入学試験問題集

令和5年度

金沢工業大学

令和5年度　入学試験問題

■一般試験A（1日目）

■一般試験A（2日目）

■一般試験B

一般試験A（1日目）

1時限　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）　$x = \dfrac{2}{2+\sqrt{2}}$，$y = \dfrac{2}{2-\sqrt{2}}$ のとき，$xy = \boxed{\text{ア}}$，$x + y = \boxed{\text{イ}}$ であり，

$x^3 + y^3 = \boxed{\text{ウエ}}$ である.

（２）　△ABC において，3 辺の長さが AB＝$2\sqrt{2}$，BC＝2，CA＝$\sqrt{2}+\sqrt{6}$ であるとき，∠CAB＝$\boxed{\text{オカ}}^\circ$ であり，△ABC の面積は $\boxed{\text{キ}} + \sqrt{\boxed{\text{ク}}}$ である.

（３）　a を実数とする．2 次関数 $y = 2x^2 + ax - 1$ のグラフを x 軸方向に -1，y 軸方向に 2 だけ平行移動したグラフは点 $(2,\ 1)$ を通る.

このとき，$a = \boxed{\text{ケコ}}$ であり，もとの 2 次関数のグラフの頂点は

点 $\left(\dfrac{\boxed{\text{サ}}}{\boxed{\text{シ}}},\ \dfrac{\boxed{\text{スセソ}}}{\boxed{\text{タ}}}\right)$ である.

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

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

（４） 連立方程式 $\begin{cases} 4^{-x}\cdot 2^{y}=8 & \cdots ① \\ \log_{x} y=2 & \cdots ② \end{cases}$ において，式 ① より

$y=\boxed{ア}x+\boxed{イ}$ であり，連立方程式の解は $x=\boxed{ウ}$, $y=\boxed{エ}$ である．

（５） 0, 1, 2, 3, 4, 5 の 6 個の数字のうち異なる 3 個の数字を使ってできる 3 桁の整数は全部で $\boxed{オカキ}$ 個あり，そのうち偶数は $\boxed{クケ}$ 個ある．

（６） a を実数とする．2 つの円 $x^2+y^2-4=0$ と $x^2+y^2-2ax-8y+16=0$ が異なる 2 点で交わっているとき，a のとり得る値の範囲は，

$a<\boxed{コサ}$ または $a>\boxed{シ}$ である．

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

注意：問題２と問題３の解答は［数学 No. １］ー第２面の「３」の解答マーク欄を使用してください．

問題２　$(3x^2-y)^7$ を展開したとき，

(1) x^8y^3 の係数は $\boxed{\text{アイウエオ}}$ である．

(2) 係数が 21 になる項の y の次数は $\boxed{\text{カ}}$ である．

(3) $y=\dfrac{1}{3x^5}$ ならば，定数項は $\boxed{\text{キクケ}}$ である．

問題３　数列 $\{a_n\}$ が $a_1=\dfrac{1}{2}$，$a_{n+1}=\dfrac{a_n}{a_n+2}$ $(n=1, 2, 3, \cdots)$ により定められている．

(1) $b_n=\dfrac{1}{a_n}$ $(n=1, 2, 3, \cdots)$ とおくと，$b_{n+1}=\boxed{\text{コ}}\,b_n+\boxed{\text{サ}}$ である．

(2) $a_n=\dfrac{1}{\boxed{\text{シ}}\cdot\boxed{\text{ス}}^{n-1}-\boxed{\text{セ}}}$ である．

(3) $a_n<0.001$ を満たす最小の自然数 n は $\boxed{\text{ソタ}}$ である．

（［数学 No. １］ー第２面の「３」の解答マーク欄で使用する欄は タ 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　θ を定数とする．２つの２次関数 $y=(\tan\theta)x^2$，$y=-\dfrac{1}{\tan\theta}x^2+3\tan\theta$ のグラフをそれぞれ C_1, C_2 とする．

(1) $\theta=\dfrac{\pi}{4}$ のとき，C_1, C_2 の共有点の x 座標は $\pm\dfrac{\sqrt{\boxed{ア}}}{\boxed{イ}}$ である．

(2) $0<\theta<\dfrac{\pi}{2}$ のとき，C_1, C_2 の共有点の x 座標は $\pm\sqrt{\boxed{ウ}}\sin\theta$ であり，

C_1, C_2 で囲まれた部分の面積は $\dfrac{\boxed{エ}\sqrt{\boxed{オ}}\sin^{\boxed{カ}}\theta}{\cos\theta}$ 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 カ までです．）

（以上，問題終了）

一般試験A（1日目）

2時限　外国語（英語）

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

（ア）　Students are expected to work _____ in the library.

1. quiet
2. quieted
3. quietly
4. quietness

（イ）　My train _____ been forced to stop due to heavy rain, so I’ll be late for work.

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

（ウ）　After you combine _____ the ingredients, preheat the oven to 250°C.

1. all
2. any
3. every
4. some

（エ）　My teacher _____ me about a contest that she thinks I should enter.

1. said
2. spoke
3. talked
4. told

（オ）　The new delivery service will allow customers to receive their packages _____ in Tokyo within six hours.

1. anyhow
2. anywhere
3. something
4. somewhat

(カ) Please _____ our website for more detailed information about our range of furniture products.

1. come
2. go
3. make
4. visit

(キ) Lemonade is made _____ mixing water, lemon juice, and sugar.

1. as
2. by
3. for
4. in

(ク) Our bodies are _____ of trillions of cells.

1. completed
2. composed
3. conducted
4. contrasted

(ケ) _____ to say, we never go back to a restaurant that disappoints us.

1. According
2. Compare
3. Instead
4. Needless

(コ) There has been an amazing amount of technological progress in the car industry, but not as _____ in the clean energy industry.

1. many
2. more
3. much
4. often

Ⅱ. A　次の（ア）～（オ）に入れる文として、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 disappointed that I missed yesterday's special talk about traveling abroad. I wanted to attend, but I was too busy. How was it?

B: I thought it was pretty good. (_____ア_____)

A: That's what I hoped to hear about! I'm planning on taking a trip there next spring and wanted to get some ideas about where to visit.

B: Oh, really? (_____イ_____) Tickets are cheaper then compared to the summer.

A: What were the most interesting places she talked about?

B: She said that Thailand had the most beautiful tourist locations and that Vietnam had the best food. Her pictures really made me want to go there.

A: I wish I hadn't missed it.

B: Don't worry. (_____ウ_____) You can probably access the video online.

A: I'm sure the presentation was interesting. (_____エ_____)

B: I have the presenter's email address. I can share it with you so you can contact her directly.

A: (_____オ_____) She won't know who I am.

B: I remember her saying that she always replies to her emails.

A: I'm glad to hear that. I'll send her an email after I watch the video.

［選択肢］

1. Do you think she'll respond?
2. I also wanted to ask her for some advice about traveling abroad.
3. I think the talk was recorded.
4. Just in case, I can repeat the number.
5. Let me know where you want to meet for lunch.
6. She mentioned that spring is a great time to travel.
7. The speaker talked about her experiences traveling through Southeast Asia.
8. What time did it start?

Ⅱ. B 次の（カ）～（コ）に入れる文として、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: Are you enjoying today's trip to the zoo, Son?

B: Yes, I am! There are still so many animals that I want to see. I'd like to stop by the penguin house, and I definitely want to see the insect collection. (____カ____)

A: Well, we might not have time for all three of those. (____キ____)

B: That's over an hour. Isn't that enough time?

A: I don't think so. The elephants and the insect collection are on opposite sides of the zoo, so we'll have to walk a lot to see them both. (____ク____) It's very popular.

B: Yeah, it sounds like there's not enough time for all three. What should we do?

A: (____ケ____) After that, we can go see the penguins. It'll be closer to closing time, so the line might be shorter.

B: That sounds good to me, but what about the elephants?

A: Hmm . . . I just don't think we can make it there in time. We probably have to give up on seeing the elephants today.

B: But I really wanted to see them!

A: (____コ____)

［選択肢］

1. Actually, there's no restaurant at the zoo, so we should eat before we go.
2. How about we go look at the insect collection now?
3. I really want to see the elephants too.
4. It's 4:45 PM now, and the zoo closes at 6:00 PM.
5. Plus, we'll probably have to wait in line to enter the penguin house.
6. Sometimes the tigers get active just before feeding time.
7. The zoo has a total of 45 animal exhibits.
8. Well, that's a good reason to come back again next week.

III. 次の英文は「デジタル緑化活動」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。

Most people would agree that parks with a lot of nature and green areas are important for cities of all sizes. Some of the （ ア ） of having green spaces in urban areas are that they have the ability to absorb carbon dioxide, soak up excess rainfall, and reduce city temperatures. A promising project that many large cities around the world have taken part in is called the Million Tree Initiative. Cities such as London, New York, and Ottawa have made （ イ ） to plant a large number of trees in their cities. This government-based program has increased the amount of nature in those cities, but maintaining it has proven to be a more difficult task than anticipated. Keeping the trees healthy in new green areas is a long-term task that requires the financial support of the local government and the involvement of residents.

One creative approach to （ ウ ） through community involvement was implemented in Melbourne, Australia. The city adopted the unique scheme of encouraging its citizens to befriend local trees to improve the ecology of the city. The idea was that if citizens had a deeper connection with the neighborhood trees, the city would be more proactive in implementing policies and programs to take better care of their trees. When citizens get involved in taking care of the community's trees, it shows their local government that the natural urban ecology is （ エ ） to them.

Melbourne took a digital approach to community involvement with its trees. The city gave each tree in a designated area an identification code. People can help （ オ ） the trees by alerting local officials via email if there are any problems with a specific tree. This project, called the Urban Forest Visual, includes a map which shows each tree's age, species, and health status. If a tree has any work performed on it, like branches being trimmed, this information is also made available. Through email （ カ ） and status updates on the tree map, residents are able to stay informed, and the trees can be kept in a healthy condition.

Officials in （ キ ） of the project were surprised to receive thousands of emails. The email messages were not only about the status of the trees, but also general greetings, love poems, and messages about the joy the trees bring to the people （ ク ） by them each day. Just like you might send a friend an email, the people of Melbourne can send messages to their trees. This is the kind of community involvement that is （ ケ ） for sustained support for green spaces. While Melbourne did not plant as many trees as the other places taking part in the Million Tree Initiative, the bigger cities took notice because of the successful community engagement it achieved.

Have you ever thought about being a tree's friend? By providing an opportunity for residents to interact with the trees, the city of Melbourne has shown that this is （ コ ）. While the trees may not respond directly to messages, they give back by providing environmental benefits like cleaner air and reduced temperatures.

(ア)	1. advance	2. benefits	3. frequent
	4. sunshine	5. thanking	
(イ)	1. contain	2. hardly	3. new
	4. other	5. pledges	
(ウ)	1. behind	2. develops	3. maintenance
	4. reply	5. weather	
(エ)	1. define	2. inspire	3. opens
	4. undesirable	5. valuable	
(オ)	1. escape	2. fresh	3. hot
	4. monitor	5. sheltered	
(カ)	1. communication	2. guessed	3. planting
	4. suggest	5. treat	
(キ)	1. charge	2. everything	3. farther
	4. quite	5. respectful	
(ク)	1. around	2. designs	3. fountain
	4. passing	5. walks	
(ケ)	1. entire	2. length	3. necessary
	4. observe	5. rolls	
(コ)	1. delay	2. more	3. please
	4. possible	5. worth	

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、<u>３番目にくるものの番号</u>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） エレベーターで５階まで上がってください。

Could you please ____ ____ **____** ____ ____ floor?

1. fifth　　2. take　　3. the
4. the elevator　　5. to

（イ） 書類を水曜日までに提出しなければならないことを忘れないでください。

Don't forget that ____ ____ **____** ____ ____ Wednesday.

1. be　　2. by　　3. must
4. submitted　　5. the documents

（ウ） 子供たちは写真館が用意したコスチュームを着なくてはならなかった。

The kids had ____ ____ **____** ____ ____ provided by the photography studio.

1. dress　　2. in　　3. the costumes
4. themselves　　5. to

（エ） オレンジはすべてどこで栽培されたものかに関わらずこの工場で加工されます。

All oranges are processed at this factory ____ ____ **____** ____ ____ grown.

1. of　　2. regardless　　3. they
4. were　　5. where

（オ） エミは災害時にルーカスが助けてくれたことにいつも感謝している。

Emi is always ____ ____ **____** ____ ____ her at the time of the disaster.

1. for　　2. grateful　　3. Lucas
4. rescuing　　5. to

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） Word games have been a great source of **① entertainment** for a long time. Recently, a man named Josh Wardle invented an online word game for him and his partner to play called Wordle. The aim of the game is to guess a five-letter word within six attempts. After each **② attempt**, players are given feedback about whether the letters they chose are contained in the word, if the letters are in the correct position, or if they are not contained in the word at all. Players can **③ easily** share the results of their attempts on social media, although this does not reveal what the correct answer is. The game proved to be very **④ expensive**, and people around the world began to play and share their results each day. Eventually, Wordle became available in multiple languages, and it is now enjoyed by millions of people every day.

（イ） Robotic delivery vehicles are being developed to perform tasks like picking up groceries and delivering food. A company called Nuro has developed one such autonomous vehicle, which looks like a small van without a driver's **① seat** or a steering wheel. It is designed to run on normal roads, and it is equipped with numerous **② luxury** features to ensure that it can operate around cars, pedestrians, and cyclists. For example, it has a 360-degree camera, a thermal camera, and radar to help it **③ navigate** through traffic. It even has an external airbag that deploys if the vehicle collides with a person or another vehicle. The delivery vehicle is not ready to enter service just yet, but Nuro has already **④ partnered** with several companies who plan to use it once development is completed.

(ウ) In addition to large houses, expensive cars, and private jets, many of the world's richest people also own superyachts. These large boats, usually ranging from 24 meters to 70 meters in length, allow **① passengers** to maintain an elegant lifestyle while traveling around the world for extended periods of time. Aside from a spacious interior that can host 10 or more guests, superyachts frequently have swimming pools, water toys, smaller boats for trips ashore, and even helicopter pads. Superyachts also **② require** a large crew that live on the boat. Their jobs include driving the boat, cooking for guests, and maintaining the boat while it is at sea. Prices for superyachts vary, but none of them are **③ cheap**. However, even if you can't **④ build** your own superyacht, many can be rented for days or weeks at a time. If you want to charter such a boat, you should plan on spending about ¥12 million per week!

(エ) For a long time, cameras used a mirror to help the photographer take a picture. The mirror **① reflects** the image to the camera's viewfinder while the photographer arranges the shot, then it quickly moves out of the way when the picture is actually taken. **② However**, these moving parts limit the speed at which a camera can take pictures. They also make the camera heavier, and the slight shaking caused by the moving parts can affect picture quality. In the early 2000s, mirrorless cameras that solve many of these problems were introduced. Since they don't require **③ photographers** and their accompanying parts, mirrorless cameras are smaller and lighter. Having fewer moving parts means image quality is also improved. Mirrorless cameras are so **④ superior** that most major camera manufactures are no longer producing cameras with mirrors.

（オ） Earth's surface is made up of large plates, known as tectonic plates, that are continuously in <u>① **motion**</u>. There are seven major plates and numerous smaller ones. The place where two plates <u>② **meet**</u> is called a boundary, and the plates interact with each other in different ways along the boundary. A convergent boundary is when two plates move toward each other, perhaps with one plate moving underneath the other. When two plates move away from each other, it is called a divergent boundary. Finally, two plates moving side to side horizontally is known as a transform boundary. In <u>③ **places**</u> where plate boundaries exist, earthquakes, volcanic activity, and mountain creation can occur. The speed at which these <u>④ **planets**</u> move varies from one to ten centimeters per year.

［以上、試験問題終了］

物理 I

次の ア ～ ス 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。

図1のように，水平面OPQRと半径 r〔m〕の半円筒面RSTがなめらかに接続している台を固定し，質量 M〔kg〕の小物体Aを台の左端の点Oに静止させる。PQ間を除き，台の表面はなめらかであり，OP間とPQ間の距離はともに L〔m〕である。点Qと点Rの間に質量 m〔kg〕の小球Bを静止させる。点Rより右側は半円筒面であり，点Rの鉛直真上にある半円の中心Cから水平右向きに r〔m〕離れた点をS, 点Cから鉛直上向きに r〔m〕離れた点をTとする。点C，O，P，Q，R，S，Tはすべて同一の鉛直平面内にあり，AとBはこの鉛直平面内を運動する。PQ間のあらい面上におけるAと水平面との間の動摩擦係数を μ'，重力加速度の大きさを g〔m/s^2〕とする。

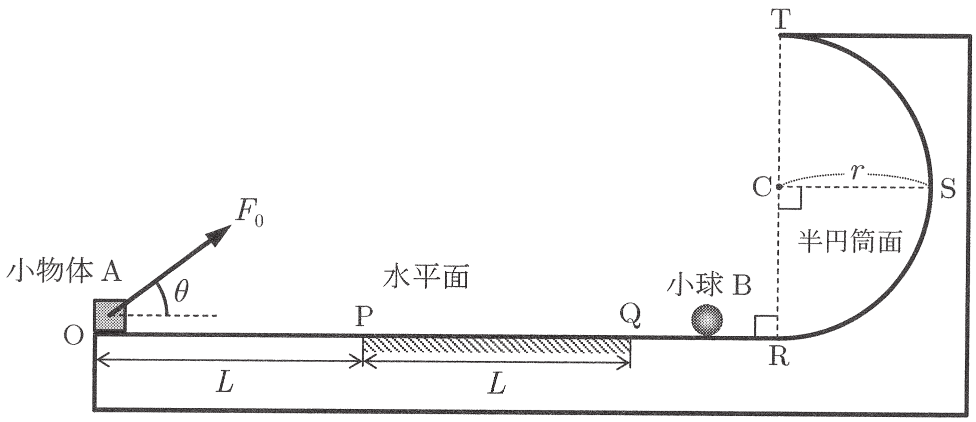


図1

水平面から角度 θ〔°〕$(0° < \theta < 90°)$の向きに，大きさ F_0〔N〕の一定の力をAに加え続けたところ，Aは水平面上を運動した。Aが点Qに達した瞬間に，この力を加えるのをやめた。Aが点Oから点Qまで移動する間に，この一定の力がAにした仕事 $W_1 =$ ア〔J〕である。この一定の力を加えている間，Aにはたらく水平面からの垂直抗力の大きさ $N =$ イ〔N〕であり，PQ間でAにはたらく動摩擦力の大きさ $f =$ ウ〔N〕である。したがって，Aが点Pから点Qまで移動する間に，動摩擦力がAにした仕事 $W_2 =$ エ〔J〕である。

アの解答群	(0) $\frac{1}{2}F_0L$　(1) F_0L　(2) $2F_0L$　(3) $\frac{1}{2}F_0L\sin\theta$　(4) $F_0L\sin\theta$ (5) $2F_0L\sin\theta$　(6) $\frac{1}{2}F_0L\cos\theta$　(7) $F_0L\cos\theta$　(8) $2F_0L\cos\theta$

イ の 解答群	(0) Mg　(1) $Mg - F_0$　(2) $Mg + F_0$　(3) $Mg - F_0 \sin\theta$ (4) $Mg + F_0 \sin\theta$　(5) $Mg - F_0 \cos\theta$　(6) $Mg + F_0 \cos\theta$

ウ の 解答群	(0) F_0　(1) $F_0 \sin\theta$　(2) $F_0 \cos\theta$　(3) $F_0 \tan\theta$ (4) $\mu' N$　(5) $\mu' N \sin\theta$　(6) $\mu' N \cos\theta$　(7) $\mu' N \tan\theta$

エ の 解答群	(0) $-\dfrac{1}{2}fL$　(1) $\dfrac{1}{2}fL$　(2) $-fL$　(3) fL　(4) $-2fL$　(5) $2fL$

OP 間での A の加速度の大きさ $a_1 = \boxed{\text{オ}}$〔m/s^2〕であり，PQ 間での A の加速度の大きさ $a_2 = \boxed{\text{カ}}$〔m/s^2〕である。点 P での A の速さ $v_P = \boxed{\text{キ}}$〔m/s〕であり，点 Q での A の速さ $v_Q = \boxed{\text{ク}}$〔m/s〕である。A は点 Q を通過後，一直線上で小球 B に弾性衝突（完全弾性衝突）した。衝突直後の B の速さ $v_B = \boxed{\text{ケ}} \times v_Q$〔m/s〕である。

オ，カの 解答群	(0) $\dfrac{F_0}{M}$　(1) $\dfrac{F_0 \sin\theta}{M}$　(2) $\dfrac{F_0 \cos\theta}{M}$ (3) $\dfrac{\mu' N}{M}$　(4) $\dfrac{\mu' N \sin\theta}{M}$　(5) $\dfrac{\mu' N \cos\theta}{M}$ (6) $\dfrac{F_0 - \mu' N}{M}$　(7) $\dfrac{F_0 \sin\theta - \mu' N}{M}$　(8) $\dfrac{F_0 \cos\theta - \mu' N}{M}$

キ，クの 解答群	(0) $\sqrt{2a_1 L}$　(1) $\sqrt{2a_2 L}$　(2) $\sqrt{2(a_1 + a_2)L}$　(3) $\sqrt{2(a_1 - a_2)L}$

ケ の 解答群	(0) $\dfrac{m}{M}$　(1) $\dfrac{M}{m}$　(2) $\dfrac{m}{M+m}$　(3) $\dfrac{M}{M+m}$ (4) $\dfrac{2m}{M+m}$　(5) $\dfrac{2M}{M+m}$　(6) $\dfrac{M-m}{M+m}$　(7) $\dfrac{M+m}{M-m}$

（ 次ページに続く ）

AとBの衝突後，Bは点Rを通過し，半円筒面RSTに沿って運動した。点Rを通過直後のBにはたらく台の表面からの垂直抗力の大きさは $\boxed{\text{コ}}$〔N〕である。Bが点Sに達するための最小の v_B の値は $v_B = \boxed{\text{サ}}$〔m/s〕であり，点Tに達するための最小の v_B の値は $v_B = \boxed{\text{シ}}$〔m/s〕である。

コの解答群	(0) mg　(1) $\dfrac{mv_B^2}{r}$　(2) $\dfrac{mv_B^2}{r} - mg$　(3) $\dfrac{mv_B^2}{r} + mg$

サ, シの解答群	(0) $\sqrt{\dfrac{1}{2}gr}$　(1) $\sqrt{gr}$　(2) $\sqrt{2gr}$　(3) $\sqrt{3gr}$　(4) $\sqrt{4gr}$　(5) $\sqrt{5gr}$

$M = m$， $\cos\theta = \dfrac{4}{5}$， $\mu' = \dfrac{1}{4}$， $L = 2r$， $F_0 = \dfrac{3}{4}Mg$ のとき，Bは $\boxed{\text{ス}}$ 。

スの解答群	(0) 点Sに達しない (1) 点Sに達した瞬間に一旦静止し，その後，下降する (2) 点Sを通過し，さらに上昇するが，点Tに達しない (3) 点Tに達する

（ 計算用余白 ）

物理 $\boxed{\text{II}}$

次の $\boxed{\text{ア}}$ ～ $\boxed{\text{シ}}$ 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。

1．図1のように，振動数 f_0〔Hz〕の音を発する音源Sが点Aに，観測者Oが点Bに静止している。空気中の音の速さを V〔m/s〕とし，風は吹いていないものとする。

このとき， SからOに伝わる音の波長 $\lambda_0 = \boxed{\text{ア}}$〔m〕である。

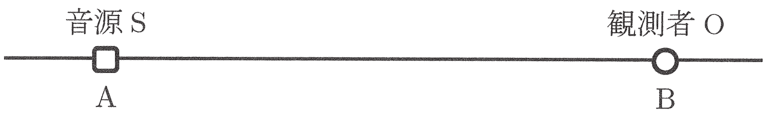


図1

以下では，SとOは点Aと点Bを結ぶ直線上で運動するものとする。

Sが点Bに向かって一定の速さ v_S〔m/s〕（$v_S < V$）で移動を始めた。SがAB間にあるとき，Sの進行方向前方の音の波長は $\lambda_1 = \boxed{\text{イ}}$〔m〕となる。よって，静止しているOが観測する音の振動数 $f_1 = \boxed{\text{ウ}} \times f_0$〔Hz〕となる。Sが移動している間，さらに，Oが点Aに向かって一定の速さ v_O〔m/s〕（$v_O < V$）で移動し始めた。SとOが移動している間，Oが観測する音の振動数 $f_2 = \boxed{\text{エ}} \times f_0$〔Hz〕となる。ここで，SとOが移動している間，SとOはすれ違うことはないものとする。

ア，イ の解答群	(0) $\dfrac{V}{f_0}$　(1) $\dfrac{V-v_S}{f_0}$　(2) $\dfrac{V+v_S}{f_0}$　(3) $\dfrac{V-2v_S}{f_0}$　(4) $\dfrac{V+2v_S}{f_0}$ (5) $\dfrac{f_0}{V}$　(6) $\dfrac{f_0}{V-v_S}$　(7) $\dfrac{f_0}{V+v_S}$　(8) $\dfrac{f_0}{V-2v_S}$　(9) $\dfrac{f_0}{V+2v_S}$

ウ，エ の解答群	(0) $\dfrac{V-v_S}{V}$　(1) $\dfrac{V+v_S}{V}$　(2) $\dfrac{V}{V-v_S}$　(3) $\dfrac{V}{V+v_S}$ (4) $\dfrac{V-v_S}{V-v_O}$　(5) $\dfrac{V-v_S}{V+v_O}$　(6) $\dfrac{V-v_O}{V-v_S}$　(7) $\dfrac{V+v_O}{V-v_S}$

今度は，図２のように，振動数 f_A〔Hz〕の音源S_A，観測者O，振動数 f_B〔Hz〕($f_A > f_B$)の音源 S_Bをこの順で直線上に静止させ，S_A，S_Bを同時に鳴らすと，Oには毎秒n回のうなりが聞こえた。このとき，f_A と f_B の間には $\boxed{\text{オ}}$ の関係がある。

