# 入学試験問題集

令和3年度

金沢工業大学

#### 令和3年度 入学試験問題

#### ■ 一般試験A(1日目) 【1時限】 1 【2時限】 外国語(英語) ...... 【3時限】 15 26 41 国語 ※「国語」の問題は、著作権の関係により掲載しておりません。 ■ 一般試験A(2日目) 【1時限】 56 【2時限】 60 【3時限】 70 化学..... 81 93 国語 ※「国語」の問題は、著作権の関係により掲載しておりません。 ■ 一般試験B 【1時限】 110 【2時限】 114 【3時限】 120

注意:問題1 (1) から (4) 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) a,b を定数とする. 2 次不等式  $ax^2+x+b>0$  の解が -1< x<7 であるとき,  $a=\frac{\boxed{r}}{\boxed{\dot{p}}},b=\frac{\boxed{r}}{\boxed{\dot{x}}}$  である.

- (4) 整数 a, b について、a は 13 で割ると 2 余り、b は 13 で割ると 7 余る. このとき、4a+3b は 13 で割ると  $\boxed{9}$  余り、ab は 13 で割ると  $\boxed{\mathcal{F}}$  余る.

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

注意:問題1 (5) から (8) 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.

(5) 方程式 
$$(\log_3 x)^2 + \log_{\frac{1}{3}} x^2 = 8$$
 の解は  $x = \frac{1}{7}$ , イウ である.

(6)  $\triangle ABC$  と点 P が  $\overrightarrow{PA} + 2\overrightarrow{PB} + 5\overrightarrow{PC} = \overrightarrow{0}$  を満たしている. このとき,

$$\overrightarrow{AP} =$$
  $\boxed{ extbf{x} \overrightarrow{AB} + \boxed{ extbf{x} \overrightarrow{AC} } }$  であるから,2 点 A,P を通る直線が辺 BC と  $\boxed{ extbf{y} }$   $\boxed{ extbf{y} }$   $\boxed{ extbf{z}$   $\boxed{ extbf{z} }$   $\boxed{$ 

- (7) 座標平面において、円  $x^2+y^2-4x-6y+5=0$  上の点 P と 2 点 A(1,-1), B(-1,1) がある. このとき、 $\triangle$  PAB の面積が最大となるような点 P の座標は (「サー、「シー)である.
- (8) 関数  $f(x) = x^3 3x + 1$  について、曲線 y = f(x) を C とする。 a を 0 でない実数とするとき、C 上の点 (a, f(a)) における接線と曲線 C の共有点のx 座標は a, スセ a である。

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

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

問題 2  $\triangle$ ABC において、AB=3、AC=5、 $\cos\frac{A}{2}=\frac{3}{\sqrt{10}}$ である。 $\angle$ A の二等分線と辺BC の交点をD とする。

(1) 
$$\cos A = \begin{array}{|c|c|c|}\hline \mathcal{T} \\\hline \hline \mathcal{T} \\\hline \end{array}$$
 である.

(2) 
$$BC = \sqrt{\boxed{\raiset.}}$$
 である.

(3) 
$$\cos B = -\frac{1}{\sqrt{ | オカ |}}$$
 である.

問題 3  $a_1=5,\ b_1=3,\ a_{n+1}=3a_n+b_n,\ b_{n+1}=a_n+3b_n\ (n=1,2,3,\cdots)$  で定められた 2 つの数列  $\{a_n\},\ \{b_n\}$  がある.

$$\begin{array}{c} (1) \quad c_{n}=a_{n}+b_{n}, \ d_{n}=a_{n}-b_{n} \text{ とおくと, } \ c_{1}=\boxed{\ +\ }, \ d_{1}=\boxed{\ \smile\ } \end{array} \text{ であり,} \\ c_{n}=\boxed{\ \nearrow\ } \boxed{\ +\ } \boxed{\ }^{n}, \ d_{n}=\boxed{\ \lor\ } \boxed{\ }^{n} \quad (n=1,2,3,\cdots) \text{ である.} \\ \end{array}$$

(2) (1)の結果より,

$$a_n = \boxed{\mathcal{S}}^n + \boxed{\mathcal{F}}^{n-1}, \ b_n = \boxed{\mathcal{Y}}^n - \boxed{\mathcal{F}}^{n-1} \ (n=1,2,3,\cdots)$$
 
$$\text{\it Table 3.}$$

([数学 No. 1]-第2面の「3」の解答マーク欄で使用する欄は テ 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 放物線  $y=x^2-x-2$  を C ,直線 y=m(x+1) を  $\ell$  とする. C と x 軸で 囲まれた図形の面積を  $S_1$  とし, C と  $\ell$  で囲まれた図形の面積を  $S_2$  とする. ただし,m は定数で  $m \preceq -3$  とする.

- (2) C と  $\ell$  の共有点のx座標は  $\boxed{$  ウエ $}$  , m+  $\boxed{$  オ $}$  である.
- (3)  $S_{\scriptscriptstyle 2}$  が  $S_{\scriptscriptstyle 1}$  の 2 倍であるとき,

$$m = \boxed{\cancel{D}} + \boxed{\cancel{D}} \sqrt[3]{\cancel{D}}, \quad \boxed{\cancel{D}} + \boxed{\cancel{D}} \sqrt[3]{\cancel{D}}$$

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 ス までです.) (以上, 問題終了)

Ι.		)(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 がなさい。
(ア)	Have	you seen my scissors? I thought I put them the desk.
•	1.	for
	2.	from
	3.	on
	4.	to
(イ)	My bı	rother me to borrow his laptop computer to write my report.
	1.	allow
	2.	allowed
	3.	has allowing
	4.	is allowed
(ウ)	Please	e contact the city office for information about paying your taxes.
	1.	a lot
	2.	another
	3.	many
	4.	more
(工)		st, in the class was able to solve the math problem, so the teacher ned it to them.
	1.	anyone
	2.	everybody
	3.	nobody
	4.	someone
(才)		o you know what happened to his project? s as I know, the company decided to cancel it.
	1.	even
	2.	far
	3.	often
	4	soon

(カ)	The n	number of subjects enough to examine the effects of the new treatment.
	1.	aren't
	2.	doesn't
	3.	don't
	4.	isn't
(キ)	The re	oad I took to work this morning was under, so there was a lot of traffic.
	1.	construct
	2.	constructing
	3.	construction
	4.	constructive
(ク)	The co	ompany is by an experienced businesswoman.
•	1.	lead
	2.	leading
	3.	leads
	4.	led
(ケ)	The re	ental car must be returned no than 5:00 PM.
	1.	after
	2.	by
	3.	later
	4.	less
(コ)		cleaned her entire apartment, Rhonda was quite satisfied.
	1.	Had
	2.	Has been
	3.	Have been
	4.	Having

Π.	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 glad to finally see your new apartment! What's this?							
	B:	It's a bookshelf I bought last week.							
	A:	Last week? ()							
	B:	I want to paint it first, so I haven't started using it yet.							
	A:	I see. ()							
	B:	I haven't decided yet, but maybe green or yellow. Do you have any suggestions?							
	A:	HmmHave you considered red? (ウ)							
	В:	Oh, you're right. I hadn't thought of coordinating the colors of the furniture like that.							
	A:	White is another color that goes well with anything.							
	B:	That's true, but I prefer more exciting colors.							
	A:	() A bright red bookshelf would make the atmosphere of the room fun and interesting.							
	B:	You're right. ()							
	A:	In that case, you're going to need extra paint. Let's go buy some now!							
[	選択	肢]							
	1.	Do you have experience painting?							
	2.	I bought it online.							
	3.	I could also paint my coffee table red to match.							
	4.	Then it will match your sofa.							
	5.	Then red is probably the best for you.							
	6.	What color is it going to be?							
	7.	Who's your favorite author?							
	8.	Why haven't you put any books on it yet?							

	い。選択肢は、一回しか使えません。
A:	Thanks for calling Roberto's Restaurant. How may I help you?
B:	Hello. (
A:	Great! We'll need to schedule an interview, but can you tell me a little about your work experience first?
B:	Of course. (
A:	Fantastic! And what kind of food is your specialty?
B:	I'm comfortable cooking anything, but I have the most experience with Mexican food.
A:	Mexican food? ()
B:	That's no problem. I studied cooking in Italy for two years.
A:	Oh, wow!
B:	Yes, it was an amazing experience for me.
A:	<u>( ケ </u> )
B:	Certainly. How about Friday afternoon?
A:	That's perfect. ()
B:	Thank you. See you on Friday.

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

#### [選択肢]

**Ⅱ.** B

- 1. Dinner service ends at 10:00 PM.
- 2. How many customers do you usually serve every day?
- 3. I became a vegetarian last year.
- 4. I'm calling about your job advertisement in the newspaper.
- 5. I've been a chef at several restaurants for the past nine years.
- 6. Please come in at 2:00 PM, and bring a copy of your résumé.
- 7. So, can you come in for an interview this week?
- 8. You know this is an Italian restaurant, right?

Ⅲ. 次の英文は「趣味の種類」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 have at least one hobby that they enjoy doing in their free time. The idea of having a hobby has actually  $(\mathcal{T})$  for hundreds of years, and peoples' attitudes toward hobbies have changed over this time. Hobbies were once thought of as childish activities that serious people did not do, whereas today, having a hobby is considered normal and even good for one's health. Because of this,  $(\mathcal{A})$  types of hobbies are now common all over the world.

Hobbies can be divided into several broad categories, the first of which is "collecting." Collecting involves seeking out and  $( \dot{\mathcal{D}} )$  items, and it is one of the oldest forms of hobby. Collectors may look for general items, like antiques from around the world, or they may focus on something more specific, like toys made by a particular  $( \pm )$ . However, not all collectors look for physical items. Some focus on observing and recording things, like certain trains, aircraft, or birds.

Another category of hobby is "making and tinkering." Hobbies that involve making and tinkering have been ( $\Rightarrow$ ) since the late 19th century, when people in the United Kingdom became interested in model engineering—building models of things like steam engines, combustion engines, and trains. ( $\Rightarrow$ ) on, restoring cars, making plastic models, and building computers became common hobbies that can be classified as making and tinkering.

"Activity participation" is one of the most widespread forms of hobby, and many of these activities take place outdoors. Hiking, cycling, fishing, and skiing are all considered activity participation hobbies. There are two ( \ \ ) points with these kinds of hobbies. First, they usually provide some form of exercise, so they are considered healthy. Second, hobbies in this category are often done in groups, so they provide the opportunity to spend time with other people.

The final category of hobby is "liberal arts pursuits." Activities in this category often involve some kind of performance. For example, acting, magic, martial arts, and playing a musical instrument are all liberal arts pursuits. Hobbies in this category may  $( \mathcal{P} )$  in reaching a goal like performing a play, making a movie, or producing a music album. On the other hand, reading is also classified as a liberal arts pursuit, and it is one of the oldest and most widely enjoyed hobbies in the world.

Regardless of  $( \ \ \ \ \ )$  your hobby is, or which category it belongs in, research has shown that having hobbies is a valuable part of the human experience. They are considered beneficial to human development, and hobbies that we start as children may continue into adulthood, helping us make friends and relieve stress throughout our lives.  $(\ \ \ \ \ )$  hobbies in old age can also keep our minds active and encourage socialization. So, no matter how old you are, it is important to make time for your hobbies.

(ア)	1.	consistent	2.	existed	3.	history
	4.	invention	5.	slowly		
(イ)	1	moreover	2	neither	3.	selects
(1)		study		various	٥.	
(ウ)	1.	acquiring	2.	buy	3.	complain
	4.	fact	5.	mysterious		
(エ)	1.	company	2.	gift	3.	manufacturing
		rare		uncertain		8
(オ)	1	join	2	popular	3.	research
(/4 )		vehicle	5.		٥.	
( > )			_	_		
(カ)		From	2.	Later	3.	Once
	4.	Still	5.	Thus		
(キ)	1.	appealing	2.	decision	3.	interestingly
	4.	move	5.	socialize		
(ク)	1.	audience	2.	identify	3.	knowledge
, ,		result	5.	•		S
(ケ)	1	if	2.	some	3	that
		then		what	٥.	tiiat
	⊣.	шен	۶.	wnat		
(3)	1.	Maintaining	2.	Medicine	3.	Poorly
	4.	Retire	5.	Something		

IV.	の空欄に語または句を最	も適 にく	切な順番に並べた場合、 るものも小文字で書いて	<u>3</u> 種であり	英文になるように、各英文 番目にくるものの番号を選 ります。また、必要なコン は使用しません。]
(ア)	当店では、この種類の2 This			いま	ं के .
	<ol> <li>is</li> <li>smartphone</li> </ol>		of type	3.	selling
(イ)	私が怒っているのを知っ	•	彼はあえて私を見よう ne because he knew that		-
	<ol> <li>at</li> <li>look</li> </ol>		dare wouldn't	3.	he
(ウ)	私の飼い犬は、前よりも My dog				e.
	1. as 4. many	2.	dog twice	3.	
(工)	人間は他の惑星に移住し Some scientists say that l				•
	<ol> <li>another</li> <li>migrate</li> </ol>	2. 5.	have to	3.	
(才)	未来に何が起こるかなん	·			
	1. is	2.	rill happen in the future.	3.	telling
	4. there	5.	what		

- V . 次の(ア)~(オ)の下線部分 $1\sim4$ 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 $\sim$ コは使用しません。]
- The Naki Sumo Crying Baby Festival features a contest in which small babies compete against each other. The babies are held in the arms of adult sumo wrestlers in the middle of a sumo ring. And while fighting may sometimes be seen as a sign of weakness, the first baby to do it during the match is actually the winner! It is believed that a crying baby has the ability to ward off evil spirits, and that a baby with a powerful cry will grow up strong and healthy. The contests take place at shrines throughout Japan, and the sumo wrestlers use different techniques to get their baby to cry first. Some make loud noises or scary faces, while others bounce the baby in their arms. Although most of the participants are Japanese, some non-Japanese parents have begun entering their babies in the contests in order to see if they have what it takes to be a crying champion.
- After a volcano erupts, the central part can fall in on itself, forming a crater known as a caldera. Crater Lake National Park, located in Oregon in the United States, is home to a particularly beautiful example of a caldera. Its main feature, as its name suggests, 2 is Crater Lake, which formed inside the caldera following a volcanic eruption over 7,000 years ago. No rivers flow into the lake, so the main source of its dark blue water is snowfall. With a depth of 594 meters, it is the deepest lake in the United States and 3 the ninth deepest in the world. Crater Lake has two islands: Wizard Island, the result of volcanic activity, and Phantom Ship, the result of geological activity. The lake's floor continues to experience hydrothermal activity, which suggests that geological changes may continue to affect the lake's name in the future.

