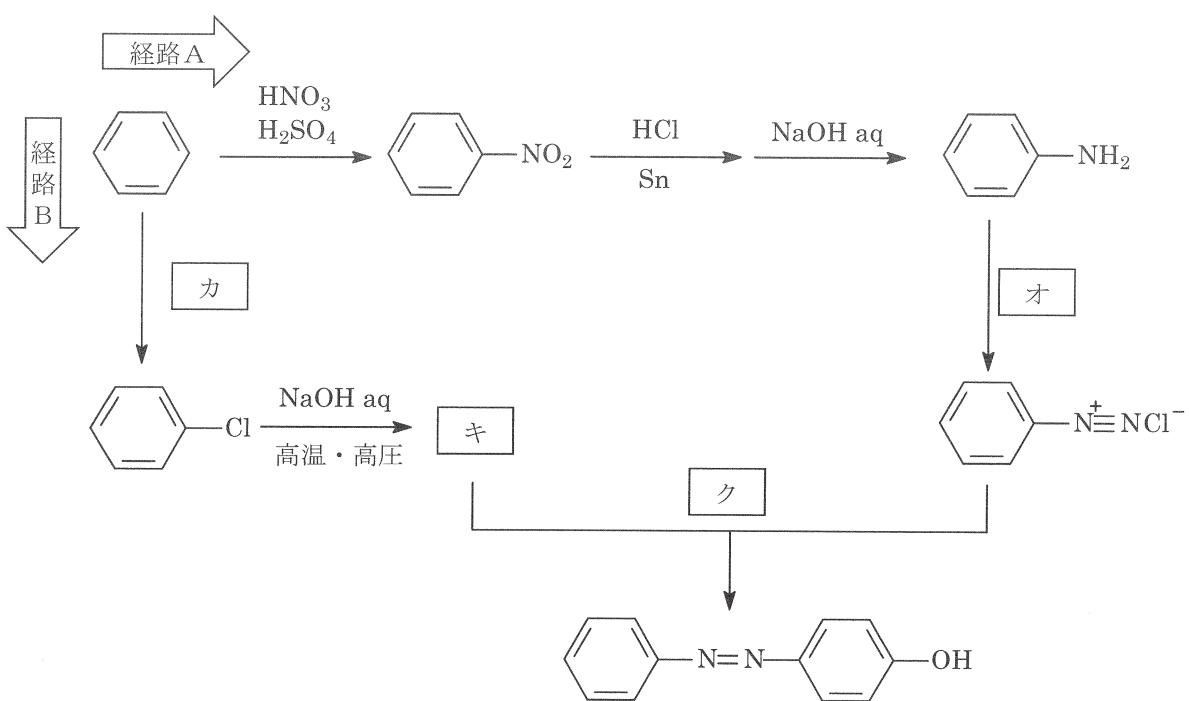
ア、イの 解答群	(0) ホルムアルデヒド (2) アセトン	(1) アセトアルデヒド (3) エチルメチルケトン
-------------	--------------------------	-------------------------------

ウの 解答群	(0) ギ酸 (2) プロピオン酸	(1) 醋酸
-----------	----------------------	--------

エの 解答群	(0) メタノール (2) 1-プロパノール	(1) エタノール (3) 2-プロパノール
-----------	---------------------------	---------------------------

(2) ベンゼンを原料として、*p*-ヒドロキシアゾベンゼン(*p*-フェニルアゾフェノール)を合成する反応経路図を以下に示す。経路 A ではベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物を作用させ、ニトロベンゼンとしたのち、スズと濃塩酸による還元、水酸化ナトリウム水溶液による処理を経てアニリンを得る。アニリンを氷を用いて冷却しながら [オ] と反応させ、塩化ベンゼンジアゾニウムとする。経路 B ではベンゼンを [カ] と反応させ、クロロベンゼンとしたのち、高温・高圧下で水酸化ナトリウム水溶液と反応させて [キ] を得る。

塩化ベンゼンジアゾニウムのようなジアゾニウム塩と、芳香族化合物からアゾ化合物をつくる反応は、一般に [ク] という。



オの 解答群	(0) 希塩酸と硝酸ナトリウム
	(1) 希塩酸と亜硝酸ナトリウム
	(2) 濃塩酸と濃硝酸
	(3) 濃硝酸と濃硫酸

力の 解答群	(0) 硫酸酸性条件下, 塩化水素
	(1) 硫酸酸性条件下, 塩素
	(2) 鉄粉の存在下, 塩化水素
	(3) 鉄粉の存在下, 塩素
	(4) 高温・高压下, 塩化ナトリウム

キの 解答群	(0) ナフタレン
	(1) フタル酸
	(2) ピクリン酸
	(3) サリチル酸ナトリウム
	(4) ナトリウムフェノキシド
	(5) メチルオレンジ

クの 解答群	(0) ジアゾ化	(1) クメン法
	(2) アセチル化	(3) ジアゾカップリング
	(4) ニトロ化	(5) 縮合重合

(3) 多糖にはデンプンやグリコーゲン、セルロースなどがあり、これらの分子式はすべて $(C_6H_{10}O_5)_n$ である。デンプンの原料となるグルコースは、植物中で光合成により以下の反応式でつくられる。



※ 反応係数が 1 の場合、省略せず 1 と表記するものとする。

グルコースの環状構造には、 α -グルコースと β -グルコースがある。デンプンは、多数の $\boxed{\text{シ}}$ が脱水縮合した構造をもつ。ヨウ素デンプン反応において、青紫色を呈するのは、ヨウ素分子などがデンプン分子の $\boxed{\text{ス}}$ 構造に取り込まれるためである。

グルコースは酵母菌の持つ酵素の働きにより、エタノールと二酸化炭素になる。これは、以下の反応式で示される。



※ 反応係数が 1 の場合、省略せず 1 と表記するものとする。

	(0) 12	(1) 1
ケ～サ、	(2) 2	(3) 3
セ、 ソの	(4) 4	(5) 5
解答群	(6) 6	(7) 7
	(8) 8	(9) 9

シの 解答群	(0) α -グルコース	(1) β -グルコース
-----------	---------------------	--------------------

スの 解答群	(0) 球状	(1) 層状
	(2) らせん状	(3) 立方体状

(4) 炭素 C, 水素 H, 酸素 O からなる化合物 37 mg を完全燃焼させると, 二酸化炭素 CO_2 66 mg と水 H_2O 27 mg が得られた。この化合物 37 mg 中の炭素 C の質量は mg, 水素 H の質量は mg, 酸素 O の質量は mg である。
よって, この化合物の組成式は である。

タ～ツの 解答群	(0) 32	(1) 1.0
	(2) 2.0	(3) 3.0
	(4) 4.0	(5) 6.0
	(6) 12	(7) 16
	(8) 18	(9) 24

テの 解答群	(0) CHO	(1) CH_2O
	(2) $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$	(3) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$
	(4) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$	(5) $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$
	(6) $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_3$	(7) $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_5$

(以上, 化学問題終了)

一般試験A(2日目)

3時間 生物

生物 I

次の文章を読み、[ア]～[ソ]の解答として最も適当なものを、各解答群より一つずつ選んで番号で答えよ。

遺伝子組換え植物の作製には、植物細胞に感染する細菌である [ア] が一般的にもいられる。遺伝子組換え植物の作製方法を図1に示す。

[ア] は、感染した植物細胞のDNAに、自身のプラスミドの遺伝子を導入する性質をもつ。そのため _a プラスミドを取り出し（単離）、[イ] で切断処理して _b 目的遺伝子を挿入したのち、そのプラスミドを取り込ませた [ア] を植物細胞に感染させることで目的遺伝子を植物細胞に導入することが可能となる。

農作物用の遺伝子組換え植物として、除草剤耐性遺伝子を導入したものがつくられている。グルホシネートは、自然界では土壌細菌のいくつかの種によって生産される除草剤で、植物では グルタミン合成酵素 の活性阻害のはたらきがある。グルホシネートに耐性のある遺伝子組換え作物では、放線菌ストレプトマイセス由来の *bar* 遺伝子からつくられる酵素によって、グルホシネートを化学的に変化させることが知られている。*bar* 遺伝子を遺伝子組換えにより植物に導入することで、除草剤としてグルホシネートを散布しても枯れない遺伝子組換え植物を作製した。

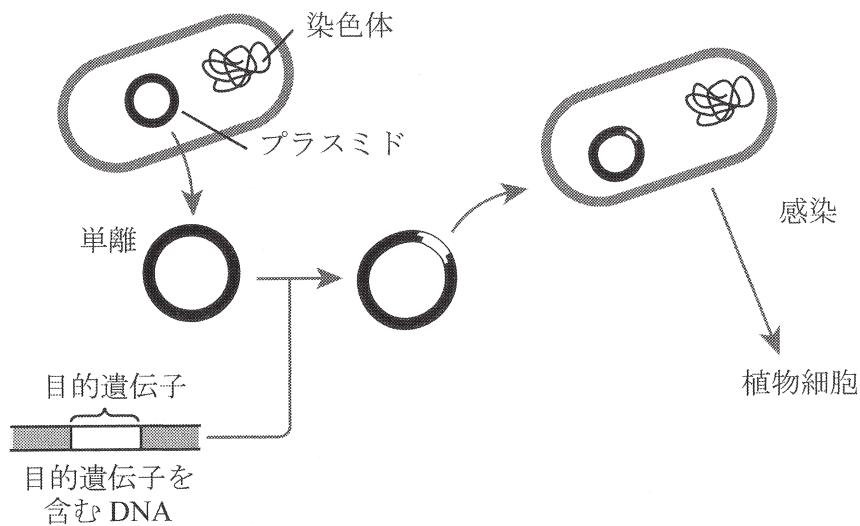


図1 遺伝子組換え植物の作製

(1) 本文中の **ア** と **イ** に入る語は何か。最も適当なものを、次の解答群の中から一つずつ選べ。

【ア、イの解答群】

- | | | |
|---------------|----------------|----------|
| (0) クローン | (1) 光合成細菌 | (2) 大腸菌 |
| (3) アグロバクテリウム | (4) 制限酵素 | (5) ウィルス |
| (6) プライマー | (7) DNA ポリメラーゼ | |