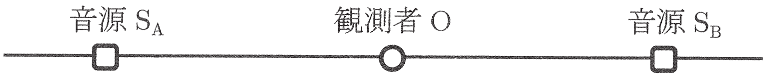


図２

Oが一定の速さ v〔m/s〕($v < V$)で図２の $\boxed{\text{カ}}$ 向きにS_AとS_Bの間で移動すると，うなりが消えた。このとき $v = \boxed{\text{キ}} \times V$〔m/s〕である。ただし，Oは$S_A$と$S_B$の間にいるものとする。

オの解答群	(0) $f_A + f_B = n$　(1) $f_A - f_B = n$　(2) $f_A f_B = n$　(3) $\dfrac{f_A}{f_B} = n$

カの解答群	(0) 右　(1) 左

キの解答群	(0) $\dfrac{f_A + f_B}{f_A - f_B}$　(1) $\dfrac{f_A - f_B}{f_A + f_B}$　(2) $\dfrac{f_A f_B}{f_A - f_B}$　(3) $\dfrac{f_A f_B}{f_A + f_B}$

（計算用余白）

（次ページに続く）

2．質量 1.00 kg，比熱 0.418 J/(g·K)で，31.0 ℃の温度に保たれた金属球がある。この金属球を，温度 20.0 ℃，質量 1.00 kgで，比熱 4.18 J/(g·K)の水の中に入れて十分に時間が経ち，金属球と水が熱平衡に達した。このとき，水温は $\boxed{ク}$ K上昇した。ただし，熱は金属球と水の間だけで移動し，金属球および水の比熱は温度によらず一定とする。

また，温度が $\boxed{ケ}$ ℃に保たれた同じ金属球を，温度20.0 ℃，質量1.00 kgの水の中に入れると，金属球と水が熱平衡に達したときに水温を0.100 K上昇させることができる。

クの解答群	(0) 1.0	(1) 1.1	(2) 1.2	(3) 1.3
	(4) 1.4	(5) 1.5	(6) 1.6	(7) 1.7

ケの解答群	(0) 20.6	(1) 21.1	(2) 21.6	(3) 22.1
	(4) 22.6	(5) 23.1	(6) 23.6	(7) 24.1

質量1.00 kgの水の温度を0.100 K上昇させるのに必要な熱エネルギーは $\boxed{コ}$ J である。このエネルギーは質量8.36 kgの物体が，速さ $\boxed{サ}$ m/sで運動しているときの運動エネルギーや，0 mの高さを基準とした場合に，$\boxed{シ}$ mの高さにあるときの重力による位置エネルギーに等しい。ただし，計算を簡単にするために重力加速度の大きさを $g = 10.0\ \mathrm{m/s^2}$ とする。

コの解答群	(0) 0.418	(1) 4.18	(2) 41.8	(3) 418
	(4) −0.418	(5) −4.18	(6) −41.8	(7) −418

サ，シの解答群	(0) 10.0	(1) 1.00	(2) 2.00	(3) 3.00
	(4) 4.00	(5) 5.00	(6) 6.00	(7) 7.00
	(8) 8.00	(9) 9.00		

（ 計算用余白 ）

物理 Ⅲ

次の $\boxed{ア}$ 〜 $\boxed{コ}$ 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．電場（電界）のある空間において，空間の各点での電場の向きに沿った線を引くと曲線が得られ，この曲線を電気力線と呼ぶ。電気力線は正電荷から出て負電荷に入り，電場の強さが E〔N/C〕の所では，電場の向きと垂直な面を通る単位面積あたりの電気力線の数をE本とする。よって，電気力線が密に描かれるほど電場が $\boxed{ア}$ ことを表す。

正の電気量 Q〔C〕（$Q>0$）をもつ点電荷が真空中にある場合，その点電荷を中心とする半径 r〔m〕の球面上の点では，この点電荷による電場の強さは $E=k_0\times\boxed{イ}$〔N/C〕で，その方向は球面に垂直である。ここで，k_0〔$\mathrm{N\cdot m^2/C^2}$〕は真空中における静電気力に関する $\boxed{ウ}$ の法則の比例定数である。半径 r〔m〕の球の表面積 $S=4\pi r^2$〔$\mathrm{m^2}$〕より，この点電荷から出る電気力線の総本数は $N=\boxed{エ}$ 本となる。一般に，任意の閉じた曲面を貫く電気力線の総本数Nは，$\boxed{ウ}$ の法則の比例定数と曲面の内部に含まれる電気量 Q〔C〕のみで決まり，$N=\boxed{エ}$ 本である。これをガウスの法則という。

アの解答群	(0) 強い　　(1) 弱い
イの解答群	(0) $\dfrac{Q}{4\pi r^2}$　(1) $\dfrac{Q}{2\pi r}$　(2) $\dfrac{1}{2}Qr^2$　(3) $\dfrac{Q}{r}$　(4) $\dfrac{Q}{r^2}$
ウの解答群	(0) オーム　(1) フック　(2) ケプラー　(3) クーロン　(4) ジュール
エの解答群	(0) k_0Q　(1) $2k_0Q$　(2) πk_0Q　(3) $2\pi k_0Q$　(4) $4\pi k_0Q$　(5) $4\pi^2k_0Q$

（ 計算用余白 ）

2．図１のように，内部抵抗の無視できる起電力 E〔V〕，$2E$〔V〕の電池，抵抗値 R〔Ω〕，$2R$〔Ω〕の抵抗，電気容量 C〔F〕のコンデンサー，スイッチＳからなる回路がある。

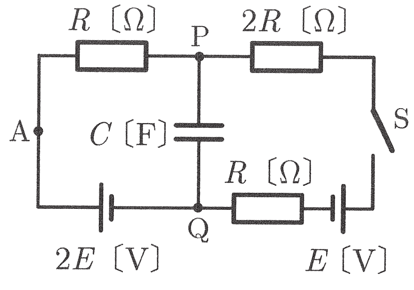


図１

はじめ，Ｓを開き，十分に時間が経過したものとする。このとき，点Ａを流れる電流の大きさは $\boxed{オ}$ である。点Ｑを基準とした点Ｐの電位は $\boxed{カ}$ である。コンデンサーに蓄えられている静電エネルギーは $\boxed{キ}$ である。

次に，Ｓを閉じて，十分に時間が経過した。点Ａを流れる電流の大きさは $\boxed{ク}$ である。点Ｑを基準とした点Ｐの電位は $\boxed{ケ}$ である。コンデンサーに蓄えられている静電エネルギーは $\boxed{コ}$ である。

オ，クの解答群	(0) 0 A　(1) $\frac{E}{4R}$〔A〕　(2) $\frac{E}{3R}$〔A〕　(3) $\frac{E}{2R}$〔A〕　(4) $\frac{2E}{3R}$〔A〕 (5) $\frac{3E}{4R}$〔A〕　(6) $\frac{E}{R}$〔A〕　(7) $\frac{5E}{4R}$〔A〕　(8) $\frac{7E}{4R}$〔A〕　(9) $\frac{2E}{R}$〔A〕

カ，ケの解答群	(0) 0 V　(1) $\frac{E}{4}$〔V〕　(2) $\frac{E}{3}$〔V〕　(3) $\frac{E}{2}$〔V〕　(4) $\frac{2E}{3}$〔V〕 (5) $\frac{3E}{4}$〔V〕　(6) E〔V〕　(7) $\frac{5E}{4}$〔V〕　(8) $\frac{7E}{4}$〔V〕　(9) $2E$〔V〕

キ，コの解答群	(0) 0 J　(1) $\frac{CE^2}{32}$〔J〕　(2) $\frac{CE^2}{18}$〔J〕　(3) $\frac{CE^2}{8}$〔J〕 (4) $\frac{2CE^2}{9}$〔J〕　(5) $\frac{9CE^2}{32}$〔J〕　(6) $\frac{CE^2}{2}$〔J〕　(7) $\frac{25CE^2}{32}$〔J〕 (8) $\frac{49CE^2}{32}$〔J〕　(9) $2CE^2$〔J〕

（ 計算用余白 ）

（ 以上，物理問題終了 ）

一般試験A（1日目）

3時限　化学

化学 I

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 Mg 24.3 とする。

(1)　原子番号 1～20 の原子の原子半径について考える。同じ族の元素では，原子番号が大きいほど原子半径は ア なり，同じ周期の元素では，貴ガス（希ガス）を除いて，原子番号が大きいほど原子半径は イ なる。

一般に，原子は陽イオンになると ウ なり，陰イオンになると エ なる。Ne と同じ電子配置を持つイオン，O^{2-}，F^-，Na^+，Mg^{2+}，Al^{3+}の中で，もっともイオン半径が小さいのは オ である。

ア～エの解答群	(0)　小さく	(1)　大きく

オの解答群	(0)　O^{2-}	(1)　F^-
	(2)　Na^+	(3)　Mg^{2+}
	(4)　Al^{3+}	

(2)　温度一定下で一定量の溶媒に溶質を溶かしていくと，あるところから溶質が溶けずに残るようになる。このような状態の溶液を カ という。これは一定量の溶媒に溶ける溶質の量に限界があるためで，一定温度で溶媒 100 g に溶ける溶質の質量〔g〕の最大値を キ という。固体の キ は，一般に温度が高くなるほど大きくなる。水に対する硝酸カリウムの キ が 10°C で 22，40°C で 65 の場合，硝酸カリウムの カ 100 g を 40°C で調製し，これを 10°C に冷やすと硝酸カリウムが ク g 析出する。

カの解答群	(0)　飽和溶液	(1)　混合溶液
	(2)　希薄溶液	(3)　緩衝液

キの 解答群	(0) 飽和蒸気圧	(1) 溶解度積
	(2) 重合度	(3) 溶解度

クの 解答群	(0) 13	(1) 18
	(2) 22	(3) 26
	(4) 43	(5) 65

(3) 貴ガス（希ガス）以外の非金属元素では，原子 2 個が互いに価電子を出し合って結合する。このような結合を $\boxed{\text{ケ}}$ という。水素原子 2 個は，それぞれ 1 個の価電子を出し合って，各水素原子が $\boxed{\text{コ}}$ 原子と同じ電子配置になり，水素分子が形成される。塩化水素分子では，水素原子と塩素原子がそれぞれ 1 個の価電子を出し合い $\boxed{\text{ケ}}$ をつくる。このとき，塩素原子は $\boxed{\text{サ}}$ 原子と同じ電子配置になっている。

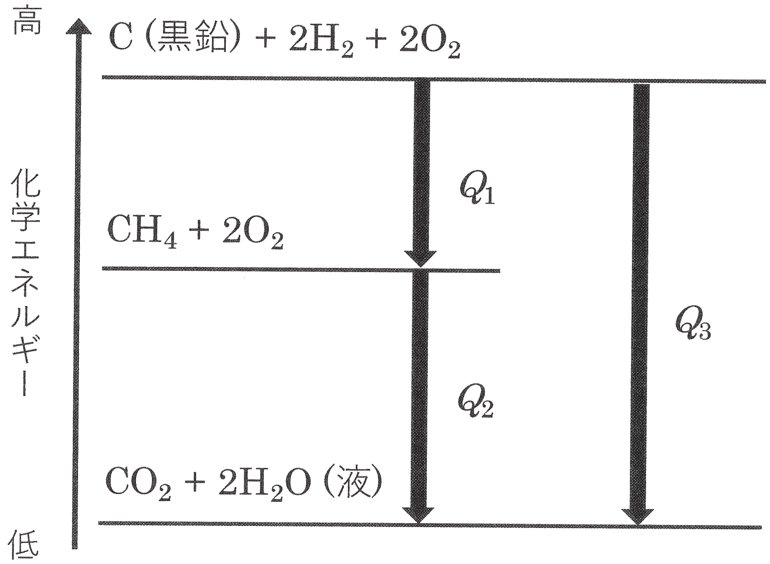
アンモニア分子と水素イオンからアンモニウムイオンが生成する場合には，アンモニア分子中の窒素原子が $\boxed{\text{シ}}$ を水素イオンに提供して結合している。このように，一方の原子から提供された $\boxed{\text{シ}}$ によって生じる結合を $\boxed{\text{ス}}$ という。

ケ，スの 解答群	(0) イオン結合	(1) 共有結合
	(2) 水素結合	(3) 配位結合

コ，サの 解答群	(0) ヘリウム	(1) ネオン
	(2) アルゴン	(3) クリプトン
	(4) 窒素	(5) 炭素

シの 解答群	(0) 共有電子対	(1) 非共有電子対
	(2) 自由電子	(3) 不対電子

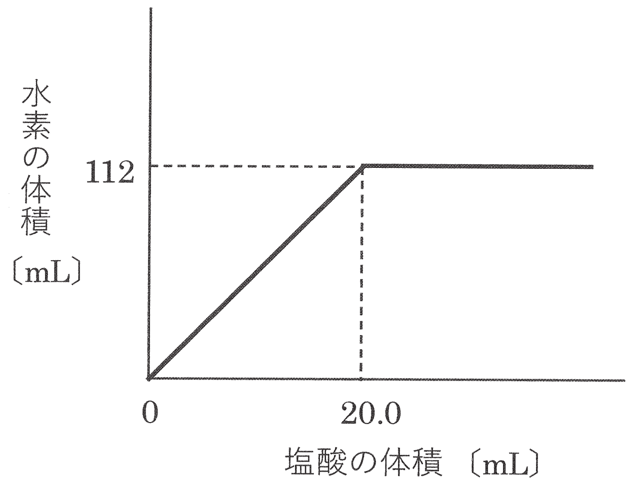
(4) メタン，二酸化炭素，水（液）の生成熱は，それぞれ 75 kJ/mol，394 kJ/mol，286 kJ/mol である。これらの生成熱とメタンの燃焼熱との関係を図に示した。図中の熱 Q_1 は セ kJ，熱 Q_2 は ソ kJ，熱 Q_3 は タ kJ である。



セ〜タの解答群	(0) 75	(1) 286
	(2) 361	(3) 394
	(4) 469	(5) 605
	(6) 680	(7) 755
	(8) 891	(9) 966

(5) ある量のマグネシウムに濃度未知の塩酸を少しずつ加えて，発生した水素の標準状態の体積を調べると，図のようなグラフが得られた。

(a) 反応した塩酸の物質量は $\boxed{チ}$ mol である。
(b) 使用した塩酸のモル濃度は $\boxed{ツ}$ mol/L である。
(c) 反応したマグネシウムの質量は $\boxed{テ}$ g である。



チの解答群	(0) 5.00×10^{-3} (2) 5.00×10^{-2}	(1) 1.00×10^{-2} (3) 1.00×10^{-1}

ツの解答群	(0) 0.250 (2) 0.750	(1) 0.500 (3) 1.00

テの解答群	(0) 0.122 (2) 1.22	(1) 0.243 (3) 2.43

化学 $\boxed{\text{II}}$

次の $\boxed{\text{ア}}$ ～ $\boxed{\text{テ}}$ 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，気体定数は 8.31×10^{3} Pa･L/(K･mol)とする。

(1) 気体を発生させて容器に捕集する場合，水に溶けにくい気体は $\boxed{\text{ア}}$ を用いることが多い。 $\boxed{\text{ア}}$ において，大気圧を P_0，水の蒸気圧 P_1，捕集気体の分圧 P_2 としたとき，P_2 は $\boxed{\text{イ}}$ で求めることができる。

水素を発生させる実験で水素を $\boxed{\text{ア}}$ で捕集したところ，27°C，1.04×10^{5} Pa の下で，捕集した気体の体積は 0.42 L であった。このとき，水素の分圧は $\boxed{\text{ウ}}$ Pa となり，捕集した水素の物質量は $\boxed{\text{エ}}$ mol となる。ただし，27°C における水の蒸気圧は 3.60×10^{3} Pa とする。

アの解答群	(0) 上方置換	(1) 下方置換
	(2) 水上置換	

イの解答群	(0) P_0+P_1	(1) P_0-P_1
	(2) P_0P_1	(3) P_0/P_1

ウの解答群	(0) 2.90×10^{4}	(1) 1.00×10^{5}
	(2) 1.04×10^{5}	(3) 1.08×10^{5}

エの解答群	(0) 4.9×10^{-6}	(1) 1.7×10^{-2}
	(2) 2.5×10^{-2}	(3) 0.63

(2) 体積 2.0 L の密閉容器に水素 1.0 mol とヨウ素 1.0 mol の混合気体を入れ，一定温度に保ったところ，次の反応が平衡状態となり，ヨウ化水素が 1.6 mol 生じた。

$$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$$

この温度における反応式の平衡定数は $\boxed{オ}$ となる。別の体積 5.0 L の密閉容器に水素 2.0 mol とヨウ素 2.0 mol の混合気体を入れ，同じ温度で平衡状態に達したとき，ヨウ化水素は $\boxed{カ}$ mol 生成する。

オの解答群	(0)　16	(1)　32
	(2)　64	(3)　72

カの解答群	(0)　1.6	(1)　2.4
	(2)　3.2	(3)　4.0

(3) 1.00 mol/L の過酸化水素水 20 mL に触媒として酸化マンガン(IV)を加えると，過酸化水素 H_2O_2 が分解して O_2 が発生した。H_2O_2 の濃度は反応開始から 120 秒後に 0.50 mol/L になった。反応開始から 120 秒後までの H_2O_2 の平均の分解速度を濃度の変化量から求めると $\boxed{キ}$ mol/(L･s)になる。また，O_2 の平均の発生速度は $\boxed{ク}$ mol/s になる。

キの解答群	(0)　2.1×10^{-3}	(1)　4.2×10^{-3}
	(2)　6.3×10^{-3}	(3)　8.4×10^{-3}

クの解答群	(0)　2.1×10^{-5}	(1)　4.2×10^{-5}
	(2)　6.3×10^{-5}	(3)　8.4×10^{-5}

(4) 海水の組成では，H_2O が大部分を占めているが，その他に NaCl や，にがりの主成分である $\boxed{\text{ケ}}$ が存在している。また，海水には $\boxed{\text{コ}}$ も含まれており，その二水和物はセッコウとして建築材料に使われている。

NaCl を構成している元素の一つであるナトリウムはアルカリ金属である。アルカリ金属の単体は反応性に富み，反応相手を $\boxed{\text{サ}}$ する作用が強い。ナトリウムは図に示した反応経路によって $\boxed{\text{シ}}$ ， $\boxed{\text{ス}}$ ， $\boxed{\text{セ}}$ に変化する。

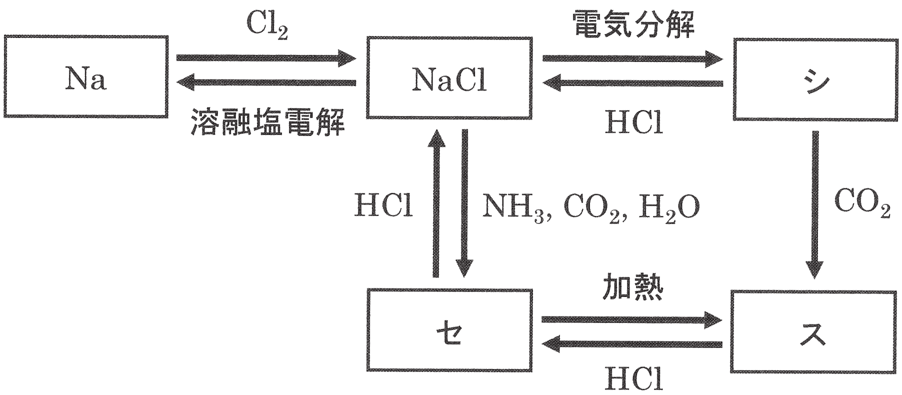


図　ナトリウムの反応

ケ，コの解答群	(0) $MgCl_2$	(1) $CaCl_2$
	(2) $MgSO_4$	(3) $CaSO_4$
	(4) $Mg(OH)_2$	(5) $Ca(OH)_2$

サの解答群	(0) 酸化	(1) 還元

シ～セの解答群	(0) Na_2O	(1) NaOH
	(2) $NaHCO_3$	(3) Na_2CO_3

(5) 強力な酸化剤として二クロム酸カリウム $K_2Cr_2O_7$ と過マンガン酸カリウム $KMnO_4$ が知られている。$K_2Cr_2O_7$ 中の Cr の酸化数は $\boxed{\text{ソ}}$ である。$K_2Cr_2O_7$ を水に溶かすと $\boxed{\text{タ}}$ 色の二クロム酸イオンが生じる。

$KMnO_4$ 中の Mn の酸化数は $\boxed{\text{チ}}$ である。$KMnO_4$ を水に溶かすと，$\boxed{\text{ツ}}$ 色の過マンガン酸イオンが生じる。また，MnO_2 は黒褐色の粉末で水に溶けない。MnO_2 と HCl を反応させ，塩素を発生させる場合，MnO_2 は $\boxed{\text{テ}}$ として働く。

ソ，チの解答群	(0) 0	(1) +1
	(2) +2	(3) +3
	(4) +4	(5) +5
	(6) +6	(7) +7

タ，ツの解答群	(0) 橙赤	(1) 深青
	(2) 赤紫	(3) 淡緑
	(4) 無	

テの解答群	(0) 酸化剤	(1) 還元剤
	(2) 触媒	(3) 乾燥剤

化学 $\boxed{\text{III}}$

次の $\boxed{\text{ア}}$ ～ $\boxed{\text{ス}}$ 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 8.31×10^3 Pa·L/(K·mol)，原子量は H 1.0，C 12，O 16，Ca 40，Br 80 とする。

(1) アルコールは炭化水素の水素原子をヒドロキシ基で置換した構造をもつ。アルコールは分子中のヒドロキシ基の数によって，1 価アルコール，2 価アルコールなどとよばれ，2 価以上のものを多価アルコールという。アルコールは，分子量がほぼ等しい炭化水素に比べて融点や沸点が $\boxed{\text{ア}}$ く，低分子量のアルコールでも常温で液体である。特に多価アルコールは融点や沸点が $\boxed{\text{ア}}$ い。これはヒドロキシ基をもつアルコール分子同士が $\boxed{\text{イ}}$ で強く引き合うためである。メタノールは，水と任意の割合で混ざりあう無色の有毒な液体で，工業的には触媒を用いて一酸化炭素と $\boxed{\text{ウ}}$ の反応からつくられる。エタノールは無色の液体で水と任意の割合で混ざりあう。リン酸を触媒としてエチレンに $\boxed{\text{エ}}$ を付加させる反応は，エタノールの工業的製法の一つである。

アの解答群	(0) 低	(1) 高

イの解答群	(0) 水素結合 (2) イオン結合	(1) 共有結合 (3) 配位結合

ウの解答群	(0) 炭素 (2) 酸素	(1) 水素 (3) 二酸化炭素

エの解答群	(0) 水 (2) 酸素	(1) 酢酸 (3) 一酸化炭素

(2) ニトロベンゼン，サリチル酸，アニリンが混合しているジエチルエーテル溶液がある。これらの化合物を分離するために，このジエチルエーテル溶液に希塩酸を加え振り混ぜたのち，水層 1 とジエチルエーテル層 1 に分離した。次に，ジエチルエーテル層 1 に炭酸水素ナトリウム水溶液を加え，振り混ぜたのち，水層 2 とジエチルエーテル層 2 に分離した。最後に，ジエチルエーテル層 2 に水酸化ナトリウム水溶液を加え，振り混ぜたのち，水層 3 とジエチルエーテル層 3 に分離した。

このとき，ニトロベンゼンは $\boxed{\text{オ}}$ ，サリチル酸は $\boxed{\text{カ}}$ ，アニリンは $\boxed{\text{キ}}$ へ主に分離される。

オ～キの解答群	(0) ジエチルエーテル層 3	(1) 水層 1
	(2) 水層 2	(3) 水層 3

(3) C, H, O からなる化合物 45.0 mg を完全に燃焼させたところ，二酸化炭素が 66.0 mg，水が 27.0 mg 得られた。この化合物の組成式は $\boxed{\text{ク}}$ である。

クの解答群	(0) CHO	(1) CH_2O
	(2) CH_2O_2	(3) C_2H_4O
	(4) C_2H_6O	(5) $C_3H_6O_2$

(4) アセチレンは実験室では炭化カルシウム（カーバイド）に水を加えて合成される。純度 96%の炭化カルシウム 2.00 g に，多量の水を加えて発生したアセチレンの体積は，標準状態において $\boxed{\text{ケ}}$ L である。また，発生したアセチレンに臭素を十分に付加させると，シス－トランス異性体の存在しない化合物が得られた。このとき，反応した臭素は $\boxed{\text{コ}}$ g である。

ケの解答群	(0) 0.34	(1) 0.45
	(2) 0.67	(3) 0.90

コの解答群		
	(0)　2.4	(1)　3.2
	(2)　4.8	(3)　6.4
	(4)　9.6	(5)　13

(5)　デンプン$(C_6H_{10}O_5)_n$をアミラーゼによって加水分解すると，二糖（二糖類）である $\boxed{サ}$ を生成する。二糖は，2 個の単糖（単糖類）分子から水 1 分子が取れて縮合した $\boxed{シ}$ をもつので，別の酵素を用いて分解すると単糖のグルコース（ブドウ糖）$C_6H_{12}O_6$が得られる。デンプン 200 g をすべてグルコースに加水分解した場合，得られるグルコースは $\boxed{ス}$ g である。

サの解答群		
	(0)　スクロース（ショ糖）	(1)　マルトース（麦芽糖）
	(2)　ラクトース（乳糖）	(3)　フルクトース（果糖）

シの解答群		
	(0)　エステル結合	(1)　ジスルフィド結合
	(2)　ペプチド結合	(3)　グリコシド結合

スの解答群		
	(0)　180	(1)　200
	(2)　211	(3)　222
	(4)　360	(5)　400
	(6)　422	(7)　444

（以上，化学問題終了）

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。

ウニは，卵と精子を水中に放出させて体外受精をおこなう。図1は精子の構造，図2は精子の卵への進入と受精膜の形成過程を表したものである。精子は ア で合成される ATP のエネルギーを使って鞭（べん）毛を動かし，移動する。卵の（ I ）層に到達すると，（ X ）から（ I ）層を分解する酵素を放出する。精子の頭部の細胞質中でつくられた イ フィラメントの束が（ X ）突起となり，卵の（ I ）層を突き抜け（ II ）膜を通過する。（ X ）突起が（ III ）膜に接すると受精が始まり，やがて受精膜が形成される。