- of the city caused crowded living conditions and the loss of green spaces. This left little time for people to experience nature. Central Park, in the middle of the city, was designed to be a place where all people, regardless of wealth, social status, or country of origin, could enjoy nature. It opened in 1858, and though there were periods when 2 the park was not properly maintained, it has remained an important part of the city.

  3 Even today, local people and tourists from all over the world can take part in activities such as ice skating in the winter and biking and running in the warmer seasons.

  Anyone who has the chance to visit New York City should take some time to enjoy the natural setting and the many activities Central Park has to offer.
- The process of selling chocolate starts with the cocoa tree. These trees produce fruit

  1 pods, inside of which are cocoa beans. It is from the cocoa beans that chocolate is

  made. First, the beans are separated from the pods and put into large boxes to ferment

  for about a week. Then, they are placed under the sun to dry for another two weeks.

  The dried beans are next roasted and crushed to form a thick paste known as "cocoa

  3 liquor." The liquor, along with other ingredients, is then cooked and mixed

  continuously for up to three days to create liquid chocolate. After that, the liquid

  chocolate is heated and cooled repeatedly, which gives the chocolate its familiar

  smooth texture. Finally, it is left to harden into solid chocolate.

(才) The blue whale is thought to be the largest animal to have ever existed. Even larger and heavier than any dinosaur, the size of the blue whale is difficult to imagine just by looking at the numbers. They have been measured at over 29 meters long, which is about two meters longer than an N700 Series Shinkansen end car. One blue whale can weigh as much as 173,000 kilograms—about the same as 33 elephants. It's also no surprise that this animal has the largest heart in the world, weighing up to 180 kilograms. In conclusion, the average sumo wrestler only weighs 150 kilograms.

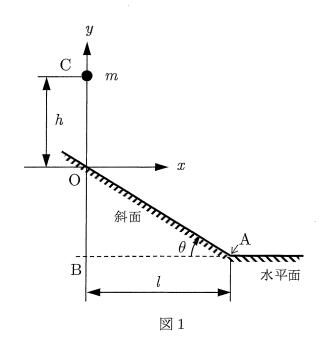
3
When they are born, blue whale calves are over seven meters long and weigh nearly 3,000 kilograms. That's a big baby! The blue whale's size is just one impressive feature of this amazing animal.

[以上、試験問題終了]

### 物理 I

次のr ~  $\Box$  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、 $\Box$  か 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。

図 1 のように、水平面と、水平面となす角度が $\theta$  [rad]  $\left(0 < \theta < \frac{\pi}{2}\right)$  のなめらかな斜面が点 A でなめらかにつながっている。点 A から水平に距離 l [m] の点 B の鉛直方向の真上の斜面上に点 O をとり、xy 座標軸の原点 O とする。原点 O から水平方向にx 軸、鉛直方向にy 軸をとる。重力加速度の大きさをg  $[m/s^2]$  とし、また、空気の影響は無視できるものとする。このとき、



ア、イの (0) -l (1) l (2)  $-l\sin\theta$  (3)  $l\sin\theta$  解答群 (4)  $-l\cos\theta$  (5)  $l\cos\theta$  (6)  $-l\tan\theta$  (7)  $l\tan\theta$ 

原点Oの真上の点Cの座標を(0,h) [m] とする。質量m [kg] の小球を点Cから自由落下させた。ただし、小球はxy 平面内で運動するものとする。

点 Oで斜面と衝突する直前の速さ V=  $\bigcirc$   $\bigcirc$   $\bigcirc$   $\boxed{m/s}$  であり、衝突直後の速度は  $(v_x,0)$   $\boxed{m/s}$  となった。ここで、  $v_x=$   $\boxed{\texttt{x}}$   $\boxed{m/s}$  である。

エの (0) V (1)  $\frac{V}{\sin \theta}$  (2)  $\frac{V}{\cos \theta}$  (3)  $\frac{V}{\tan \theta}$  解答群 (4)  $V \sin \theta$  (5)  $V \cos \theta$  (6)  $V \tan \theta$ 

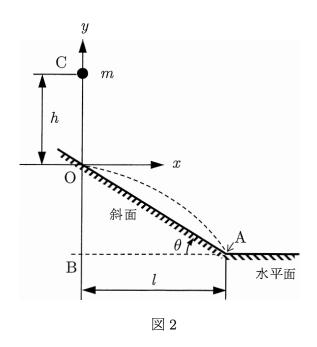
小球と斜面との間の反発係数(はね返り係数)をeとすると,e= オ と表せる。この 力 こに,V= ウ [m/s], $v_x=$  エ [m/s]を代入すると,e= キ が得られる。

オ、カの (0) V (1)  $V\sin\theta$  (2)  $V\cos\theta$  (3)  $V\tan\theta$  解答群 (4)  $v_x$  (5)  $v_x\sin\theta$  (6)  $v_x\cos\theta$ 

第答群 (0)  $\frac{1}{\sin^2 \theta}$  (1)  $\frac{1}{\cos^2 \theta}$  (2)  $\frac{1}{\tan^2 \theta}$  解答群 (3)  $\sin \theta$  (4)  $\cos \theta$  (5)  $\tan \theta$  (6)  $\sin^2 \theta$  (7)  $\cos^2 \theta$  (8)  $\tan^2 \theta$ 

(計算用余白)

( 次ページに続く )



 $\rho$  の  $\rho$  (0)  $\frac{v_x}{l}$  (1)  $\frac{V}{l}$  (2)  $\frac{l}{v_x}$  (3)  $\frac{l}{V}$  解答群 (4)  $v_x l$  (5) V l

(0)  $2h \tan \theta$  (1)  $2h \tan^2 \theta$  (2)  $2h \tan^3 \theta$  (3)  $2h \tan^4 \theta$  解答群 (4)  $4h \tan \theta$  (5)  $4h \tan^2 \theta$  (6)  $4h \tan^3 \theta$  (7)  $4h \tan^4 \theta$ 

重力加速度の大きさを  $g=9.8~\mathrm{m/s^2}$  とし, $h=10~\mathrm{m}$  ,  $\tan\theta=0.50$  とすると, l=  $\boxed{ }$  サ .  $\boxed{ }$   $\boxed{ }$ 

(計算用余白)

# 物理Ⅱ

次の「アー~「オー」、「ケー~「セー」、「ター~「ナーに適する数字を入れよ。必要なら ば、四捨五入して答えよ。ただし、アーには0以外の数字を入れよ。また、カー~ クー, ソーには解答群から最も適する答えを選んでその番号を入れよ。

1. 図1のように、軽くてなめらかに動くピス トンで、底面積が 30 cm<sup>2</sup> の円筒容器に空気 を密閉したところ,円筒容器の底からピストン の下面までの高さは26 cm であった。ピストン の上に質量がW[kg]のおもりをのせると、ピ ストンの高さは20 cm になって静止した。大気  $E1.0 \times 10^5$  Paで、容器内の空気の温度は一定 だったとすると、おもりをのせた円筒容器内の

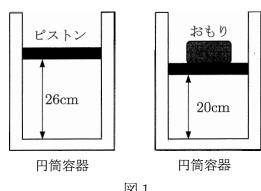


図 1

空気の圧力は, $\boxed{r}$ . $\boxed{1}$   $\times 10^{\boxed{9}}$  Pa である。ただし,空気は理想気体とみなせるものと する。

重力加速度の大きさを  $g=9.8~\mathrm{m/s^2}$  とすると、ピストンにのせたおもりの質量 W=エ . オ kg である。

シャルルは、圧力が一定の条件において、一定質量の気体の温度が1K上昇するごとに、 気体の体積は  $0^{\circ}$ のときの体積の $\frac{1}{27}$ ずつ増加することを発見した。したがって、 $0^{\circ}$ の ときの気体の体積を $V_{_0}$   $[\mathrm{m}^3]$ とし,t  $[^{\infty}]$  のときの気体の体積をV  $[\mathrm{m}^3]$  とすると,V=カ  $[\mathrm{m}^3]$  が成り立つ。t  $[\infty]$  と 絶対温度 T  $[\mathrm{K}]$  との間には,t=T-27 3 の関係が あるので, $\frac{V}{T}$  =  $\begin{bmatrix} \mathbf{m}^3/\mathbf{K} \end{bmatrix}$  が得られ,この式から,一定圧力の気体の体積は絶対温度に 

がの解答群 
$$V_0\left(\frac{273-t}{273}\right)$$
 (1)  $V_0\left(\frac{273+t}{273}\right)$  (2)  $V_0\left(\frac{273}{273-t}\right)$  (3)  $V_0\left(\frac{273}{273+t}\right)$ 

(1)  $\frac{27}{V}$ (2)  $\frac{V_0}{27.3}$ キの (0) 27 3 解答群

ク の (0) 依存しない (1) 比例 解答群	する (2) 反比例する
--------------------------------	--------------

(計算用余白)

2. 気温がt[℃] のとき,音速は  $332 + 0.600 \times t$  [m/s] で与えられる。以下,風は吹いてい ないものとする。

同じ場所に 2 つの音源 A, B があり、音源 A は固定され、音源 B は、はじめ静止してい た。

まず, 気温が10.0℃の状況下で, 音源 A のみから, 振動数676 Hzの音を発し続けた。 このとき,

音速は, 一ケー 

A から伝わる音の波長は、 | シ | | ス | . | セ | cm である。

Aから離れた場所に静止していた観測者が A の音を聞いたのちに, 一定の速さで A に向 かってまっすぐに近づいた。観測者が A に近づきながら聞く, A の音の高さは, この観測 者が静止していたときに聞いた A の音の高さ | ソ |。

ソの 解答群

(0) と同じである (1) よりも低く聞こえる (2) よりも高く聞こえる

次に、音源 A から振動数 676 Hz の音を発しながら、音源 B から振動数が未知の音を発し 続けたところ、Bからの音は、波長 $\lambda$  [cm]で伝わった。AとBのすぐそばに静止していた 観測者は1.00 s 間にちょうど 4 回のうなりを観測した。気温は10.0 ℃のままであった。

その後、この観測者と A を結ぶ直線上を、一定の速さv [m/s] で B を遠ざけたところ、 この観測者が観測するうなりは消失した。ただし、Bから発している音は、この観測者に聞 こえているものとする。このとき,

 $v = |\beta| \cdot |\mathcal{F}| \cdot |\mathcal{Y}|$  m/s  $\mathcal{F}$   $\mathcal{$ 

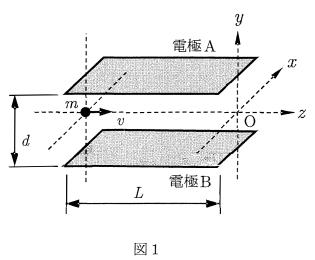
B を遠ざける前に B から観測者へ伝わる音の波長  $\lambda = |$  テ |ト|.|ナ|cm である。

(計算用余白)

#### 物理Ⅲ

次の $[T] \sim [t]$ 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、 $[t] \sim [t]$  には適する数字を入れよ。ただし、 $[t] \sim [t]$  には  $[t] \sim [t]$  には  $[t] \sim [t]$  には  $[t] \sim [t] \sim [t]$  には  $[t] \sim [t] \sim$ 

図 1 のように,真空中に,原点が 0 の xyz 座標系をとり,面積が等しく,z 軸に平行な辺の長さが L [m] の長方形の 2 枚の電極 A B が,z 軸を中央にはさんで互いに向かい合って,間隔 d [m] で,xz 平面に平行に置かれている。電極 A B が置かれている位置の y 座標は,それぞれ, $y=\frac{d}{2}$  [m] , $y=-\frac{d}{2}$  [m] であり,極板 A B は,z 座標が -L [m] から 0 m の範囲内にある。



第1の実験で,この電極間に電位差 V[V] を与えた。2 枚の電極間に発生する一様な電場(電界)の大きさ E= T V[M] である。ただし,電極の周辺部の影響は無視できるものとする。

図1のように,電極の左端から,質量m [kg] ,電気量-e [C] (e>0) の電子を,z 軸上をz 軸の正の向きに,速さv [m/s] で入射させたところ,電子の進行方向がy 軸方向に変化し,電極右端(z=0 m )におけるy 軸方向の電子の変位が $y_E$  [m]  $\left(0 < y_E < \frac{d}{2}\right)$  であった。ここで,電子に作用する重力は電場から受ける力よりも十分に小さく,無視できるものとする。このとき,

電子がこの電場から受ける力の大きさ  $F_{\rm E}=$   $\boxed{1}$  [N] である。

電子が,z座標が -L [m] から 0 m までの距離を通過する時間 t= | x | [s] である。

電極右端( $z=0\,\mathrm{m}$  )における,y軸方向の電子の変位  $y_{\mathrm{E}}=$  」  $[\mathrm{m}]$  である。 電極 A は, | カ | 。

解答群

(0)  $\frac{V}{d^2}$  (1)  $\frac{V}{d}$  (2)  $\frac{d^2}{V}$  (3)  $\frac{d}{V}$  (4) Vd

イの

解答群

 $(0) \frac{E}{e} \qquad (1) \frac{V}{e} \qquad (2) eE \qquad (3) eV$ 

ウの

 $(0) \frac{mE}{e} \qquad (1) \frac{mV}{e} \qquad (2) meE \qquad (3) meV$ 

解答群

 $(4) \frac{E}{me} \qquad (5) \frac{V}{me} \qquad (6) \frac{eE}{m} \qquad (7) \frac{eV}{m}$ 

エの 解答群

(0)  $\frac{v}{L}$  (1)  $\frac{L}{v}$  (2) Lv (3)  $\left(\frac{v}{L}\right)^2$  (4)  $\left(\frac{L}{v}\right)^2$  (5)  $(Lv)^2$ 

オの

(0)  $\frac{eEL}{2mv}$  (1)  $\frac{eEL}{mv}$  (2)  $\frac{eEL}{2mv^2}$  (3)  $\frac{eEL}{mv^2}$ 

(4)  $\frac{eEL^2}{2mv}$  (5)  $\frac{eEL^2}{mv}$  (6)  $\frac{eEL^2}{2mv^2}$  (7)  $\frac{eEL^2}{mv^2}$ 

カの.