(2) 下線部 a の説明として、最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 **ウ**

【ウの解答群】

- (0) 細菌などに存在する細菌自身のゲノム DNA とは別の小さな線状の DNA で、細菌内で自己増殖が可能である。
- (1) 細菌などに存在する細菌自身のゲノム DNA とは別の小さな環状の DNA で、細菌内で自己増殖が可能である。
- (2) 細菌などに存在する細菌自身のゲノム DNA とは別の小さな環状の DNA で、細菌内で自己増殖ができない。
- (3) 細菌などに存在する細菌自身のゲノム DNA で、細菌内で自己増殖が可能である。

(3) **イ** で切断した DNA どうしをつなぐ際に使用する酵素は何か。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 **エ**

【エの解答群】

- (0) テロメア
- (1) リパーゼ
- (2) DNA リガーゼ
- (3) DNA ヘリカーゼ

(4) 下線部 b を大量に増幅するための方法（増幅方法名）を何というか。また、目的遺伝子を発現させるためには、RNA 合成酵素が認識し結合する特別な塩基配列も同時に組み込む必要がある。この特別な塩基配列（塩基配列名）を何というか。最も適当な組合せを、次の解答群の中から一つ選べ。なお、解答群では、増幅方法名、塩基配列名の順で示している。 **オ**

【オの解答群】

- | | |
|------------------|------------------|
| (0) TCR , オペレーター | (1) SNP , オペレーター |
| (2) PCR , オペレーター | (3) GFP , オペレーター |
| (4) TCR , プロモーター | (5) SNP , プロモーター |
| (6) PCR , プロモーター | (7) GFP , プロモーター |

(5) 下線部 c に関するて、酵素の一般的な性質の説明として、最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。[力]

【力の解答群】

- (0) どの酵素も、高温に加え、強いアルカリ性条件下で高い活性をもつ。
- (1) どの酵素も、高温に加え、強い酸性条件下で高い活性をもつ。
- (2) 最も反応速度が大きくなる温度、および pH が酵素によって決まっている。
- (3) どの酵素も低温条件下で反応速度が大きくなるが、活性をもつ pH の範囲は決まっていない。

(6) 下線部 c は、窒素同化において重要なはたらきをもつ。一般的に、植物の窒素同化が最もおこなわれる器官と、窒素同化におけるグルタミン合成酵素のはたらきの正しい説明はどれか。最も適当なものを、次の解答群の中から一つずつ選べ。

器官 [キ] , はたらき [ク]

【キの解答群】

- (0) 根
- (1) 茎
- (2) 葉
- (3) 花

【クの解答群】

- (0) アンモニウムイオンとグルタミン酸からグルタミンを合成する。
- (1) アンモニウムイオンとグルタミンから α -ケトグルタル酸を合成する。
- (2) 硝酸イオンとグルタミン酸からグルタミンを合成する。
- (3) 硝酸イオンとグルタミンから α -ケトグルタル酸を合成する。

特定の遺伝子が破壊されたマウスを **ケ** マウスという。**ケ** マウスの形質を正常マウスと比較することで、破壊した遺伝子の機能を調べることができる。しかし、**ケ** マウスが生まれてこない場合もある。そのような場合には、特定の時期、特定の臓器でのみ、遺伝子を破壊する手法も開発されている。この手法を利用すれば、成体になったのちに遺伝子を破壊することもできる。通常の手法では生まれてこなかったマウスも、正常に誕生させてから遺伝子を破壊し、正常なマウスと比較することで、その遺伝子の生体における機能が推測できる。たとえば、正常なマウスと、遺伝子を破壊したマウスの間で DNA マイクロアレイをもちいて網羅的な解析をおこなうことで、破壊した遺伝子がほかの遺伝子の発現におよぼす影響を確認することができる。

A 遺伝子によって発現が調節されていると推測される B ~ D 遺伝子について、常に A 遺伝子を発現している正常なマウスと、A 遺伝子を破壊したマウスとの間で DNA マイクロアレイ解析（図 2）をおこなった。その結果を表 1 に示す。A 遺伝子を破壊したマウスから抽出したものの発現量を緑色の蛍光の強弱で、正常なマウスから抽出したものの発現量を赤色の蛍光の強弱で表した。発現量が多いものほど強く検出される。両者のデータを重ねて解析すると、緑色と赤色の蛍光が同程度の場合、黄色に光る。マウス個体において、A 遺伝子とは関係なく常に発現している遺伝子を抽出量の指標とし、B ~ D 遺伝子の発現量を解析した。なお、B ~ D 遺伝子が制御を受ける場合には、A 遺伝子のみの制御を受けるものとする。

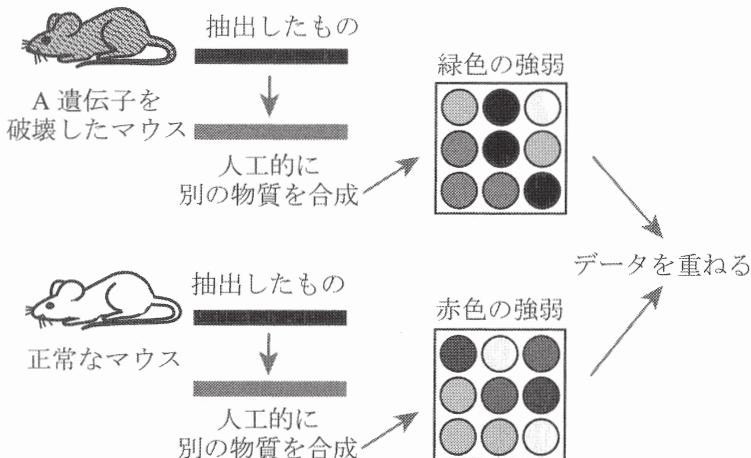


表 1 解析結果

遺伝子	解析結果
B	赤色
C	緑色
D	黄色

図 2 DNA マイクロアレイ解析

(7) 文中の **ケ** に入る語は何か。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。

【ケの解答群】

- (0) マトリックス (1) ストロマ (2) ヌクレオチド (3) ノックアウト

(8) 遺伝子を破壊して下線部 d のような現象が起こる場合、破壊した遺伝子がもつ機能として推察されることは何か。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。

コ

【コの解答群】

- (0) 運動に関する遺伝子である。
- (1) 発生に関する遺伝子である。
- (2) 視覚に関する遺伝子である。
- (3) 聴覚に関する遺伝子である。

(9) 下線部 e について、DNA マイクロアレイ解析をおこなう場合には、マウスからある物質（物質 I）を抽出し、これを鋳型に、より安定的な別の物質（物質 II）を人工的に合成する必要がある。物質 I と物質 II は何か。最も適当な組合せを、次の解答群の中から一つ選べ。サ

【サの解答群】

- | | |
|------------------|--------------|
| (0) 物質 I : DNA, | 物質 II : cDNA |
| (1) 物質 I : cDNA, | 物質 II : mRNA |
| (2) 物質 I : mRNA, | 物質 II : RNAi |
| (3) 物質 I : mRNA, | 物質 II : cDNA |
| (4) 物質 I : DNA, | 物質 II : mRNA |
| (5) 物質 I : cDNA, | 物質 II : RNAi |

(10) DNA マイクロアレイ解析をおこなった結果、A 遺伝子は何色になるか、最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。シ

【シの解答群】

- (0) 赤 色
- (1) 緑 色
- (2) 黄 色

(11) 表 1 の結果から、B～D 遺伝子は A 遺伝子にどのような制御を受けていると考えられるか。最も適当なものを、次の解答群の中から一つずつ選べ。なお、同じ番号を 2 回以上選んでもよい。

B 遺伝子 , C 遺伝子 , D 遺伝子

【ス～ソの解答群】

- (0) A 遺伝子により遺伝子発現が抑制される。
- (1) A 遺伝子により遺伝子発現が活性化される。
- (2) A 遺伝子による制御をうけない。

生物 II

次の文章を読み、ア ~ ソ の解答として最も適当なものを、各解答群より一つずつ選んで番号で答えよ。

多くの生物は、さまざまな病原体に日々接触しながらも、生き続けている。これは、病原体が体内に侵入することを阻止するしくみや、侵入した異物をからだから排除するしくみが備わっているためである。このような、生物のからだを守っているしくみを免疫という。

ヒトの場合、まず体内への侵入を物理的、化学的防御によって防いでいる。物理的防御として、消化管、気管などの内壁を占めるア や皮膚がある。皮膚内部では、ケラチンと呼ばれるタンパク質が合成され、皮膚の表面でイ を形成し、病原体などの体内への侵入を防いでいる。化学的防御には、涙や唾液、鼻水があり、細菌の細胞壁を破壊する作用をもつウ や、細菌の細胞膜を破壊するエ と呼ばれるタンパク質がある。また、a 食細胞によっておこなわれる食作用や、b リンパ球の一種であるT細胞やB細胞が関係する免疫もある。

このように、病原体や有害物質などの異物に対しては、それらを排除する防御のしくみが備わっているが、自己自身の成分に対して免疫応答してしまうと自己自身も攻撃されることになる。そのため、自分自身に対して免疫応答を起こさない状態をつくることができるようになっており、この状態をオ という。