受精すると，ほかの精子が進入できなくなるしくみがはたらき，1つの精子だけが受精することになる。この現象を多精拒否という。これは卵の（ III ）膜のイオン透過性が変化することにより生じる。卵の細胞外から細胞内に ウ イオンが流入する。その結果，細胞の内側が エ に帯電し，ほかの精子の進入を拒否する。この反応は1分間程度しか持続されないが，この間に受精膜が卵全体を覆い，ほかの精子の進入を防ぐ。その後，受精卵の a <u>卵割</u>が始まり b <u>初期発生の過程</u>へと進んでいく。

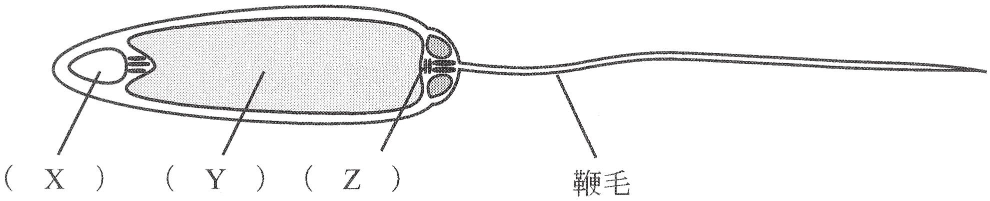


図1　精子の構造

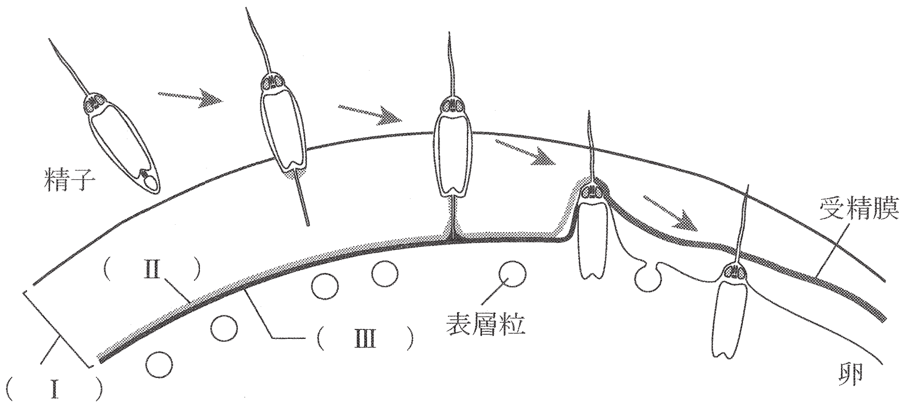


図2　ウニの受精の過程

（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，イの解答群】

(0) ゴルジ体　(1) リボソーム　(2) ミトコンドリア　(3) 核
(4) チューブリン　(5) ミオシン　(6) 中間径　(7) アクチン

【ウ，エの解答群】

(0) マグネシウム　(1) カルシウム　(2) カリウム　(3) ナトリウム
(4) 正　(5) 負　(6) 正負ゼロ

（2）図1の精子の構造の（ X ）～（ Z ）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) X：樹状，　Y：核小体，　Z：中心体
(1) X：樹状，　Y：核，　Z：中心体
(2) X：樹状，　Y：核小体，　Z：小胞体
(3) X：樹状，　Y：核，　Z：小胞体
(4) X：先体，　Y：核小体，　Z：中心体
(5) X：先体，　Y：核，　Z：中心体
(6) X：先体，　Y：核小体，　Z：小胞体
(7) X：先体，　Y：核，　Z：小胞体

（3）図2および本文中の（ Ⅰ ）～（ Ⅲ ）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。 カ

【カの解答群】

(0) Ⅰ：寒天，　Ⅱ：卵黄（卵），　Ⅲ：細胞
(1) Ⅰ：寒天，　Ⅱ：細胞，　Ⅲ：卵黄（卵）
(2) Ⅰ：ゼリー，　Ⅱ：卵黄（卵），　Ⅲ：細胞
(3) Ⅰ：ゼリー，　Ⅱ：細胞，　Ⅲ：卵黄（卵）

（4）ウニの系統について最も適当なものを，次の解答群の中から一つ選べ。$\boxed{\text{キ}}$

【キの解答群】

(0)　二胚葉動物 — 新口動物 — 原索（さく）動物

(1)　二胚葉動物 — 新口動物 — 棘皮（きょくひ）動物

(2)　二胚葉動物 — 旧口動物 — 原索動物

(3)　二胚葉動物 — 旧口動物 — 棘皮動物

(4)　三胚葉動物 — 新口動物 — 原索動物

(5)　三胚葉動物 — 新口動物 — 棘皮動物

(6)　三胚葉動物 — 旧口動物 — 原索動物

(7)　三胚葉動物 — 旧口動物 — 棘皮動物

（5）分類上，ウニと最も近い仲間はどれか。次の解答群の中から一つ選べ。$\boxed{\text{ク}}$

【クの解答群】

(0)　イソギンチャク　　(1)　ナメクジウオ　　(2)　クラゲ

(3)　ホ　ヤ　　(4)　サザエ　　(5)　ヒトデ

（6）下線部 a と通常の体細胞分裂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。$\boxed{\text{ケ}}$

【ケの解答群】

(0)　通常の体細胞分裂では分裂後，細胞が成長せずに次の分裂が始まるが，卵割では分裂後，成長してから次の分裂が始まる。

(1)　卵割は通常の体細胞分裂に比べて，分裂ごとに割球が小さくなるので，胚全体も小さくなる。

(2)　通常の体細胞分裂では，もとの細胞と基本的に同じ染色体数の細胞を生じるが，卵割では半分の染色体数の細胞が生じる。

(3)　卵割も通常の体細胞分裂も分裂ごとに DNA が複製される。

（7）下線部 b について，ウニの発生の説明として正しい記述はどれか。最も適当なものを，次の解答群の中から二つ選べ。なお，解答の順序は問わない。 $\boxed{\text{コ}}$ ， $\boxed{\text{サ}}$

【コ，サの解答群】

(0)　32 細胞期までは等割であるため，分裂後の割球の大きさは同じである。

(1)　3 回目の卵割は，動物極と植物極を通る面で分割される経割である。

(2)　16 細胞期の動物半球にある割球の大きさはほぼ等しいが，植物半球にある割球の大きさは均一ではない。

(3)　胞胚になって初めて，中央に空所が生じる卵割腔が形成される。

(4)　ウニのふ化は原腸胚でみられる。

(5)　桑実胚になると，消化管が形成され，単独で餌をとり始める。

(6)　原腸の先端から遊離した二次間充織（かんじゅうしき）の細胞から筋肉の細胞が生じる。

カエルでは発生が進み細胞数が増えてくると，細胞間の物質を介して細胞の分化が進み組織や器官が形成されていく。図 3 はカエルのある発生段階の縦断面図であり，図 4 は同じ胚の A ～ D のいずれかの横断面図である。

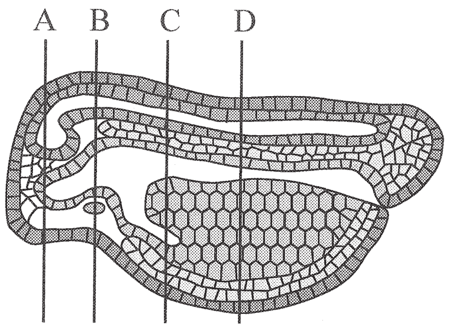


図 3　縦断面図

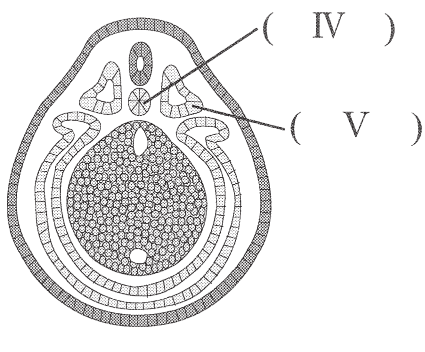


図 4　横断面図

（8）図 3 はカエルのどの発生段階か。最も適当なものを，次の解答群の中から一つ選べ。
$\boxed{\text{シ}}$

【シの解答群】

(0)　原腸胚　　(1)　神経胚　　(2)　尾芽胚　　(3)　幼　生

（9）図 4 は，図 3 の A ～ D のどの切断部の断面図か。最も適当なものを，次の解答群の中から一つ選べ。 $\boxed{\text{ス}}$

【スの解答群】

(0)　A　　(1)　B　　(2)　C　　(3)　D

（１０）図４の（　Ⅳ　）および（　Ⅴ　）の名称は何か。最も適当な組合せを，次の解答群の中から一つ選べ。 セ

【セの解答群】

(0)	Ⅳ：脊髄（せきずい）,	Ⅴ：側板	(1)	Ⅳ：神経管,	Ⅴ：側板
(2)	Ⅳ：脊髄,	Ⅴ：体節	(3)	Ⅳ：神経管,	Ⅴ：体節
(4)	Ⅳ：脊索（せきさく）,	Ⅴ：側板	(5)	Ⅳ：腸管,	Ⅴ：側板
(6)	Ⅳ：脊索,	Ⅴ：体節	(7)	Ⅳ：腸管,	Ⅴ：体節

（１１）図４の（　Ⅴ　）から形成される器官はどれか。最も適当な組合せを，次の解答群の中から一つ選べ。 ソ

【ソの解答群】

(0)	網膜，水晶体	(1)	心臓，肺	(2)	脊椎骨（せきつい），脊髄
(3)	骨格筋，皮膚（ひふ）の真皮	(4)	骨格，脳	(5)	肝臓，すい臓

生物 Ⅱ

次の文章を読み，ア〜シ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。

a 生物の多様性には，遺伝的多様性，アの多様性，生態系の多様性という3つの考え方がある。生態系の多様性とは，気温や降水量などの環境要因によって，地球上には多様なバイオームが存在することをいう。バイオームは，植生の相観にもとづいて，森林，草原，荒原に大別される。

日本列島は降水量が豊富なため，一部の場所を除けば森林が成立する条件を備えている。したがって，日本の各地にはイに応じた森林のバイオームがみられる。日本のバイオームは水平方向だけでなく，垂直方向のイに沿っても異なる。緯度の違いによって生じる水平方向のバイオームの分布を水平分布，標高の違いによって生じる垂直方向のバイオームの分布を垂直分布という。日本の本州中部でのバイオームの垂直分布は図1のようになる。亜高山帯の上限を b 森林限界といい，これよりも標高が高い場所には高木が見られない。

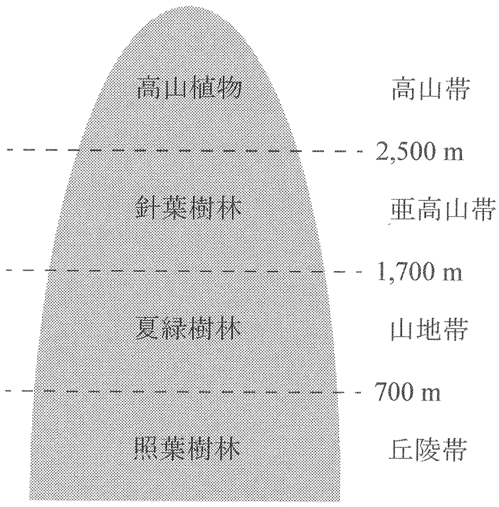


図1　本州中部における垂直分布

（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) 水　質　　(1) 里　山　　(2) pH　　(3) 種
(4) 気　温　　(5) 水　温　　(6) 湿　度　　(7) 気　圧

（2）下線部aが損なわれる原因となる行為はどれか。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)　人工林を伐採した後，同じ木を植林する。

(1)　水鳥が利用する湿地の保全に関する条約を締結する。

(2)　古くからその地域に生息していた生物を保護する。

(3)　本来はその地域に生息していなかった生物を放つ。

（3）下の①～⑧のうち，年間降水量が1,600 mm以上の地域で形成されるバイオームを選び，年平均気温が高いほうから低いほうに向かって順番に並べた場合，平均気温が4番目に高い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選べ。 エ

① サバンナ　　② 熱帯多雨林　　③ 砂漠　　④ 照葉樹林

⑤ 針葉樹林　　⑥ ステップ　　⑦ 夏緑樹林　　⑧ ツンドラ

【エ，オの解答群】

(0)　①	(1)　②	(2)　③	(3)　④
(4)　⑤	(5)　⑥	(6)　⑦	(7)　⑧

（4）問（3）の①～⑧のうち，年平均気温が25℃以上の地域で形成されるバイオームを選び，降水量が多いほうから少ないほうに向かって順番に並べた場合，降水量が2番目に多いバイオームはどれか。最も適当なものを，問（3）の解答群の中から一つ選べ。 オ

（5）下線部bが生じる気候の特徴として，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)　強い紫外線により森林が形成されない。

(1)　高温により森林が形成されない。

(2)　高温と強風により森林が形成されない。

(3)　低温と強風により森林が形成されない。

(4)　強い紫外線と低温により森林が形成されない。

(5)　強い紫外線と強風により森林が形成されない。

（6）図1の各バイオームの代表的な植物の組合せとして，最も適当なものを，次の解答群の中から一つ選べ。$\boxed{\text{キ}}$

【キの解答群】

	丘陵帯	山地帯	亜高山帯	高山帯
(0)	シラビソ,	ミズナラ,	コメツガ,	クロユリ
(1)	タブノキ,	シラビソ,	コメツガ,	クロユリ
(2)	タブノキ,	ミズナラ,	コメツガ,	ハイマツ
(3)	シラビソ,	ミズナラ,	コメツガ,	ハイマツ
(4)	タブノキ,	コメツガ,	ミズナラ,	クロユリ
(5)	ミズナラ,	ハイマツ,	タブノキ,	ハイマツ

ある生態系において，食物網における上位の捕食者がその生態系のバランスを保つために重要な役割を果たしている。このような生物種を $\boxed{\text{ク}}$ という。

アラスカ沿岸からアリューシャン列島沖の海域では，ジャイアントケルプと呼ばれる海藻が林をつくり，そこで多様な魚類，貝類，甲殻類が生活している。このような生態系の中で，ウニが，生産者であるジャイアントケルプを食べ，そのウニをラッコが食べるという食物連鎖がみられる（図 2 上）。図 2 (a)，(b) のように適度な頭数のラッコが生育する X 島海域と，ラッコが生息しない Y 島海域では，ジャイアントケルプとウニの生息状況が異なる。

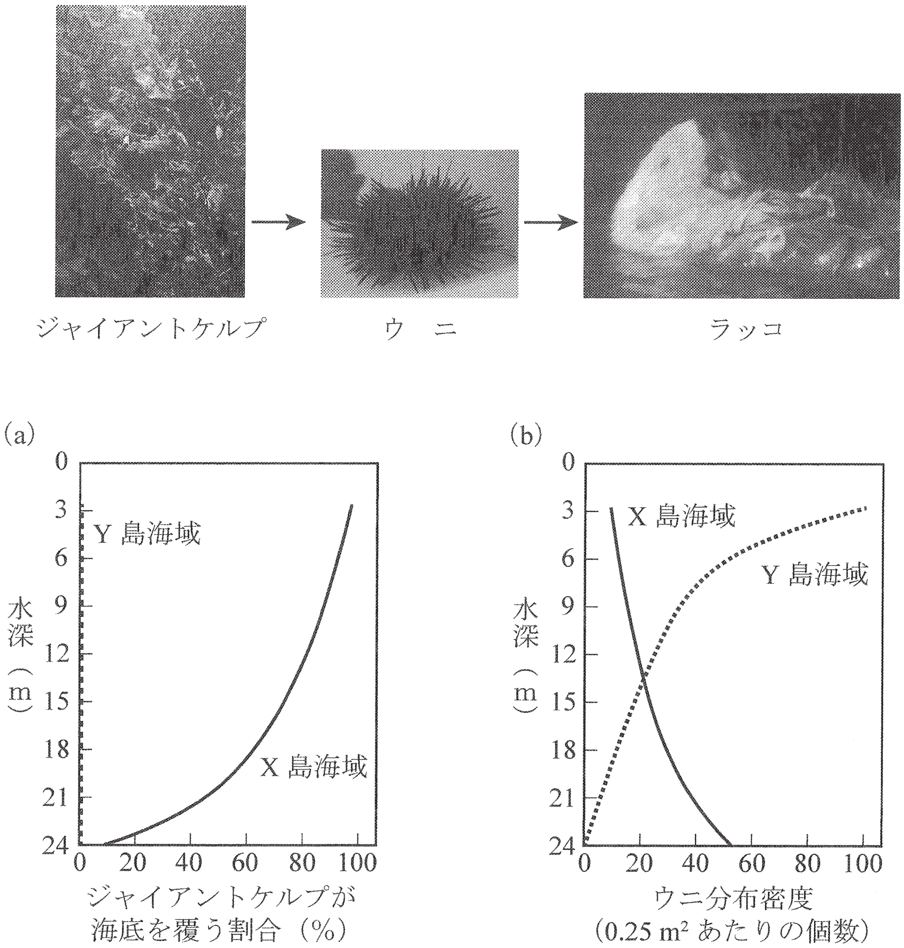


図 2　ジャイアントケルプが海底を覆う割合（a）とウニの分布密度（b）

（7）文中の $\boxed{\text{ク}}$ 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選べ。

【クの解答群】

(0)　絶滅危惧種　　(1)　特定外来生物　　(2)　キーストーン種　　(3)　分解者

（８）$\boxed{\quad ク \quad}$ を完全に除去すると，一般的にその生態系における生物の種類数はどのようになるか。最も適当なものを，次の解答群の中から一つ選べ。$\boxed{\quad ケ \quad}$

【ケの解答群】

(0) 生物の種類は増加する

(1) 生物の種類は減少する

(2) 生物の種類は変化しない

(3) 生物の種類はゼロになる

（９）X 島海域における水深とジャイアントケルプの関係について，最も適当なものを，次の解答群の中から一つ選べ。$\boxed{\quad コ \quad}$

【コの解答群】

(0) 浅場は光が届きやすく，ジャイアントケルプの生育に適している。

(1) 浅場は栄養が不足して，ジャイアントケルプの生育に適していない。

(2) 深場は光が届きやすく，ジャイアントケルプの生育に適している。

(3) 深場は酸素が豊富で，ジャイアントケルプの生育に適していない。

（１０）X 島海域において，水深が深いところでウニの分布密度が高い理由として，最も適当なものを，次の解答群の中から一つ選べ。$\boxed{\quad サ \quad}$

【サの解答群】

(0) 深場はエサになるジャイアントケルプも多く，ウニの生育に適しているため。

(1) 深場ではラッコがウニを見つけにくく捕食されにくいため。

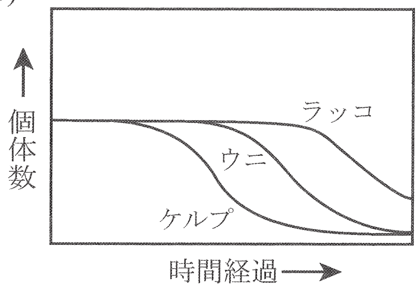
(2) 深場ではラッコがウニを見つけやすく捕食されにくいため。

(3) 深場は浅場よりジャイアントケルプが多く分布しており，ウニが隠れてラッコに捕食されにくいため。

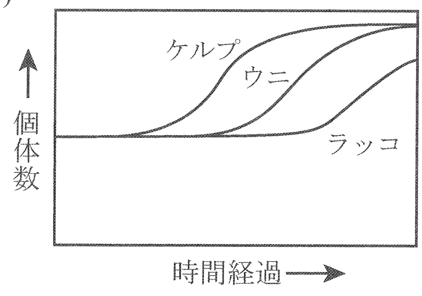
（１１）X 島のような海域に，ラッコのみを捕食するシャチが定住した場合，時間経過に伴うジャイアントケルプ，ウニ，ラッコの個体数（相対値）の推移の傾向を示すグラフとして，最も適当なものを，次の解答群の中から一つ選べ。 シ

【シの解答群】

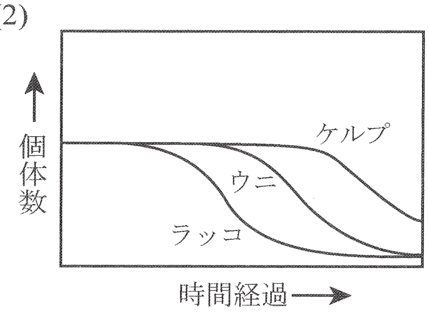
(0)



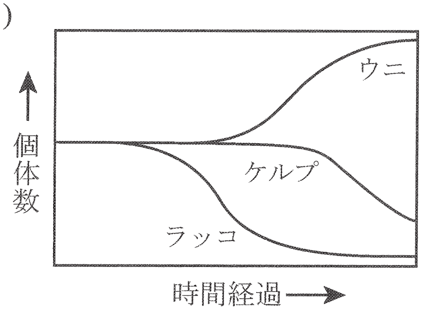
(1)



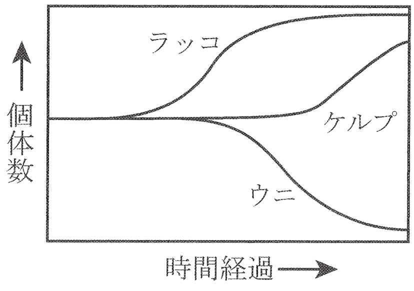
(2)



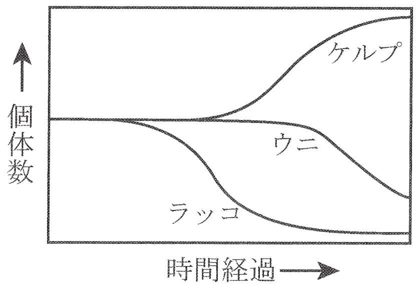
(3)



(4)



(5)



生物 $\boxed{\text{III}}$

次の文章を読み，$\boxed{\text{ア}}$ ～ $\boxed{\text{ツ}}$ 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。

約 46 億年前に，太陽系のほかの天体とともに地球は誕生した。誕生直後の地球は，小天体の衝突によるエネルギーによって，溶けた状態で，生命はおろか，海も存在していなかった。やがて，地球表面が冷えてくると，大気中に存在していた水蒸気が雨となって降り注ぎ，原始の海が形成された。しかし，大気中には，現在の大気の 21% を占める $\boxed{\text{ア}}$ はほとんどなく，紫外線や宇宙線が降り注いでいた。

原始地球において，最初の生命は海の中で誕生したと考えられる。海底にはメタンを始めとした無機物を含む熱水が噴出する熱水噴出孔があり，このような場所で有機物の生成が起こった可能性がある。生命が誕生する以前の無機物から有機物がつくられ，それが複雑化していく過程を $\boxed{\text{イ}}$ という。ミラーは原始大気を模した混合気体として，メタン，$\boxed{\text{ウ}}$ ，水蒸気，水素を入れた実験装置内で放電をおこない，アミノ酸などの有機物の合成に成功した。

有機物からどのように生命が誕生したかは明らかではないが，生物は生命活動を維持するために，エネルギー源となる化学物質を必要とする。そのため，地球上に存在した初期の生物には，従属栄養生物と独立栄養生物がいたと考えられる。独立栄養生物としては，まず，化学合成細菌が誕生し，その後，a <u>光合成細菌</u>やシアノバクテリアが出現したと考えられている。このシアノバクテリアなどの出現により b <u>地球環境が一変し，生物は海洋から陸上へとその生息範囲を広げていった</u>と考えられる。

（1）本文中の $\boxed{\text{ア}}$ ～ $\boxed{\text{ウ}}$ 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。なお，同じ番号を 2 回以上選んでもよい。

【ア～ウの解答群】

(0) アンモニア	(1) RNA ワールド	(2) DNA ワールド	(3) 酸　素
(4) 二酸化炭素	(5) 一酸化炭素	(6) 化学進化	(7) オゾン
(8) 共進化	(9) エタノール		

（2）下線部 a に該当する微生物はどれか。最も適当なものを，次の解答群の中から一つ選べ。
$\boxed{\text{エ}}$

【エの解答群】

(0) 大腸菌	(1) 硝酸菌	(2) 亜硝酸菌
(3) 紅色硫黄細菌	(4) 硫黄細菌	

（3）下線部bの要因について考えられることは何か。最も適当なものを，次の解答群の中から一つ選べ。 $\boxed{\text{オ}}$

【オの解答群】

(0) シアノバクテリアなどが二酸化炭素を還元して有機物をつくることで，大気中の二酸化炭素濃度が減少し，太陽からの熱をより地表に届けやすくなったから。

(1) シアノバクテリアなどがつくりだす酸素によって，生物に有害な鉄が酸化鉄となることで，有害な紫外線を吸収したから。

(2) シアノバクテリアなどが硫黄から有機物を合成する過程で生じる硫化水素を大気中に放出することで，有害な紫外線が硫化水素に吸収されたから。

(3) シアノバクテリアなどが呼吸をすることで，大気中の二酸化炭素の濃度が上昇し，有害な紫外線が地表に届きにくくなったから。

(4) シアノバクテリアなどがつくりだす酸素の化学反応によって，大気の上層にオゾン層が形成されることで，有害な紫外線がオゾン層に吸収されたから。

地球の誕生後，最古の岩石が形成されてから現在までを地質時代といい，表1のように分けられている。地球の46億年の歴史は，約5億4千万年前までの $_c$ <u>先カンブリア時代</u>，それ以降は，古生代，中生代，新生代に分けられる。先カンブリア時代末期に繁栄した多細胞生物には $_d$ <u>エディアカラ生物群</u>と呼ばれる生物群が存在していたが，その後の大規模な地球環境の変化によって多くの種が絶滅した。古生代のカンブリア紀には，多種多様な無脊椎（せきつい）動物が爆発的に出現した。この現象はカンブリア爆発と呼ばれ，カナダや中国でこの時代の動物の化石が発見されている。これらの動物群は $_e$ <u>バージェス動物群</u>と呼ばれる。その後，オルドビス紀頃に $_f$ <u>植物が陸上へ進出</u>したと考えられている。

表1　地質時代

地質時代	先カンブリア時代	古生代						中生代			新生代		
		カンブリア紀	オルドビス紀	シルル紀	デボン紀	石炭紀	ペルム紀	三畳紀	ジュラ紀	白亜紀	古第三紀	新第三紀	第四紀