(0) 陽極である (1) 陰極である

解答群

(2) 陽極であるか、陰極であるか、判断できない

(計算用余白)

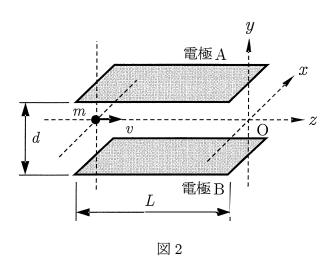
(次ページに続く)

第 2 の実験で,図 2 のように,電極 A, B 間の電位差を 0 V とし,A, B 間に磁束密度の大きさ B [T] の一様な磁場(磁界)を与えて,電極の左端から,質量 m [kg] ,電気量 -e [C] (e>0) の電子を,z 軸上を z 軸の正の向きに,速さ v [m/s] で入射させたところ,この電子の運動の軌跡は円弧状となり,電極右端(z=0 m)における y 軸方向の電子の変位が  $y_B$  [m]  $\left(-\frac{d}{2} < y_B < 0\right)$  であった。ここで,電子に作用する重力は磁場から受ける力と比べて十分に小さく,無視できるものとする。このとき,

電極右端におけるy軸方向の変位がこのようになるための、磁場の向きは + である。 円弧の半径をr[m]とすると、電子に作用する向心力の大きさは、 $\boxed{2}$  [N] である。

電子が磁場から受けるローレンツ力の大きさ  $F_{\rm L}=$  f [N] である。

電子の比電荷  $\frac{e}{m}=$   $\boxed{\Box}$  [C/kg] である。



 キの 解答群
 (0) x軸の正の向き (2) y軸の正の向き (3) y軸の負の向き (4) z軸の正の向き (5) z軸の負の向き

タの  $\begin{pmatrix} 0 \end{pmatrix} \frac{mv}{r^2}$   $\begin{pmatrix} 1 \end{pmatrix} \frac{mv}{r}$   $\begin{pmatrix} 2 \end{pmatrix} \frac{mv^2}{r}$  解答群  $\begin{pmatrix} 3 \end{pmatrix} mrv$   $\begin{pmatrix} 4 \end{pmatrix} mr^2v$   $\begin{pmatrix} 5 \end{pmatrix} mrv^2$ 

コの  $\begin{pmatrix} 0 \end{pmatrix} \frac{1}{rvB}$   $\begin{pmatrix} 1 \end{pmatrix} \frac{B}{rv}$   $\begin{pmatrix} 2 \end{pmatrix} \frac{v}{rB}$  解答群  $\begin{pmatrix} 3 \end{pmatrix} \frac{r}{vB}$   $\begin{pmatrix} 4 \end{pmatrix} \frac{rv}{B}$   $\begin{pmatrix} 5 \end{pmatrix} rvB$ 

次に、電場を第1の実験と同じ向きに、磁場を第2の実験の + に、同時に発生させ、電子が電場から受ける力と磁場から受けるそれぞれの力の大きさを調節する。そうすることで、y 軸上において電場による変位と磁場による変位が打ち消され、電子をz 軸上で直進させることができる。このとき、

電場の大きさ E[V/m],磁束密度の大きさ B[T] を用いると,電子の速さ v= [m/s] である。

サの (0)  $\frac{1}{BE}$  (1)  $\frac{E}{B}$  (2)  $\frac{B}{E}$  (3) BE

電場の大きさ  $E=6.0\times10^3~{
m V/m}$ , 磁束密度の大きさ  $B=2.4\times10^{-3}~{
m T}$  の条件下で,電子がz軸上を直進した。このとき,

電子の速さは、 $v=\begin{bmatrix} \dot{\nu} \end{bmatrix}$ .  $\begin{bmatrix} \mathbf{z} \end{bmatrix} \times 10^{\boxed{\upsilon}}$  m/s である。

また、電場がないとき、電子の運動の軌跡は円弧状となり、この円の半径  $r=5.8\times10^{-3}~\mathrm{m}$  であった。このとき、

電子の比電荷  $\frac{e}{m}=$   $\boxed{\mathcal{Y}}$ .  $\boxed{\mathcal{F}}$   $\boxed{\mathcal{Y}}$  C/kg である。

(計算用余白)

(以上,物理問題終了)

# 化学 I

次のア~手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  $8.31\times10^3$  Pa·L/(K·mol),ファラデー定数は  $9.65\times10^4$  C/mol とする。

(1) 以下の文章は混合物を分離する方法について述べたものである。

蒸留は液体の混合物から [ア] の違いを利用して、特定の純物質を分離する方法である。溶解度の差を利用して分離する方法のうち、温度によって溶解度が異なることを利用して純物質を析出させる操作を [イ] といい、 [ウ] によって溶解度が異なることを利用して特定の物質を分離する操作を抽出という。抽出の例として、ヨウ素とヨウ化カリウムの混合水溶液を分液ロートに入れ、そこにヘキサンを加えてよく振った後、しばらく放置すると、上層と下層に分離する。このとき、上層のヘキサンには A の大部分が溶け込み、下層には B が残る。ここで、 [エ] である。

アの	(0) 融点	(1) 沸点	
解答群	(2) 粒子の大きさ	(3) 溶解度	

イの (0) ろ過 (1) 分留 解答群 (2) 再結晶 (3) 昇華法

 ウの
 (0) 圧力
 (1) 容器の容積

 解答群
 (2) 溶媒

 エの
 (0) Aはヨウ素, Bはヨウ化カリウム

 解答群
 (1) Aはヨウ化カリウム, Bはヨウ素

(2) 酸化還元反応は、物質中の原子の酸化数が変化する反応であり、原子のとりうる酸化数は元素ごとに決まっている。例えば、 $O_2$ 分子中の酸素原子の酸化数は $O_2$ 分子中の酸素原子の酸化数は $O_3$ 分子中の酸素原子の酸化数は $O_4$ 0、である。

次の反応式(a)~(e)のうち、酸化還元反応であるものは「キ」である。

(a) 
$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$$

(b) 
$$Cu + 4HNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$$

(c) NaClO + 2HCl 
$$\longrightarrow$$
 NaCl + H<sub>2</sub>O + Cl<sub>2</sub>

(d) 
$$2Al + 3H_2O \longrightarrow Al_2O_3 + 3H_2$$

(e) 
$$(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2NH_3 + 2H_2O$$

	オ,カの解答群	(0) 0	(1) +1
		(2) $+2$	(3) +3
		(4) + 4	(5) +5
		(6) + 6	(7) -1
		(8) $-2$	(9) -3

	(0)	(a) と (b) と (c)	(1)	(a) \( \b) \( \c) (d)
· .	(2)	(a) \( \b) \( \c) (e)	(3)	(a) \( \begin{array}{c} (c) \( \begin{array}{c} (d) \end{array} \)
キの 解答群	(4)	(a) \( \c) \( \c)	(5)	(a) \( \)(d) \( \)(e)
/17 🖸 417	(6)	(b) \( \c) \( \c)	(7)	(b) ≥ (c) ≥ (e)
	(8)	(b) \( \)(d) \( \)(e)	(9)	(c) \( \)(d) \( \)(e)

(3) アンモニアは弱塩基であり、水溶液中で次の電離平衡が成り立っている。

 $NH_3 + H_2O \implies NH_4^+ + OH^-$ 

このとき,アンモニアの初濃度をc [mol/L],電離度を $\alpha$ とすると,電離定数  $K_b$ は,  $\boxed{\rho}$  [mol/L] と表すことができる。また,電離度 $\alpha$ が 1 より十分に小さいとき,水のイオン積  $K_w$  を用いると,このときのアンモニア水溶液の水素イオン 濃度  $\boxed{H^+}$ は  $\boxed{\rho}$  [mol/L] と表すことができる。

例えば、25°Cにおいて、アンモニアの初濃度が 0.40 mol/L、アンモニアの電離定数  $K_b$ が  $2.3\times10^{-5}$  mol/L であるとき、水酸化物イオン濃度  $[OH^-]$ は  $\Box$  となり、この水溶液の pH は  $\Box$  となる。ただし、25°Cにおける水のイオン積  $K_w=1.0\times10^{-14}$  (mol/L)²、 $\log_{10}2.3=0.36$ , $\log_{10}3.0=0.48$ , $\sqrt{2.3}=1.5$ , $\sqrt{57.5}=7.58$  とする。

また、アンモニアの水溶液に塩化アンモニウムを加えた水溶液は、 シ を示すため、少量の塩酸や水酸化ナトリウム水溶液を加えたときの pH の変化は小さい。

	(0) c	(1) cα	(2) $c(1-\alpha)$
クの 解答群	$(3)  \frac{c}{1-\alpha}$	$(4)  \frac{c\alpha}{1-\alpha}$	$(5)  \frac{c\alpha^2}{1-\alpha}$
	$(6)  \frac{c^2}{(1-\alpha)^2}$	$(7)  \frac{1-\alpha}{c\alpha}$	$(8)  \frac{(1-\alpha)^2}{c\alpha^2}$

	$(0)$ $cK_{b}K_{c}$	(1)	$\frac{K_{ m b}K_{ m w}}{c}$	(2)	$\sqrt{rac{K_{ m b}K_{ m w}}{c}}$
ケの解答群	(3) $\frac{cK_{\rm b}}{K_{\rm w}}$	(4)	$\frac{K_{\rm w}}{cK_{\rm b}}$	(5)	$\sqrt{cK_{ m b}K_{ m w}}$
	(6) $\frac{\sqrt{cK_b}}{K_w}$	(7)	$\frac{K_{ m w}}{\sqrt{cK_{ m b}}}$	(8)	$\sqrt{rac{K_{ m w}}{cK_{ m b}}}$

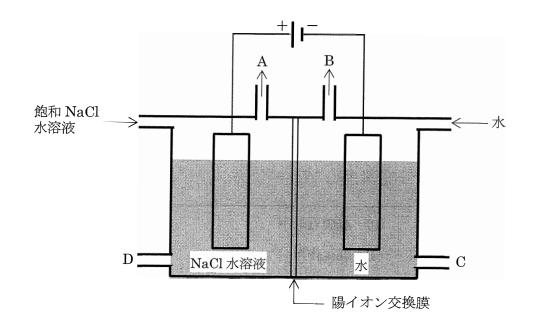
コの解答群	(0) 9.2×10 <sup>-6</sup>	(1) 6.0×10 <sup>-4</sup>
	(2) $9.2 \times 10^{-4}$	(3) $1.2 \times 10^{-3}$
	$(4) 1.8 \times 10^{-3}$	(5) $3.0 \times 10^{-3}$
	(6) $6.0 \times 10^{-3}$	(7) $1.2 \times 10^{-2}$
	(8) $1.8 \times 10^{-2}$	$(9) \cdot 3.0 \times 10^{-2}$

サの解答群	(0) 1.30	(1) 2.42
	(2) 3.00	(3) 3.36
	(4) 9.36	(5) 10.00
	(6) 10.64	(7) 11.12
	(8) 11.48	(9) 12.48

2.0	(0) 凝固点降下	(1) 緩衝作用
シの   解答群	(2) 乳化作用	(3) 触媒作用
71 11 41	(4) 感光性	(5) 還元性

(4) 飽和塩化ナトリウム水溶液と水を陽イオン交換膜で区切った図のような電解装置がある。両極とも炭素電極を用いて電気分解したとき、Aから発生する気体はス、Bから発生する気体はである。また、Cからは純度の高いソーを得ることができる。

 $0.50\,\mathrm{A}$  の電流で一定時間,電気分解を行った後に,回収された気体  $\mathrm{A}$  が標準状態で  $448\,\mathrm{mL}$  だったとき,流れた電子は  $\boxed{g}$  mol である。このとき,電気分解を行った時間は  $\boxed{f}$  秒である。ただし,発生した気体  $\mathrm{A}$  は水溶液に溶けないものとする。