- (1) 本文中のア ~ オ に入る語は何か。最も適当なものを、次の解答群の中から一つずつ選べ。

【ア～オの解答群】

- | | | | |
|-----------|-------------|-----------|----------|
| (0) 角質層 | (1) 標的細胞 | (2) 粘膜 | (3) 基底膜 |
| (4) エピトープ | (5) ディフェンシン | (6) リゾチーム | (7) ビコイド |
| (8) 免疫記憶 | (9) 免疫寛容 | | |

(2) 下線部 aについての説明として、最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。

力

【力の解答群】

- (0) 免疫グロブリンと呼ばれるタンパク質を放出し、特定の抗原と特異的に結合させ、抗原を無害化する。
- (1) 記憶能力をもつ細胞であり、次に同じ異物が侵入してきたときに、速やかに増殖して免疫反応を引き起こす。
- (2) 白血球の中で好中球が最も数が多く、侵入してきた異物を排除する。
- (3) 抗体産生細胞とも呼ばれ、抗体を産生し抗原を攻撃する。

(3) 下線部 b の説明として、最も適当なものを、次の解答群の中から一つずつ選べ。

T 細胞 キ , B 細胞 ク

【キ、クの解答群】

- (0) 炎症を起こす物質を細胞外に排出することで、炎症を誘発し、抗原を破壊する。
- (1) もとの細胞は、ひ臓でつくられ骨髓^{ずい}で分化し、マクロファージから提示された抗原と自分の型が一致するとマクロファージを活性化する。
- (2) ナチュラルキラー細胞とも呼ばれるリンパ球で、異常な細胞そのものを排除する。
- (3) ウィルスの DNA が細胞内に入り込み、増殖し、細胞膜を破って出て行くことで細胞を壊していく。
- (4) 細胞膜や細胞小器官を正常な形態に保ちながら、細胞全体を縮小していく。
- (5) 樹状細胞から抗原提示を受けた細胞によって活性化され、形質細胞に分化してはたらく。
- (6) 感染細胞の表面の抗原を認識し、その細胞を直接攻撃する。

(4) 下線部 c の例として、最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。ケ

【ケの解答群】

- (0) 弱毒化あるいは死滅した病原体や毒素の接種による生体反応
- (1) 後天性免疫不全症候群
- (2) 毒素などに対する抗体の接種による生体反応
- (3) I 型糖尿病

遺伝的に均質な個体群を系統という。系統が異なる2種類のマウス（A系統とB系統）を使って、皮膚片の移植実験をおこなった。A系統のマウスにA系統の皮膚片を移植した場合と、B系統のマウスにB系統の皮膚片を移植した場合には、皮膚片はそれぞれ定着した。次に、図1のように、A系統のマウスの皮膚片をB系統のマウスに移植したところ、10日後に皮膚片は脱落した（拒絶反応）。この拒絶反応を示したB系統のマウスを、マウスB-1とした。その後、次の実験1～3をおこなった。

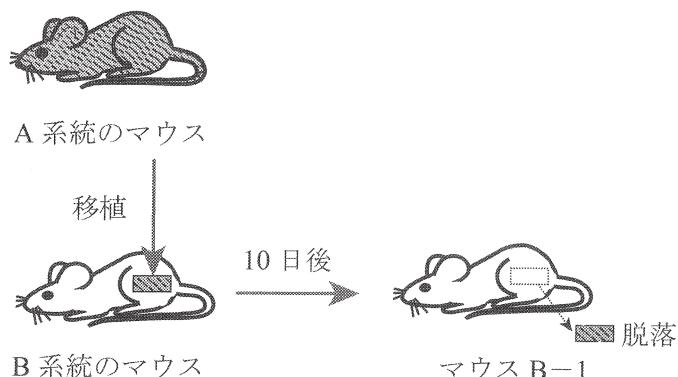


図1 マウスの皮膚移植実験

- <実験1> マウスB-1に、もう一度A系統のマウスの皮膚片を移植した。
- <実験2> 別のB系統のマウスに、マウスB-1の血しょうを注射し、A系統のマウスの皮膚片を移植した。
- <実験3> 出生直後に胸腺を除去したA系統のマウスに、B系統のマウスの皮膚片を移植した。

- (5) ヒトはある病原体に一度感染すると、同じ病原体に感染しにくくなる。これには免疫記憶が関係している。この免疫記憶と関係が深いものはどれか。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 コ

【コの解答群】

- | | |
|-----------|------------|
| (0) 膝蓋腱反射 | (1) 予防接種 |
| (2) 血液凝固 | (3) 自己免疫疾患 |

- (6) せきつい脊椎動物の細胞表面には、自己細胞か非自己細胞かを示すタンパク質の抗原が存在する。このタンパク質を何というか。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 サ

【サの解答群】

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| (0) MHC | (1) TCR | (2) BCR | (3) BMP |
|---------|---------|---------|---------|

(7) 下線部 d の理由として正しい説明はどれか。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 シ

【シの解答群】

- (0) 移植された皮膚が非自己として認識され、体液性免疫によって、ヘルパー T 細胞によりマクロファージの食作用が活性化されたため。
- (1) 移植された皮膚が非自己として認識され、細胞性免疫によって、抗原提示を受けて活性化されたキラー T 細胞による直接攻撃をうけたため。
- (2) 移植された皮膚が非自己として認識され、細胞性免疫によって、抗原提示を受けて活性化された樹状細胞による直接攻撃をうけたため。
- (3) 移植された皮膚が非自己として認識され、体液性免疫によって、ヘルパー T 細胞により好中球の食作用が活性化されたため。
- (8) <実験 1>および<実験 2>において、移植された皮膚片はどのようになると考えられるか。最も適当なものを、次の解答群の中から一つずつ選べ。なお、同じ番号を 2 回選んでもよい。

<実験 1> ス , <実験 2> セ

【ス、セの解答群】

- (0) 10 日よりも短い期間で脱落する。
- (1) 10 日よりも長い期間を経て脱落する。
- (2) 10 日以降も脱落は生じることなく、拒絶反応はおこらない。
- (3) 約 10 日で脱落する。
- (9) <実験 3>では、移植された皮膚の一部は、脱落することなく、マウスに定着した。この結果から、推定されることとは何か。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 ゾ

【ゾの解答群】

- (0) 胸腺は免疫系にはかかわっていない。
- (1) 胸腺には造血幹細胞があり、T 細胞は造血幹細胞からつくられる。
- (2) リンパ球前駆体の一部は、未熟な状態で胸腺に移動し、分化・成熟して T 細胞となる。
- (3) 胸腺は抗原に対する抗体産生に深くかかわる。

生物 III

次の文章を読み、ア ~ テ の解答として最も適当なものを、各解答群より一つずつ選んで番号で答えよ。

植物の光合成にはたらく葉緑体は、外膜と内膜の二重膜に覆われた細胞小器官で、a 肉眼では判別できないが、光学顕微鏡で直接見ることができ、電子顕微鏡をもちいると内部構造までわかる。

図1に光合成の過程を簡略化して示した。葉緑体はア 膜上にクロロフィルなどの光合成色素をもち、光エネルギーを吸収し、クロロフィルを活性化する。クロロフィルの活性化にともない、水を分解しイ とATPを合成し、酸素を放送出する。この反応には2つの電子伝達の反応系が関与し、(A)から(B)に電子が渡される連続した反応である。

イ とATPは、ウ での二酸化炭素の同化による有機物の合成にもいられる。二酸化炭素は葉の裏側に多く存在する気孔から吸収され、C₃植物ではエ と呼ばれる酵素のはたらきによって、リブロースビスリン酸(RuBP)と反応し、2分子のホ ホスホグリセリン酸(PGA)を合成することで、植物体内に固定される。その後、ATPをもちいたPGAのリン酸化、イ による還元を経て、有機物を合成し、RuBPに戻る。

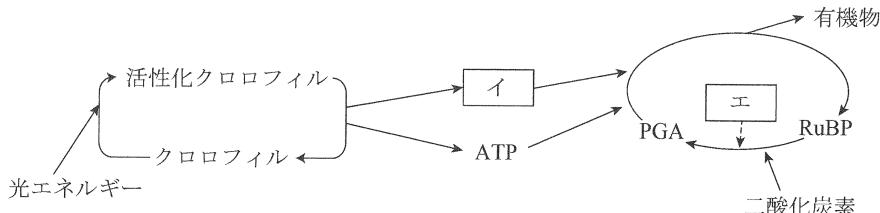


図1 光合成の過程

光合成速度には、光の強さと二酸化炭素濃度、さらに温度が関係する。ある植物における、光の強さの影響について時間経過に対する酸素放出量を図2に、温度の影響について光の強さに対する光合成速度を図3に示した。

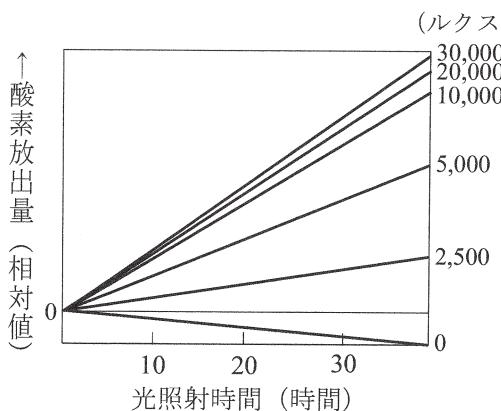


図2 光の影響

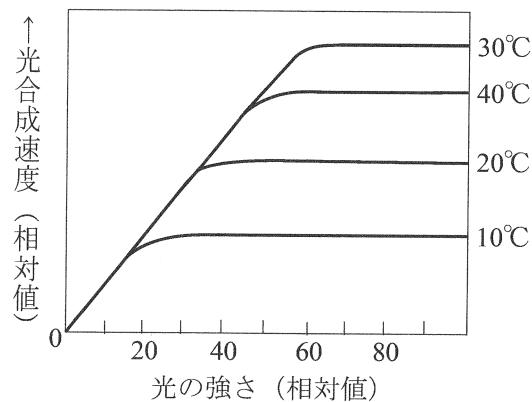


図3 温度の影響

(1) 本文中の **ア** ~ **エ** に入る語は何か。最も適当なものを、次の解答群の中から一つずつ選べ。

【ア～エの解答群】

- | | | | |
|-----------------------|------------|-----------|-----------|
| (0) FADH ₂ | (1) マトリックス | (2) NADH | (3) ルビスコ |
| (4) ストロマ | (5) コハク酸 | (6) チラコイド | (7) NADPH |
| (8) アセチル CoA | (9) クリステ | | |