（4）下線部ｃの時代には，ミトコンドリアや葉緑体をもつ真核生物が誕生した。これらの細胞小器官の起源について，マーグリスが提唱した細胞内共生説の根拠となったミトコンドリアや葉緑体の特徴は何か。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) 2枚の生体膜（リン脂質の二重層）で包まれていることや核内のDNAの制御を受けること。

(1) 外側に細胞壁をもつことや核内のDNAの制御を受けること。

(2) 2枚の生体膜で包まれていることや核内のDNAとは異なる独自のDNAをもつこと。

(3) 外側に細胞壁をもつことや核内のDNAとは異なる独自のDNAをもつこと。

（5）下線部ｄと下線部ｅについて，それぞれの群に該当する下の①～⑦の生物を下線部ｄ・下線部ｅの順で正しく示した組合せはどれか。最も適当なものを，次の解答群の中から一つ選べ。 キ

① トリブラキディウム　② ピカイア　③ ディッキンソニア
④ ハルキゲニア　⑤ アノマロカリス　⑥ オパビニア　⑦ 三葉虫

【キの解答群】

(0) ①・②　(1) ②・④　(2) ③・①　(3) ④・⑥
(4) ⑤・③　(5) ⑥・⑦　(6) ⑦・⑤

（6）下線部ｆに関する説明として，**誤っているもの**はどれか。次の解答群の中から一つ選べ。 ク

【クの解答群】

(0) 維管束を発達させて水をからだの上部に移動させたり，機械的強度を高めたりして，乾燥や重力に適応した。

(1) クチクラ層を形成して水分を保持できるようになった。

(2) 陸上は水中に比べて光が豊富であり，光合成をおこなう生物には適した環境であるが，乾燥しやすく温度変化が激しかったり，重力の影響を受けたりした。

(3) 水中生活をしていた藻類からコケ植物が進化した。

(4) 最古の植物の化石はクックソニアのもので，コケ植物と同様に維管束をもっており，根，茎，葉の区別があった。

生存や生殖に有利な形質をもつ生物個体は，次世代により多くの子を残す。これを ケ という。その結果，次世代は環境に有利な形質をもつ個体が多くなる。 ケ は，いろいろな要因によって引き起こされる。温度や降水量，光のような非生物的環境だけでなく，種内競争や配偶相手の選り好みなど，生物間の相互作用も要因となる。

生物集団には，遺伝子の突然変異などによって生じたさまざまな形質をもつ個体が存在し，生息環境に対して生存に有利なものや不利なものがある。これらは進化と密接に関係している。現在では，進化は同一の種からなる集団内の遺伝子構成の変化ととらえられている。ある生物集団がもつ遺伝子の集合全体を コ という。ある条件を満たす生物の仮想集団では，どの遺伝子座についても，その集団の対立遺伝子の割合は，世代を重ねても変化しない。これを g ハーディ・ワインベルグの法則という。

(7) 文中の ケ と コ 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。

【ケの解答群】
(0) 収れん　(1) 共進化　(2) 性選択　(3) 自然選択　(4) 適応放散

【コの解答群】
(0) 異所的種分化　(1) 遺伝的多様性　(2) 局所個体群　(3) 遺伝子プール

(8) 下線部 g が成立するためには，5 つの条件を満たしていることが必要である。この 5 つの条件に**当てはまらないもの**はどれか。次の解答群の中から一つ選べ。 サ

【サの解答群】
(0) 突然変異が起こる。
(1) 自由な交配で有性生殖する。
(2) 注目する形質の間で自然選択がはたらいていない。
(3) 集団の大きさが十分に大きく，遺伝的浮動の影響を無視できる。
(4) ほかの集団との間の遺伝子の流入や流出がない。

（9）下線部 g に関して，ある種の植物では，花の色は対立遺伝子 A と a によって決まり，遺伝子型 AA は赤色の花，Aa は桃色の花，aa は白色の花になる。この植物 4,000 個体の集団において，赤花個体が 1,440 個体，桃色花個体が 1,920 個体，白花個体が 640 個体であった。この集団での遺伝子 a の頻度はいくつになるか。最も近い数値を，次の解答群の中から一つ選べ。 シ

【シの解答群】

(0) 0.13　(1) 0.26　(2) 0.17　(3) 0.34　(4) 0.40　(5) 0.80

同じ系統の種間で，同一遺伝子の DNA の塩基配列が変化した数を比べると，その数（塩基配列の置換数）は 2 種が分かれてからの時間に比例して増加する。また，塩基配列だけでなく，タンパク質のアミノ酸配列についても同様の傾向がみられる。そのため，塩基配列やアミノ酸配列の変化の速度は ス と呼ばれ，2 種が進化の過程で枝分かれした年代を推定するための指標となる。

ヘモグロビン α 鎖は約 140 個のアミノ酸で構成されている。ヒトと 3 種の動物について，それらの配列を比較し，2 種の生物間で異なるアミノ酸の数をもとに分子系統樹を作成した（図 1）。数字は各部分におけるアミノ酸の置換数を表している。ヒトとウシでは 17 個，ヒトとカモノハシでは 37 個，ヒトとサメでは セ 個のアミノ酸が異なっている。なお，ヘモグロビン α 鎖において，一定時間にアミノ酸が置換する割合（変化速度）は一定で，共通祖先からの分岐時間に比例するものとする。

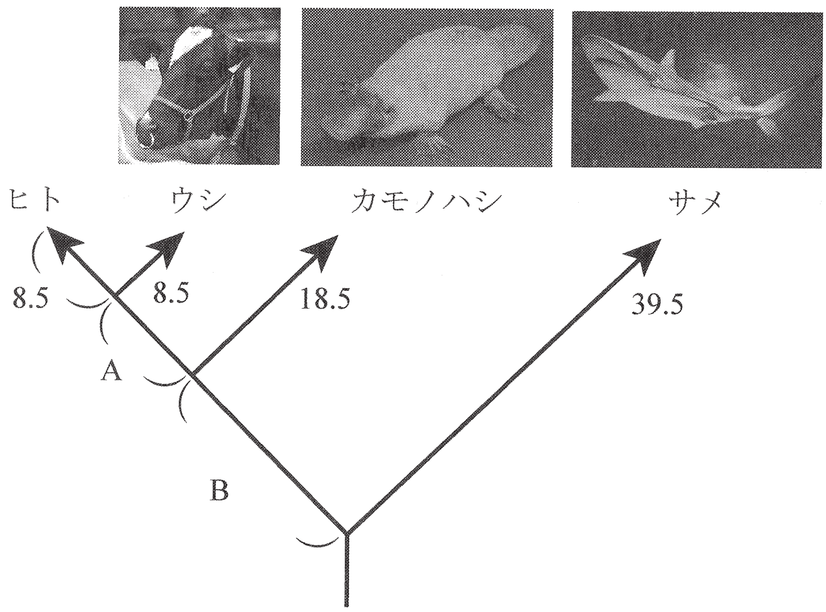


図 1　ヘモグロビン α 鎖のアミノ酸配列による分子系統樹

（１０）文中の ス に入る語と， セ に入る数値は何か。最も適当なものを，次の解答群の中から一つずつ選べ。

【スの解答群】

(0) 分子進化　(1) 最大反応速度　(2) 分子時計
(3) 密度効果　(4) 組換え価

【セの解答群】

(0) 12.5　(1) 21.0　(2) 39.5　(3) 79.0　(4) 158

（１１）図 1 の A と B に入る最も近い数値を，次の解答群の中から一つずつ選べ。

A ソ ，　B タ

【ソ，タの解答群】

(0) 4.3　(1) 8.5　(2) 10.0　(3) 18.5　(4) 21.0
(5) 37.0　(6) 39.5　(7) 79.0　(8) 158

（１２）ヒトとウシの共通祖先が分岐したのが，約 7,500 万年前とすると，両者のヘモグロビン α 鎖にアミノ酸 1 個分の違いが生じるのに，約何万年かかると考えられるか。最も近い数値を，次の解答群の中から一つ選べ。約 チ 万年

【チの解答群】

(0) 113　(1) 227　(2) 442　(3) 607　(4) 882

（１３）ヒトとサメの共通祖先が分岐したのは，約何億年前と推定されるか。最も近い数値を，次の解答群の中から一つ選べ。約 ツ 億年前

【ツの解答群】

(0) 0.4　(1) 0.9　(2) 1.8　(3) 3.5　(4) 7.0

（以上，生物問題終了）

一般試験A（2日目）

1時限　数学

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

問題１

（１）$(2\sqrt{5}+\sqrt{2}+\sqrt{10})(2\sqrt{5}-\sqrt{2}-\sqrt{10}) = \boxed{\text{ア}} - \boxed{\text{イ}}\sqrt{\boxed{\text{ウ}}}$ である.

（２）方程式 $\{(x^2-1)^2+1\}^2 = 100$ の実数解は $x = \boxed{\text{エオ}}, \boxed{\text{カ}}$ である.

（３）$\sin\theta\cos\theta = \dfrac{1}{\sqrt{7}}$ のとき，$\sin^6\theta + \cos^6\theta = \dfrac{\boxed{\text{キ}}}{\boxed{\text{ク}}}$,

$\tan^2\theta + \dfrac{1}{\tan^2\theta} = \boxed{\text{ケ}}$ である.

（［数学 No. １］ー第１面の「１」の解答マーク欄で使用する欄は ケ 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） 大中小 3 個のさいころを同時に投げるとき，出る目の和が 6 となる確率は

$\dfrac{\boxed{\text{ア}}}{\boxed{\text{イウエ}}}$ である.

（５） 不等式 $\log_2(3^x-25) \leqq 1$ の解は $\boxed{\text{オ}}\log_3\boxed{\text{カ}} < x \leqq \boxed{\text{キ}}$ である.

（６） k を実数とする．座標空間内に 4 点 $\mathrm{A}(1, 2, -1)$，$\mathrm{B}(3, 0, 0)$，$\mathrm{C}(0, 1, 3)$，

$\mathrm{D}(-2, k, 2)$ がある．このとき，$\overrightarrow{\mathrm{AB}} = (\boxed{\text{ク}}, \boxed{\text{ケコ}}, \boxed{\text{サ}})$，

$\overrightarrow{\mathrm{AC}} = (\boxed{\text{シス}}, \boxed{\text{セソ}}, \boxed{\text{タ}})$ であり，4 点が同一平面上にあるならば

$k = \boxed{\text{チ}}$ 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 チ 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　座標平面において，次の連立不等式の表す領域を D とする.

$$x+2y-8 \leqq 0,\quad 3x+y-9 \leqq 0,\quad x \geqq 0,\quad y \geqq 0$$

点 $\mathrm{P}(x,\, y)$ が D を動くとき，

(1) $x+y$ は $(x,\, y)=(\boxed{\text{ア}},\ \boxed{\text{イ}})$ のとき，最大値 $\boxed{\text{ウ}}$ をとる.

(2) $-x+y$ は $(x,\, y)=(\boxed{\text{エ}},\ \boxed{\text{オ}})$ のとき，最大値 $\boxed{\text{カ}}$ をとる.

(3) $x^2+y^2+2x-6y$ は $(x,\, y)=(\boxed{\text{キ}},\ \boxed{\text{ク}})$ のとき，最小値 $\boxed{\text{ケコ}}$ をとる.

問題３　$a,\, b$ を実数とする．関数 $f(x)=3x^3-3ax^2+3bx-2$ について，

(1) $f(x)$ が $x=1$ で極値をとるとき，$b=\boxed{\text{サ}}\,a-\boxed{\text{シ}}$ である.

(2) $f(x)$ が $x=1$ で極大値 7 をとるとき，$a=\boxed{\text{ス}}$，$b=\boxed{\text{セ}}$ である.

(3) $f(x)$ が $x=1$ で極小値をとるとき，a のとり得る値の範囲は $a<\boxed{\text{ソ}}$ 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 ソ 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　数列 $\{a_n\}$ の一般項が $a_n = 3n-2$ $(n=1, 2, 3, \cdots)$ であるとき,

a_1, a_2, a_3 を第１群, $a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9$ を第２群, …

のように, 第 m 群が $3m$ 個の項を含むように数列 $\{a_n\}$ を群に分ける.

$$a_1, a_2, a_3 \mid a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9 \mid a_{10}, a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{14}, a_{15}, a_{16}, a_{17}, a_{18} \mid a_{19}, \cdots$$

(1) 第 6 群の最初の数は $\boxed{\text{アイウ}}$ である.

(2) 第 6 群の総和は $\boxed{\text{エオカキ}}$ である.

(3) 2023 は第 $\boxed{\text{クケ}}$ 群の $\boxed{\text{コサ}}$ 番目の数である.

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

（以上, 問題終了）

一般試験A（2日目）

2時限　外国語（英語）

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

（ア）　Stephanie took a jacket _____ of her closet and put it on.

1. next
2. one
3. out
4. under

（イ）　I checked the map carefully before _____ for my trip.

1. leave
2. leaves
3. leaving
4. left

（ウ）　Why have you _____ taking piano lessons?

1. stop
2. stopped
3. stopping
4. stops

（エ）　Being tired can make you _____ likely to have an accident.

1. best
2. less
3. more
4. worst

（オ）　Even when the weather is cool, you should drink some water _____ two hours.

1. around
2. between
3. every
4. once

(カ) The parking space was so small that I _____ barely fit my car in it.

1. could
2. shouldn't
3. were
4. wouldn't

(キ) This bag _____ from recycled materials and only costs $2.

1. is made
2. is making
3. made
4. makes

(ク) _____ team wins the competition, both will receive a prize.

1. Although
2. Either if
3. No matter
4. Whichever

(ケ) As the population of the city has increased recently, so too _____ the amount of traffic.

1. has
2. is
3. that
4. was

(コ) Rachel didn't apply for the job because she didn't have all the information _____ needed.

1. her
2. only
3. she
4. which

Ⅱ. A　次の（ア）～（オ）に入れる文として、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 thinking about going snowboarding on Friday.

B: Oh, cool! Who are you going with?

A: I’ll ask some of my friends from work. (______ア______) Hopefully the ski area won’t be too busy because it’s a normal working day for everyone else.

B: That’s true. (______イ______)

A: Yeah, I have. Apparently it’s going to snow heavily on Thursday night. I think there will be a lot of powder snow, which is perfect for a beginner like me!

B: (______ウ______) I hope you won’t get hurt this time. So, are you planning to drive there?

A: I think so. I’m the only one in my group of friends who has a car, and there are no buses, so it’s really the only option.

B: (______エ______)

A: Don’t worry, I have lots of experience of driving in the snow. I used to live in Hokkaido.

B: I know, but if you’re too confident, that’s when you’ll have an accident.

A: (______オ______) We’ll leave early so we have plenty of time to get there.

［選択肢］

1. Are lift tickets expensive?
2. Have you seen the weather forecast?
3. Okay, I’ll be extra careful.
4. Remember, the quicker you drive, the sooner you get there!
5. The roads can be very slippery in snowy weather, so be careful.
6. There’s no place to rent snowboarding equipment.
7. We all have the day off that day.
8. Yes, I know you fall down quite often.

Ⅱ．B　次の（カ）～（コ）に入れる文として、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: It's such a clear night tonight. We're lucky to live out here in the countryside. I can see so many beautiful stars.

B: Yeah, I love living here. I can play in the river and walk through the forest. It gets so dark at night, though. (____カ____)

A: There's nothing to be scared of, Son. I'm here to keep you safe.

B: (____キ____)

A: Hmm . . . That's a very good question. They twinkle because we are looking at them through Earth's atmosphere.

B: Umm . . . I don't think I understand.

A: Well, light from the stars has to pass through all the layers of air before we see it. (____ク____)

B: Oh, so if we were in space, then the stars wouldn't twinkle?

A: (____ケ____) There's no air in space, so the stars don't twinkle.

B: (____コ____) I hope one day I can travel to space and see the stars not twinkling.

［選択肢］

1. Because the air is moving, it makes it look like the stars are twinkling.
2. Did you spend the whole night there?
3. Hey, Dad, why do stars twinkle?
4. I get a little scared sometimes.
5. Most of the time, we can't see them here in the city.
6. No, they wouldn't.
7. What is the brightest one you can see?
8. Wow, that must look so amazing.

III. 次の英文は「無人航空機による森林消火活動」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。

In recent years, the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) has increased for hobby, business, and even life-saving purposes. The （ ア ） low cost, ease of use, and ability to take bird's-eye view pictures and videos have made these flying drones popular. One important （ イ ） of UAVs has been in the realm of fighting forest fires in remote areas.

A combination of warmer temperatures, changes in land management, and other environmental factors has led to more wildfires in some regions around the world. In the United States, the annual average area of land burned by wildfires over the last 20 years has more than doubled compared to the 20 years before that. This has resulted in a great （ ウ ） of property loss, health problems, and even deaths.

It can be difficult to understand the entire scope of a forest fire because it can （ エ ） such a large area. If firefighters can identify the location and boundaries of a fire, they can strategically use their resources to control it. Therefore, helicopters are often used for surveillance. The helicopter crew observes the smoke and then （ オ ） that information to firefighters on the ground. However, if there is too much smoke or the weather conditions are too dangerous, then this is not possible. This is where UAVs have proven to be helpful. Flying UAVs above a fire in dangerous conditions does not put any human lives at risk, as might be the case with a helicopter. The goal of flying a helicopter is to get a visual （ カ ） of a fire, and UAVs can accomplish this same purpose using their on-board cameras.

The advantages of UAVs were realized in the case of a forest fire in 2017. Lightning in the Umpqua National Forest in Oregon in the United States started about 40 fires, and firefighters were having a difficult time making an accurate assessment of the （ キ ）. They had many tools ready to fight the fire, including airplanes that could drop water and helicopters that could survey the characteristics of the fire. However, the heavy smoke caused limited visibility, making these two options unsafe for the pilots. Firefighters were on the ground doing the best that they could, but without valuable information regarding the size and location of the fires, they could not use their ground resources （ ク ）. This is when the decision to use a flying drone made sense. They were able to fly UAVs close to the fires and provide aerial footage. With the on-board infrared camera, they （ ケ ） a dangerous fire approaching an area where there were houses and a power plant. Firefighters responded and were able to put the fire out before it could do any damage.

This is one example of how UAVs can be used to save lives and reduce property （ コ ）. Not only are drones cheaper to operate and safer than flying helicopters with pilots, but they can actually be more effective in certain situations. As was the case with the forest fire in Oregon, they can be sent to dangerous areas to gather information. We will likely see UAVs playing new and important roles in firefighting in the future.

(ア)	1. decrease	2. faster	3. outer
	4. price	5. relatively	
(イ)	1. application	2. goes	3. healing
	4. other	5. viral	
(ウ)	1. amount	2. contract	3. ecology
	4. severe	5. withering	
(エ)	1. cover	2. height	3. normal
	4. treats	5. under	
(オ)	1. delay	2. forest	3. generous
	4. organization	5. relays	
(カ)	1. gather	2. inspire	3. method
	4. splits	5. understanding	
(キ)	1. behind	2. entering	3. jumped
	4. situation	5. varying	
(ク)	1. contains	2. effectively	3. free
	4. invitation	5. lengthen	
(ケ)	1. another	2. creates	3. located
	4. nowhere	5. places	
(コ)	1. damage	2. necessary	3. ordinary
	4. solving	5. waters	

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）　より多くの若い人たちに選挙に参加してもらうことが大切だ。

It is ____ ____ ____ ____ ____ people participate in elections.

1. have　　2. important　　3. more
4. to　　5. young

（イ）　雪が降り始めた時、すでに暗くなっていた。

It was already dark ____ ____ ____ ____ ____.

1. began　　2. fall　　3. the snow
4. to　　5. when

（ウ）　お探しの本は、３階の２列目にございます。

The book you are ____ ____ ____ ____ ____ second row on the third floor.

1. for　　2. in　　3. is
4. looking　　5. the

（エ）　一番下の弟は両親に甘やかされた。

My ____ ____ ____ ____ ____ our parents.

1. brother　　2. by　　3. spoiled
4. was　　5. youngest

（オ）　演技が終わるやいなや観客から拍手が起こった。

The audience applauded ____ ____ ____ ____ ____.

1. as　　2. as soon　　3. ended
4. performance　　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） Animals have a better ability to smell than humans do, which helps them to decide if water is safe enough to <u>① **drink**</u>. Water itself does not have any smell or taste, but it produces particular smells when mixed with mud, plants, or various minerals. When it comes to <u>② **creating**</u> water, it seems that animals do not need to solely rely on their good sense of smell. Some mammals are intelligent enough to memorize the <u>③ **locations**</u> of water sources they have visited before, such as ponds and streams. They also follow secondary signs of water like the presence of plants or animals. We humans should <u>④ **appreciate**</u> how lucky we are to have easy access to clean water every day.

（イ） We can think about how old we are in two ways: our chronological age and our biological age. Chronological age is what we celebrate on our birthday every year and use to measure how long we have been <u>① **asleep**</u>. Biological age refers to what happens to our bodies over time. Unfortunately, our bodies <u>② **decline**</u> as we get older and our cells lose their ability to effectively divide and generate new cells. Although scientists have <u>③ **developed**</u> an algorithm that could be used to predict biological age, there is currently no medicine or other way to reverse aging. What is clear, however, is that the best way to extend our lifespan is by leading a healthy life. Getting enough sleep, exercising, eating a nutritious diet, and not drinking too much alcohol or smoking are all <u>④ **important**</u> habits for living a long life.

(ウ) The International Chess Federation (FIDE) is the governing body for the World Chess Championship. Among its roles, FIDE defines the **① rules** for championship tournaments, including the chess sets which can be used. All chess sets contain 32 pieces. A plastic set can be **② purchased** online for as little as $10, while a wooden chess set certified by FIDE costs around $500. The wooden pieces used in World Chess Championship tournaments are handmade by craftspeople in India. Interestingly, most of the cost for the set comes down to one piece, the knight. This piece, shaped like a horse's head, requires the most skill to carve, and only about 10 people are qualified to **③ play** them. For this reason, only about 250 FIDE-approved chess sets are made each year. In recent years, as interest in chess has grown, the **④ demand** for high-quality chess sets has also increased.

(エ) Bermuda is a small island located in the Atlantic Ocean, approximately 1,000 km east of North America. While the island is rich in natural beauty, one resource it is short on is fresh **① fruit**. This lack, combined with the island's exposure to annual hurricanes, led to a unique design solution for local houses. The roofs of most houses step up like stairs to form a stepped pyramid shape. When building a house on the island, blocks of limestone are dug from the ground to make **② space** for its foundation. The stone blocks are saved and then later used to create roofing material. The stepped roofs help catch rainwater, which **③ flows** from the roof into large, on-site collection containers. The rainwater is then used as a water supply. The stone roofs are also quite heavy, which helps **④ protect** houses from strong winds during the hurricane season.

（オ） Rainbows appear in the sky when sunlight **① shines** through water droplets in the air. Sometimes, the phenomenon known as a double rainbow can occur. In this case, a second rainbow arc appears above the first one. The second rainbow is usually fainter than the first, but it **② contains** all of the same colors. However, the order of colors is reversed because the light that reaches the viewer's eyes is reflected twice within the same water droplet, resulting in a mirror effect. Between the two **③ raindrops**, there is a dark area known as Alexander's band. It is named after the person who first described it almost 2,000 years ago. If you are lucky enough to see a double rainbow, try to **④ identify** the reversed order of colors and the dark area in between the two arcs.