	(0) H <sub>2</sub>	(1) O <sub>2</sub>
ス, セの 解答群	(2) Cl <sub>2</sub>	$(3)  \mathrm{CO}_2$
731 [4.4]	(4) HCl	(5) H <sub>2</sub> O

N.O.	(0) Na	(1) NaCl
ソの 解答群	(2) H <sub>2</sub> O	(3) NaOH
737 12 747	(4) 塩酸	(5) NaHSO <sub>4</sub>

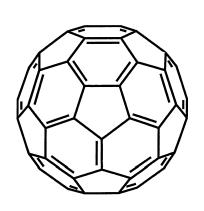
<b>h</b> n	(0)	0.010	(1)	0.020
タの 解答群	(2)	0.040	(3)	0.080
77 6 47	(4)	0.16	(5)	0.32

	(0)	$1.9 \times 10^{3}$	(1)	$3.9 \times 10^{3}$
チの 解答群	(2)	$7.7 \times 10^{3}$	(3)	$9.7 \times 10^{3}$
7,776 47	(4)	$1.5 \times 10^4$	(5)	3.1×10 <sup>4</sup>

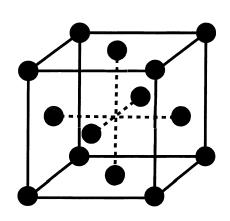
## 化学Ⅱ

(1) 黒鉛とダイヤモンドのように、同じ元素から構成されているが、性質の異なる単体を T という。炭素の T として、フラーレンと呼ばれるサッカーボール状の多面体構造の炭素分子  $C_{60}$  が発見されている。この多面体構造は正六角形 20 個、正五角形 12 個からできていて、炭素原子は 60 個ある頂点に存在し、分子内の炭素間の結合は共有結合である。 $C_{60}$  分子の分子量は T である。 $T_{60}$  である。 $T_{60}$  分子間に働く弱い引力(分子間力)によって集合し、規則正しく配列した分子結晶を作る。この分子結晶の単位格子は、面心立方格子で表され、格子中の点それぞれに  $T_{60}$  分子が存在している。単位格子の体積が  $T_{60}$   $T_{60}$ 

 $C_{60}$ の燃焼熱は、 $26110 \, kJ/mol$  と報告されている。一方、黒鉛、ダイヤモンドの燃焼熱はそれぞれ  $394 \, kJ/mol$ 、 $396 \, kJ/mol$  である。黒鉛から  $C_{60}$  が生成する反応は  $\Box$  であることがわかる。また、燃焼熱から考えると、これら 3 種類の炭素のうち、最も不安定なのは  $\Box$  である。



C60の分子構造



面心立方格子

70	(0) 同位体	(1) 同素体
アの 解答群	(2) 同族体	(3) 異性体
77, 4	(4) 重合体	(5) 錯体
		***
イの	(0) 6	(1) 12
解答群	(2) 32	(3) 60
	(4) 720	(5) 2880
	(0) 0.17	(1) 0.28
ウの	(2) 0.43	(3) 0.84
解答群	(4) 1.7	(5) 2.8
	(6) 4.3	(7) 8.4
エの解答群	(0) 吸熱反応	(1) 発熱反応
オの	(0) 黒鉛	(1) ダイヤモンド
解答群	(2) $C_{60}$	

(2) 二酸化炭素の固体はドライアイスと呼ばれる。ドライアイスは 1.01×10<sup>5</sup> Pa の下で、一79℃で昇華して 力。乗用車の室内にドライアイス 3.3 kg を置き、窓を開けない密室状態でドライアイスを全て昇華させた。乗用車の室内の容積は 3000 Lとし、昇華した二酸化炭素は室外には漏れず、室内の温度は 27℃のまま一定を保ち変化しないものと仮定する。この条件の下では、二酸化炭素の分圧は キ Pa 増加する。

カの解答群	<ul><li>(0) 周りに熱を与える</li><li>(1) 周りから熱を奪う</li><li>(2) 周りと熱をやり取りしない</li></ul>	

2.0	(0) $2.7 \times 10^3$	(1) $5.7 \times 10^3$
キの 解答群	(2) $6.2 \times 10^3$	(3) $2.7 \times 10^4$
7,17,12,41	(4) $5.7 \times 10^4$	(5) $6.2 \times 10^4$

$$6CO_2$$
(気) +  $6H_2O$ (液) =  $C_6H_{12}O_6$ (固) +  $6O_2$ (気) +  $Q$  [kJ]

 $CO_2$ (気),  $H_2O(液)$ ,  $C_6H_{12}O_6$ (固)の生成熱はそれぞれ 394 kJ/mol, 286 kJ/mol, 1277 kJ/mol であることから,Qは「コ」と計算できる。

このような植物の光合成にヒントを得て、 $CO_2$ を人工的にメタノール  $CH_3OH$ 、ギ酸 HCOOH、ホルムアルデヒド HCHO などの有用な物質に変換する人工光合成の研究が進められている。この人工光合成のプロセスでは  $CO_2$  は順次、  $\boxed{ + }$  されていくので、ギ酸とホルムアルデヒドとメタノールでは  $\boxed{ > }$  が先に生成すると考えられる。

ク, ケの 解答群	<ul><li>(0) 熱エネルギー</li><li>(2) 運動エネルギー</li></ul>	<ul><li>(1) 光エネルギー</li><li>(3) 化学エネルギー</li></ul>
コの解答群	<ul> <li>(0) 597</li> <li>(2) 1957</li> <li>(4) 2803</li> <li>(6) 5357</li> </ul>	(1) -597 (3) -1957 (5) -2803 (7) -5357
サの 解答群	(0) 酸化	(1) 還元
シの解答群	<ul><li>(0) ホルムアルデヒド</li><li>(2) メタノール</li></ul>	(1) ギ酸

- (4) 次の(a)~(f)の記述に最も関係の深い事柄はどれか。
  - (a) Al 粉末と Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の混合物に点火するど、大量の熱を発生し、融解した鉄の 単体が得られる。
  - (b) NaCl の飽和水溶液に、HCl を吹き込むと、NaCl が沈殿する。

セ

(c) アルミニウム表面に人工的に酸化被膜を作り、耐久性を高める。

ーソ

(d) 日本の河川水は一般に Ca<sup>2+</sup>や Mg<sup>2+</sup>をほとんど含まない。

タ

(e) 水とゼラチンを混ぜて冷やすとゼリーができる。

F

(f) 純粋な水を冷却すると液体のまま、凝固点よりも低温になることがある。

ツソ

ス〜ツの解答群	<ul><li>(0) 過冷却</li><li>(2) 不均一触媒</li><li>(4) オストワルト</li><li>(6) アルマイト</li><li>(8) 軟水</li></ul>	<ol> <li>(1) 凝固点降下</li> <li>(3) 共通イオン効果</li> <li>(5) テルミット</li> <li>(7) ゲル化</li> <li>(9) 硬水</li> </ol>
---------	---	--

## 化学 🎞

次の $[T] \sim [h]$  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 とする。

(	1)	жn (	(a)	から	(A)	けアミ	ノ酸レス	タンパ	ク質の性質	きについ	て述べた	t. 0	である
1	T)	かりし	(a)	N <sup>-</sup> り	(u)	14/ ベ	ノ政につ	ハンノバ	ノ貝ツゴエ貝	しいしつい	し述。こ	もり	$(\alpha) \otimes_{\alpha}$

- (a) 主要な $\alpha$ -アミノ酸のうち、 $\boxed{r}$  以外は不斉炭素原子をもつので、 $\boxed{1}$  が存在する。
- (b) アミノ酸の水溶液に ウ を加えて温めると, アミノ酸中の エ と反応して 紫色を呈する。
- (c) ある $\alpha$ -アミノ酸分子の  $\boxed{ エ }$  と別の $\alpha$ -アミノ酸分子の  $\boxed{ オ }$  との間で脱水 縮合すると  $\boxed{ カ }$  結合ができる。
- (d) タンパク質の構造は一次構造から四次構造まである。そのうちαーヘリックス 構造やβーシート構造などのポリペプチド鎖にみられる基本構造はタンパク質 の「キ」構造とよばれている。

 アの
 (0) グルタミン酸
 (1) グリシン

 解答群
 (2) フェニルアラニン
 (3) アラニン

イの (0) シスートランス異性体 (1) 鏡像異性体 解答群 (2) 構造異性体

(0) フェノールフタレイン溶液
 ウの (1) ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液
 解答群 (2) 塩化鉄(III)水溶液
 (3) ニンヒドリン溶液

エ, オの(0) アミノ基(1) カルボキシ基解答群(2) ヒドロキシ基(3) ニトロ基

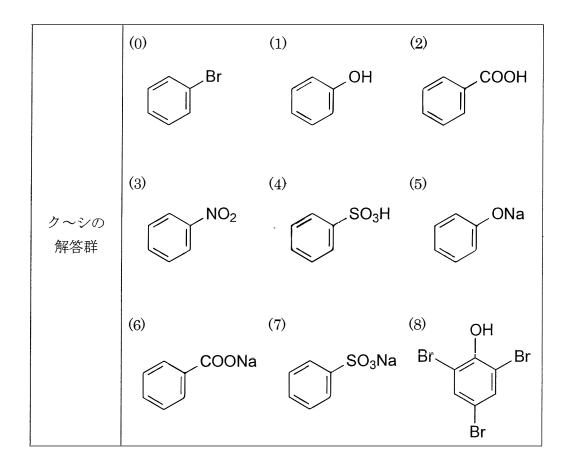
 カの
 (0) 水素
 (1) ジスフィルド

 解答群
 (2) ペプチド
 (3) エステル

 キの
 (0) 四次
 (1) 一次

 解答群
 (2) 二次
 (3) 三次

(2) ベンゼンを濃硫酸とともに加熱すると 夕 が生じる。 夕 を水酸化ナトリウム水溶液で中和すると ケ が生じる。 ケ の固体を 290℃から 340℃の高温でアルカリ融解することにより □ が生じる。さらに, □ を水に溶解し,二酸化炭素を吹き込むと サ が遊離する。また, サ の水溶液に臭素水を加えると速やかに シ の白色沈殿が生じる。



(3) 炭素,水素,酸素のみからなる有機化合物 116 mg を完全に燃焼させると,二酸化炭素が 264 mg,水が 108 mg 生じた。この有機化合物 116 mg 中の炭素の質量は ス mg であり,水素の質量は セ mg,酸素の質量は ソ mg である。よって,この化合物の組成式は タ となる。

ス〜ソの 解答群	(0) 2 (2) 16 (4) 32 (6) 84 (8) 192	<ul> <li>(1) 12</li> <li>(3) 24</li> <li>(5) 72</li> <li>(7) 96</li> <li>(9) 288</li> </ul>	
----------	--	---	--

h 00	(0) C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	(1) C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O
タの 解答群	(2) C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	$(3)$ $C_3H_8O$
711 [2 4]	(4) C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	

(4) アセチレンはナフサの熱分解や、「チ」と水との反応で作られる。アセチレンは 炭素 – 炭素間に三重結合を有しており、付加反応が起きやすい。触媒の存在下でア セチレンに「ツ」を付加すると、ビニルアルコールを経て「テ」が生じる。 また、触媒の存在下にてアセチレンに酢酸を付加すると、「ト」を生じる。

	(0) アセトアルデヒド
	(1) エタノール
	(2) 炭化カルシウム (カーバイド)
	(3) メタノール
・チ~トの	(4) 水
解答群	(5) アセトン
	(6) 酢酸ナトリウム
	(7) 酢酸ビニル
	(8) エチレン
	(9) エタン

(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。

日本の  $\underline{a}$  絶滅危惧  $\underline{II}$  類に指定されるハヤブサ(図 1)は、ハヤブサ目に分類される体長  $50~\mathrm{cm}$  ほどの  $\underline{b}$  鳥類で、鋭い爪とくちばしをもち、ネズミや小型の鳥などを捕食する。ハヤブサは  $\underline{c}$  形態や食性などの類似から、イヌワシなどのタカ目に近い仲間と考えられていた。しかし、 $2011~\mathrm{ftc}$   $\underline{d}$   $\underline{DNA}$  塩基配列の比較から、インコ(オウム目)やスズメ(スズメ目)に近い仲間であることが報告された。



図1 ハヤブサ, イヌワシ, インコ

(1) 下線部 a に関して、野生生物の絶滅の危険度を判断して分類したものを何リストというか。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 ア リスト

#### 【アの解答群】

- (0) ブラック
- (1) 特定外来生物
- (2) 生物

- (3) レッド
- (4) 生物多様性
- (5) 環境
- (2) 下線部 b について、分類学的に正しい順序(大きな分類の順:上位から)で記載した 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。 イ

#### 【イの解答群】

- (0) 真核生物ドメイン・動物界・脊索動物門・鳥綱
- (1) 動物界・ 真核生物ドメイン・ 脊索動物門・ 鳥綱
- (2) 真核生物ドメイン・ 脊索動物門・ 動物界・ 鳥綱
- (3) 原核生物ドメイン・動物界・脊索動物門・鳥綱

(3) 下線部 b の一般的な特徴として正しい説明はどれか。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。「ウ