(2) 本文中の (A) と (B) に入る語は何か。最も適当な組合せを、次の解答群の中から一つ選べ。 **オ**

【オの解答群】

- | | |
|-------------------|-------------|
| (0) A : 電子伝達系, | B : 解糖系 |
| (1) A : 光化学系 I , | B : 光化学系 II |
| (2) A : 解糖系, | B : 電子伝達系 |
| (3) A : 光化学系 II , | B : 光化学系 I |

(3) 下線部 a は分解能の違いによる。①肉眼, ②一般的な光学顕微鏡, ③電子顕微鏡の分解能はどれくらいか。最も近い数値の組合せを、次の解答群の中から一つ選べ。

カ

【カの解答群】

- | | | |
|-----------------|--------------|------------|
| (0) ① : 1 mm, | ② : 0.2 mm, | ③ : 0.2 nm |
| (1) ① : 1 mm, | ② : 0.2 nm, | ③ : 0.2 μm |
| (2) ① : 1 mm, | ② : 0.2 μm, | ③ : 0.2 nm |
| (3) ① : 0.1 mm, | ② : 0.2 nm, | ③ : 0.2 μm |
| (4) ① : 0.1 mm, | ② : 0.2 μm, | ③ : 0.2 nm |
| (5) ① : 0.1 mm, | ② : 0.02 mm, | ③ : 0.2 nm |

(4) 下線部 b に対して、C₄ 植物と CAM 植物で二酸化炭素の固定によって、はじめに合成される物質は何か。最も適当なものを、次の解答群の中から一つずつ選べ。なお、同じ番号を 2 回選んでもよい。

C₄ 植物 **キ** , CAM 植物 **ク**

【キ, クの解答群】

- | | | |
|---------------|----------|------------|
| (0) ホスホグリセリン酸 | (1) リンゴ酸 | (2) グルタミン酸 |
| (3) オキサロ酢酸 | (4) クエン酸 | (5) ピルビン酸 |

(5) 図2から光の強さと光合成速度について推察されることは何か。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 ケ

【ケの解答群】

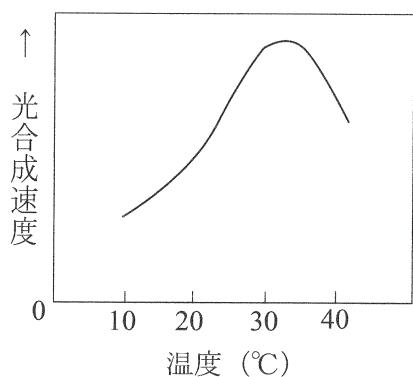
- (0) 30,000 ルクス以上に光が強い場合にも、30,000 ルクス以下と同様に、光の強さに比例して光合成速度は上がり続ける。
- (1) 5,000 ルクス以下の場合、光の強さに比例して光合成速度は高くなるため、5,000 ルクスが最適な光の強さである。
- (2) 20,000 ルクスと30,000 ルクスの場合で、光合成速度にあまり差がないのは、光以外の要因の影響による。
- (3) 10,000 ~ 30,000 ルクスの光合成速度に差がないため、10,000 ルクスが最も光合成速度が高くなる。

(6) 図3の光の強さが相対値70の強い光の場合と、相対値10の弱い光の場合について、横軸を温度、縦軸を光合成速度（相対値）として作成したグラフはどれか。最も適当なものを、次の解答群の中から一つずつ選べ。なお、同じ番号を2回選んでもよい。

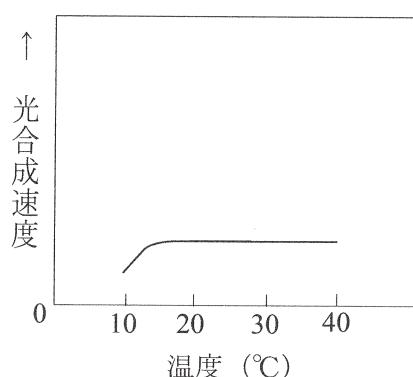
強い光の場合 コ, 弱い光の場合 サ

【コ, サの解答群】

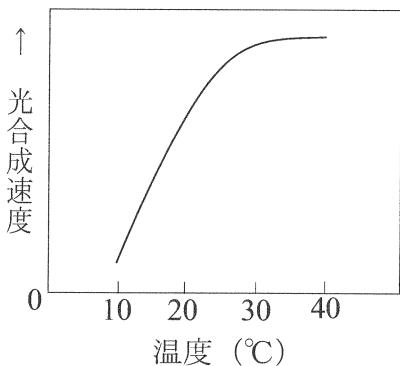
(0)



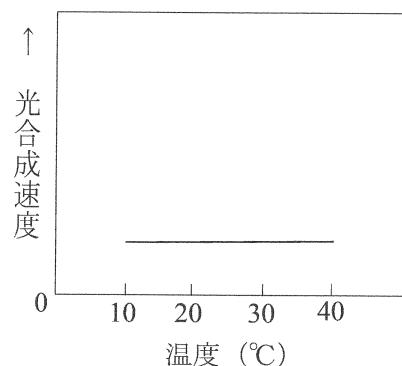
(1)



(2)



(3)



光合成は、主に同化器官である葉でおこなわれる。植物の同化器官（葉）と非同化器官（茎・花・種子など）の空間的な分布状態を **シ** といい、一定の面積に生育する植物群集を上から同じ厚さに切り分けて、重さを測定して調査される。この調査方法を **ス** という。

図4は、代表的な2つの型（C, D）の草本植物についての調査結果から作成した **シ** 図であり、片方がイネ科型、もう一方が広葉型である。同化器官と非同化器官について、高さ20cmごとに縦50cm、横50cm当たりの生重量を示した。

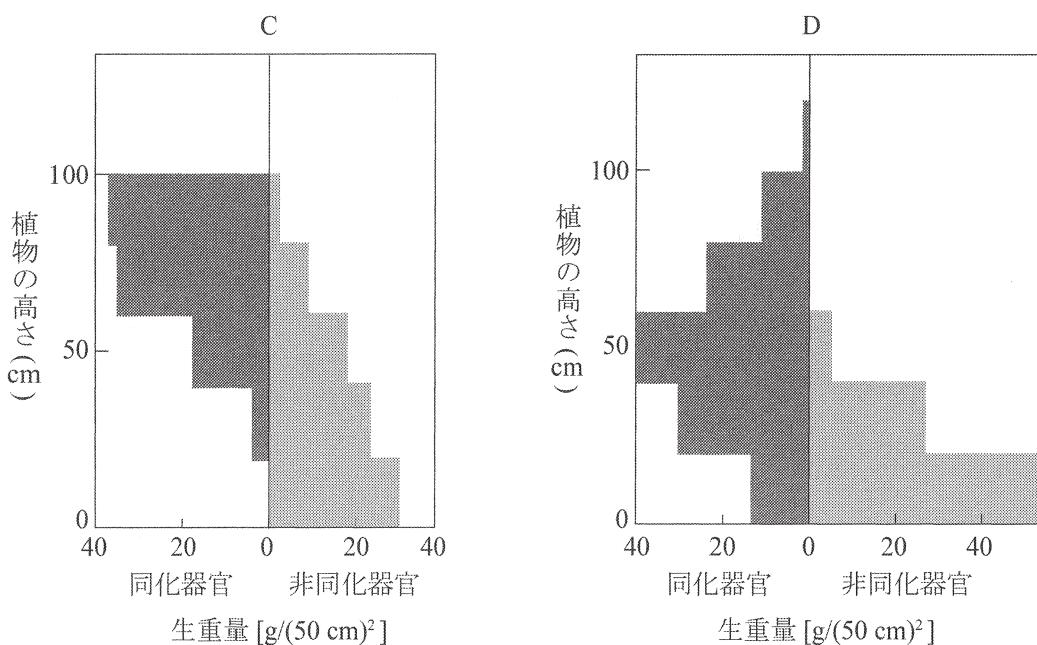


図4 草本植物の高さにおける同化器官と非同化器官の生重量

- (7) 文中の **シ** と **ス** に入る語は何か。最も適当なものを、次の解答群の中から一つずつ選べ。

【シ、スの解答群】

- | | | | |
|----------|----------|-----------|---------|
| (0) 物質生産 | (1) 区画法 | (2) 層別刈取法 | (3) 齡構成 |
| (4) 総生産量 | (5) 生産構造 | (6) 標識再捕法 | (7) 生成物 |

(8) 図4から推察されるC, Dの植物についての正しい説明はどれか。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 セ

【セの解答群】

- (0) Cは同化器官がDよりも植物体の上部に集中していることから、イネ科型植物である。
- (1) Dは同化器官がCよりも下層部に多く、光が植物群集の内部まで届くことから、下層でも光合成を活発におこなうイネ科型植物である。
- (2) Dは非同化器官がCよりも植物体の上部まであることから、広い葉が斜め下へと伸びる広葉型植物である。
- (3) Cは非同化器官がDよりも植物体の下部に集中していることから、細い葉が斜め上へ急角度につく広葉型植物である。

(9) 図4のC, Dのグラフの比較から推察されることは何か。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 ソ