[以上、試験問題終了]

一般試験A（2日目）

3時限　物理

物理 I

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。

1．図1に示すように，水平な地面からの高さ h〔m〕の位置から，質量 m〔kg〕の小球を静かに放して自由落下させた。鉛直上向きに y 軸をとり，自由落下を開始した点を原点O，自由落下を開始した時刻を $t = 0$ s，小球が着地点Aに到達した時刻を t_A〔s〕とする。重力加速度の大きさを g〔m/s^2〕とする。

時刻 t〔s〕（$0 \leqq t < t_A$）における，y 軸方向の小球の速度 $v(t) =$ ア〔m/s〕，位置 $y(t) =$ イ〔m〕である。$t_A =$ ウ〔s〕であり，地面に衝突する直前の小球の速さ $v_A =$ エ〔m/s〕である。重力による位置エネルギーの基準を点Aにとると，小球の位置が点Oにあるときの力学的エネルギー $E_O =$ オ〔J〕，小球が点Aに達する直前の力学的エネルギー $E_A =$ カ〔J〕なので，力学的エネルギー保存則 $E_O = E_A$ が成り立っている。

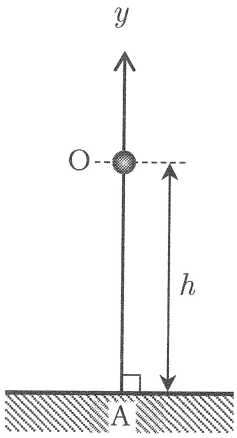


図1

ア，イ の解答群	(0) gt	(1) $-gt$	(2) $gt+h$	(3) $-gt+h$
	(4) $\frac{1}{2}gt^2$	(5) $-\frac{1}{2}gt^2$	(6) $\frac{1}{2}gt^2+h$	(7) $-\frac{1}{2}gt^2+h$

ウ，エ の解答群	(0) gh	(1) $\frac{h}{g}$	(2) $\sqrt{gh}$	(3) $\sqrt{2gh}$
	(4) $\sqrt{\frac{h}{g}}$	(5) $\sqrt{\frac{2h}{g}}$	(6) $\sqrt{\frac{g}{h}}$	(7) $\sqrt{\frac{2g}{h}}$

オ の解答群	(0) mg	(1) mgh	(2) $\frac{1}{2}mgh$
	(3) $-mg$	(4) $-mgh$	(5) $-\frac{1}{2}mgh$

カ の解答群	(0) mv_A	(1) mv_A^2	(2) $\frac{1}{2}mv_A^2$
	(3) $-mv_A$	(4) $-mv_A^2$	(5) $-\frac{1}{2}mv_A^2$

2．図２に示すように水平で滑らかな床面から初速度 v_1〔m/s〕で小球を床面に対して垂直に投げ上げた後の小球の運動について考える。ここでは鉛直上向きに y 軸をとり速度の正の向きとし，投げ上げた点を原点Oとする。投げ上げられた小球は，重力による等加速度直線運動を行い，最高点に到達したのち落下し床面と衝突する。その後，はね返った小球は，鉛直上向きに運動したのち落下し，再び床面に衝突する。このように小球は何度も床面と衝突してはね返り，床面に落下する運動を繰り返す。時刻 t〔s〕における小球の位置を図３に示す。

小球が床面に衝突するときやはね返るとき，小球は床面に対して垂直に衝突しはね返るものとする。重力加速度の大きさを g〔m/s^2〕とする。また，小球と床との間の反発係数（はね返り係数）を e $(0 < e < 1)$ とする。

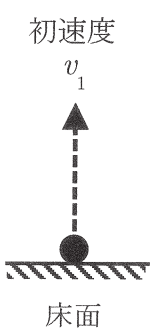


図２

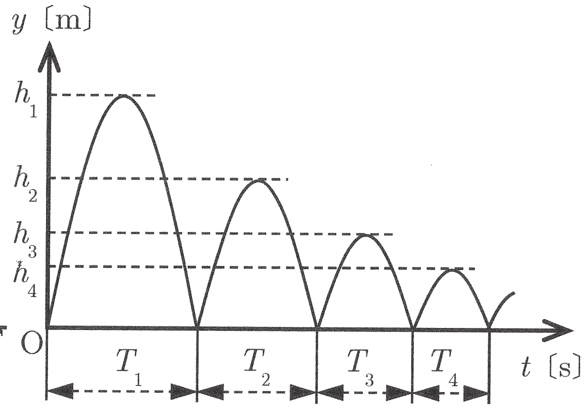


図３

最初に小球を投げ上げて床面に着地するまでを１サイクル目とし，その後，小球が床面ではね返り，再び床面に着地するまでを２サイクル目とする。以下，同様に小球が床面ではね返った後，着地するまでを３サイクル目，４サイクル目，・・・・ とする。図３は，１サイクル目から５サイクル目の途中までの様子を示している。n サイクル目において，小球が上昇し始めてから次に床面に着地するまでの時間を T_n〔s〕，床面を基準として小球の速度が 0 m/s となる時点での小球の y 座標を h_n〔m〕とする（図３）。

まず，1 サイクル目の運動を考える。時刻 $t = 0$ s に初速度 v_1〔m/s〕で鉛直に投げ上げられた小球は，時刻 t〔s〕$(0 < t < T_1)$ のとき，速度は $\boxed{キ}$〔m/s〕，$y = \boxed{ク}$〔m〕となる。また，小球の速度が 0 m/s のとき小球は最高点 h_1〔m〕に到達する。そのときの時刻 $t = \boxed{ケ}$〔s〕であり，$h_1 = \boxed{コ}$〔m〕となる。また，$T_1 = \boxed{サ}$〔s〕となる。

キ の解答群			
	(0) $v_1 - gt$	(1) $v_1 - \dfrac{1}{2}gt$	(2) $v_1 + gt$
	(3) $v_1 + \dfrac{1}{2}gt$	(4) $v_1 + 2gt$	

クの解答群	(0) $v_1t - gt^2$	(1) $v_1t - \frac{1}{4}gt^2$	(2) $v_1t - \frac{1}{2}gt^2$	(3) $v_1t + \frac{1}{2}gt^2$	

ケ，サの解答群	(0) $\frac{v_1}{g}$	(1) $\frac{2v_1}{g}$	(2) $\frac{v_1}{2g}$	(3) $\frac{v_1^2}{2g}$	(4) $\frac{v_1}{g^2}$

コの解答群	(0) $\frac{4v_1^2}{g}$	(1) $\frac{v_1^2}{g}$	(2) $\frac{2v_1^2}{g}$	(3) $\frac{v_1^2}{4g}$	(4) $\frac{v_1^2}{2g}$

1 サイクル目の最後に床面と衝突する直前の小球の速度は $-v_1$〔m/s〕となる。床面と衝突し，はね返った直後の小球の速度 v_2〔m/s〕は，反発係数 e と v_1〔m/s〕を用いて $v_2 =$ シ 〔m/s〕となる。

シの解答群	(0) ev_1	(1) e^2v_1	(2) $(1-e)v_1$

小球は以上のようなサイクルを繰り返し行うことになる。n サイクル目では $h_n =$ ス 〔m〕となり，$T_n =$ セ 〔s〕となる。

スの解答群	(0) $\frac{(e^{2n-1}v_1)^2}{2g}$	(1) $\frac{(e^{n-1}v_1)^2}{g}$	(2) $\frac{2(e^{n-1}v_1)^2}{g}$	(3) $\frac{(e^{n-1}v_1)^2}{2g}$	(4) $\frac{(e^{2n-1}v_1)^2}{g}$

セの解答群	(0) $\frac{e^{n-1}v_1}{g}$	(1) $\frac{2e^{n-1}v_1}{g}$	(2) $\frac{e^{n-1}v_1}{2g}$	(3) $\frac{2e^{2n-1}v_1}{g}$	(4) $\frac{e^{2n-1}v_1}{2g}$

（ 計算用余白 ）

（ 次ページに続く ）

物理 $\boxed{\text{Ⅱ}}$

次の $\boxed{ア}$，$\boxed{イ}$，$\boxed{エ}$ ～ $\boxed{カ}$，$\boxed{サ}$ ～ $\boxed{タ}$ 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。また，$\boxed{ウ}$，$\boxed{キ}$ ～ $\boxed{コ}$，$\boxed{チ}$，$\boxed{ツ}$ に適する数字を入れよ，必要ならば，四捨五入して答えよ。

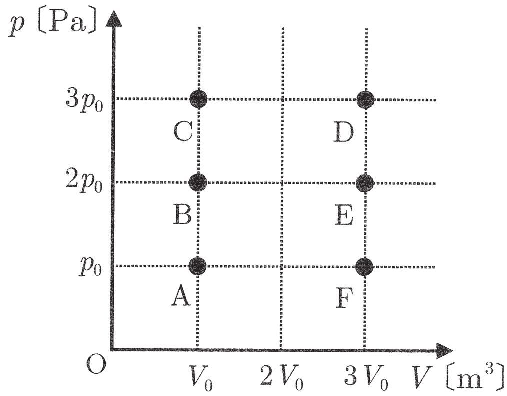


図１

1．n〔mol〕の単原子分子理想気体がある。この気体の気体定数は R〔J/(mol·K)〕，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。

まず，この気体の圧力 p〔Pa〕と体積 V〔m^3〕が，図１の状態A～状態Fにあるときの気体の温度と内部エネルギーを考える。

理想気体の状態方程式より，状態Aでの気体の温度は $T_A =$ $\boxed{ア}$〔K〕 である。また状態A～状態Fの中で，この気体の温度が最も高いのは状態 $\boxed{イ}$ であり，その温度は T_A〔K〕の $\boxed{ウ}$ 倍である。また，状態Aでのこの気体の内部エネルギーは $\boxed{エ}$〔J〕である。この気体を状態Aから状態Eに変化させたときの内部エネルギーの増加量は $\boxed{オ}$〔J〕となる。

一般に，気体の内部エネルギーの増加量 ΔU〔J〕と，気体が受け取った熱量 Q〔J〕，そして気体が外部にした仕事 W〔J〕 には $\boxed{カ}$ という関係がある。

アの解答群	(0) $\frac{p_0V_0}{R}$	(1) $\frac{R}{p_0V_0}$	(2) $\frac{p_0V_0}{nR}$	(3) $\frac{nR}{p_0V_0}$	(4) p_0V_0

イの解答群	(0) A	(1) B	(2) C	(3) D	(4) E	(5) F

エ，オの解答群	(0) nRT_A	(1) $\frac{3}{2}nRT_A$	(2) $\frac{5}{3}nRT_A$
	(3) $5nRT_A$	(4) $\frac{15}{2}nRT_A$	(5) $\frac{25}{3}nRT_A$

カ の 解答群	(0) $\Delta U = Q - W$	(1) $\Delta U = Q + W$	(2) $\Delta U = W - Q$

次に n〔mol〕の気体の状態を，図２に示した経路①，②，③に沿って変化させた場合を考える。なお全ての経路において，気体が受け取った熱量は，気体が正味受け取った熱量であるとする。

経路①は，圧力が一定に保たれる変化C→Dと，体積が一定に保たれる変化D→Fとからなる。経路①に沿って C→D→F と気体の状態を変化させたとき，この気体が外部にした仕事は $W_1 = \boxed{キ} \times p_0V_0$〔J〕である。また気体が受け取った熱量は $Q_1 = \boxed{ク} \times p_0V_0$〔J〕である。

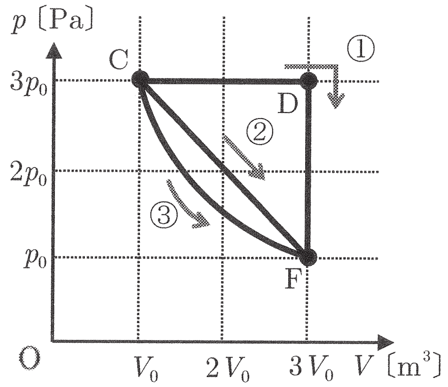


図２

経路②は状態Cと状態Fを結ぶ線分である。経路②に沿ってC→Fと気体の状態を変化させたとき，この気体が外部にした仕事は $W_2 = \boxed{ケ} \times p_0V_0$〔J〕である。また，このとき気体が受け取った熱量は $Q_2 = \boxed{コ} \times p_0V_0$〔J〕である。

経路③はC→Fにおいて温度が一定に保たれる変化を表す曲線である。経路③に沿ってC→Fと気体の状態を変化させたとき，気体が外部にした仕事を W_3〔J〕，気体が受け取った熱量を Q_3〔J〕とする。図２より W_1，W_2，W_3 は $\boxed{サ}$ という関係にあるので，Q_1，Q_2，Q_3 は $\boxed{シ}$ のような関係にあることがわかる。

サ の 解答群			
	(0) $W_1 = W_2 = W_3$	(1) $W_1 = W_2 < W_3$	(2) $W_1 < W_2 < W_3$
	(3) $W_3 < W_2 < W_1$	(4) $W_3 < W_2 = W_1$	(5) $W_1 < W_2 = W_3$

シ の 解答群			
	(0) $Q_1 < Q_2 < Q_3$	(1) $Q_2 < Q_3 < Q_1$	(2) $Q_3 < Q_1 < Q_2$
	(3) $Q_1 < Q_3 < Q_2$	(4) $Q_2 < Q_1 < Q_3$	(5) $Q_3 < Q_2 < Q_1$

（ 計算用余白 ）

（ 次ページに続く ）

2．図3のように，上面と下面が平行な平面である厚さ d〔m〕の薄膜が空気中にある。

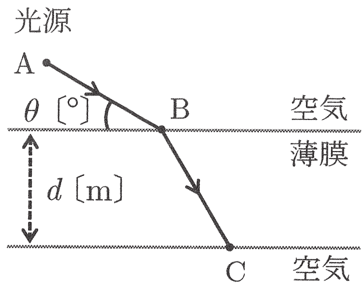


図3

空気中の点Aにある光源から出た波長 λ〔m〕の光が，薄膜上面の点Bに達した。このときの線分ABと薄膜上面の間の角を θ〔°〕とする。点Bを通り薄膜中に入った光は，薄膜中を進み，薄膜下面の点Cに達する。この光に対する空気の屈折率を1，薄膜の屈折率を $\sqrt{3}$ とし，点A, B, Cは薄膜に垂直な同一平面内にあるものとする。

まず $\theta = 30^\circ$ の場合を考える。このとき点Bにおける光の入射角は $\boxed{ス}$ であり，屈折角は $\boxed{セ}$ となる。また，点Bでは屈折と同時に反射も生じており，入射光の位相と反射光の位相を比較すると $\boxed{ソ}$ 。点Cにおいても，点Bと同様に反射と屈折が同時に起こる。点Cにおける入射光の位相と反射光の位相を比較すると $\boxed{タ}$ 。

次に $\theta = 90^\circ$ の場合を考える。このとき点Bでの反射光と点Cでの反射光が強め合った。薄膜内における光の多重反射は無視してもよいものとし，$d = 2.0\times10^{-7}$ m であり，3.8×10^{-7} m $< \lambda <$ 7.7×10^{-7} m であるとすると，光の波長は $\lambda = \boxed{チ}\,.\,\boxed{ツ}\times10^{-7}$ m である。ここで必要ならば $\sqrt{3} \fallingdotseq 1.73$ とせよ。

ス，セの解答群						
	(0) 15°	(1) 30°	(2) 45°	(3) 60°	(4) 75°	(5) 90°

ソ，タの解答群			
	(0) 変わらない	(1) π ずれる	(2) $\dfrac{\pi}{2}$ ずれる

（ 計算用余白 ）

物理 Ⅲ

次の $\boxed{ア}$ ～ $\boxed{ウ}$ ， $\boxed{ク}$ ～ $\boxed{コ}$ 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， $\boxed{エ}$ ～ $\boxed{キ}$ には適する数字を入れよ。必要ならば，四捨五入して答えよ。

1．0.10 Ω の抵抗を直列につないで合成抵抗値を 1.0 Ω とするには，$\boxed{ア}$ 個の 0.10 Ω の抵抗を直列につなげばよい。

アの解答群	(0) 10	(1) 1	(2) 2	(3) 3
	(4) 4	(5) 5	(6) 6	(7) 7

0.10 Ω の抵抗を並列につないで合成抵抗値を 0.010 Ω とするには，$\boxed{イ}$ 個の 0.10 Ω の抵抗を並列につなげばよい。

同じ抵抗値の抵抗を 3 個並列につなげてその合成抵抗値を 1.0 Ω とするには，$\boxed{ウ}$ Ω の抵抗を用いればよい。

イの解答群	(0) 10	(1) 1	(2) 2	(3) 3
	(4) 4	(5) 5	(6) 6	(7) 7

ウの解答群	(0) 0	(1) 1.0	(2) 2.0	(3) 3.0
	(4) 4.0	(5) 5.0	(6) 6.0	(7) 7.0

（ 計算用余白 ）

2．金属に光を当てると，電子が表面から飛び出す。これは光電効果とよばれ，光の粒子性を示す現象である。

波長 λ〔m〕の光は，$h\dfrac{c}{\lambda}$〔J〕のエネルギーをもつ粒子（光子）の流れと考えられる。ここで，h〔J·s〕はプランク定数，c〔m/s〕は真空中の光の速さである。1個の電子を金属の外に取り出すために必要なエネルギーの最小値を，その金属の仕事関数という。

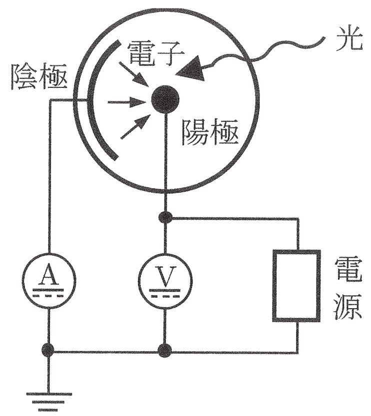


図1

図1に示されるように 同じ種類の金属でできている2つの電極（陽極と陰極）をほぼ真空のガラス管に封入した光電管を用いて光電効果の実験をした。陰極から放出された電子が陽極に到達すると，回路に電流が流れる。その電流の大きさ I〔A〕は電流計で測定される。正から負まで電圧値を連続的に変えることができる直流電源を用いて，陽極の陰極に対する電圧 V〔V〕を変化させる。その値は電圧計で測定される。

以下の問では次の数値を用いて解を求めよ。

電気素量 $e = 1.6\times10^{-19}$ C

真空中の光の速さ $c = 3.0\times10^{8}$ m/s

プランク定数 $h = 6.6\times10^{-34}$ J·s $= 4.1\times10^{-15}$ eV·s

またこの実験では，1個の光子のエネルギーが1個の電子にすべて受け渡されるものとする。

波長 4.1×10^{-7} m の光を陰極の表面に当てて，陽極の V〔V〕と I〔A〕の関係を調べた結果，図2を得た。電圧が -0.50 V 以下のとき，電流は0Aであった。電圧を上げると電流も次第に増加したが，電圧が0.50Vのとき最大値に達し，それ以上電圧を上げても電流は一定であった。以上の実験結果から陰極の表面から飛び出す電子1個のもつ運動エネルギーの最大値が，0.$\boxed{エ}\boxed{オ}$ eVであることがわかる。また，光子のエネルギーと電子の持つ運動エネルギーよりこの金属の仕事関数を求めると，$\boxed{カ}$.$\boxed{キ}$ eVとなる。

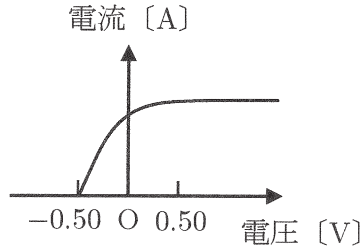


図2

次に以下の条件で実験を行い電圧と電流の関係を求めて，上述の電圧と電流の関係との比較を行った。ただし以下の条件において，光の強さとは，単位時間当たりに陰極に照射される光子の数，を意味するものとする。

条件１）光の波長と陰極材料は同じままで，光の強さを強くする。

条件２）光の強さと陰極材料は同じままで，光の波長を短くする。

条件３）光の強さと波長は同じままで，光電効果が起きる範囲で陰極材料を仕事関数の大きい金属に変える。

図３(A)〜(D) には，もともとの条件で測定した図２と同じ結果が①の実線で示され，条件を変えた場合の結果が②の破線で示されている。

それぞれの実験で得られる電圧と電流の関係を示す適切な図を図３の (A) から (D) の中で選ぶと，条件１)では $\boxed{\text{ク}}$ となり，条件２)では $\boxed{\text{ケ}}$ となり，条件３)では $\boxed{\text{コ}}$ となる。

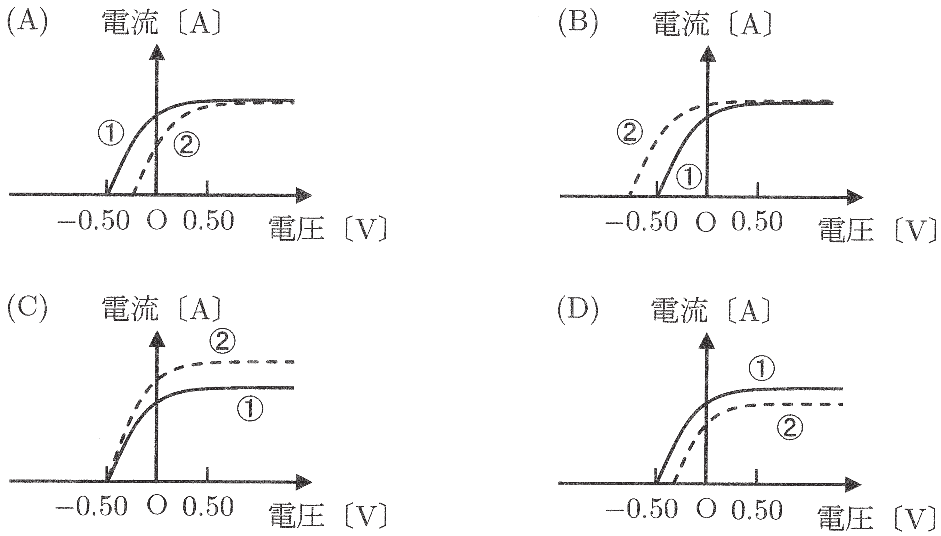


図３

ク〜コ の解答群	(0) (A)	(1) (B)	(2) (C)	(3) (D)

（ 計算用余白 ）

（ 以上，物理問題終了 ）

一般試験A(2日目)

3時限　化学

化学 I

次の ア ～ ナ 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 8.31×10^3 Pa・L/(K・mol)とする。

(1)　1個の水分子中には2つの ア が存在する。一般に，水溶液中では，水素イオンH^+はH_2Oと イ を形成して，オキソニウムイオンH_3O^+として存在している。H_3O^+中には共有電子対が ウ 組，非共有電子対が エ 組含まれる。H_3O^+中の3つのO−H結合は互いに オ 。

ア，イの解答群	(0)　共有結合	(1)　イオン結合
	(2)　配位結合	(3)　金属結合

ウ，エの解答群	(0)　0	(1)　1
	(2)　2	(3)　3
	(4)　4	(5)　5

オの解答群	(0)　区別できる	(1)　区別できない

(2)　塩素の同位体には ^{35}Cl と ^{37}Cl がある。それぞれの相対質量は35.0と37.0である。^{35}Cl の天然存在比は75.8%，^{37}Cl は24.2%であるため，塩素の原子量は カ と計算される。これら2種類の同位体を考えると，塩素分子 Cl_2 には質量の異なる キ 種類の分子が存在する。これら キ 種類の塩素分子の化学的な反応性は ク 。

カの解答群	(0)　35.0	(1)　35.3
	(2)　35.5	(3)　36.0
	(4)　36.5	(5)　37.0

キの 解答群	(0)　6	(1)　1
	(2)　2	(3)　3
	(4)　4	(5)　5

クの 解答群	(0)　ほぼ同じである	(1)　大きく異なる

(3)　0.040 mol のアルゴンと 0.010 mol の水蒸気からなる混合気体が 100°C で体積一定の密閉容器に入っている。この混合気体の水蒸気の分圧が 5.0×10^4 Pa だった。このとき，アルゴンの分圧は $\boxed{\text{ケ}}$ Pa であり，混合気体の全圧は $\boxed{\text{コ}}$ Pa である。また，混合気体の占める体積は $\boxed{\text{サ}}$ mL である。その後，この密閉容器に，体積と温度を変化させずに，さらに 0.040 mol の水蒸気を注入し，しばらく静置したところ，アルゴンの分圧は $\boxed{\text{シ}}$ Pa，水蒸気の分圧は $\boxed{\text{ス}}$ Pa となった。ただし，液体の水の体積とアルゴンの水への溶解は無視するものとする。

ケ，コ， シ，スの 解答群	(0)　2.0×10^4	(1)　2.5×10^4
	(2)　4.5×10^4	(3)　5.0×10^4
	(4)　1.0×10^5	(5)　2.0×10^5
	(6)　2.5×10^5	(7)　4.5×10^5
	(8)　5.0×10^5	(9)　1.0×10^6

サの 解答群	(0)　3.1×10^2	(1)　6.2×10^2
	(2)　1.2×10^3	(3)　3.1×10^3
	(4)　6.2×10^3	(5)　1.2×10^4

(4) 溶液の凝固点は，溶媒の凝固点よりも低い。この凝固点の差（凝固点降下度）は溶液の質量モル濃度に比例し，その比例定数（モル凝固点降下）は $\boxed{\text{セ}}$ に固有の値である。

図は液体を冷却したときの冷却時間と温度の関係を示したグラフ（冷却曲線）である。液体は凝固点よりも低い温度になっても凝固しないことが多い。このような状態を $\boxed{\text{ソ}}$ という。図の冷却曲線で凝固が始まるのは $\boxed{\text{タ}}$ であり，すべて凝固するのは $\boxed{\text{チ}}$ である。凝固点降下度は $\boxed{\text{ツ}}$ の温度差から求める。

0.200 mol/kg のグルコース水溶液の凝固点を測定したところ，−0.370°C だった。この値から，モル凝固点降下は $\boxed{\text{テ}}$ K·kg/mol と求まる。また，分子量不明の有機化合物 2.40 g を水 100 g に溶解し，凝固点を測定したところ，−0.740°C だった。この有機化合物は水溶液中で電離や会合を起こさないものとすると，有機化合物の分子量は $\boxed{\text{ト}}$ と計算できる。

凝固点から分子量を求める場合，電離や会合などに注意が必要である。例えば，酢酸をベンゼンに溶かした場合，ベンゼン中で $\boxed{\text{ナ}}$ しているので，実際の凝固点降下度は，酢酸の質量モル濃度から予測される凝固点降下度のほぼ半分になっている。

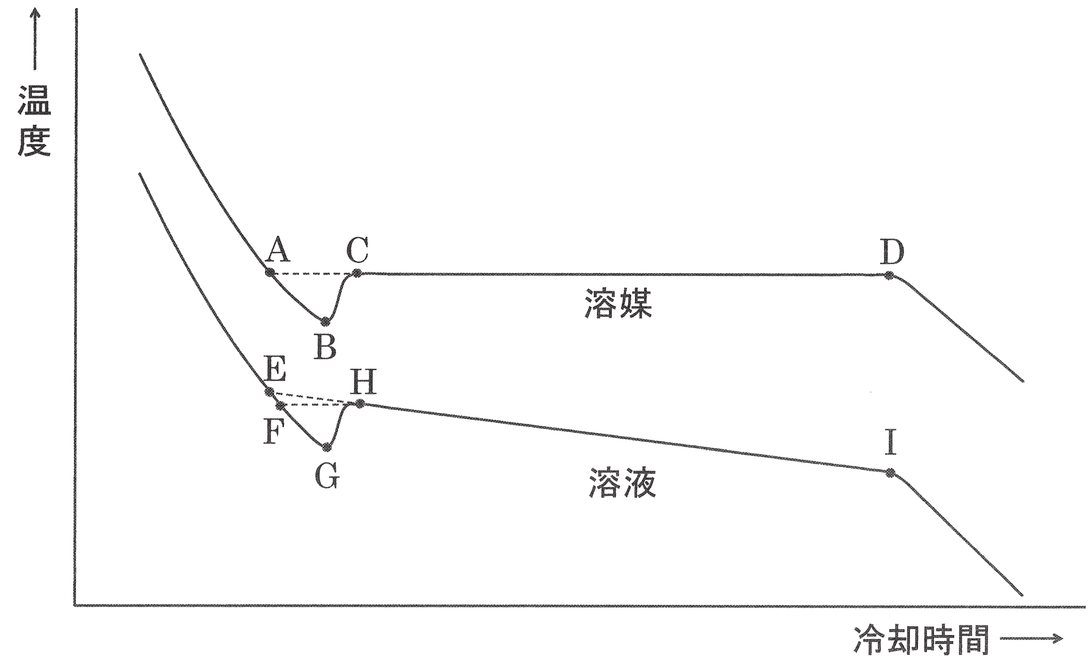


図　溶液と溶媒の冷却曲線

セの解答群	(0)　溶質	(1)　溶媒

ソの解答群	(0)　過飽和	(1)　超臨界
	(2)　過冷却	(3)　突沸

タ，チの解答群	(0)　A と E	(1)　A と F
	(2)　B と G	(3)　C と H
	(4)　D と I	

ツの解答群	(0)　A と E	(1)　A と F
	(2)　B と G	(3)　D と I

テの解答群	(0)　0.185	(1)　0.370
	(2)　0.740	(3)　0.925
	(4)　1.85	(5)　3.70

トの解答群	(0)　48	(1)　60
	(2)　74	(3)　90
	(4)　180	(5)　240

ナの解答群	(0)　加水分解	(1)　電離
	(2)　二分子会合	(3)　縮合

化学 $\boxed{\text{II}}$

次の $\boxed{\text{ア}}$ ～ $\boxed{\text{ツ}}$ 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 8.31×10^3 Pa·L/(K·mol)とする。