## 【ウの解答群】

- (0) 歯が無く、くちばしをもち、前肢が翼になり、羽毛で体表が覆われ、体温が変動する動物
- (1) 歯が無く、くちばしをもち、後ろ肢が翼になり、羽毛で体表が覆われ、体温をほぼ一定に保つ動物
- (2) 歯が無く、くちばしをもち、後ろ肢が翼になり、羽毛で体表が覆われた胎生動物
- (3) 歯が無く、くちばしをもち、前肢が翼になり、羽毛で体表が覆われ、体温をほぼ 一定に保つ動物
- (4) 下線部 c に関連して、ハヤブサ目の鳥はネズミや小型の鳥を食料とするが、オウム目の鳥は主に種子や葉を食料とする。ハヤブサとイヌワシは近縁ではないが、食性などが似ているために形態や機能が類似するようになったと考えることができる。このような現象を何と呼ぶか。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 エ

#### 【エの解答群】

(0) 収れん(収束進化)

(1) 相似器官

(2) 遺伝的変異

(3) 突然変異

(4) 自然選択

(5) 生態的地位

(5) 下線部 d によって分子系統樹を作成できる。その理由として正しい説明はどれか。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 オ

#### 【オの解答群】

- (0) 生命活動に重要なタンパク質は、生物種によりまったく異なるため。
- (1) 生命活動に重要なタンパク質は同一でも, DNA はまったく異なるため。
- (2) 生命活動に重要なタンパク質やその情報のもとになる DNA は、幅広い生物に認められるため。
- (3) 生命活動に重要なタンパク質やその情報のもとになる DNA は、特定の生物にしか認められないため。

2011年の科学雑誌(電子版)Nature communications における Alexander Suh らの鳥類に関する報告はレトロトランスポゾン(e 逆転写による可動遺伝因子)の DNA 塩基配列の比較についてのものであった。その後,さまざまな種について多くの DNA 塩基配列が比較され,2015年に分岐年代を推察した系統樹が示された。この系統樹では目レベル(一部亜目も含む)で 42 グループについて示されている。その一部を図 2 にまとめた。

鳥類は、羽毛をもち二足歩行する小型の恐竜から カ に出現したと考えられ、哺乳類の出現よりも遅い。恐竜は キ 末に大量絶滅したが、鳥類や哺乳類は生き残った。図2のBの時点以降、現在では、多様化したスズメ目は、スズメ亜目だけで約4,900種、タイランチョウ亜目が約1,300種、イワサザイ亜目3種と非常に多く、約10,400種とされる鳥類全体の種の約 ク %を占める。地球上の生物種として確認されているものは約190万種であることから、スズメ目は生物全体の約 ケ %を占めることになる。共通の祖先から、さまざまな環境に合わせて多様化することを コ といい、f ガラパゴス諸島におけるスズメ目の小鳥の研究から、進化に関する考え方が示されている。

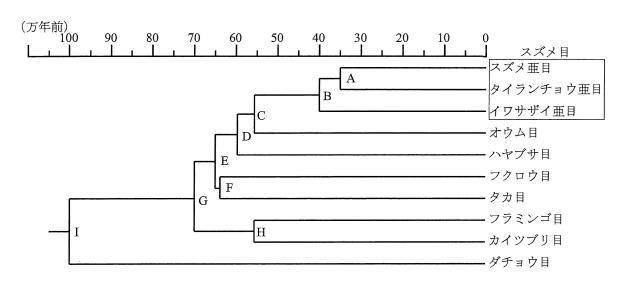


図 2 鳥類の系統樹 (一部省略): A ~ I は分岐点を示す記号である

(6) 文中の <u>力</u> ~ <u>コ</u> に入る最も適当な語,または最も近い数値は何か。次の解答群の中から一つずつ選べ。

#### 【カ、キの解答群】

- (0) オルドビス紀
- (1) シルル紀
- (2) ペルム紀

(3) 白亜紀

- (4) カンブリア紀
- (5) 石炭紀

- (6) ジュラ紀
- (7) 三畳紀

(8) デボン紀

(9) 新第三紀

## 【ク,ケの解答群】

- (0) 0.0003 (1) 0.006 (2) 0.07 (3) 0.27 (4) 0.33

- (5) 0.6 (6) 2.1 (7) 12.5 (8) 26 (9) 60

## 【コの解答群】

(0) 収れん(収束進化)

(1) 生態的地位

(2) 適応放散

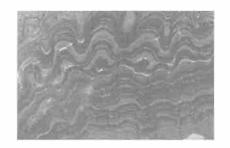
- (3) 遺伝的多様性
- (7) 下線部 e は、セントラルドグマに反した遺伝情報の流れをとる。セントラルドグマの 概念とされる遺伝情報の流れはどれか。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ 選べ。サ

## 【サの解答群】

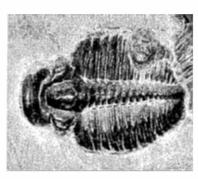
- (0) タンパク質  $\rightarrow$  DNA  $\rightarrow$  RNA
- (1) DNA  $\rightarrow$  RNA  $\rightarrow$  タンパク質
- (2) RNA → DNA → タンパク質
- (3) タンパク質  $\rightarrow$  RNA  $\rightarrow$  DNA
- (8) 鳥類が出現した時代に繁栄した生物の化石はどれか。最も適当なものを、次の解答群 の中から一つ選べ。シ

## 【シの解答群】

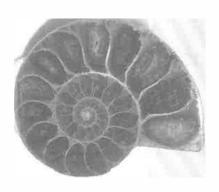
(0)



(1)



(2)



(3)



(9) 下線部 f 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。 ス

## 【スの解答群】

- (0) くちばしの形状の違いと食物の関係から、ダーウィンフィンチは共通の祖先から 突然変異のみで分化したと考えられる。
- (1) くちばしの形状の違いと気候の関係から、ダーウィンフィンチは共通の祖先から 環境の違いのみで分化したと考えられる。
- (2) くちばしの形状の違いと食物の関係から、ダーウィンフィンチは共通の祖先から 突然変異と環境の違いによって分化したと考えられる。
- (3) くちばしの形状の違いと遺伝子の関係から、ダーウィンフィンチは異なる祖先から分化したと考えられる。
- (10) 図2のスズメ亜目とタイランチョウ亜目の DNA 塩基配列の違いが、仮に 14 塩基対だとすると、ハヤブサ目とタカ目の DNA 塩基配列の違いはどれくらいであると計算されるか。最も近い数値を、次の解答群の中から一つ選べ。なお、DNA 塩基配列の置換は一定速度で進み、生活環境の違いなどによって置換速度が変化しないことを前提とする。 セ

## 【セの解答群】

(0)	6	(1)	7	(2)	13	(3)	20	(4)	26
(5)	30	(6)	40	(7)	60	(8)	70	(9)	100

(11) 図2から読み取れる類縁関係の近さについ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一つ選べ。 ソ

#### 【ソの解答群】

- (0) フラミンゴ目とカイツブリ目は、フクロウ目とタカ目よりも遠い。
- (1) オウム目はイワサザイ亜目よりも、スズメ亜目に近い。
- (2) フクロウ目はハヤブサ目よりも、タカ目に近い。
- (3) ダチョウ目とスズメ亜目は最も近い。

## 生物Ⅱ

次の文章を読み, $\begin{bmatrix} r \end{bmatrix} \sim \begin{bmatrix} t \end{bmatrix}$  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。

繁殖期に腹部が赤くなったイトヨの雄は、同じように腹部が赤くなった雄が近づくと攻撃する。この攻撃を引き起こす刺激について、模型を使った実験がおこなわれた。図1は使用した4種類の模型であり、赤色部分をグレーで示している。それぞれの模型を繁殖期のイトヨの雄がいる水槽に入れた結果、bとcに対してのみ攻撃行動が観察された。

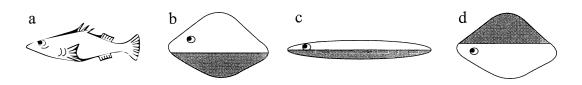


図1 実験に使用した模型

また、繁殖期のイトヨの雄は、卵で腹部が膨らんだイトヨの雌が近づくと ア ダンスをする。雌がそれに反応すると、雄が雌を巣へ誘導し、雌が巣に入ると雄が雌の尾の基部をつつく。雌が産卵し巣を出ると、雄が巣に入って精子を放出する。

(1) 本文中の アー〜 ウー 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) かぎ
- (1) 8の字
- (2) ジグザグ
- (3) 円 形

#### 【イ、ウの解答群】

- (0) 定位運動
- (1) 生得的

(2) 試行錯誤

- (3) 固定的動作
- (4) 鋭敏化

(5) 学習

(2) 下線部 a に該当する行動はどれか。最も適当なものを, 次の解答群の中から一つ選べ。

## 【エの解答群】

- (0) イヌに食物を与える際にベルを鳴らすことを繰り返すと、ベルの音を聞くだけで、だ液が出るようになる。
- (1) カイコガの雌が分泌するフェロモンに、雄が誘引される。
- (2) アメフラシの水管を何度も刺激すると、えらを引っ込める行動が弱まる。
- (3) チンパンジーは枝を使って、シロアリをアリ塚から取り出して食べる。
- (3) 図1の模型を使った実験結果からイトヨの雄について推察されることは何か。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 オ

## 【才の解答群】

- (0) 背びれや尾びれなどのひれのないものに反応する。
- (1) 赤色そのものではなく、赤色部分の場所が重要である。
- (2) 赤色しか認識できない。
- (3) 自分よりも大きい対象物に反応する。

動物は、刺激に対する決まった行動をとるだけでなく、経験や学習によって状況を判断し、行動を変える場合もある。

空腹状態のイトヨが入った水槽に、密度の異なる餌のミジンコ溶液(2,20,40個体/mL)を、水槽の異なる部分に同時に 2 mL ずつ入れ、イトヨがどの密度のミジンコを最初に採食するかを調べた。同じ実験を  $35 \text{ 回繰り返して、最初に採食したミジンコ溶液の回数を測定し、図 <math>2$  の白抜きのグラフに示した。さらに、同様の状態のイトヨの水槽上に、カワセミの模型を吊るし、同じ実験を 35 回おこなった(図 2 黒塗り:模型あり)。

各濃度のミジンコ溶液を最初に採食した回数には、採食しなかった場合や一定時間を超えてから採食した場合は含まれていない。なお、カワセミ(図 2 右)は、川などの淡水に生息する魚やザリガニなどを、上空から狙い水に飛び込んで捕らえる鳥である。

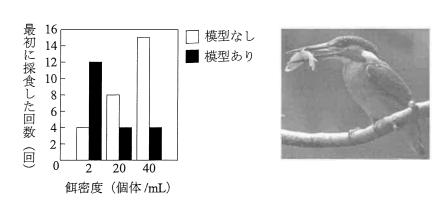


図2 カワセミの模型の有無による餌密度選択

(4) 図2について、模型なしと模型ありのそれぞれの実験において、一定時間内に採食した回数は、実験回数に対して何%か。最も近い数値を、次の解答群の中から一つずつ選べ。

模型なし- | カ | %, 模型あり- | キ | %

## 【カ、キの解答群】

- (0) 34
- (1) 43
- (2) 52
- (3) 57

- (4) 65
- (5) 77
- (6) 80

(5) 図 2 について、模型なしと模型ありのそれぞれの実験回数に対する餌密度 40 個体/mL を最初に採食した割合(%)を計算し、最も近い数値を、次の解答群の中から一つずつ選べ。

模型なし- ク %, 模型あり- ケ %

## 【ク、ケの解答群】

- (0) 9
- (1) 11
- $(2^{\circ})$  20
- (3) 26

- (4) 34
- (5) 43
- (6) 56
- (7) 75

(6) 図2から推察されることとして、正しい記述はどれか。最も適当なものを、次の解答 群の中から一つ選べ。 コ

## 【コの解答群】

- (0) イトヨはカワセミがいないときには、効率よく餌を得るために低密度のミジンコを選択するが、カワセミがいる場合には高密度のミジンコを避ける。
- (1) イトヨはカワセミがいるときには、効率よく餌を得るために高密度のミジンコを選択するが、カワセミがいない場合には低密度のミジンコを避ける。
- (2) イトヨはカワセミがいないときには、効率よく餌を得るために高密度のミジンコを選択するが、カワセミがいる場合には高密度のミジンコを避ける。
- (3) イトヨはカワセミがいるときには、効率よく餌を得るために高密度のミジンコを選択するが、カワセミがいない場合には高密度のミジンコを避ける。
- (7) イトヨの餌密度選択が、図2のような結果となった理由として考えられることは何か。 最も適当な記述を、次の解答群の中から一つ選べ。 サ

### 【サの解答群】

- (0) ミジンコが高密度のときは、カワセミによるミジンコの採食が多くなるため。
- (1) ミジンコが高密度のときは、水中での視界が悪くカワセミが見えにくくなり、危険であると学習しているため。
- (2) ミジンコが低密度のときは、餌の少なさから動きが鈍くなり、カワセミに発見されやすく危険であると学習しているため。
- (3) ミジンコが低密度のときは、カワセミがイトヨの姿を見つけやすく、危険であると学習しているため。

## 生物皿

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

被子植物の生殖について図1に示した。被子植物はa<u>減数分裂</u>によって,おしべの葯で花粉をつくり,めしべの胚珠で胚のうを形成する。風や昆虫などによって,花粉がめしべの柱頭に付着すると,花粉が発芽して花粉管を伸ばし,花粉管内で $\Gamma$ が分裂し,2つの精細胞になる。a 花粉管は $\Gamma$  から分泌される化学物質に誘引され,入口となる珠孔から胚のう内に達する。精細胞は,花粉管中を移動し。 $\Gamma$  つは卵細胞と,もう1つは極核を2個もった $\Gamma$  と合体し,種子が形成される。