【ソの解答群】

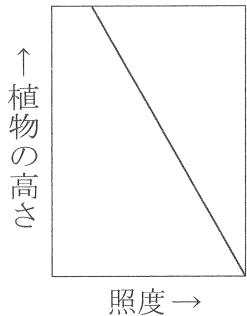
- (0) CではDより上層部に葉が多いので、植物全体での呼吸量に対する光合成量の割合がDより高い。
- (1) DではCより下層部にも葉が多いので、Cより光合成を活発におこなうが、非同化器官の重量も大きいため、物質生産効率は低い。
- (2) 同化器官の重量に対する非同化器官の重量の割合は、CよりDが小さいので、物質生産効率はCよりDが高い。
- (3) DではCより、同化器官の生重量が多い高さと、非同化器官の生重量が多い高さが近いので、非同化器官が光を遮り、物質生産効率が低い。

(10) 図4のCとDの植物について、植物の高さにおける照度を測定した場合、どのようなグラフになると考えられるか。最も適当なものを、次の解答群の中から一つずつ選べ。なお、縦軸は一番上の葉の高さに対する相対値、横軸は最も高い照度に対する相対値を示している。

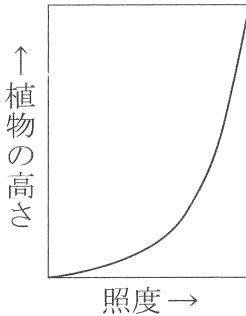
Cの植物 タ , Dの植物 チ

【タ、チの解答群】

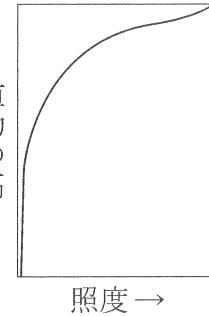
(0)



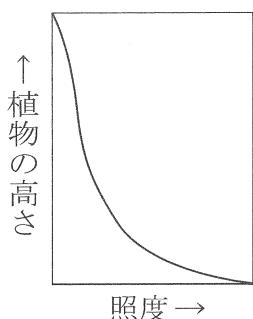
(1)



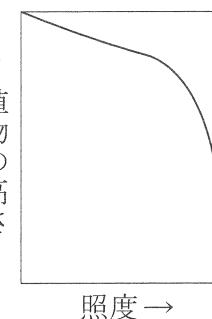
(2)



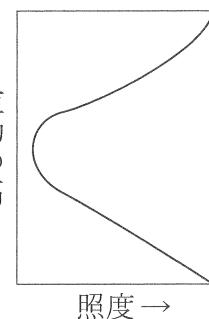
(3)



(4)



(5)



(11) 図4の調査地域の月別平均気温を下の表に示した。各月の平均気温が5°Cを超える月のみからそれぞれ5°Cを引いた1年間の合計値を算出すると、暖かさの指数が求められる。暖かさの指数はバイオームと関連し、0～15：高山草原、15～45：針葉樹林、45～85：夏緑樹林、85～180：照葉樹林、180～240：亜熱帯多雨林、それ以上：熱帯多雨林とされる。調査地域の暖かさの指数およびバイオームはどれか。最も適当なものを、次の解答群の中から一つずつ選べ。

暖かさの指数 , バイオーム

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平均 気温 (°C)	3	2	9	13	18	21	24	26	22	17	12	9

【ツの解答群】

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| (0) 3 | (1) 18 | (2) 24 | (3) 116 |
| (4) 121 | (5) 158 | (6) 176 | (7) 239 |

【テの解答群】

- | | | |
|----------|------------|-----------|
| (0) 高山草原 | (1) 針葉樹林 | (2) 夏緑樹林 |
| (3) 照葉樹林 | (4) 亜熱帯多雨林 | (5) 热帯多雨林 |

(以上、生物問題終了)

一般試験B

1時間 数学

注意：採点は解答用紙のみで行います。問題用紙に書いた計算等は評価しません。

問題1 (1) ~ (5) の解答は、答えのみを【数学】第一面 の該当箇所に記入してください。

問題1 次の問い合わせ答えよ。なお、解答欄には答えのみを記入せよ。

(1) $a = \sqrt{5} - \sqrt{3}$, $b = \sqrt{5} + \sqrt{3}$ のとき、 $a^2 + b^2$ の値、および、 $\frac{1}{a^2} - \frac{1}{b^2}$ の値を求めよ。

(2) 不等式 $\left(\frac{1}{2}\right)^{x^2-x} < \frac{1}{4}$ を解け。

(3) $\frac{n^2 + 7n + 12}{n + 1}$ が整数になるような自然数 n をすべて求めよ。

(4) k を実数とする。座標平面上において、直線 $y = -2x + k$ が円 $x^2 + y^2 = 9$ と共有点をもつような k のとり得る値の範囲を求めよ。

(5) $\triangle ABC$ において、 $AB = 6$, $CA = 9$, $\angle CAB = 60^\circ$ のとき、辺 BC の長さ、および、この三角形の外接円の半径 R を求めよ。

注意：採点は解答用紙のみで行います。問題用紙に書いた計算等は評価しません。

問題1 (6) ~ (10) の解答は、答えのみを【数学】第一面 の該当箇所に記入してください。

(6) 男子5人、女子7人の中から3人の代表を選ぶとき、全員が女子である確率 P 、
および、少なくとも1人が女子である確率 Q を求めよ。

(7) 不等式 $\log_3 x \leq 2\log_3 2 - \log_3(x-4) + 1$ を解け。

(8) 1から12までの自然数を全体集合とする。その部分集合 A, B について、

$$\overline{A} \cap \overline{B} = \{2, 5, 7, 9, 10, 12\}, \quad \overline{A} \cap B = \{4, 8\}, \quad A \cap \overline{B} = \{1, 3, 6\}$$

が成り立っているとき、集合 A, B を、要素を並べる方法で表せ。ただし、
 $\overline{A}, \overline{B}$ は、それぞれ A, B の補集合を表す。

(9) 座標平面上において、軸が直線 $x = 5$ であり、2点 $(8, 0), (0, 32)$ を通る
放物線の方程式を求めよ。

(10) 座標空間内の3点 $A(1, 0, 1), B(2, 1, -1), C(-1, 1, 2)$ において、2つの
ベクトル \vec{AB}, \vec{AC} の内積 $\vec{AB} \cdot \vec{AC}$ 、および、 \vec{AB}, \vec{AC} のなす角 θ ($0 \leq \theta \leq \pi$)
を求めよ。

注意：採点は解答用紙のみで行います。問題用紙に書いた計算等は評価しません。

問題2, 3の解答は、途中の推論、計算も含めて【数学】第一面、【数学】第二面の該当箇所に記入してください。

問題2 関数 $f(x) = 16^x + \frac{16}{16^x} - 4\left(4^x + \frac{4}{4^x}\right) + 5$ がある。

(1) $t = 4^x + \frac{4}{4^x}$ とおくとき、 t のとり得る値の範囲を求めよ。

(2) $f(x)$ を t の多項式で表せ。

(3) $f(x)$ の最小値とそのときの x の値を求めよ。

問題3 座標平面において、放物線 $y = x^2$ を C 、直線 $y = ax + b$ を ℓ とし、 C と ℓ は接しているとする。ただし、 a, b は定数で $a > 0$ とする。

(1) b を a の式で表せ。

(2) 接点の x 座標を a の式で表せ。

(3) ℓ と C および y 軸で囲まれる部分の面積が 9 であるとき、 a, b の値を求めよ。

注意：採点は解答用紙のみで行います。問題用紙に書いた計算等は評価しません。

問題4の解答は、途中の推論、計算も含めて【数学】第二面 の該当箇所に記入してください。

問題4 $\sin \theta + \cos \theta = \frac{\sqrt{7}}{2}$, $\sin \theta > \cos \theta$ のとき、次の問いに答えよ。

(1) $(16^{\sin \theta})^{\cos \theta}$ の値を求めよ。

(2) $\frac{16^{\sin \theta}}{16^{\cos \theta}}$ の値を求めよ。

(3) $\frac{8^{\frac{1}{\cos \theta}}}{8^{\frac{1}{\sin \theta}}}$ の値を求めよ。

(以上、問題終了)

一般試験B

2時間 外国語(英語)

I. 次の(ア)～(オ)各文の()に入る最も適切な英単語を、選択肢から1つ選んで書きなさい。選択肢は1度しか使えません。

[選択肢]

ago	avoid	bed	climb
discusses	for	happen	it
loser	our	rear	sang
sleeping	tight	unlikely	us

- (ア) I can't find my brother Cody anywhere. I thought he was in his room ().
- (イ) My parents had to cancel () family camping trip because of the bad weather.
- (ウ) Would you () to know where the nearest bus stop is?
- (エ) Because of his lack of skill, it is very () that he will win the competition.
- (オ) If we hadn't waited until the last day to complete our project, we would have been able to () many of the mistakes we made.

II. 次の(ア)～(オ)各文の下線部分1～3のうち日本語訳に合わないものを選んで
誤 1 2 3 欄の番号に丸をつけなさい。次に、日本語訳に合うように、
それを正しい形に置き換えて 正 に書きなさい。正しい形は2語以上になる場合もあります。

例

2匹の犬は往来の激しい道を渡った。

Two dog walked across the busy street.
1 2 3

[解答例]

誤 1 2 3 正 dogs

(ア) 調査によると、旧製品と新製品に違いはない。

The study shows that there is less difference between the old and the new products.
1 2 3

(イ) 外国語が話せなくても、身振り手振りを使って意思疎通することができる。

Even if you can't speak a foreign language, you can still communicate by way gestures.
1 2 3

(ウ) 彼は、10日前にいなくなつた犬を至る所で探した。

He has searched somewhat for his dog, which disappeared 10 days ago.
1 2 3

(エ) 旅行は身体的にも精神的にも余りに疲れるものだったので、仕事に戻りたくない。

My trip was so physically and mental tiring that I don't want to return to work.
1 2 3

(オ) この映画は著名な作家が書いた小説に基づいている。

This movie is based on a story write by a well-known author.
1 2 3

III. 次の（ア）～（オ）のそれぞれの日本語訳の意味を表す英文になるように、各英文の空欄に語または句を最も適切な順序に並べた場合、3番目にくるものの番号を書きなさい。ただし、文頭にくるものも小文字で書いてあります。また、必要なコソマが省略されている場合もあります。

(ア) この賞は社会に貢献している団体に授与されます。

This prize _____ to society.