(1)

(a) 2族元素はすべて金属元素で，価電子を $\boxed{\text{ア}}$ 個もつ。

(b) カルシウム，ストロンチウム，バリウム，ラジウムは $\boxed{\text{イ}}$ である。

(c) カルシウムは常温の水と反応し， $\boxed{\text{ウ}}$ を発生する。

(d) ストロンチウムは，炎色反応により $\boxed{\text{エ}}$ 色を示す。

(e) バリウムの化合物である $\boxed{\text{オ}}$ は水や酸に溶けにくく，医療用のX線撮影の造影剤に用いられる。

アの解答群	(0) 4	(1) 1
	(2) 2	(3) 3

イの解答群	(0) アルカリ金属	(1) アルカリ土類金属
	(2) 遷移金属	(3) レアメタル

ウの解答群	(0) 水素	(1) 酸素
	(2) 過酸化水素	(3) 二酸化炭素

エの解答群	(0) 黄	(1) 緑
	(2) 紫	(3) 紅（赤）

オの解答群		
	(0) 水酸化バリウム	(1) 塩化バリウム
	(2) クロム酸バリウム	(3) 硫酸バリウム

(2) 気体間の可逆反応では，平衡状態でのモル濃度のかわりに分圧を用いて平衡定数を表すことがある。これを圧平衡定数といい，K_P で表す。密閉容器に四酸化二窒素を n〔mol〕入れて，ある温度に保ったところ，四酸化二窒素が解離度 α で分解し，二酸化窒素が生じて平衡状態になった。この平衡状態では $n\alpha$〔mol〕の四酸化二窒素が解離して，二酸化窒素が生成している。

$$N_2O_4 \rightleftarrows 2NO_2$$

この平衡状態における物質量の和は $\boxed{カ}$〔mol〕である。また，平衡状態での混合気体の全圧を P〔Pa〕とすると，二酸化窒素の分圧は $\boxed{キ}$〔Pa〕となる。よって圧平衡定数 K_P は $\boxed{ク}$〔Pa〕となる。

カの解答群		
	(0) $n\alpha$	(1) $2n\alpha$
	(2) $n(1-\alpha)$	(3) $n(1+\alpha)$

キの解答群		
	(0) $\dfrac{\alpha P}{1-\alpha}$	(1) $\dfrac{\alpha P}{1+\alpha}$
	(2) $\dfrac{2\alpha P}{1-\alpha}$	(3) $\dfrac{2\alpha P}{1+\alpha}$

クの解答群		
	(0) $\dfrac{\alpha P}{(1-\alpha)^2}$	(1) $\dfrac{4\alpha^2 P}{(1-\alpha)^2}$
	(2) $\dfrac{\alpha^2 P}{(1+\alpha)^2}$	(3) $\dfrac{4\alpha^2 P}{(1+\alpha)^2}$
	(4) $\dfrac{\alpha^2 P}{1-\alpha^2}$	(5) $\dfrac{4\alpha^2 P}{1-\alpha^2}$
	(6) $\dfrac{\alpha^2 P}{1+\alpha^2}$	(7) $\dfrac{4\alpha^2 P}{1+\alpha^2}$

(3) 水素はアンモニアやメタノールなどの合成原料として，また次世代のエネルギー源として重要な物質である。水素の工業的製法として，電気分解と水蒸気改質が知られ，多くの場合，水素は水蒸気改質によって製造されている。水蒸気改質では Ni を触媒とし，炭化水素（ナフサやメタンガスなど）を 700°C～900°C の水蒸気と反応させることにより，水素を得る。このとき，副生成物として二酸化炭素が生成する。メタンガスを例にすると以下の式で表される。

$$CH_4 + H_2O \longrightarrow CO + 3H_2$$
$$CO + H_2O \longrightarrow CO_2 + H_2$$

この方法を用い，標準状態で 5.6 L のメタンを反応させた場合，得られる水素の標準状態における体積は $\boxed{\text{ケ}}$ L である。また，以下の熱化学方程式より 1 mol のメタン（気）を用いた水蒸気改質の反応熱は $\boxed{\text{コ}}$ kJ であり，この反応は $\boxed{\text{サ}}$ である。ただし，発生した一酸化炭素はすべて二酸化炭素に変換されるものとする。

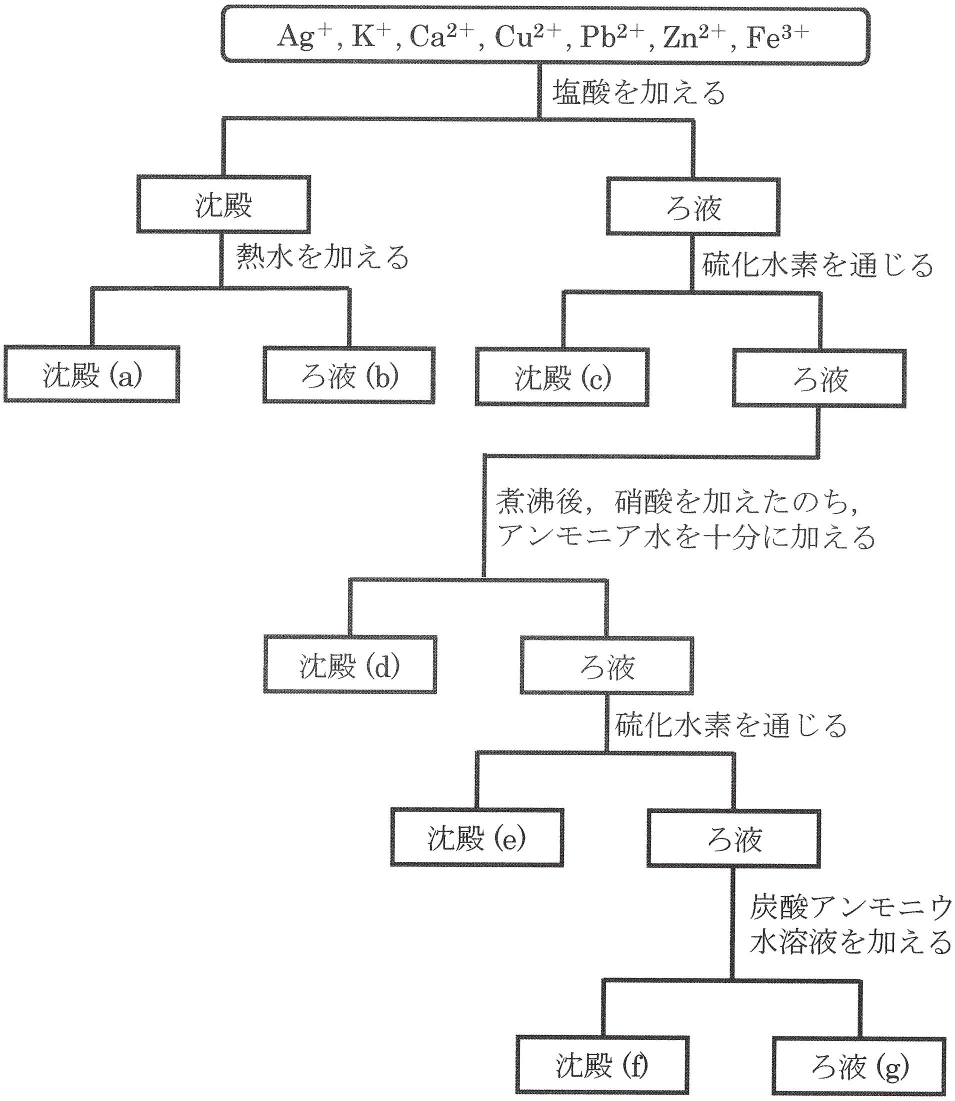
$$C\text{（黒鉛）} + 2H_2\text{（気）} = CH_4\text{（気）} + 75\ \text{kJ}$$
$$H_2\text{（気）} + \frac{1}{2}O_2\text{（気）} = H_2O\text{（気）} + 242\ \text{kJ}$$
$$C\text{（黒鉛）} + O_2\text{（気）} = CO_2\text{（気）} + 394\ \text{kJ}$$

ケの解答群	(0) 5.6	(1) 11.2
	(2) 22.4	(3) 44.8

コの解答群	(0) 953	(1) 803
	(2) 165	(3) 15
	(4) −15	(5) −165
	(6) −803	(7) −953

サの解答群	(0) 発熱反応	(1) 吸熱反応

(4) 以下に示す操作で，7 種の陽イオン Ag^{+}，K^{+}，Ca^{2+}，Cu^{2+}，Pb^{2+}，Zn^{2+}，Fe^{3+} を分離した。(a)〜(g)のそれぞれに分離された陽イオンは主に (a) [シ]，(b) [ス]，(c) [セ]，(d) [ソ]，(e) [タ]，(f) [チ]，(g) [ツ] である。

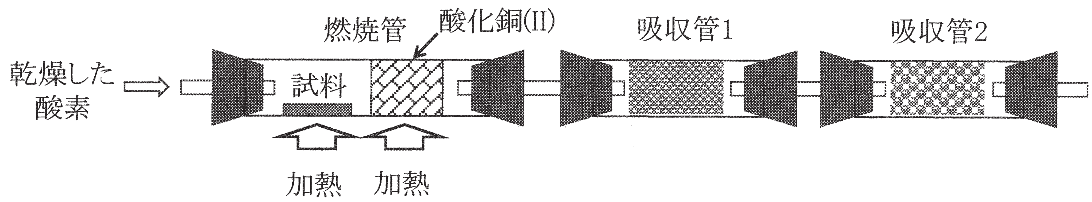


シ〜ツの解答群	(0) Ag^{+}	(1) K^{+}
	(2) Ca^{2+}	(3) Cu^{2+}
	(4) Pb^{2+}	(5) Zn^{2+}
	(6) Fe^{3+}	

化学 $\boxed{\text{III}}$

次の ア ～ セ 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 12.0，O 16.0，また，気体定数は 8.31×10^3 Pa・L/(K・mol) とする。

(1) 図は有機化合物の元素分析を行う装置である。酸化銅(II)の役割は， ア ことである。この装置を使って，炭素，水素，酸素からなる有機化合物 A の元素分析を行った。18.0 mg の有機化合物 A を完全燃焼させたところ，塩化カルシウムを充てんした吸収管 1 の質量は 21.6 mg 増加し，ソーダ石灰を充てんした吸収管 2 の質量は 39.6 mg 増加した。したがって，この有機化合物 A の組成式は イ である。ここで，有機化合物 A の分子量が 100 以下であった場合，考えられる構造は ウ 種類となる。また，有機化合物 A にヨウ素と水酸化ナトリウム溶液を加えて加熱したところ，特有の臭気をもつ黄色沈殿が生じた。以上のことから，有機化合物 A は エ である。



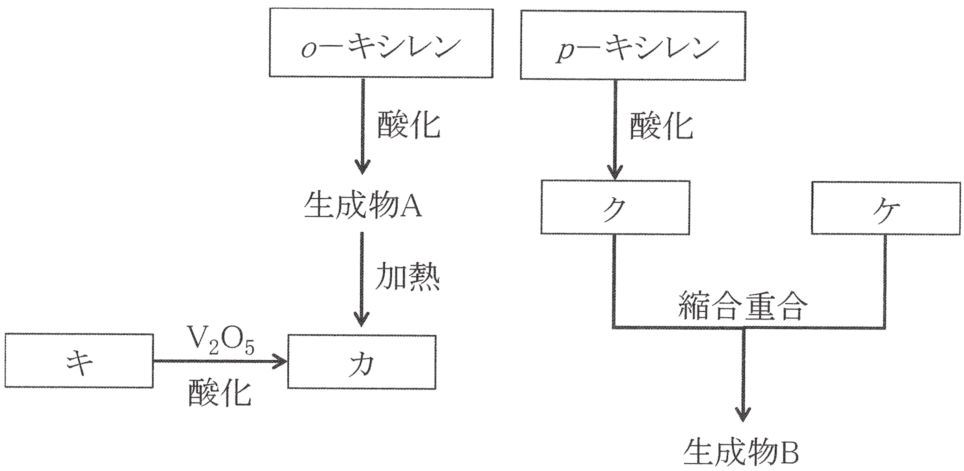
アの解答群	(0) 試料中の不純物を取り除く (1) 還元剤として試料を完全燃焼させる (2) 酸化剤として試料を完全燃焼させる (3) 発生した気体をすみやかに吸収管に導入する

イの解答群	(0) CH_2O	(1) CH_4O
	(2) C_2H_4O	(3) C_2H_6O
	(4) C_3H_6O	(5) C_3H_8O

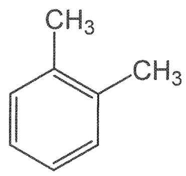
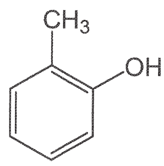
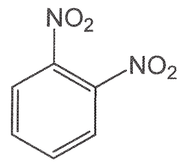
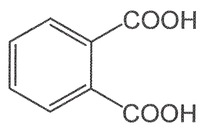
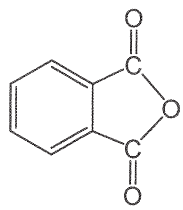
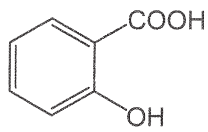
ウの解答群	(0)　6	(1)　1
	(2)　2	(3)　3
	(4)　4	(5)　5

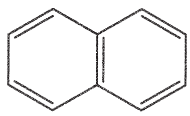
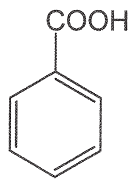
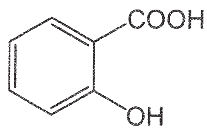
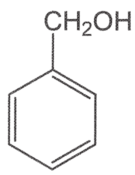
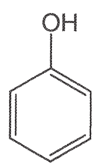
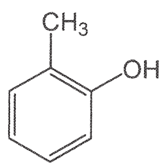
エの解答群	(0)　メタノール	(1)　エタノール
	(2)　1−プロパノール	(3)　2−プロパノール
	(4)　酢酸	(5)　アセトアルデヒド
	(6)　アセトン	(7)　ジメチルエーテル
	(8)　エチルメチルエーテル	(9)　ジエチルエーテル

(2)　キシレンは，ベンゼン環に 2 つの $\boxed{オ}$ が結合した化合物であり，置換基の位置の違いによって，構造異性体が存在する。図はキシレンのオルト異性体とパラ異性体を出発物質とする反応経路を示したものである。*o*−キシレンを触媒を用いて酸化して得られる生成物 A は，加熱により酸無水物である $\boxed{カ}$ となる。$\boxed{カ}$ は，酸化バナジウム(V)を触媒として $\boxed{キ}$ を酸化することでも製造される。一方，触媒を用いて *p*−キシレンを酸化すると，$\boxed{ク}$ が得られる。$\boxed{ク}$ と $\boxed{ケ}$ との縮合重合による生成物 B で作った飲料容器はペットボトルとして大量に使用されている。



オの解答群	(0) メチル基	(1) エチル基
	(2) ヒドロキシ基	(3) カルボキシ基
	(4) ニトロ基	(5) アミノ基

カの解答群	(0) 	(1) 	(2) 
	(3) 	(4) 	(5) 

キの解答群	(0) 	(1) 	(2) 
	(3) 	(4) 	(5) 

クの 解答群	(0) ピクリン酸　(1) p−クレゾール (2) テレフタル酸　(3) サリチル酸 (4) スルホン酸　(5) クメン

ケの 解答群	(0) ヘキサメチレンジアミン (1) ε−カプロラクタム (2) エチレングリコール (3) グリセリン (4) アクリロニトリル (5) p−フェニレンジアミン

(3) アミノ酸やタンパク質の分子内に存在する化学構造や元素は，特有の呈色反応により検出できる。

(a) アミノ酸やタンパク質にニンヒドリン水溶液を加えて温めると，紫色を呈する。この反応はアミノ酸やタンパク質に存在する $\boxed{\text{コ}}$ の検出に用いられる。この反応をニンヒドリン反応という。

(b) アミノ酸やタンパク質の分子中に $\boxed{\text{サ}}$ が存在するとき，濃硝酸を加えて加熱すると黄色となり，さらにアンモニア水などで塩基性とすると橙色を呈する。この反応をキサントプロテイン反応という。

(c) タンパク質中に $\boxed{\text{シ}}$ 原子が含まれるとき，濃い水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱したのち，酢酸鉛(II)水溶液を加えると黒色の沈殿が生じる。

(d) タンパク質や $\boxed{\text{ス}}$ 分子以上のアミノ酸より構成されるポリペプチドに，水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性としたのち，少量の $\boxed{\text{セ}}$ 水溶液を加えると赤紫色を呈する。この反応をビウレット反応という。

コ，サの 解答群	(0)　アミノ基 (1)　ホルミル基（アルデヒド基） (2)　カルボキシ基 (3)　ヒドロキシ基 (4)　ベンゼン環 (5)　ペプチド結合

シの 解答群	(0)　炭素	(1)　酸素
	(2)　窒素	(3)　硫黄

スの 解答群	(0)　4	(1)　1
	(2)　2	(3)　3

セの 解答群	(0)　さらし粉	(1)　塩化鉄(III)
	(2)　硝酸銀	(3)　硫酸銅(II)

（以上，化学問題終了）

一般試験A（2日目）

3時限　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。

ミツバチは[ア]と呼ばれる同種の個体が集合した集団を形成して生活する。[ア]内では近縁の別個体との密接な関係がみられる。ミツバチのような高度に組織化された集団生活をおこなう昆虫を a社会性昆虫という。

ミツバチの[ア]は，女王バチと b雄バチ，働きバチで構成されている。女王バチと働きバチ（図1）は，どちらも雌でありながら，女王バチは大きく成長して卵を産み続け，働きバチは生殖機能が失われて一生を送る。働きバチは幼虫の世話や餌の採集，外敵からの巣の防衛など，自己を犠牲にしてほかの個体に貢献する[イ]をとる。

女王バチと働きバチの生殖能力の違いは，遺伝子の違いにより生じたものではなく，幼虫時にロイヤルゼリーを与えられるか否かで生じることが知られている。つまり，遺伝子だけでなく，生まれたのちの環境で形質が大きく異なる一例である。最近の研究では，脱皮したばかりのミツバチの幼虫で，Dnmt3 と呼ばれる DNA メチル化酵素の機能を抑制すると，ロイヤルゼリーを食べさせた状態と同じように女王バチになることが確認されている。つまり，Dnmt3 が関与する DNA の c メチル化が，女王バチと働きバチのどちらにするかの決定に，重要な作用をもつと考えられる。

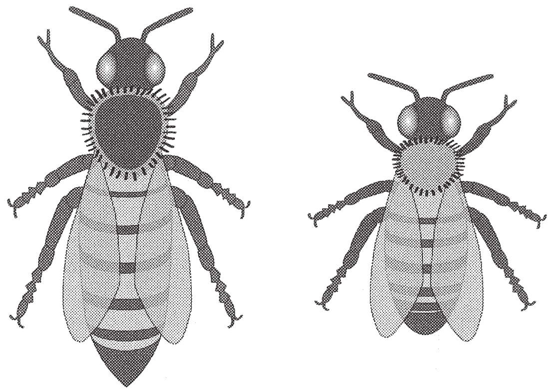


図1　ミツバチの女王バチと働きバチ

（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)　順位制	(1)　利他行動	(2)　定　位	(3)　テリトリー
(4)　コロニー	(5)　ギャップ	(6)　クローン	

（2）下線部 a の説明とミツバチ以外の例はどれか。最も適当なものを，次の解答群の中から一つずつ選べ。

説明 ウ ，　例 エ

【ウの解答群】

(0)　少数の個体がともに生活し，役割分業によって集団を維持している。

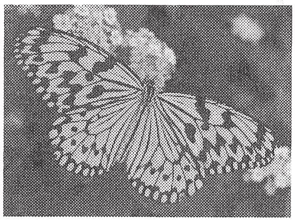
(1)　多くの個体がともに生活し，生殖以外は役割分業によって集団を維持している。

(2)　少数の個体がともに生活し，共同繁殖によって集団を維持している。

(3)　多くの個体がともに生活し，役割分業によって集団を維持している。

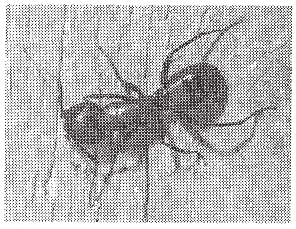
【エの解答群】

(0)　チョウ

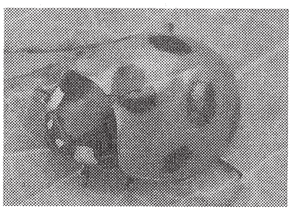


(1)　バッタ

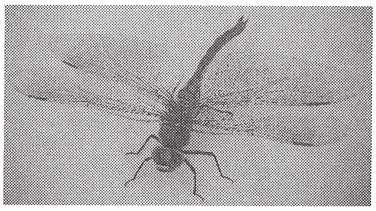
(2)　ア リ



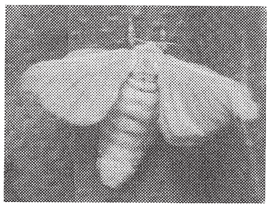
(3)　テントウムシ



(4)　トンボ



(5)　ガ



（3）社会性昆虫は発達したコミュニケーション手段をもっている。コミュニケーションの手段として使用しているものはどれか。最も適当な組合せを，次の解答群の中から一つ選べ。 オ

【オの解答群】

(0)　ホルモン・視覚・触覚

(1)　ホルモン・聴覚・触覚

(2)　視覚・痛覚・聴覚

(3)　視覚・聴覚・ホルモン

(4)　フェロモン・痛覚・触覚

(5)　フェロモン・視覚・触覚

（4）下線部 b 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。 $\boxed{\text{カ}}$

【カの解答群】

(0)　体細胞分裂で生じた卵細胞が精子と受精せずに発生した二倍体である。

(1)　体細胞分裂で生じた卵細胞が精子と受精して発生した倍数体である。

(2)　減数分裂後の卵細胞が精子と受精せずに発生した半数体である。

(3)　減数分裂後の卵細胞が精子と受精して発生した二倍体である。

（5）下線部 c はヒストンに対しても起こり，その結果，転写が抑制される。この機能にかかわるメチル基，転写にはたらく酵素，この酵素が認識し結合する領域の名称はどれか。最も適当なものを，次の解答群の中から一つずつ選べ。

メチル基 $\boxed{\text{キ}}$ ，　酵素 $\boxed{\text{ク}}$ ，　領域 $\boxed{\text{ケ}}$

【キの解答群】

(0)　CH_3CO-　　(1)　H_2PO_4-　　(2)　$-OH$　　(3)　$-CH_3$

【ク，ケの解答群】

(0)　DNA ポリメラーゼ　　(1)　オペレーター　　(2)　パ　フ

(3)　DNA リガーゼ　　(4)　プロモーター　　(5)　RNA ポリメラーゼ

ミツバチの働きバチは，花の蜜や花粉などを集めて巣に持ち帰る。餌場（えさば）から戻った働きバチは，その方向と距離などを巣の仲間に伝えることが知られている。巣に戻った働きバチは，図２のようにd垂直な巣板の上で激しく尻を振りながら一定方向へ移動し，その後，尻振りを止めて左右いずれかへ半円を描いて元の場所に戻る行動を繰り返し，餌場を伝える。

たとえば，図３左のように，餌場が巣箱から見て，太陽とほぼ同じ方向にあった場合，巣板を下から上へ垂直上向き（重力の向きと反対方向）に直進する。

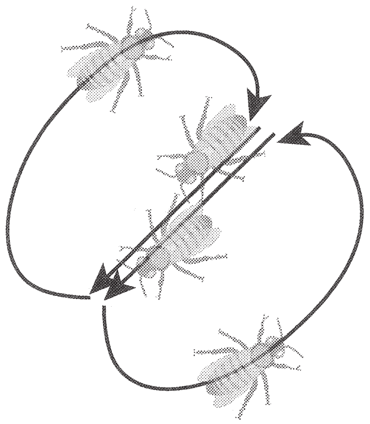


図２　働きバチの行動

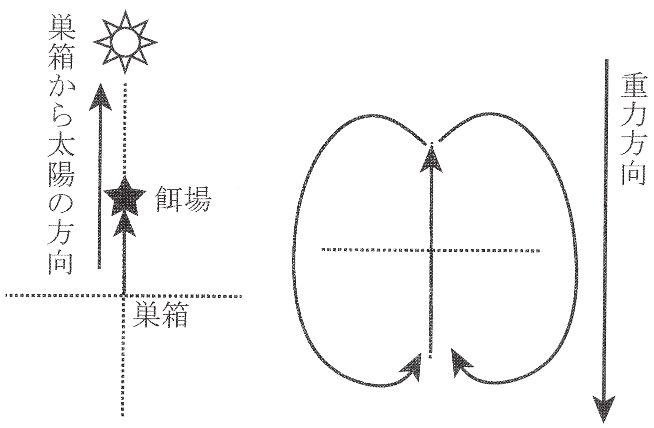


図３　太陽とほぼ同じ方向の餌場の場合

餌場を伝える働きバチの行動回数（回 / 分）と，巣箱から餌場までの距離（km）を測定し，結果を図４のグラフに示した。

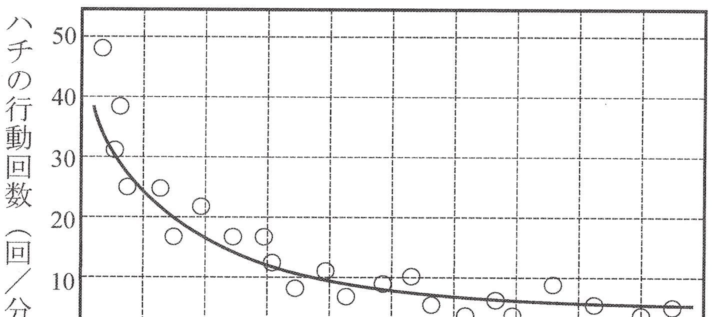


図４　餌場までの距離と１分間当たりのハチの行動回数

（６）下線部dを何と呼ぶか。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)　円形ダンス　　(1)　ジグザグダンス