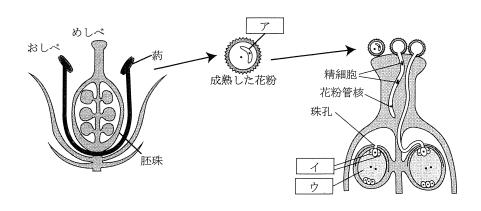


図1 被子植物の生殖

(1) 本文中の アー〜 ウー 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~ウの解答群】

- (0) 精原細胞
- (1) 反足細胞
- (2) 始原生殖細胞

(3) 助細胞

- (4) 雄原細胞
- (5) 花粉四分子

- (6) 胚のう母細胞
- (7) 中央細胞
- (2) 葯における下線部 a 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 群の中から一つ選べ。 エ

## 【エの解答群】

- (0) 第一分裂中期には、二価染色体が赤道面に並び、紡錘糸が星状体に付着する。
- (1) 第一分裂後期には、倍化(倍加)した各染色体が縦裂面で分離し、両極へ移動する。
- (2) 第二分裂前期には、染色体が凝集し相同染色体どうしが対合し、二価染色体となる。
- (3) 第二分裂終期には、染色体が糸状になり、核膜が形成される。

	線部aで形成される紡錘体						
	fでできており、その伸縮 <i>l</i>						
	かをおこなうモータータンパ						
	上,微小管と結合するモー?	ターク	マンパク質は何	何7	か。最も適当な	ものを、次の解答	₹君
の中	りから一つずつ選べ。				-		
	微小管のタンパク質-	- [;	<u>†</u> ,	モ	ータータンパク	質- [_ 力]	
· 【才	一,力の解答群】						
(0)	フィブリン	(1)	キネシン		(2)	インテグリン	
(3)	アクチン	(4)	ミオシン		(5)	チューブリン	
(4) 下经	線部 b はトレニアという植	ゆっての	の実験で確認	۲.	わた この物質	た何レඟどか、長	<u>1</u> 4
	ikabのないレーノとvi力値 iなものを,次の解答群の中		_			. 何. h. C. h. なかり。 b.	ζt
/吧 ==	1なりりで, 1人りが行る#+º27	-10-10			<u> </u>		
【キ	一の解答群】						
(0)	レチナール	(1)	カドヘリン		(2)	ヒストン	
(3)	ルアー	(4)	フロリゲン		(5)	トロポニン	
(5) 下	線部cを示す用語として	最も	適当なもの	を	,次の解答群。	の中から一つ選・	べ
7							
	for Mark						
_	の解答群】				<b></b>	1.4.	
` '	栄養生殖		出芽		(2)		
(3)	無性生殖	(4)	重複受精		(5)	体内受精	
(6) 下統	線部 c によって,精細胞と	卵細	胞の合体では	よ肊	E, 精細胞と「	の合体では	ĮĮ.
乳が	『形成される。一対の対立』	遺伝子	Yとyについ	ر ۱ <i>-</i>	ー て,ヘテロ接合	 体の花の柱頭に,	遣
伝子	-Yのホモ接合体からの花料	分が作	†着した場合,	<b>,</b> Ŧ	形成される種子	の胚と胚乳の遺伝	;子
Y(y)	の遺伝子型の分離比はどの	りよう	になるか。上	最₹	も適当なものを	,次の解答群の中	ュカ
	つずつ選べ。なお, 同じも						
	胚一 万,	胚乳-					
【ケ	,コの解答群】						
(0)	YY : Yy : yy = 0 : 1 : 0		(1	.)	YYY: YYy: Y	yy : yyy = 1 : 1 : 0 :	0
(2)	YY : Yy : yy = 1 : 2 : 1		(3	()	YYY:YYy:Y	yy : yyy = 0 : 1 : 1 :	0
(4)	YY : Yy : yy = 1 : 1 : 0		(5	;)	YYY:YYy:Yy	yy : yyy = 1 : 0 : 1 :	0
(6)	$VV \cdot Vv \cdot vv = 0 \cdot 1 \cdot 1$		(7	7)	VVV · VV <sub>V</sub> · V <sub>1</sub>	$x_{XY} \cdot x_{XXY} = 1 \cdot 2 \cdot 1 \cdot$	Λ

種子の発芽条件は植物の種類によって異なる。濡らした濾紙の上にレタスの種子を播 いて、光条件を変化させ、発芽するかどうかを観察した。まず、図2条件1の連続暗所 下で未発芽の種子を集めて、条件2~5の実験にもちいた。図2上の黒色は暗所、薄い グレーは赤色光 (R), 濃いグレーは遠赤色光 (FR) を照射したことを示し, 一定時間中 に左から右へ光条件を変化させている。結果は、図2に模式的に示し、その下には観察 した種子の数と発芽した数を示した。

	条件1	条件 2	条件 3	条件 4	条件 5
光		R	R FR	R FR R	R FR R FR
結果					
観察数	105	108	138	127	146
発芽数	7	82	9	100	10
	未	 :発芽種子			

図2 光条件によるレタスの発芽

(7) レタスの種子の発芽において、赤色光と遠赤色光を感知する光受容体は何か。最も適 当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 サ

## 【サの解答群】

- (0) クロロフィル
- (1) フィトクロム (2) クリプトクロム
- (3) フォトトロピン
- (4) フロリゲン
- (5) ロドプシン
- (8) 図2について、条件1で光を当てずに暗所で発芽を観察した理由として、適当ではな いものはどれか。次の解答群の中から一つ選べ。 シ

#### 【シの解答群】

- (0) 光がないと、発芽がまったく起こらないのかを調べるため。
- (1) 光条件にかかわらず、発芽する種子が何%あるかを調べるため。
- (2) 光以外の発芽に必要な条件が何かを調べるため。

(9) 図2の結果から、条件2「赤色光を一度だけ照射した場合(R)」と、条件3「赤色光の後に遠赤色光を一度だけ照射した場合( $R \to FR$ )」の発芽率はどれくらいか。最も近い数値の組合せを、次の解答群の中から一つ選べ。  $\boxed{\phantom{a}}$ 

## 【スの解答群】

(0)  $R: 82\%, R \to FR: 7\%$ 

(1) R: 8%,  $R \rightarrow FR : 0.9\%$ 

(2)  $R: 76\%, R \to FR: 7\%$ 

(3) R: 7%, R → FR: 0.6%

(4)  $R: 82\%, R \rightarrow FR: 0.9\%$ 

(5)  $R: 76\%, R \rightarrow FR: 0.6\%$ 

(10) 図2の結果から、推察されることは何か。最も適当な記述を、次の解答群の中から 一つ選べ。 セ

### 【セの解答群】

- (0) 発芽するかしないかは、最初に照射した光によって決定され、その後の光の照射 や暗所での時間は影響しない。
- (1) 発芽率は、赤色光の照射回数に依存する。
- (2) 発芽するかしないかは、最後に照射した光の種類に影響される。
- (3) 赤色光の照射時間を長くし、その後の暗所の時間を短くすると、発芽は完全に誘導される。

光以外の発芽条件を調べるために、濡らした濾紙の上にレタスの種子を播いて、異なる温度条件に置き、発芽するかどうかを観察した。表1の赤色光照射「なし」は、図2の条件1と同様に連続暗所、「あり」は条件2と同様に赤色光を一度照射したのちに暗所としたことを示している。

表1 温度に対する発芽率(%)

赤色光照射	18°C	23°C	28°C	33℃
なし	100	47.4	5	0
あり	100	100	75.1	0

発芽の誘導に種子の皮(種皮)が関係しているのかを調べるために、濡らした濾紙の上に種皮を取り除いたレタスの種子を播いて、図2と同じ温度条件で発芽するかどうかを観察した。図3に図2と同様の示し方で光条件や結果を表した。また、種皮添加「あり」は、種皮を取り除いたレタスの種子の近くに、種皮を置いたことを示す。

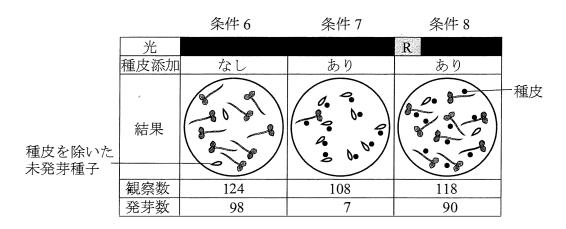


図3 種皮を除去した場合のレタスの発芽

(11)表1の結果から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。 ソ

## 【ソの解答群】

- (0) 23℃以下の温度条件の場合、光条件に関係なく発芽する。
- (1) 18~33℃の温度条件の場合,発芽率は光条件のみによって決まる。
- (2) 23~28℃の温度条件の場合,発芽率は光条件に左右される。
- (3) 28℃以上の温度条件の場合,光条件に関係なく発芽しない。

### 【タの解答群】

(0) 15°C

(1) 18°C

(2) 23°C

(3) 28°C

(4) 33°C

(5) 40°C

(13) 図2と図3の結果から、種皮を取り除いていない普通の状態の種子について推察されることは何か。最も適当な記述を、次の解答群の中から一つ選べ。 チ

## 【チの解答群】

- (0) 種皮に発芽を阻害する物質が含まれており、赤色光はそのはたらきを解除する。
- (1) 胚乳に発芽を促進する物質が含まれており、赤色光はそのはたらきを解除する。
- (2) 胚乳に発芽を阻害する物質が含まれており、赤色光はそのはたらきを解除する。
- (3) 種皮に発芽を促進する物質が含まれており、赤色光はそのはたらきを解除する。
- (14) 図2と図3の結果から,種皮を除去した種子(種皮添加なし)に図2の条件3と同様に赤色光を照射後に遠赤色光を照射し、その後、暗所に置いた場合、どのような結果になると推察されるか。最も適当な記述を、次の解答群の中から一つ選べ。「ツ

## 【ツの解答群】

- (0) 種皮を除去せずに赤色光照射後に遠赤色光照射した場合と同様に多くの種子が発芽しない。
- (1) 種皮を除去せずに連続暗所に置いた場合と同様に多くの種子が発芽しない。
- (2) 種皮を除去せずに赤色光照射後に遠赤色光照射した場合と、種皮を除去した場合の連続暗所条件にした場合の中間の発芽率となる。
- (3) 種皮を除去した場合の連続暗所条件と同様に多くの種子が発芽する。

(以上,生物問題終了)

注意:問題1 (1) から (4) 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) a,b を定数とする. 整式  $x^4-ax^3+2ax^2-bx-8$  が  $x^2-4x+4$  で割り切れるとき,  $a=\boxed{\mathcal{T}},\ b=\boxed{\mathcal{T}}$  である.
- (3) 実数全体を全体集合とし、その部分集合 A, B を  $A = \{x \mid 2^{x+1} < 8\}$ ,  $B = \{x \mid |x+1| < 2\}$  で定める。このとき,  $A \cap B = \left\{x \mid \boxed{b} + \boxed{c} \times \boxed{b}\right\}$   $A \cap \overline{B} = \left\{x \mid x \leq \boxed{b} \right\}$  または  $\boxed{b} \leq x < \boxed{b}$

である. ただし、B は B の補集合とする.

(4)  $0^{\circ} < \alpha < 90^{\circ}, 90^{\circ} < \beta < 180^{\circ}$  とする.  $\sin \alpha = \frac{3}{5}, \sin \beta = \frac{12}{13}$  のとき,  $\sin(\alpha + \beta) = \frac{2}{25}$  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 (5) から (8) 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.

- (5) r を正の定数とする. 座標平面上で円  $x^2+y^2=r^2$  が直線 4x+3y=15 に接しているとき, r= ア であり, 接 点の座標は  $\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$  である.
- (6)  $\triangle ABC$  において、AB = 2、 $CA = \sqrt{3} 1$ 、 $\angle CAB = 30^{\circ}$  のとき、 $BC = \sqrt{\frac{2}{7} \sqrt{\frac{7}{7}}} \text{ である}.$
- (7) a を定数とする。関数  $y=x^2-6ax+3$   $(0 \le x \le 1)$  の最小値は, a < 0 のとき  $\boxed{ + }$  ,  $0 \le a < \frac{1}{3}$  のとき  $\boxed{ シス } a^2 + \boxed{ + }$  、  $\frac{1}{3} \le a$  のとき  $\boxed{ ソタ } a + \boxed{ + }$  である.
- (8) 大中小3 個のさいころを投げるとき、3 個とも偶数の目が出る確率は

([数学No.1]-第1面の「2」の解答マーク欄で使用する欄は ナ 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 座標平面上で、連立不等式  $x \ge 0$ 、 $y \ge 0$ 、 $3^x + 2^{y+2} \le 21$ 、 $3^{x+1} + 2^y \le 19$  の表す領域を D とし、点 (x, y) が領域 D を動くとする.

- (2)  $\frac{2^y}{3^x}$  の最大値は  $\frac{ }{$  であり、最小値は  $\frac{ }{ }$  である.

問題3 初項が 1 である数列  $\{a_n\}$  について、初項から第 n 項までの和  $S_n$  は  $nS_{n+1}-(n+1)S_n=n(n+1)(n+2) \qquad (n=1,\,2,\,3,\,\cdots)$  を満たしている.