- | | | |
|------------------|---------------|-------|
| 1. awarded to | 2. contribute | 3. is |
| 4. organizations | 5. that | |

(イ) しばしば、偉大な建築家は、有能なプロダクトデザイナーでもある。

Often, great _____ too.

- | | | |
|---------------|-------------|--------------|
| 1. architects | 2. are | 3. designers |
| 4. product | 5. talented | |

(ウ) 今年の経済危機は、以前のよりかなり深刻だ。

This year's economic crisis is much _____ one.

- | | | |
|---------|-------------|------------|
| 1. more | 2. previous | 3. serious |
| 4. than | 5. the | |

(エ) このスーツにはどのネクタイが合うかな。

_____ suit?

- | | | |
|----------|---------|--------|
| 1. goes | 2. this | 3. tie |
| 4. which | 5. with | |

(オ) 毎年、ますます多くの動物が絶滅危惧種リストに加えられている。

More _____ the endangered species list every year.

- | | | |
|----------|-------------|------------|
| 1. added | 2. and more | 3. animals |
| 4. are | 5. to | |

IV. 会話が完成するように、(ア)～(ウ)に文脈に適した文または表現を考えて
3語以上で書きなさい。

TEACHER: OK, class. Please interview your partner using the questions we practiced yesterday.

NAO: I'll start. What's your name?

YUKI: I'm Yuki.

NAO: Nice to meet you, Yuki. My name is Nao. (ア)

YUKI: Sapporo.

NAO: Sapporo in Hokkaido? I've been there. It's a beautiful city!

YUKI: How about you?

NAO: I'm from Nagano. OK, next question. What time do you usually wake up in the morning?

YUKI: (イ)

NAO: Wow, that's early! I don't usually get up until 8:00 AM. OK, last question. What's your favorite food?

YUKI: (ウ)

NAO: Me too! I know a great Italian restaurant nearby where we can get some. Shall we get lunch when class is finished?

YUKI: Yes, I'm so hungry!

V. 次の英文は「飛行機の塗装」について述べたものです。本文を読んで、設問に答えなさい。

There are tens of thousands of commercial airplanes around the world. The planes come in many sizes, have lots of different features, and are made of various materials. Almost all of these airplanes have something in common, though—they are painted white. This unified color scheme is not just a coincidence. It turns out that there are many good reasons to paint an airplane white.

First of all, the color white reflects sunlight effectively, which helps keep an airplane cool. This is important in a few ways. When the plane reflects more sunlight, it takes less energy to keep the cabin temperature comfortable for passengers. A lower temperature is also better for parts of the plane that are made of plastic and composite materials, both of which can melt when they get too hot.

In addition to reducing the temperature, white paint also makes it easier to spot damage. Problems that could lead to serious accidents, like cracks, dents, oil leaks, and burn marks, all show up best on white paint. When workers inspect an airplane, the white color increases their ability to notice problems like these.

The white paint is not only meant to help human eyes, however. According to a 2011 paper in the journal *Human-Wildlife Interactions*, bright colors, especially white, are easiest for birds to see against the sky. A significant problem in air travel is what is known as a “bird strike”—when an airplane in flight hits a bird. This can cause severe damage or even a crash. By painting airplanes bright white, birds have a higher chance of noticing and avoiding them.

Cost is another factor in color choice. Airplanes spend large amounts of time high in the atmosphere. At high altitudes, airplanes are exposed to a lot of direct sunlight, which causes paint to fade rapidly. White does not fade as noticeably as other colors, so this color choice keeps airplanes looking new for longer. According to the Boeing airline company, it costs between \$50,000 and \$200,000 to repaint a single plane, so a long-lasting paint job can save an enormous amount of money.

White paint also helps financially by increasing a plane’s resale value because a white plane is easier to sell. A plane of another color would require an expensive repainting before being added to a white fleet, whereas a white plane may only need a little paint here and there for a new logo. If a company wants to sell a plane, they can usually get more money for a white one.

The biggest problem that comes with painting an airplane, no matter the color, is that paint adds extra weight. Although the extra weight adds to fuel costs, paint helps to protect the metal body of an airplane. It is possible to maintain unpainted airplanes, but it takes a lot of time and money to polish them frequently. In the end, it is cheaper for airline companies to fly painted planes, and among all color options, white offers the most advantages.

A. (ア)～(オ)の設問について、本文の内容に基づいて英語で答えなさい。
ただし、解答は10語以内とします。

- (ア) What is one reason it is important to keep an airplane cool?
- (イ) What is a bird strike?
- (ウ) Why does the paint on an airplane fade quickly?
- (エ) What is the maximum price to repaint a Boeing airplane?
- (オ) What is the main problem caused by painting an airplane?

B. 次の本文の要約の空欄 (カ)～(コ)に入る言葉を、本文から抜き出して書きなさい。2語以上になる場合もあります。

Most of the world's commercial airplanes are painted white. There are several good reasons for this. First, the color white (カ) sunlight, which helps keep planes cool. White also shows various types of (キ), like cracks and burn marks, more easily. The color white even helps prevent bird strikes because the bright color helps birds to (ク) airplanes. White doesn't fade as quickly as darker colors, and it helps keep resale value high, both of which save (ケ) for airline companies. Painting airplanes helps to (コ) their metal bodies, and of all the color options, white is thought to be the best.

[以上、試験問題終了]

一般試験B

3時間 物理

注意： 採点は、解答用紙に書かれている内容に対して行います。この問題用紙に書かれて
いる内容は、採点対象になりません。注意してください。

問題1 図1のように、水平面ABからのなす角 30° のなめらかな斜面APがある。点Pから鉛直下向きにおろした垂線がABと交わる点をOとし、2点OP間の距離を h [m]とする。ここで、APの中点を点Mとする。2点OB間の距離を L [m]とし、長さ d [m]の細い棒を鉛直に点Bに固定し、この棒の上端を点Cとする。ただし、点A, O, B, C, M, Pは同じ鉛直面内にあるものとし、この鉛直面内での小球の運動を考える。ただし、重力加速度の大きさを g [m/s²]として、空気抵抗は無視できるものとする。

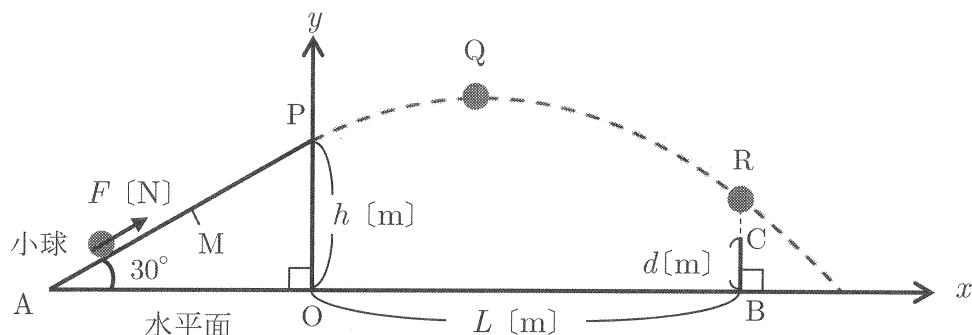


図1

(1) 次の文章の ア ~ カ に入る適切な式を、解答用紙の該当箇所に記入せよ。

はじめ、点Aに静止していた質量 m [kg]の小球に、APに平行で斜面上向きに、大きさ F [N]の一定の力を点Aから点Mまで加えて、小球が斜面AMをすべて等加速度直線運動をした。点Aから点Mまでに、大きさ F [N]の力が小球にした仕事はア [J]、重力が小球にした仕事はイ [J]である。また、小球の点Mにおける運動エネルギーはウ [J]である。小球が点Mを通過した直後から、小球に大きさ F [N]の力を加えるのをやめたところ、小球は斜面上を点Mから点Pまですべり、点Pを速さ v_0 [m/s]で通過した。 m, g, F, h を用いて表すと、小球の点Pにおける速さは $v_0 = \boxed{エ}$ [m/s]である。点Oを原点とし、x軸の正の向きを水平方向の点Oから点Bに向かう向き、y軸の正の向きを鉛直方向の上向きとする。時刻 $t = 0$ sに点Pから斜方投射された小球は放物運動し、小球のy座標が最大になる点Qを通過した。ここで、 g, v_0 を用いると点Qのx座標はオ [m]で表される。小球が棒の上端Cにちょうど当たる場合の、点Aから点Mまで小球に加えた力の大きさを F_0 [N]とする。

$F > F_0$ の場合、小球が棒の上端Cの鉛直上方(真上)の点Rを通過する瞬間の時刻は、 L, v_0 を用いてカ [s]と表される。

(2) m, g, h, L, d を用いて、力の大きさ F_0 [N]を導出せよ。ただし、答えの導出過程も的確に記載すること。

問題2 次の問い合わせに答えなさい。

1. なめらかに動くピストン付の容器の中に単原子分子の理想気体 n [mol] を閉じ込めた。図1のように、気体の体積 V [m^3] と圧力 p [Pa] を $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ と状態変化させた。図1の横軸は体積 V [m^3]、縦軸は圧力 p [Pa] を表す。状態Aの体積を V_0 [m^3]、圧力を $3p_0$ [Pa]、絶対温度を T_0 [K] とする。ここで、状態変化 $A \rightarrow B$, $C \rightarrow D$ は定圧変化、状態変化 $B \rightarrow C$, $D \rightarrow A$ は定積変化である。気体定数を R [J / (mol · K)] とおく。