(2)　婚礼ダンス　　(3)　８の字ダンス

（7）下の①～③の場合について，餌場から巣箱に戻った働きバチの行動のうち，巣板を一定方向に直進した方向は，どのように推察されるか。図 3 と同じ重力の方向で示した図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。ただし，太陽は 24 時間で 360° まわるとする。なお，同じものを 2 回以上選んでもよい。

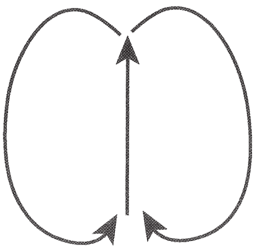
① 餌場が巣箱から見て，太陽から時計回りに 45° の位置にあった場合 $\boxed{\text{サ}}$

② 太陽が南中時に巣箱へ戻った場合，餌場が巣箱から見て，真南から西へ 45° の方向にある場合 $\boxed{\text{シ}}$

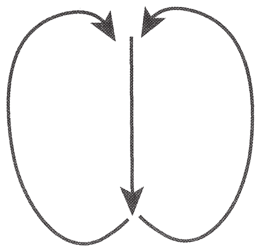
③ 太陽が南中時から 3 時間後に巣箱へ戻り，②と同じ餌場を伝える場合 $\boxed{\text{ス}}$

【サ～スの解答群】

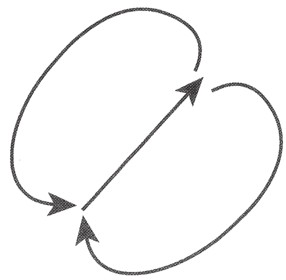
(0)



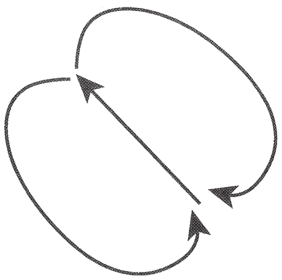
(1)



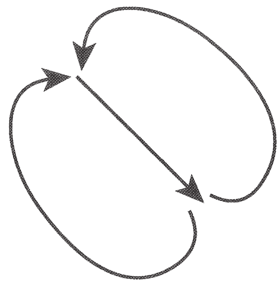
(2)



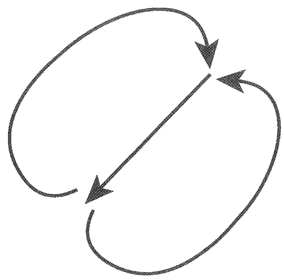
(3)



(4)



(5)



（8）図 4 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。
$\boxed{\text{セ}}$

【セの解答群】

(0) 行動回数と餌場までの距離に相関関係はない。

(1) 餌場が近くなるほど，1 回の行動が示す距離が大きくなり，厳密な情報伝達が難しくなる。

(2) 餌場までの距離が遠くなるほど，1 km の差に対する行動回数の差がわずかになる。

(3) 餌場までの距離に比例して，行動回数は一定の割合で減少する。

生物 $\boxed{\text{II}}$

次の文章を読み，$\boxed{\text{ア}}$ ～ $\boxed{\text{タ}}$ 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。

細胞は，細胞分裂によって細胞数を増やす。図1に細胞分裂にともなう細胞あたりのDNA量の変化を示した。細胞分裂が終了してから次の分裂が始まるまでは $\boxed{\text{ア}}$ と呼ばれ，細胞分裂がおこなわれる期間は分裂期と呼ばれる。$\boxed{\text{ア}}$ はさらに（ A ），（ B ），（ C ）の3つに分けられる。

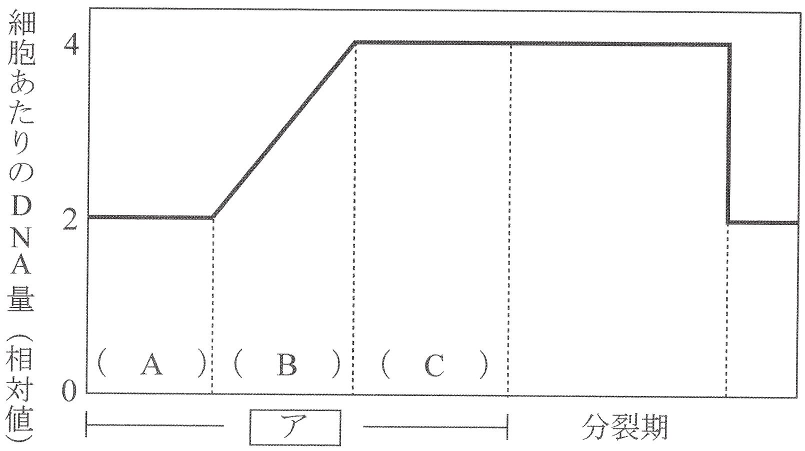


図1　細胞分裂にともなう細胞あたりのDNA量の変化

どの細胞にも同じDNAの遺伝情報が受け継がれているのは，（ B ）においてDNAが複製されるためである。その複製様式を図2に示した。最初にDNAの2本鎖構造の一部がほどけて1本鎖になる。次に，1本鎖になったそれぞれを鋳型に，相補的な塩基をもつヌクレオチドが $\boxed{\text{イ}}$ と呼ばれる酵素のはたらきで次々と結合する。その後，片方では隣り合う新しいヌクレオチド鎖どうしが $\boxed{\text{ウ}}$ と呼ばれる酵素のはたらきで連結される。このような反応の繰り返しで，もとの鎖に相補的な新しい鎖がつくられる。

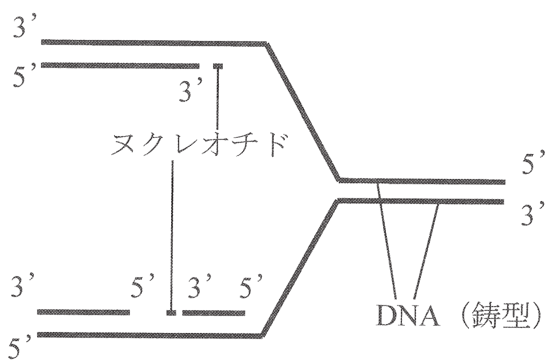


図2　DNA複製

（1）本文中の $\boxed{\text{ア}}$ ～ $\boxed{\text{ウ}}$ 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。

【アの解答群】

(0) 間　期	(1) 細胞周期	(2) 前　期
(3) 中　期	(4) 後　期	

【イ，ウの解答群】

(0) DNA ポリメラーゼ	(1) DNA ヘリカーゼ	(2) リパーゼ
(3) テロメラーゼ	(4) DNA リガーゼ	(5) ペプチダーゼ

（2）本文中および図 1 の（　A　）～（　C　）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。$\boxed{\text{エ}}$

【エの解答群】

(0)	A：分裂準備期，	B：DNA 合成期，	C：DNA 合成準備期
(1)	A：分裂準備期，	B：DNA 合成準備期，	C：DNA 合成期
(2)	A：DNA 合成期，	B：分裂準備期，	C：DNA 合成準備期
(3)	A：DNA 合成期，	B：DNA 合成準備期，	C：分裂準備期
(4)	A：DNA 合成準備期，	B：分裂準備期，	C：DNA 合成期
(5)	A：DNA 合成準備期，	B：DNA 合成期，	C：分裂準備期

（3）2 本鎖 DNA では，塩基どうしが水素結合によって対を形成している。次の塩基どうしの水素結合の数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。なお，同じ番号を 2 回選んでもよい。

シトシン（C）とグアニン（G）の水素結合の数 $\boxed{\text{オ}}$，
アデニン（A）とチミン（T）の水素結合の数 $\boxed{\text{カ}}$

【オ，カの解答群】

(0) 1	(1) 2	(2) 3	(3) 4

（4）複製によってできる2本鎖DNAの1組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。 キ

【キの解答群】

(0) 2本とも，母細胞から受け継いだヌクレオチド鎖である。

(1) 2本とも，母細胞のヌクレオチド鎖を鋳型として新しくつくられたヌクレオチド鎖である。

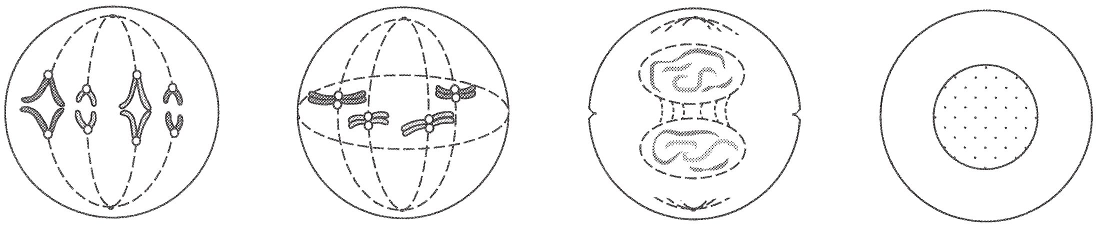
(2) 一方は母細胞から受け継いだヌクレオチド鎖であり，もう一方は母細胞のヌクレオチド鎖を鋳型として新しくつくられたヌクレオチド鎖である。

(3) 一方は母細胞から受け継いだヌクレオチド鎖であり，もう一方は鋳型なしに新しくつくられたヌクレオチド鎖である。

（5） ア の細胞の染色体はどのような状態であるか。最も適当なものを，次の解答群の中から一つ選べ。なお，解答群は細胞分裂の各時期の染色体の状態を模式的に示した細胞の図である。 ク

【クの解答群】

(0) (1) (2) (3)



（6）ある生物の胚から細胞を取り出し，培養液中で培養した。培養開始直後の細胞数は90個であったが，40時間後では1,440個であった。この細胞の1回の細胞分裂にかかる時間（細胞分裂開始から次の分裂開始までの時間）は何時間か。また，80時間後まで培養した場合の細胞数は計算上いくつか。最も近い数値を，次の解答群の中から一つずつ選べ。なお，どの細胞でも1回の細胞分裂にかかる時間は同じであり，細胞の破壊などは起こらないものとする。

1回の細胞分裂にかかる時間 ケ 時間,
80時間後の細胞数 コ 個

【ケ，コの解答群】

(0) 4	(1) 10	(2) 16	(3) 40
(4) 2,880	(5) 4,320	(6) 5,760	(7) 7,200
(8) 11,520	(9) 23,040		

細胞質基質には，タンパク質でできた繊維状の構造で，細胞の形や細胞内の構造を支えている細胞骨格が存在する。細胞骨格はアクチンフィラメント，微小管，中間径フィラメントの3つに大別される（図3）。

アクチンフィラメントは，アクチンという球状タンパク質が鎖状につながってできた繊維である。アクチンフィラメントは $\boxed{\text{サ}}$ と呼ばれるタンパク質とともにはたらき，細胞分裂時のくびれの形成にかかわる。微小管は $\boxed{\text{シ}}$ といわれるタンパク質が一方向に連なって管状の構造を形成し，細胞内の細胞小器官の移動を担っている。中間径フィラメントは，細胞質中の繊維状のタンパク質が束ねられてできたものである。

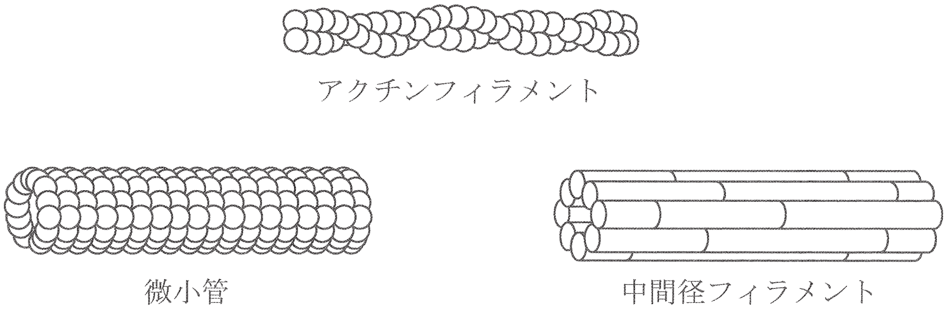


図3　細胞骨格の構造

（7）文中の $\boxed{\text{サ}}$ と $\boxed{\text{シ}}$ 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ずつ選べ。

【サ，シの解答群】

(0)　紡錘糸	(1)　チューブリン	(2)　ミオシン
(3)　中心体	(4)　リソソーム	(5)　フィブリン

（8）アクチンフィラメント，微小管，中間径フィラメントの直径を大きい順に左から並べたものはどれか。最も適当なものを，次の解答群の中から一つ選べ。$\boxed{\text{ス}}$

【スの解答群】

(0)　中間径フィラメント　・　アクチンフィラメント　・　微小管
(1)　中間径フィラメント　・　微小管　・　アクチンフィラメント
(2)　アクチンフィラメント　・　中間径フィラメント　・　微小管
(3)　アクチンフィラメント　・　微小管　・　中間径フィラメント
(4)　微小管　・　中間径フィラメント　・　アクチンフィラメント
(5)　微小管　・　アクチンフィラメント　・　中間径フィラメント

（9）アクチンフィラメント，微小管，中間径フィラメントの機能として，最も適当なものを，次の解答群の中から一つずつ選べ。

アクチンフィラメント $\boxed{\text{セ}}$，　微小管 $\boxed{\text{ソ}}$，
中間径フィラメント $\boxed{\text{タ}}$

【セ～タの解答群】

(0)　筋収縮
(1)　神経誘導
(2)　信号刺激
(3)　核膜の形の維持
(4)　べん毛運動
(5)　植物の維管束系の維持
(6)　形質転換
(7)　大陸移動

生物 Ⅲ

次の文章を読み，ア ～ シ 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。

生物間における「食う・食われる」の関係を a 被食者－捕食者相互関係といい，それぞれの地域において生物の生存の基本となっている。それを支えているのは光合成などにより無機物から有機物をつくり出す（　A　）である。水中では，植物プランクトン（以下，光合成プランクトン）が光合成をおこなう。平衡状態のある湖における水中生物の個体数，生物量，エネルギー量の 3 点について，図 1 に示した。図 1 のように各栄養段階の異なる特徴を数量化して重ねたものを（　B　）ピラミッドという。

エネルギー量は，各栄養段階の生物が 1 年間に得るエネルギーを乾燥重量として，1 m^2 当たりに換算したエネルギー生産速度である。光合成プランクトンでは光合成量であり，呼吸量と（　C　）が含まれる。植食性動物や肉食性動物では摂食量から不消化排出量を引いた（　D　）である。一段階上の動物による摂食量が，一段階下の生物の（　C　）や（　D　）を超えることはないため，必ずピラミッド型になる。

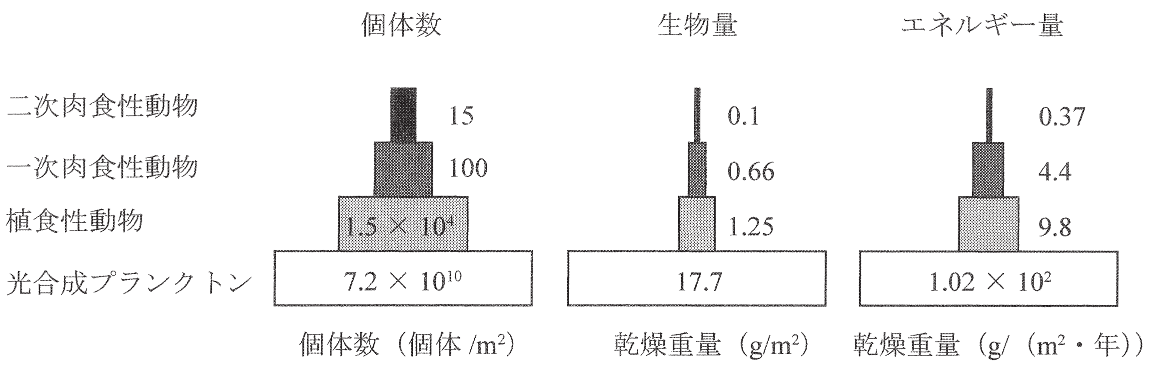


図 1　各栄養段階の個体数，生物量，エネルギー量

（1）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。ア

【アの解答群】

(0)　A：消費者　B：生　態	(1)　A：消費者　B：生　命
(2)　A：分解者　B：生　態	(3)　A：分解者　B：生　命
(4)　A：生産者　B：生　態	(5)　A：生産者　B：生　命

（2）本文中の（　C　）と（　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。 イ

【イの解答群】

(0)　C：純生産量,　　D：同化量
(1)　C：純生産量,　　D：生産量
(2)　C：純生産量,　　D：死滅量
(3)　C：総生産量,　　D：同化量
(4)　C：総生産量,　　D：生産量
(5)　C：総生産量,　　D：死滅量

（3）下線部 a の関係にある生物の組合せに**当てはまらないもの**はどれか。次の解答群の中から一つ選べ。 ウ

【ウの解答群】

(0)　イガイとヒトデ　　(1)　バッタとモズ　　(2)　ミミズとムカデ
(3)　ゴカイとアユ　　(4)　ウニとラッコ　　(5)　イワシとダツ

（4）図 1 の個体数と生物量について読み取れることは何か。最も適当なものを，次の解答群の中から一つ選べ。 エ

【エの解答群】

(0)　栄養段階が高い個体ほど，多くの個体数の生物を食べている。
(1)　植食性動物 1 個体に対して，光合成プランクトンの個体数は約 4,800,000 である。
(2)　栄養段階が低いものほど，一段低い栄養段階に対する生物量の割合が高い。
(3)　一次肉食性動物の生物量は，光合成プランクトンの約 2%である。

（5）図 1 において，生物量を個体数で割ると，各栄養段階の 1 個体あたりの重さが計算できる。1 個体あたりの重さについて推察される記述はどれか。最も適当なものを，次の解答群の中から一つ選べ。 オ

【オの解答群】

(0)　1 個体あたりの重さは，栄養段階が高いものほど軽く，光合成プランクトンと植食性動物では約 100 倍の差がある。
(1)　1 個体あたりの重さは，栄養段階が低いものほど軽いが，肉食性動物は一次と二次で同じくらいである。
(2)　1 個体あたりの重さは，栄養段階が高いものほど重いが，光合成プランクトンと植食性動物では約 10,000 倍の差がある。
(3)　1 個体あたりの重さについて，一段低い栄養段階に対する一段上の栄養段階の比を比べると，栄養段階が高くなるにしたがって一定の割合で増加する。

（6）図1では，エネルギー量を乾燥重量として示している。光合成の反応は（式1）で表すことができ，この式における $C_6H_{12}O_6$ は 180 g の乾燥重量に相当する。

$6CO_2 + 12H_2O +$ 光エネルギー 688 kcal $\rightarrow$ $C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$・・・（式1）

光合成プランクトンのエネルギー量がすべて $C_6H_{12}O_6$ であるとした場合，光合成プランクトンに吸収された光エネルギーは何 kcal / (m^2・年) となるか。(式1)から計算し，最も近い数値を，次の解答群の中から一つ選べ。なお，kcal はエネルギーの単位である。

| カ | kcal / (m^2・年)

【カ，キの解答群】

(0) 0.4	(1) 4.0	(2) 76	(3) 390	(4) 560
(5) 980	(6) 14,600	(7) 55,700	(8) 70,200	(9) 92,300

（7）光合成プランクトンが固定できるエネルギーが照射される太陽エネルギーの 0.7%である場合，問（6）で吸収された光エネルギーを得る際に照射された太陽エネルギーはどれくらいか。最も近い数値を，問（6）の解答群の中から一つ選べ。

| キ | kcal / (m^2・年)

（8）エネルギー量について，図1から計算される，①「光合成プランクトンに対する植食性動物」，②「植食性動物に対する一次肉食性動物」，③「一次肉食性動物に対する二次肉食性動物」の各割合は何%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。| ク |

【クの解答群】

(0)	①：0.096%	②：4.5%	③：84%
(1)	①：0.096%	②：45%	③：0.84%
(2)	①：0.96%	②：0.45%	③：8.4%
(3)	①：0.96%	②：0.45%	③：0.84%
(4)	①：9.6%	②：45%	③：8.4%
(5)	①：9.6%	②：45%	③：84%
(6)	①：96%	②：4.5%	③：84%
(7)	①：96%	②：4.5%	③：8.4%

（９）図 1 のエネルギー量について，読み取れることは何か。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)　光合成プランクトンが光合成によって生産したエネルギー量の約 10%が一次肉食性動物に移行する。

(1)　光合成プランクトンが光合成によって生産したエネルギー量の約 0.4%しか二次肉食性動物までは移行しない。

(2)　植食性動物のエネルギー量の約 43%を二次肉食性動物が利用している。

(3)　二次肉食性動物のエネルギー量は，一次肉食性動物のエネルギー量の約 12 倍である。

（１０）図 1 から，個体数とエネルギー量の関係として推察される記述どれか。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)　一次肉食性動物の 1 個体あたりのエネルギー量は，二次肉食性動物の約半分である。

(1)　栄養段階が高いものほど，1 個体あたりのエネルギー量が高い。

(2)　生物の 1 個体あたりのエネルギー量は，栄養段階が高いものほど低い。

(3)　4 段階のうち，1 個体あたりのエネルギー量が最も小さいのは，光合成プランクトンである。

（１１）生物が分解できずに体内に蓄積される物質が水中に混入した場合，高次の栄養段階の生物ほど，その物質の影響を受けるようになる。これはどのような現象によるものか。また，その物質に該当するものはどれか。最も適当なものを，次の解答群の中から一つずつ選べ。

現象 サ ，　　物質 シ

【サの解答群】

(0)　富栄養化	(1)　集中分布	(2)　食作用	(3)　生物濃縮

【シの解答群】

(0)　BOD	(1)　DDT	(2)　ADP	(3)　GFP

（以上，生物問題終了）

一般試験B

1時限　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　次の問いに答えよ．

（1）　$x=\dfrac{1}{\sqrt{7}+\sqrt{3}},\ y=\dfrac{1}{\sqrt{7}-\sqrt{3}}$ のとき，$x+y$ の値，および x^2y+xy^2 の値を求めよ．

（2）　$\triangle\mathrm{ABC}$ において，$\mathrm{AB}=2,\ \mathrm{BC}=1,\ \mathrm{CA}=2$ のとき，$\cos\angle\mathrm{CAB}$ の値，および $\sin\angle\mathrm{CAB}$ の値を求めよ．また，$\triangle\mathrm{ABC}$ の外接円の半径 R を求めよ．

（3）　座標平面において，放物線 $y=\dfrac{1}{2}x^2+x-1$ の頂点の座標を求めよ．また，この放物線を x 軸方向に -2，y 軸方向に 3 だけ平行移動した放物線の方程式を求めよ．

（4）　$\left(\dfrac{x}{4}-\dfrac{2}{x^2}\right)^6$ の展開式における定数項 p，および x^3 の係数 q を求めよ．

（5）　不等式 $\log_2(x^2-x-2)\leqq 2$ を解け．

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）　$x > 0$ とする．$\left(x + \dfrac{4}{x^3}\right)\left(x^3 + \dfrac{4}{x}\right)$ のとり得る値の最小値と，そのときの x の値を求めよ．

（７）　等比数列 $\{a_n\}$ が $a_1 + a_2 + a_3 = 26$ および $a_4 + a_5 + a_6 = 702$ を満たすとき，一般項 a_n を求めよ．

（８）　座標平面において，3 直線 $x = 0,\ y = 0,\ y = -2x + 2$ で囲まれてできる三角形に内接する円の半径を求めよ．

（９）　$0 \leqq x < 2\pi$ のとき，不等式 $\sin 2x > \cos x$ を満たす x の値の範囲を求めよ．

（10）　a, b, c を定数とする．3 次関数 $f(x) = 2x^3 + ax^2 + bx + c$ は $x = -1$ で極大値，$x = 2$ で極小値をとり，$f(0) = 3$ を満たす．このとき，a, b, c 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２，３の解答は，途中の推論・計算も含め【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　平行四辺形 OABC において，$\mathrm{OA}=2$，$\mathrm{OC}=1$，$\angle\mathrm{COA}=60^\circ$ とし，辺 AB の中点を M，辺 BC を $1:2$ に内分する点を N とする．$\overrightarrow{\mathrm{OA}}=\vec{a}$，$\overrightarrow{\mathrm{OC}}=\vec{c}$ とおくとき，

(1) 内積 $\vec{a}\cdot\vec{c}$ を求めよ．

(2) $\overrightarrow{\mathrm{OM}}, \overrightarrow{\mathrm{ON}}$ をそれぞれ $\vec{a}$ と $\vec{c}$ を用いて表せ．

(3) $\overrightarrow{\mathrm{MN}}$ を $\vec{a}$ と $\vec{c}$ を用いて表せ．

(4) $\overrightarrow{\mathrm{MN}}$ の大きさ $|\overrightarrow{\mathrm{MN}}|$ を求めよ．

問題３　1 個のさいころを投げ，1, 2 の目が出たら「成功」，3, 4, 5, 6 の目が出たら「失敗」とする．この試行を繰り返し行い，合計で 3 回失敗するか，合計で 3 回成功したら終了とする．

(1) 1 回も成功せずに終了する確率を求めよ．

(2) 2 回だけ成功して終了する確率を求めよ．

(3) 3 回成功して終了する確率を求めよ．

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 【数学】第二面 の該当箇所に記入してください．

問題４　関数 $y=x^3$ のグラフを C とし，点 $(1, 1)$ における C の接線を ℓ，点 $(1, 1)$ を通り ℓ に垂直な直線を m とする．

(1) ℓ の方程式と m の方程式を求めよ．

(2) C と ℓ と y 軸で囲まれた図形のうち，$x \geqq 0$ の部分の面積を求めよ．

(3) C と m と y 軸で囲まれた図形の面積を求めよ．

（以上，問題終了）

一般試験B

2時限　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。ただし、文頭にくるものも小文字で書いてあります。選択肢は１度しか使えません。

［選択肢］

anger	appear	asked	bending
category	despite	eating	fly
great	injured	jealous	laziness
like	no	ruins	supplying

（ア）Sue (　　　) her leg yesterday, so she can’t play in the tournament.