- $(1) \quad T_n = \frac{S_n}{n} \text{ とおくと } T_1 = \boxed{\rlap{/}{\mathcal{T}}}, \quad T_{n+1} = T_n + n + \boxed{ } \ \ \, \exists \quad (n=1,\,2,\,3,\,\cdots)$  を満たす.
- $(2) \quad S_n = \frac{1}{\boxed{\ +\ }} n(n^2 + \boxed{\ \smile\ } n \boxed{\ Z\ }) \quad (n=1,\,2,\,3,\,\cdots) \quad \mbox{である}.$
- $(3) \ a_n = \frac{1}{\boxed{\ \ }} (3\,n^2 + \boxed{\ \ }) \ (n=1,\,2,\,3,\,\cdots) \ \ \mbox{である}.$

(「数学 No. 1 ] - 第 2 面の「3」の解答マーク欄で使用する欄は 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 k を定数とし、直線 y=x+k を  $\ell$ 、放物線  $y=x^2-5x+4$  を Cとする.

- (1)  $\ell$  と C が異なる 2 つの共有点をもつための必要十分条件は  $k > \boxed{\mathit{r1}}$  である.
- (2) k=-1 のとき,  $\ell$  と C の共有点の x 座標は  $\boxed{\dot{\mathcal{D}}}$  ,  $\boxed{\mathbf{x}}$  である. ただし,  $\boxed{\dot{\mathcal{D}}}$  く  $\boxed{\mathbf{x}}$  とする.
- (3) k=-1 のとき、  $\ell$  と C で囲まれた図形の面積は t である.
- (4)  $\ell$  と C で囲まれた図形の面積が 36 になるのは k = 2 のときである.

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

1.		つ(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 バなさい。
(ア)	Then	nanagers set new policies in order to increase sales.
	1.	plan for
	2.	plan to
	3.	plans for
	4.	plans to
(1)	My do	octor didn't give me advice on how to improve my lifestyle.
	1.	every
	2.	many
	3.	much
	4.	none
(ウ)	The s	urvey was only conducted twice—once in August and in February.
	1.	again
	2.	both
	3.	each
	4.	other
(エ)		that our schedule has been decided, we need to explain it to everyone.
	1.	As
	2.	For
	3.	Now
	4.	Since
(才)	We co	uld have gone home earlier if you finished your work on time.
	1.	are
	2.	had
	3.	have
	4.	were

(カ)	We sh	ould let our students that it's okay to speak up in class.
	1.	know
	2.	known
	3.	to be known
	4.	to know
(キ)	The to	ownspeople had no idea how the snowstorm would last.
	1.	close
	2.	far
	3.	long
	4.	much
(ク)	My fat	ther made quite of money by investing in the new business.
	1.	a few
	2.	a lot
	3.	few
	4.	lot
(ケ)	The gy	m will reduce the membership fee for who apply online.
	1.	anyone
	2.	someone
	3.	their
	4.	those
(コ)	The tea	acher was unable to explain what way the student's answer was wrong.
	1.	at
	2.	for
	3.	in
	4.	with

Π.	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: Hello?								
	B: Hi, Mom! It's me, Margaret.								
	A: Hi! I'm so glad you'll be coming home for the holidays this year.								
B: Me, too. ()									
A: I agree. When were you here last?									
B: () That makes it about 11 months ago.									
A: Wow, I can't believe it's been that long. (ウ)									
	B: I'll have to check, but I think I get in just before 6:00 PM.								
A: Would you like me to drive to the station and pick you up?									
B: That's very kind of you to offer. ()									
	A: Yes, it can get busy after 6:00 PM. If I leave early enough, though, it shouldn't be a problem.								
B: OK, that would be great. ()  A: No problem! I can't wait to see you!									
							[3	選択	
	1.	But isn't the traffic pretty bad around that time?							
	2.	I really don't enjoy long trips, either.							
	3.	It feels like such a long time since I've been back.							
	4.	It must have been last January.							
	5.	Next time, make sure you book your tickets first.							
	6.	Thanks in advance for picking me up.							
	7.	What time does your train arrive?							
	8.	Your father is looking forward to seeing you.							

Π.	В	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:	Have you ever wondered what the future might be like?
	B:	(
	A:	Ha ha Actually, I meant something on a smaller scale. (
	В:	Hmm That's interesting. What do you mean by "how close technology has come to us"?
	A:	Well, think about it. (
	В:	Ah, I see. (
	A:	Exactly! And people are starting to wear technology, with things like smartwatches and fitness trackers.
	В:	Yeah, I've heard you can even get a ring to wear on your finger that records your heart rate and body temperature 24 hours a day.
	A:	Right! It's all so exciting. ()
	B:	I agree. Let's hope that tomorrow's technologies work toward a brighter future for everyone!

## [選択肢]

- 1. About 40 years ago, people were using desktop computers.
- 2. Five years ago, I lost my smartphone.
- 3. I can't wait to see what will come next.
- 4. I was thinking about how close technology has come to us in our daily lives.
- 5. So you're saying that the technology has gotten closer to us physically.
- 6. Surely, it won't help people.
- 7. The computer museum downtown is closed today.
- 8. You mean, will we ever live on another planet, for instance?

Ⅲ. 次の英文は「森林火災」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。

Wildfires are increasingly causing problems around the world. Humans often ( $\mathcal{T}$ ) these fires—through accidents with campfires, cigarettes, and fireworks, for example—but they also work to fight wildfires and stop them from spreading. Interestingly, new research from the Australian National University has shown that animals, just ( $\mathcal{T}$ ) humans, can have both positive and negative effects on wildfires.

When it comes to stopping fires, deer may be nature's best firefighters. First of all, deer feed on grass and the leaves of small bushes, helping to reduce the amount of burnable plant life that could fuel a fire. Secondly, deer tend to travel through their  $( \ \ \ )$  along the same routes again and again, creating dirt paths over time. These paths can serve as natural barriers for fire, keeping it contained to smaller areas. Finally, deer eat leaves from the lower branches of trees, breaking and removing these branches in the process. With fewer branches near the forest floor, it is more difficult for a fire to jump from the ground into the trees where it can grow and spread  $( \ \ \pm \ )$ .

Unfortunately, not all animal behavior helps in the fight against wildfires. For example, the plains viscacha, a mouse-like rodent found in South America, ( \* ) dry leaves and wood to create a display for its mate. These piles of dry material are numerous, and they burn easily.

The lace bug makes ( ) worse in another way. Lace bugs feed on healthy green tree leaves. Trees can defend themselves against lace bugs by producing more lignin, a substance which makes a tree's leaves stronger and more difficult to eat. When these stronger leaves drop to the ground, they take longer to break down, which creates more fuel for a fire to burn.

( $\mathcal{F}$ ) insects actually kill trees, creating more dry wood for wildfires. The pinebark beetle, for example, digs into trees to lay its eggs. Large groups of pine-bark beetles can overwhelm and kill thousands of trees, which can increase the risk of fire.

Understanding animal behavior can help us better understand wildfires and how to fight them. By knowing what types of animals live in a certain area, firefighters can better predict how a fire is likely to spread. It may also be possible to control the populations of certain animals in an area to help limit the chances of a fire  $(\ \ \ \ \ \ )$ . Methods like these could play an important part in our efforts to reduce wildfires in the future.

(ア)	1.	cause	2.	current	3.	imply
	4.	straight	5.	wrong		
(イ)	1.	care	2.	fix	3.	like
, , ,		noisy		purpose	٥.	
(ウ)	1.	best	2.	environments	3.	gathers
	4.	returning	5.	spare		
(工)	1.	able	2.	becoming	3.	quickly
	4.	unnatural	5.	while		
(才)	1.	came	2	fallen	3	interest
( ' /		needless		previously		
(4)	1		2	1.	2	1 1
(ガ)		concerns		ending	3.	lack
	4.	notice	5.	tiny		
(キ)	1.	collects	2.	deciding	3.	important
	4.	timed	5.	whatever		
(ク)	1.	conditions	2.	detail	3.	its
(, ,	4.			toward		
<i>(</i>			•	7711 1	2	26.14.1
(ケ)		Among		Filled	3.	Multiply
	4.	Other	5.	Very		
(3)	1.	basic	2.	described	3.	never
	4.	prepare	5.	there		

IV.		次の (ア) ~ (オ)	のそ	それぞれの日本文の記	意味る	を表す英文になるように、各英文		
	0.	)空欄に語または句を	:最も	ら適切な順番に並べた	を場合	合、3番目にくるものの番号を選		
						いてあります。また、必要なコン		
	7	が省略されている場	書合₹	らあります。 [解答析	闌のこ	か~コは使用しません。]		
(ア)	(ア) クラシックカーのデザインのほうが最新のよりずっといいと思う。							
	I th	ink classic car		mm	oder	n ones.		
	1.	are		better	3.	designs		
	4.	much	5.	than				
(イ)	パ	ーティーにはほとん	ど誰	も来なかった。				
				the party.				
	1.	any	2.	came	3.	hardly		
		people	5.			Ž		
(ウ)	医	者は特定の薬が引き	起こ	しうる副作用につい	て訪	想明する必要がある。		
	Do	ctors need to explain	the	side effects		·		
	1.		2.			could		
		a medicine		cause particular	3.	could		
(エ)	缶	詰とペットボトルの	水は	非常時に役に立つ。				
	Car	nned food and bottle	d wa	ater will		emergency.		
	1.	come		handy				
		in case		of	٦.	Ш		
(才)	(オ) 顧客アンケートに回答していただくのに少しお時間をください。							
	Ple	ase		our customer	surv	rey.		
	1.	a	2.	complete	3.	moment		
	4.	take	5.	to				

- V. 次の(ア)~(オ)の下線部分 $1\sim4$ 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。]
- warming may be affecting ocean pollution faster than previously thought. They

  analyzed climate velocity—the likely speed and direction ocean species move as the

  coean warms—at various ocean depths. The scientists looked at data from the past 50

  years and modeled various climate change scenarios to predict what the next 80 years

  might look like. Surprisingly, they found that climate velocities at depths between 200

  and 1,000 meters may change 11 times faster than the present rate. Such a rapid

  change would leave little time for deep-sea life to adapt or move to cooler places.

  While it is important to slow warming everywhere, some ways to help reduce the

  impacts of ocean warming on ecosystems that support sea life are to limit deep-sea

  fishing and ocean floor mining.
- (1) Spiders grow in an interesting way. They use a process called molting, which means to remove an outer layer of hair or skin. Spiders have a hard external skeleton, called an exoskeleton, to protect their soft bodies from predators and to give their bodies

  1 structure. Humans and most animals have skin and an internal skeleton for these purposes. When a spider's body gets bigger, it breaks through the old exoskeleton and a new one hardens around its soft body. This process can be dangerous for spiders

  3 because when their exoskeletons have not yet hardened, they can be attacked easily by predators. Spiders will often hide so they are not disturbed while hunting. This can occur several times during the lifetime of a spider.

- (ウ) GPS technology has become commonplace, and most people depend on it to find their way around unfamiliar places by using the map function on their smartphones. It is also very useful for bikers and runners who wear smartwatches. These devices tell them how far and how fast they went during their workouts and even draw their routes on a map. Some athletes have used the search feature to create pictures using the routes they took. One clever runner in San Francisco even turned his running routes into pictures of his favorite things. For example, he "drew" a seagull, a four-leaf clover, and a rose over a map of the city. While GPS technology can definitely be helpful for people who depend on it to find their way in new places, it can also be used as a form of artistic expression.
- (x) If you saw a glass with some water in it, how would you describe it? Is it half full or half empty? If you say that it is half empty, you may be a "pessimistic," or negative, person because you are focusing on what is not there—the empty part. If you think that it is half full, you are focusing on what is there—the water. This would be an "optimistic," or positive, way to fill the glass of water. How you describe things can impact your view of particular situations, especially difficult ones. Suppose that you mistakenly set your alarm clock to go off on a weekend morning, and you wake up 3 several hours earlier than expected. You might be frustrated that you lost the chance to get extra sleep. On the other hand, you could look at it as an opportunity to get a head start on enjoying your day off. Are you a glass-half-full or glass-half-empty type of person?

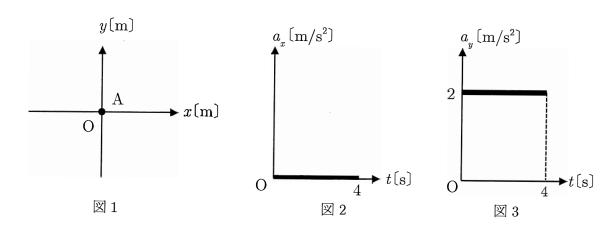
(才) Yoga is a collection of physical, mental, and spiritual practices that originated in India. It has gained popularity as a type of exercise that is aimed at improving strength and 1 flexibility. To practice yoga as an exercise, you learn to put your body into a series of different positions, using flowing movements to change from one position to the next. 2 Concentrating on how you breathe during different exercises is also important. Recent studies have indicated that there are financial benefits to yoga. For example, if you practice yoga regularly, it can increase your energy and balance, as well as improve your concentration. It has also been shown to reduce stress and anxiety and to help people sleep better.