定積モル比熱は $\frac{3}{2}R$ [J / (mol · K)], 定圧モル比熱は $\frac{5}{2}R$ [J / (mol · K)] である。

(1) 次の文章の ア ~ ウ に入る適切な式を、解答用紙の該当箇所に記入せよ。

T_0 を用いて表すと、状態Bの温度は ア [K] である。 n , R , T_0 を用いて表すと、状態変化 $A \rightarrow B$ で気体が吸収する熱は イ [J] である。また、 p_0 , V_0 を用いて表すと、1サイクルの状態変化 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ で容器内の気体がした正味の仕事は ウ [J] である。

(2) 容器中の気体の内部エネルギーが増加する状態変化を $A \rightarrow B$, $B \rightarrow C$, $C \rightarrow D$, $D \rightarrow A$ の中からすべて選んで解答欄に書け。ただし、選んだ理由も的確に記載すること（選んだ理由の記載がない場合は採点対象としない）。

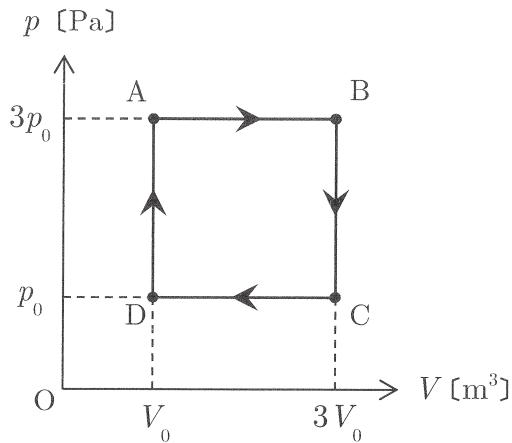


図1

(計算用余白)

(次ページに続く)

2. x 軸上を伝わるパルス波（ごく短い間に振動させ発生する孤立した波）が速さ 1.0 cm/s で x 軸の正の向きに進んでいる。図 2 は、時刻 $t = 0 \text{ s}$ におけるパルス波の波形を表し、 y 軸は媒質の変位を表す。 $x = 8.0 \text{ cm}$ の場所に媒質 A と媒質 B の境界面がある。このパルス波は、やがて境界面に達し、完全に反射された。ここで、図 3 は、横軸に $x [\text{cm}]$ 、縦軸に $y [\text{cm}]$ とした座標系を示す。解答にあたって、まず、図 3 をそのまま設問 (1), (2) の解答欄に書き写せ。その後、各設問の波形を $0 \leq x \leq 8$ の範囲に追加して描け。

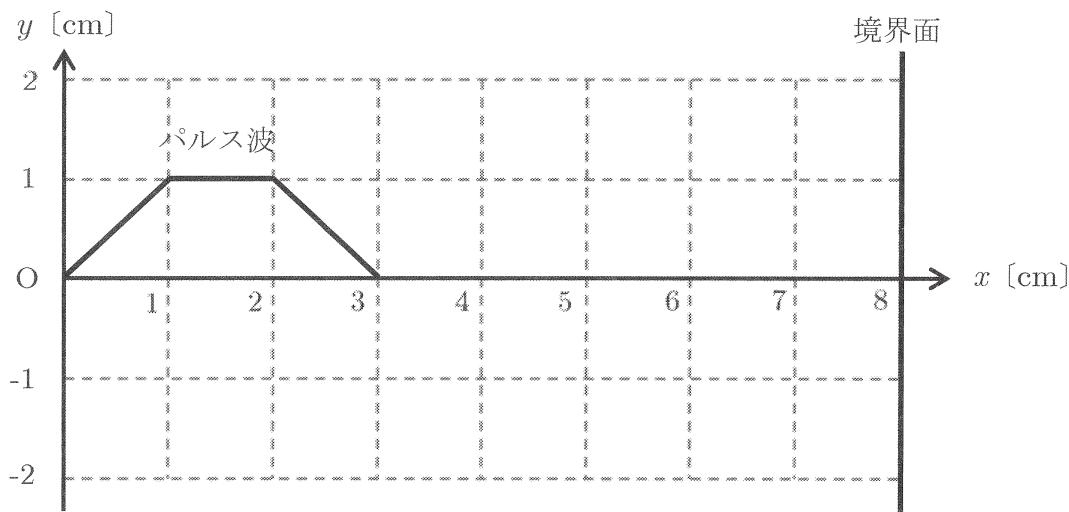


図 2

- (1) 境界面が固定端のとき、時刻 $t = 10.0 \text{ s}$ に観測される波形を実線で描け。
 (2) 境界面が自由端のとき、時刻 $t = 6.0 \text{ s}$ に観測される波形を実線で描け。

まず、図 3 をそのまま設問 (1), (2) の解答欄に書き写せ。

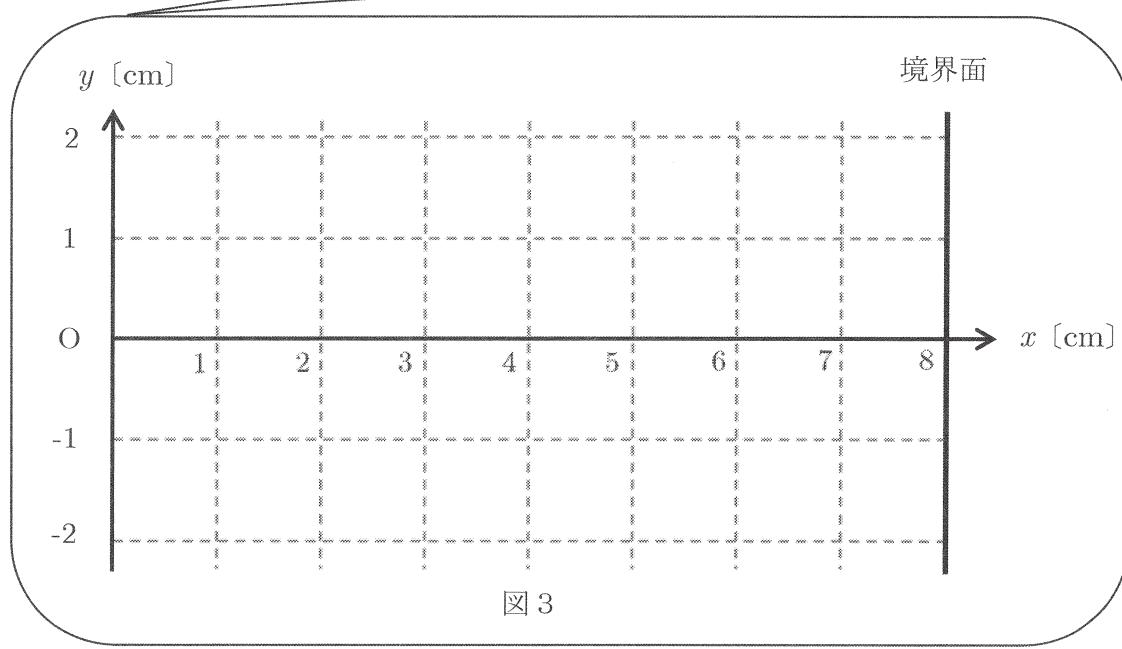


図 3

問題3 次の問い合わせに答えなさい。

1. 次の文章の **ア** ~ **ウ** に入る適切な式を、解答用紙の該当箇所に答えよ。

真空中に、図1のように、互いに直交する x 軸および y 軸をとり、その交点を原点 O とし、点 O から等距離 r [m] の点 $A(-r, 0)$, $B(r, 0)$, $C(0, r)$ を xy 平面上にとる。点 A に電気量 Q [C], 点 B に電気量 Q [C] の点電荷、点 C に電気量 Q [C] の点電荷をそれぞれ固定した ($Q > 0$)。ただし、電位の基準を無限遠とし、重力の影響は無視できるものとする。静電気力に関するクーロンの法則の比例定数を k_0 [$N \cdot m^2 / C^2$] として、点 O の電位は **ア** [V] であり、点 O の電場（電界）の強さは **イ** [N/C] である。点 C に静止している点電荷が、点 A , B の点電荷から受ける静電気力の合力の大きさは **ウ** [N] である。

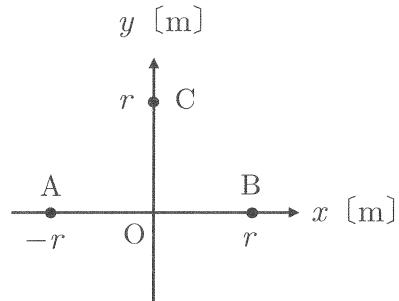


図1

2. 図2は、あるインクジェットプリンタの原理図である。インク滴射出部 G から射出されたインク滴 A （インクの小さな粒）は、帯電部 C で帯電される。電気量 $-q$ [C] ($q > 0$) に帯電した質量 m [kg] の A は、点 P を鉛直下向きに速さ v [m/s] で通過する。図2の電極間には、水平方向に大きさ E [V/m] の一様な電場（電界）ができている。 A は電場により進行方向を曲げられ、点 Q を通過した後、等速度運動をして、水平な印字面上の点 R へ達する。

図2のように、鉛直線上に点 P , S , O をとり、 $PS = l$ [m], $SO = d$ [m] とする。 A の大きさ、および重力の影響は無視できるものとする。

- (1) 次の文章の **エ** ~ **カ** に入る適切な式を、解答用紙の該当箇所に答えよ。

2点 PQ 間でインク滴 A が電場から受ける力の大きさは **エ** [N] であり、 PQ 間における A の加速度の大きさは **オ** [m/s^2] である。 A が 2点 PQ 間を移動するのにかかる時間は **カ** [s] である。