（イ）I’m so (　　　) of Ed. He can relax every weekend, but I always have to work.

（ウ）Adding too much cream (　　　) the taste of the strawberries.

（エ）(　　　) playing the piano for nearly 30 years, Lesley has never performed in front of an audience.

（オ）She doesn’t (　　　) it when the hairdresser cuts her hair too short.

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ゆっくり渡った。

Two dog walked slowly across the busy street.
1 2 3

[解答例]

誤	1	2	3

正	dogs

（ア）この製品を製造するには三段階ある。第二段階が一番時間がかかる。

Three steps are required to manufacture this product. The two step takes the most time.
1 2 3

（イ）私たちは当初計画していたより２日長く、７日間メキシコに滞在した。

We stayed in Mexico for seven days, two days long than we originally planned.
1 2 3

（ウ）ショーンと私以外はもうそのプリント課題を終わらせた。

Everybody, except for Shaun and me, have finished the worksheet already.
1 2 3

（エ）街中のホテルに電話をかけたものの、空いている部屋はなかった。

Whether I called all the hotels in town, no rooms were available.
1 2 3

（オ）私が住んでいる村は海に近いので、海産物がおいしい。

The village that I live is located near the ocean, so the seafood is delicious.
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番に並べた場合、<u>３番目にくるものの番号</u>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、必要なコンマが省略されている場合もあります。

（ア）　なぜこのシステムが動かないかを一人の従業員が指摘した。

____ ____ **____** ____ ____ this system doesn’t work.

1. employee　　2. one　　3. out
4. pointed　　5. why

（イ）　何事にもはじめがある。

There ____ ____ **____** ____ ____ everything.

1. a　　2. first　　3. for
4. is　　5. time

（ウ）　電話を取るやいなや切られたよ。

As ____ ____ **____** ____ ____ the phone, the caller hung up on me!

1. as　　2. I　　3. picked
4. soon　　5. up

（エ）　彼は留学に備えて英語の集中講義を受講した。

He took an intensive English ____ ____ **____** ____ ____ abroad.

1. course　　2. for　　3. prepare
4. studying　　5. to

（オ）　一度言ってしまったら、それを取り消すことはできない。

____ ____ **____** ____ ____ words once you’ve said them.

1. back　　2. cannot　　3. take
4. you　　5. your

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。

A: Hi, Mike. Can I sit here?

B: （　　ア　　）

A: The cafeteria isn't usually this crowded. The lines for food are really long, so I want to save a seat before I order.

B: I think it's busier than usual because the school is having an open campus event today.

A: Oh, I see. （　　イ　　） It looks delicious.

B: This is the udon lunch set. It tastes good, it's cheap, and it comes with a salad and a drink.

A: That sounds great. How much does it cost?

B: It's only ¥350.

A: （　　ウ　　） Thanks for helping me decide what I want for lunch!

B: You're welcome! It looks like the lines are getting shorter now. I can watch your bag for you while you go order.

V. 次の英文は「トースタープロジェクト」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。

Thomas Thwaites was working on a master's degree in design at the Royal College of Art in London when he had an excellent idea for a project: making a toaster. It seems like a simple item, but Thwaites's plan was more complex. Rather than buying the metal, plastic, and other materials for his toaster, he wanted to make them himself. Thwaites planned to find the raw materials, form them into the parts of a toaster, assemble those parts, and, in the end, make toast.

To start, Thwaites determined that a toaster is ultimately made up of five materials: iron, mica, plastic, copper, and nickel. He researched how to make these things and set to work.

For iron, Thwaites obtained several large rocks from an iron mine in Coleford, England. These rocks were iron ore, meaning they contained small bits of iron, and Thwaites's next task was to separate the metal from the stone. Back home in London, Thwaites began the process of "smelting," or heating an ore so that it releases the metal contained inside. Thwaites heated the ore in his home microwave until he had separated out the usable iron.

Next, Thwaites needed mica. Mica is a naturally occurring mineral used in many electrical devices because of its resistance to heat and electricity. He learned about a region in Scotland known as Knoydart which was famous for mica. Hiking through the wilderness of Knoydart, Thwaites was able to pull pieces of mica from the rocky landscape.

The next material, however, would prove to be the most difficult: plastic. Although very common and cheap in the modern world, making plastic involves many complex industrial processes. It requires precise control over temperature, pressure, and various chemicals, and the process can be toxic. In the end, Thwaites decided to melt down old, discarded plastic, recycling it into the outer shell of his toaster.

Only two materials were left to complete his project: copper and nickel. Copper is used to make wires which carry electrical current, and nickel is used for the heating element—the metal part inside the toaster that heats up to toast the bread. Thwaites managed to find enough copper in a pond outside of a copper mine. Raw nickel was impossible to find in mines within the United Kingdom, so Thwaites melted down some nickel coins instead.

With all five materials in hand, Thomas Thwaites finally built his toaster. It was a simple model—no timer, no buttons, and no spring to make the toast pop up. The toaster looked rough too, with each component being handmade. When he finally turned his toaster on, the nickel heating element melted within seconds. The toaster had failed.

Still, Thwaites's project was a success. He published a book about his experience called *The Toaster Project* and also spoke about it at a TED conference. Thwaites's message is that modern life is the result of people working together. No individual can make a toaster—modern convenience comes from huge networks of people with highly specialized skills. The toaster project reminds us that the story of human progress is also the story of human cooperation.

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、１０語以内とします。

（ア） What city does Thomas Thwaites live in?

（イ） What material did Thwaites find in Scotland?

（ウ） What is one common toaster feature that was not included in Thwaites's toaster?

（エ） Why did Thwaites's toaster fail?

（オ） What is one important lesson from the toaster project?

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

A student named Thomas Thwaites decided to make a toaster for his master's project. Not only did he make a toaster, but he also created each of the toaster's （　カ　）. First, he made iron by smelting ore in his （　キ　）. He then found some mica in nature, and his plastic came from recycling plastic trash. Thwaites found copper in a （　ク　） near a copper mine, and he melted down coins for the nickel they contained. His toaster was （　ケ　）, not like the ones in stores, and it did not work. Still, Thwaites's project was a （　コ　） because of the valuable lesson he now shares with the world.

［以上、試験問題終了］

一般試験B

3時限　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，水平な床面の端の点 H には，鉛直な壁面がある。長さ L〔m〕，質量 m〔kg〕の一様な細い棒があり，この棒の一端はあらい水平な床面上の点 Q に置かれ，棒の他端は鉛直でなめらかな壁面の点 P に立てかけられ，棒は静止している。このとき，棒と水平な床面とのなす角は60° で，棒と床との間の静止摩擦力は最大摩擦力と等しかった。ここで，棒は変形しないものとし，3 点 P，Q，H は，同一の鉛直平面内にあるものとする。また，棒と床との間の静止摩擦係数を μ とする。ただし，重力加速度の大きさを g〔$\mathrm{m/s^2}$〕とする。

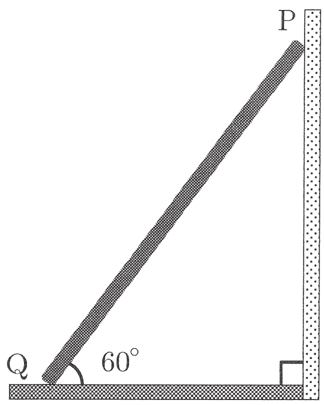


図 1

(1) 次の文章の $\boxed{\text{ア}}$ ～ $\boxed{\text{カ}}$ に入る適切な式を，解答用紙の該当箇所に記入せよ。

この棒の重心にはたらく重力の大きさは $\boxed{\text{ア}}$〔N〕である。この棒が床から受ける垂直抗力の大きさ N〔N〕を用いると，棒と床との間の最大摩擦力の大きさは $\boxed{\text{イ}}$〔N〕である。ここで，壁から受ける垂直抗力の大きさを R〔N〕とする。鉛直方向の力のつり合いから $\boxed{\text{ア}} = \boxed{\text{ウ}}$ が得られ，水平方向の力のつり合いから $\boxed{\text{イ}} = \boxed{\text{エ}}$ が得られる。

棒の重心にはたらく重力による，点 Q のまわりの力のモーメントは $\boxed{\text{オ}}$〔N・m〕である。ただし，力のモーメントは，図 1 において左回り（反時計回り）を正とする。点 Q のまわりの力のモーメントのつり合いから $\boxed{\text{オ}} + \boxed{\text{カ}} = 0$ が得られる。

(2) 設問（1）において，静止摩擦係数 μ を数値で求めて，有効数字 2 桁で示せ。なお，必要ならば $\sqrt{2} = 1.41$，$\sqrt{3} = 1.73$ として計算せよ。ただし，答えの導出過程も的確に記載すること。

（ 計算用余白 ）

問題２　次の問いに答えなさい。

１．図１のように，コックの付いた細い管で，容積 V_0〔m^3〕の容器Aと，容積 $V_0/2$〔m^3〕の容器Bがつながれている。はじめに，コックを閉じた状態で，容器A, Bに単原子分子の理想気体を入れた。十分に時間がたつと，容器A内の気体は，圧力 p_0〔Pa〕，絶対温度 T_0〔K〕，容器B内の気体は，圧力 $3p_0$〔Pa〕，絶対温度 $T_0/2$〔K〕であった。コックを開いて十分に時間がたち，容器 A, B の気体全体が熱平衡状態になったとき，気体の圧力は p〔Pa〕，気体の温度は T〔K〕であった。ここで，気体定数を R〔J/(mol·K)〕とする。ただし，容器，細い管，コックは断熱材でできており，容器A, Bの中の気体と外界との熱のやりとりはないものとする。また，細い管の容積は無視できるものとする。

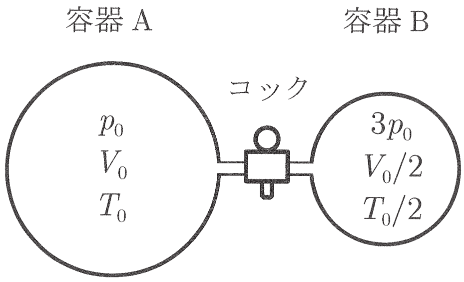


図１

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

コックが閉じられていた時点での熱平衡状態での容器 A の気体の内部エネルギーは，p_0, V_0 を用いて $\boxed{ア}$〔J〕と表される。コックを開いて十分に時間がたち，容器A, Bの気体全体が熱平衡状態になったとき，この気体全体の内部エネルギーは，p, V_0 を用いて $\boxed{イ}$〔J〕と表される。コックを開く前後で，容器 A, B の気体全体の内部エネルギーは変化しないことから，この気体全体の圧力 p〔Pa〕は，p_0 を用いて $\boxed{ウ}$〔Pa〕と表される。

(2) コックを開いて十分に時間がたち，容器A, Bの気体全体が熱平衡状態になったときの T〔K〕を T_0 を用いて表せ。ただし，答えの導出過程も的確に記載すること。

ここで，T〔K〕を求める過程で，以下の問いにも答えよ。

p_0, V_0, R, T_0 を用いて，コックが閉じられていた時点での熱平衡状態での，容器Aの気体の物質量 n_A〔mol〕と，容器Bの気体の物質量 n_B〔mol〕を表せ。

コックを開いて十分に時間がたち，容器A, Bの気体全体が熱平衡状態になったときの，容器A, Bの気体全体の物質量 n〔mol〕を，p, V_0, R, T を用いて表せ。

（ 計算用余白 ）

（ 次ページに続く ）

2．図２のように，ガラス管 P が固定されている。自由に上下できるガラス管 Q をゴム管でつなぎ，水を入れた。Q を上下に移動させると，P の水面も移動する。はじめ，P の水面は管口 O にあるものとする。ただし，空気中の音速を v〔m/s〕とする。

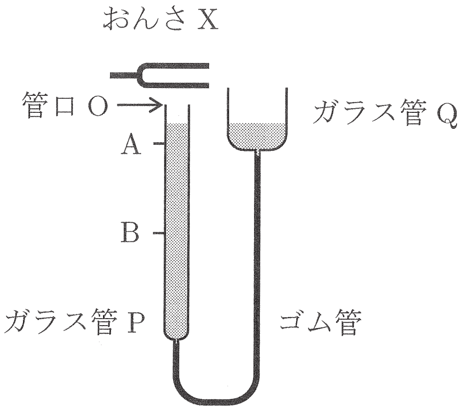


図２

(1) P の管口の真上の近くに置いたおんさ X を鳴らしている間に，Q を徐々に下に移動したところ，P の水面も O から下がりはじめた。P の中の気柱が共鳴し，急に音が大きくなる現象がはじめて起きたのは，水面の位置が A のときであった。さらに，Q を徐々に下に移動したところ，次に P の中の気柱が共鳴し，急に音が大きくなる現象が起きたのは，水面の位置が B のときであった。ここで，OA $= a$〔m〕，OB $= b$〔m〕とおく。

おんさ X から鳴る音の波長 λ〔m〕を，a, b を用いて表せ。また，おんさ X から鳴る音の振動数 f〔Hz〕を，a, b, v を用いて表せ。

さらに，開口端補正 Δl〔m〕を，a, b を用いて表せ。ただし，答えの導出過程も的確に記載すること。

(2) 図２において，おんさ X を振動数の異なるおんさ Y に変えて，同様の手順で実験した（図３）。おんさ Y を鳴らしている間に，Q を徐々に下に移動したところ，P の水面も O から下がりはじめ，P の中の気柱が共鳴し，急に音が大きくなる現象がはじめて起きたのは，水面の位置が C のときであった。さらに，Q を徐々に下に移動したところ，次に P の中の気柱が共鳴し，急に音が大きくなる現象が起きたのは，水面の位置が D のときであった。ここで，OC $= c$〔m〕，OD $= d$〔m〕とおく。

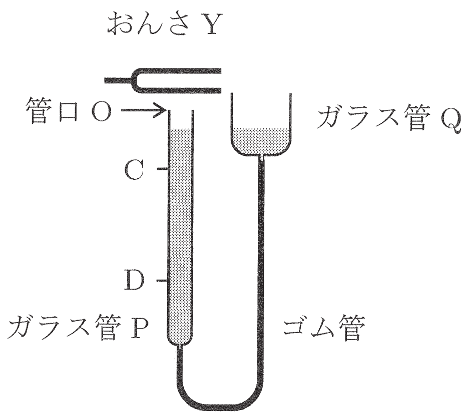


図３

おんさ X とおんさ Y を同時に鳴らしたとき，1 s 間あたり n 回のうなりが聞こえた。うなりの回数 n を a, b, c, d, v を用いて表せ。ここで，$a < c, b < d$（$b - a < d - c$）とする。ただし，答えの導出過程も的確に記載すること。

問題３　次の問いに答えなさい。

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。

図１のように，空気中に電気量 $8Q, Q, 2Q$〔C〕（$Q>0$）の点電荷 A, B, C を，x 軸上の座標 $x=-4d, -d, 2d$〔m〕（$d>0$）に，それぞれ固定した。ここで，空気中の静電気力に関するクーロンの法則の比例定数を k〔$\mathrm{N \cdot m^2 / C^2}$〕とする。

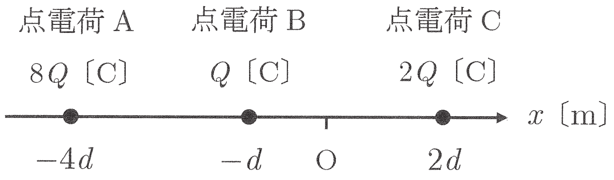


図１

点電荷 B が，点電荷 A, C から受ける静電気力の合力の大きさは ア 〔N〕である。3 つの点電荷 A, B, C がつくる，原点 O の電場（電界）の強さは イ 〔N/C〕である。点電荷 A, B, C から一つだけ点電荷を取り除くと，原点 O の電場（電界）の強さは 0 N/C になった。取り除いた点電荷は，A, B, C の内， ウ である。

２．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。

図２のように，起電力 $3V_0, 2V_0, V_0$〔V〕の電池，電気抵抗が $R_0, 2R_0, 4R_0$〔Ω〕の抵抗を接続した。ここで，電池の内部抵抗や導線の抵抗は無視できるものとする。また，図２の分岐点 B に流れ込む電流を I_1〔A〕，B から流れ出す電流を I_2, I_3〔A〕とし，図２の矢印の向きを，電流 I_1, I_2, I_3〔A〕の正の向きとする。

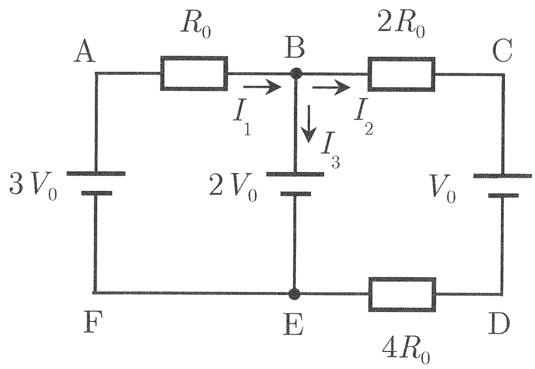


図２

(1) 分岐点 B におけるキルヒホッフの第１法則は，I_1, I_2, I_3 を用いて エ と表される。
ここで，閉回路 ABEFA におけるキルヒホッフの第２法則は，$3V_0 - 2V_0 =$ オ と表され，閉回路 ABCDEFA におけるキルヒホッフの第２法則は，$3V_0 - V_0 =$ カ と表される。

(2) 電流 I_3〔A〕の大きさは電流 I_1〔A〕の大きさの何倍になるかを，分数で答えよ。
ただし，答えの導出過程も的確に記載すること。

（ 以上，物理問題終了 ）

一般試験B

3時限　化学

問題１から問題４に答えよ。ただし，原子量は H 1.0，C 12.0，N 14.0，O 16.0，気体定数は 8.31×10^3 Pa·L/(K·mol)を用いよ。なお，採点は解答用紙のみで行う。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

米酢などの食酢には酢酸が含まれる。市販の食酢中の酢酸濃度を，水酸化ナトリウム水溶液を用いて求めるために，次の操作を行った。

①一定量の乾燥させたシュウ酸二水和物 $(COOH)_2\cdot 2H_2O$ をはかり取り，メスフラスコを用いて正確な濃度のシュウ酸水溶液を調製した。②調製したこのシュウ酸水溶液を用いて，水酸化ナトリウム水溶液の濃度を求めたところ，0.100 mol/L であることがわかった。

次に，③この水酸化ナトリウム水溶液を用いて，市販の食酢中の酢酸濃度を求めた。市販の食酢をホールピペットで 10.00 mL 採取し，100 mL のメスフラスコに入れ，純水を用いて標線に合わせた後，よく振り混ぜた。ホールピペットを用いて，この希釈した食酢水溶液 20.00 mL をコニカルビーカーに取り，フェノールフタレイン溶液を１滴加えた。先に濃度を求めた 0.100 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液をビュレットに入れて，コニカルビーカーに滴下し，薄い赤色となったところを終点とした。終点までに加えた水酸化ナトリウム水溶液は，14.28 mL であった。

以下の設問に答えよ。

(1) 下線部①のような正確な濃度がわかっている溶液のことを何と呼ぶか。

(2) 下線部②，③のように，濃度のわかっている酸（または塩基）の水溶液を用いて，濃度のわからない塩基（または酸）の水溶液の濃度を求める方法を何と呼ぶか。

(3) 下線部②において，シュウ酸と水酸化ナトリウムの反応式を示せ。

(4) 下線部②において，水酸化ナトリウム水溶液の濃度をこの方法で求めるのは，はかり取った水酸化ナトリウムの質量から，水酸化ナトリウム水溶液の正確な濃度を計算できないからである。この理由を答えよ。

(5) 使用した市販の食酢中の酢酸のモル濃度，および質量パーセント濃度を求めよ。ただし，市販の食酢の密度は $1.02\ g/cm^3$ であり，水酸化ナトリウムと反応したのは全て酢酸とする。

問題２

表 1，2 はそれぞれ，地殻中の元素の存在比と乾燥空気の組成を示したものである。ただし，これらの表では，含まれている全ての元素または化学式を示しているわけではない。

表１　地殻中の元素の存在比

元素	質量%
（ア）	49
Si	26
Al	8
（イ）	5

表２　乾燥空気の組成

化学式	体積%
N_2	78.1
（ウ）	20.9
Ar	0.93
CO_2	0.04
Ne	0.0018
（エ）	0.00052

以下の設問に答えよ。

(1) 元素（ア）の単体には，同素体として（ウ）と（オ）が存在する。（オ）は淡青色，特異臭で毒性が強い物質である。（ア）の元素記号，（ウ），（オ）の化学式を示せ。

(2) 元素（イ）は身近な金属材料の主成分であり，この金属材料に亜鉛 Zn をメッキしたものがトタンである。（イ）の元素記号を示せ。また，トタンは表面が傷ついてもさびにくい。この理由を「イオン化傾向」の語を用いて説明せよ。

(3) （エ）は貴ガス（希ガス）であり，気球や飛行船の浮揚ガスとして利用されている。（エ）の化学式を示せ。また，（エ）が気球や飛行船に利用されている理由を説明せよ。

(4) 大気中に含まれる二酸化炭素は年々少しずつ増えており，温室効果ガスの一つとして地球環境への影響が指摘されている。標準状態の乾燥空気 44.8 L に含まれる二酸化炭素の物質量〔mol〕を求めよ。

問題３

容器に窒素 1.0 mol と水素 3.0 mol を混合した気体を入れ，①触媒を入れて，一定温度，一定圧力下で長時間保ったところ，以下の反応で平衡状態となった。

$$N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3 \qquad (I)$$

図は，異なる圧力条件(a)～(d)において，平衡状態になった混合気体中に含まれるアンモニアの物質量の割合（生成率）を百分率で示したものである。

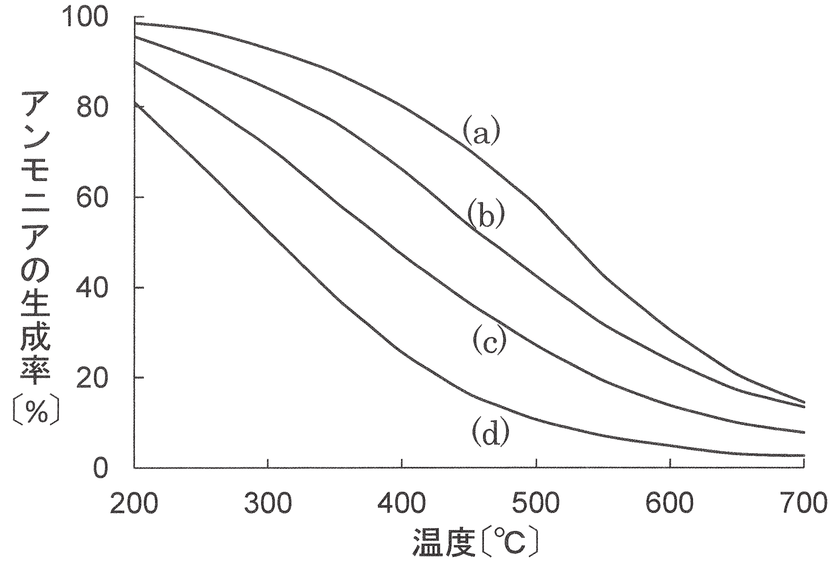


図　各温度におけるアンモニアの生成率〔%〕

以下の設問に答えよ。

(1) 下線部①の触媒として適当なものはどれか。以下から選び記号で答えよ。

（ア）酸化バナジウム(V)　（イ）四酸化三鉄　（ウ）十酸化四リン

（エ）酸化マンガン(IV)

(2) 反応(I)によるアンモニアの合成法を何と呼ぶか。

(3) 反応(I)は発熱反応か，吸熱反応か。理由と共に答えよ。

(4) 図の(a)～(d)のうち，最も高い圧力下における曲線はどれか。理由と共に答えよ。

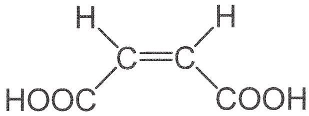
(5) アンモニアが a〔mol〕生成したとき，N_2，H_2 の物質量をそれぞれ a を用いて表せ。また，このときの混合気体中のアンモニアの物質量の割合（生成率〔%〕）を a を使って表せ。

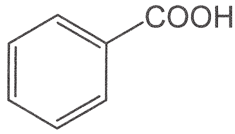
(6) ある平衡状態において，混合気体中のアンモニアの物質量の割合（生成率）が 25% であった。このとき，この混合気体中に残っている N_2，H_2 の物質量をそれぞれ求めよ。

問題 4

以下の設問に答えよ。ただし，構造式の書き方は以下に従うこと。

構造式の例





(1) 分子式 C_4H_8 で表される炭化水素について，考えられる構造式のうち，シス－トランス異性体が存在するものを，それぞれ区別できるように示せ。

(2) ナトリウムフェノキシドを高温高圧で二酸化炭素と反応させるとサリチル酸ナトリウムが生成する。さらに，サリチル酸ナトリウムに酸を作用させるとサリチル酸が遊離する。サリチル酸に無水酢酸を作用させると化合物 A が得られる。化合物 A は解熱鎮痛剤や抗血栓薬として用いられる。一方，サリチル酸にメタノールと濃硫酸を作用させると化合物 B が得られる。化合物 B は消炎鎮痛剤や香料として用いられる。化合物 A および化合物 B の構造式を示せ。

(3) ナイロン 66 はアメリカのカロザースによって発明された合成繊維で，ヘキサメチレンジアミン $H_2N-(CH_2)_6-NH_2$ とアジピン酸 $HOOC-(CH_2)_4-COOH$ から合成されるポリアミドである。

(a) ナイロン 66 の構造式を示せ。また，この重合反応を何というか答えよ。
(b) アジピン酸 14.6 g とヘキサメチレンジアミン 11.6 g が重合反応した場合，得られるナイロン 66 の質量を求めよ。
(c) 平均分子量 5.65×10^3 のナイロン 66 の 1 分子中には，アミド結合は平均何個存在するか求めよ。

（以上，化学問題終了）