- (2) 2点 QR 間の水平距離 x [m] を求めよ。ただし、答えの導出過程も的確に記載せよ。

(以上、物理問題終了)

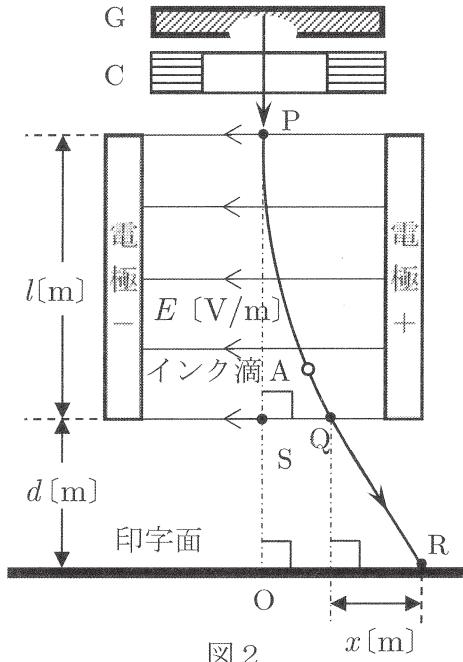


図2

一般試験B

3時間 化学

問題1から問題4に答えよ。必要な場合、原子量はH 1.0, C 12.0, O 16.0, Al 27.0, 気体定数は $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ を用いよ。なお、採点は解答用紙のみで行い、問題用紙に書かれた計算などは評価の対象としない。

問題1

次の文章を読み、設問(1)から(5)に答えよ。

(a) 0.60 mol/L の塩化鉄(III) FeCl_3 水溶液 20 mL を、沸騰している水に少しづつ加えて、赤褐色の水酸化鉄(III)のコロイド溶液 200 mL をつくった。このコロイド溶液に横から強い光を当てると、光の通路が輝いて見える。この現象を **ア** という。また、コロイド溶液を限外顕微鏡で観察すると、光った粒子が不規則に運動しているのが見える。このような粒子の動きを **イ** という。

塩化鉄(III)を原料にしてつくった水酸化鉄(III)のコロイド溶液をセロハンの袋に入れて水に浸すと、コロイド粒子はセロハンの袋の中に残り、(b) 小さな溶質粒子はセロハンを通過して外に出た。この操作を **ウ** といい、コロイド粒子の分離精製に用いられる。

水酸化鉄(III)のコロイド溶液をU字管に入れ、直流電圧をかけたところ、赤褐色の部分が陰極の方に移動した。この現象を **エ** という。

水酸化鉄(III)のコロイド粒子は水に対する親和性が弱く、疎水コロイドと呼ばれる。疎水コロイドに一定量以上の親水コロイドを加えると、疎水コロイドが親水コロイドに取り囲まれ、少量の電解質では凝析が起きなくなる。このような働きをする親水コロイドを **オ** という。

- (1) 空欄 **ア** から **オ** に入る最も適切な語を示せ。
- (2) 下線部(a)について、この反応の化学反応式を示せ。
- (3) 下線部(b)について、セロハンを通過して外に出るイオンのうち、多いもの2種類を化学式で示せ。
- (4) 次の電解質のうち、水酸化鉄(III)のコロイド溶液に加えた場合、コロイド粒子を最も凝析させやすいのはどれか。簡単な理由とともに示せ。



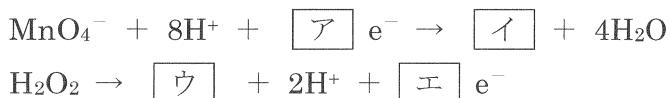
- (5) このコロイド溶液を十分に精製した後、浸透圧を測定し、コロイド粒子の濃度を求めたところ、 $5.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ となった。コロイド粒子1個は、平均して何個の鉄(III)イオンを含むことになるか。ただし、精製時に鉄(III)イオンの減少や水の増減はなく、すべての鉄(III)イオンがコロイド粒子に変化したものとする。

問題 2

(1)と(2)の文章を読み、設問に答えよ。

(1) 市販のオキシドールは過酸化水素の水溶液であり、硫酸酸性条件下における過マンガン酸カリウム水溶液を用いた酸化還元滴定により、オキシドールに含まれる過酸化水素の濃度を求めることができる。ただし、オキシドールには過酸化水素以外の溶質を含まないものとする。

(a) 以下の反応式は、酸化還元滴定における過マンガン酸イオンと過酸化水素の反応をそれぞれ示したものである。空欄 [ア] , [エ] には適切な反応係数、[イ] , [ウ] には正しい化学式を入れよ。ただし、[ア] , [エ] の反応係数が 1 となる場合は 1 と示すこと。



(b) 市販のオキシドールを水で正確に 10 倍に希釀した。希釀後のオキシドール 10.0 mL をコニカルビーカーにとり、硫酸酸性とした後、0.0200 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を用いて滴定したところ、終点までに過マンガン酸カリウム水溶液が 20.0 mL 必要であった。希釀後のオキシドールに含まれる過酸化水素のモル濃度を求めよ。

(c) 希釀前の市販のオキシドールの密度は 1.0 g/cm³ であった。希釀前の市販のオキシドールに含まれる過酸化水素の質量パーセント濃度を求めよ。

(2) 単体のアルミニウムは、ボーキサイトを精製して得られる酸化アルミニウムを、氷晶石とともに溶融塩電解して製造される。単体のアルミニウムは両性金属であり、酸や強塩基の水溶液と反応する。

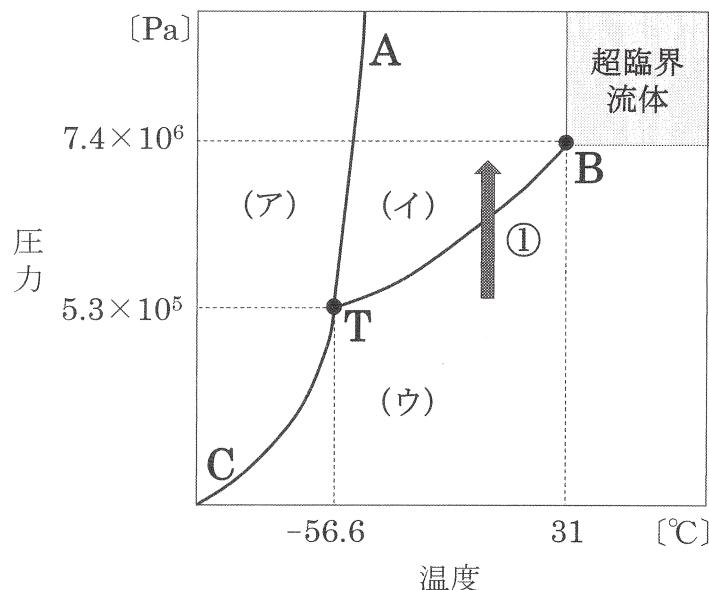
(a) 溶融塩電解の際に、氷晶石を加えるのは何のためか。

(b) 270 kg の単体のアルミニウムを製造するために、理論的に必要となる酸化アルミニウムの質量を求めよ。ただし、酸化アルミニウムは不純物を含まないものとする。

(c) 単体のアルミニウムと水酸化ナトリウム水溶液の反応式を示せ。

問題3

図は二酸化炭素の状態図である。設問(1)から(4)に答えよ。

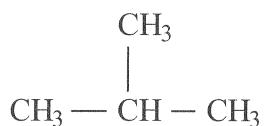


- (1) 図の(ア)～(ウ)の領域それぞれでは、二酸化炭素はどの状態で安定となるか。
固体、液体、気体のいずれかで示せ。
- (2) 図の点Tと曲線BTをそれぞれ何といいうか示せ。
- (3) 図の矢印①のように温度一定のもと、圧力を高くすると、(ウ)から(イ)に変化する。この現象を何といいうか示せ。
- (4) 状態図から、ドライアイスから直接気体の二酸化炭素に変化する場合と、直接液体の二酸化炭素に変化する場合があることがわかる。ドライアイスが、直接液体の二酸化炭素に変化するために必要な圧力の条件について示せ。

問題 4

次の文章を読み、設問(1)から(5)に答えよ。

- (1) 分子式 C_5H_{12} で表される化合物について、考えられる構造式を全て示せ。構造式の書き方は例に従うこと。



(構造式の書き方、 C_4H_{10} の例)

- (2) エタノール C_2H_5OH と濃硫酸の混合物を加熱すると、反応温度によって生成物が異なる。反応温度を(a)130～140 °C, (b)160～170 °Cとしたとき、化学反応式をそれぞれ示せ。

- (3) メタン、1, 2-ジブロモエタン、エタノール、アセトアルデヒド、エチルメチルケトン、ギ酸、ベンゼン、アニリンのうち、銀鏡反応が起こるものすべて示せ。

- (4) フェノールの一般的な合成法であるクメン法は、触媒を用いてプロパンとベンゼンを反応させ、生成したクメンを酸化した後、酸性条件下で分解してフェノールを得る方法である。このとき、フェノールとともに、主に生成する有機化合物の名称を示せ。

- (5) 食品に含まれる炭水化物、タンパク質、脂質は三大栄養素とよばれ、ヒトが生命を維持するのに重要な成分である。デンプンなどの炭水化物はエネルギー源として、また、タンパク質は筋肉や皮膚などを構成しており、酵素としても利用されている。

- (a) 分子量 6.48×10^5 のデンプン($C_6H_{10}O_5$)_n がある。この 1 分子を完全に加水分解したとき、生成するグルコース $C_6H_{12}O_6$ 分子の個数を求めよ。

- (b) 酵素を触媒として作用させるために、制御すべき反応条件がある。この反応条件を 2 つ示せ。

(以上、化学問題終了)