[以上、試験問題終了]

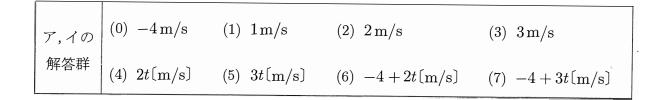
# 物理「I

次の $[T] \sim [t]$ , $[t] \sim [t]$ 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、 $[t] \sim [t]$ に適する数字を入れよ。必要ならば、四捨五入して答えよ。

1. 図1のように水平なxy 平面上を運動する質量 m[kg] の小物体 A がある。時刻 t=0s において,A の速度の,x成分は 3m/s ,y成分は -4m/s であり, A の位置は原点 O であった。 $0 \le t \le 4$  [s] において,A の加速度のx成分  $a_x[m/s^2]$  とy成分  $a_y[m/s^2]$  は,それぞれ図 2,図 3 のとおりであった。



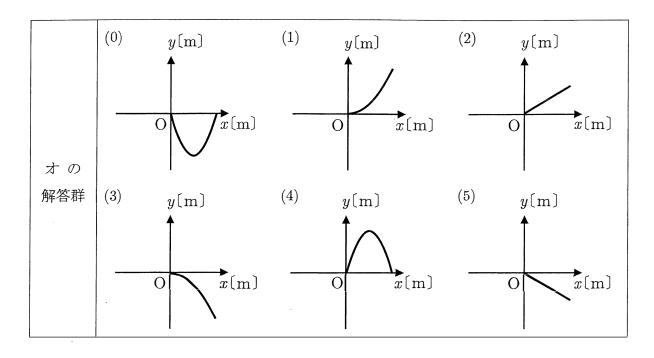
時刻 t[s] における,A の速度のx成分はigrillaox ,y成分はigrillaox である。



時刻 t[s] における,A の位置のx座標は  $\boxed{ \dot{ } }$  であり,y座標は  $\boxed{ \dot{ } }$  である。

ウ,エの	(0) -4t(m)	(1) t[m]	(2) 2t[m]	(3) $3t[m]$
解答群	$(4) t^2[m]$	(5) $3t^2$ [m]	(6) $-4t + t^2$ [m]	(7) $-4t + 3t^2$ [m]

x座標とy座標の式から t[s] を消去することにより,Aの軌跡が得られる。  $0 \le t \le 4[s]$  における,Aの軌跡は「オ」である。



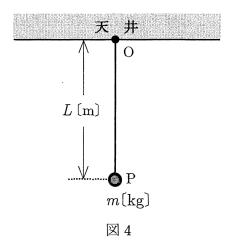
次に、Aの軌跡( $\boxed{ au}$ )上の、ある点に質量 m[kg]の小物体 B を静止させ、A を原点 O に戻し、A を再び同じ条件で運動させた。A が、静止している B と弾性衝突する直前の、A の速度はx 軸と平行で、A の速度の大きさは 3 m/s であった。弾性衝突における反発係数(はね返り係数)  $e=\boxed{ au}$  であるから、衝突後、A の速度のx 成分は  $\boxed{ au}$  m/s となり、B の速度のx 成分は  $\boxed{ au}$  m/s 、y 成分は  $\boxed{ au}$  m/s となる。

(計算用余白)

(次ページに続く)

2. 図4のように、伸び縮みしない軽い長さ L[m] の糸 の一端を水平な天井の点 O に固定し、もう一端に質量 m[kg] の小球を取り付けた。物体がつり下げられた 状態で静止している場所を点 P とし, 重力加速度の大 きさを  $g[m/s^2]$ , 点 O を重力による位置エネルギー の基準にとる。このとき,

点 P に静止する小球の, 重力による位置エネルギー は「ケ」である。



ケの 解答群

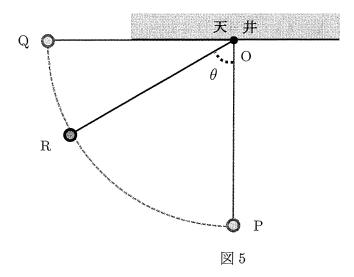
 $(0) \ 0 \ J$ 

(1) mg (J)

(2) mgL[J] (3) -mg[J]

(4) -mgL [J]

図5のように、糸を張ったまま、小球を水平な天井の高さまで持ち上げて静止させる。 この位置を点 Q とする。静かに小球を放すと小球は運動を始めた。空気抵抗は無視でき、 点Qから点Pへ向かう途中の点をR,線分OPと線分ORのなす角を $\theta(^{\circ})$ (0  $\leq \theta \leq 90(^{\circ})$ ) とする。また, 点 O, P, Q, R は同一鉛直面内にある。



力学的エネルギー保存則から,点 R における物体の速さ  $v_{\mathrm{R}} =$   $\boxed{$  コ  $[\mathrm{m/s}]$  であること がわかる。

(2)  $\sqrt{gL}$ (0)  $\sqrt{gL\cos\theta}$ (1)  $\sqrt{gL\sin\theta}$ コの (5)  $\sqrt{2gL}$ 解答群 (3)  $\sqrt{2gL}\cos\theta$ (4)  $\sqrt{2gL\sin\theta}$ 

小球が点 R を通過する瞬間,小球は速さ  $v_{\mathrm{R}}$   $[\mathrm{m/s}]$ ,半径  $L[\mathrm{m}]$  の円運動をしているとみなせるので,糸の張力の大きさを  $T[\mathrm{N}]$  とすると, $\boxed{\hspace{0.1cm}}$  せいう関係が成り立つ。

したがって、点 R において小球に作用する糸の張力の大きさは $\boxed{\hspace{1.5cm} \hspace{1.5cm} \hspace$ 

 $> \mathcal{O}$   $(0) mg \cos \theta$   $(1) 2mg \cos \theta$   $(2) 3mg \cos \theta$  解答群  $(3) mg \sin \theta$   $(4) 2mg \sin \theta$   $(5) 3mg \sin \theta$ 

糸の張力の大きさが最大となるのは、 $\theta = \boxed{\texttt{Z}}$  のときであり、このときの糸の張力の大きさは、点 P で物体が静止していたときの糸の張力の大きさの  $\boxed{\texttt{t}}$  倍である。

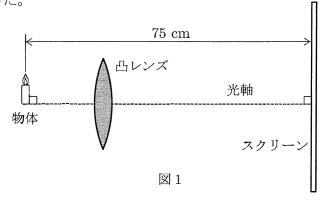
スの 解答群 (0) 0° (1) 30° (2) 45° (3) 60° (4) 90°

せの (0)  $\frac{1}{3}$  (1)  $\frac{1}{2}$  (2) (2) (3) (4) (4)

(計算用余白)

# 物理Ⅱ

次の[T],[D],

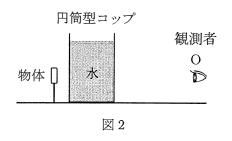


さらに、レンズを物体に近づけて、スクリーン側からレンズ越しに物体を見ると、倍率  $3.0\,\sigma$   $\boxed{2}\,\sigma$  の虚像が見えた。このとき、物体とレンズの距離は  $\boxed{2}\,\sigma$   $\boxed{2}\,\sigma$  cm である。

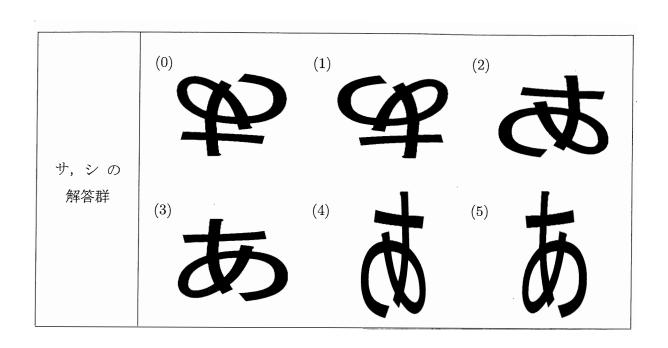
ア,クの解答群 (0) 正立 (1) 倒立

水の入った透明な円筒型のコップに、レンズのようなはたらきがあることが知られている。縁の薄い透明な円筒型のコップに水を注ぎ、観測者 O から見て、コップの真後ろに物体を置いた(図 2)。「あ」の文字(図 3)が、物体の観測者から見える側の表面に貼られ、この文字をコップ越しに観測することができた。

物体が、このレンズの焦点よりもレンズに近い側の 位置に置かれているとき、観測者から サ のように 見え、物体が、焦点の外側に置かれているとき、観測 者から シ のように見えた。







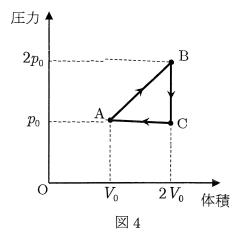
(計算用余白)

(次ページに続く)

2. 単原子分子理想気体 n [mol] に対して,図 4 のように,圧力 p [Pa] と体積 V [ $\mathbf{m}^3$ ] を変化させて, $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$  を 1 サイクルとする熱機関をつくった。 気体定数を R [ $J/(\mathrm{mol} \cdot \mathbf{K})$ ] とする。

状態 A の気体の温度を  $T_0$  [K] とすると、状態 B の気体の温度は  $\Box$   $\times$   $T_0$  [K]、状態 C の気体の温度は  $\Box$   $\times$   $T_0$  [K] である。

過程  $A \rightarrow B$  において、内部エネルギーの変化は  $Y \times p_0 V_0$  [J] であり、気体が外部にした仕事は



 $oxed{eta} imes p_{_0}V_{_0}\,[{
m J}]$  である。また,この過程のモル比熱は $oxed{{\cal F}}$   $[{
m J}/({
m mol}\cdot{
m K})]$  である。

この熱機関が  $A \to B \to C \to A$  の 1 サイクルで吸収した熱量は  $\boxed{\mathcal{Y}} \times p_0 V_0$   $\boxed{J}$  であり,放出した熱量は  $\boxed{\mathcal{F}} \times p_0 V_0$   $\boxed{J}$  である。よって,この熱機関の効率は  $\boxed{\mathsf{F}}$  である。

 ツ, タ
 の解答群
 (0)  $\frac{1}{2}$  (1)  $\frac{3}{2}$  (2)  $\frac{5}{2}$  (3) 3 (4)  $\frac{9}{2}$  (5)  $\frac{11}{2}$  (6) 6 (7)  $\frac{5}{3}$ 

チの (0)  $\frac{1}{2}$  R (1) R (2) 2R (3) 3R (4)  $\frac{3}{2}$  R (5)  $\frac{5}{2}$  R (6)  $\frac{7}{2}$  R

 ツ, テ
 の解答群
 (0)  $\frac{1}{2}$  (1)  $\frac{3}{2}$  (2)  $\frac{5}{2}$  (3) 3 (4)  $\frac{9}{2}$  (5)  $\frac{11}{2}$  (6) 6 (7)  $\frac{5}{3}$ 

トの 解答群  $\begin{pmatrix} 0 & \frac{1}{12} & (1) & \frac{1}{6} & (2) & \frac{1}{4} & (3) & \frac{1}{3} & (4) & \frac{2}{5} & (5) & \frac{1}{2} & (6) & \frac{2}{3} & (7) & \frac{3}{4} \end{pmatrix}$ 

(計算用余白)

# 物理

次の | ア | ~ | ウ | , | カ | ~ | 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、 | エ | 、 | オ | に適する数字を入れよ。必要ならば四捨五入して答えよ。

1. 図 1 のような、同じ材質でできた一様な導体の抵抗値  $R[\Omega]$  は、その長さ l[m] に比例し、断面積  $S[m^2]$  に反 比例するので、比例定数を  $\rho$  とすると、  $R = \Gamma$   $\Omega$  と 表すことができる。よって, ρ の単位は イ である。この ρ を抵抗率といい、その値は材質や温度によって決まる。

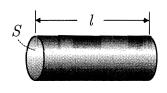


図 1

アの 解答群

(0)  $\rho lS$ 

(1)  $\frac{\rho l}{S}$ 

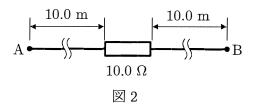
(2)  $\frac{\rho S}{l}$ 

(3)  $\frac{\rho}{lS}$ 

イの 解答群

(0)  $[\Omega]$  (1)  $[\Omega \cdot \mathbf{m}]$  (2)  $[\Omega \cdot \mathbf{m}^3]$  (3)  $[\Omega/\mathbf{m}]$  (4)  $[\Omega/\mathbf{m}^3]$ 

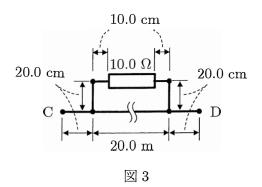
抵抗値が $0.50\Omega$ , 長さが10.0mの, 2本の導 線と、抵抗値が $10.0\Omega$ の抵抗器とを、図2のよ うに接続した。有効数字を考慮すると、AB間の 合成抵抗は $|\dot{p}|[\Omega]$ である。



ウの 解答群

(0) 9.0 (1) 10 (2) 10.0 (3) 10.5 (4) 11 (5) 11.0 (6) 11.5

(計算用余白)

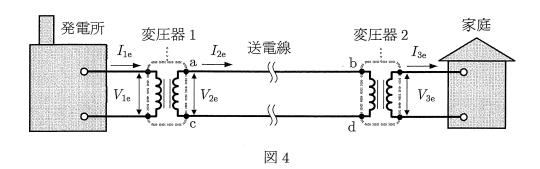


以上のように、実際には回路に用いる導線にも抵抗が存在し、導線の抵抗値も考慮して 回路全体の抵抗値を見積もる必要がある場合がある。

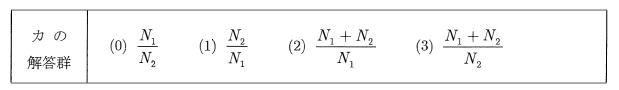
(計算用余白)

(次ページに続く)

2. 図 4 のように,発電所で発電された正弦波型の交流の電気を送電線によって家庭に送る 過程を考える。発電所から変圧器 1 までの距離,変圧器 2 から家庭までの距離は,変圧器 間の送電線の長さに比べて十分に短く,送電線以外での電力損失は無視できるものとする。

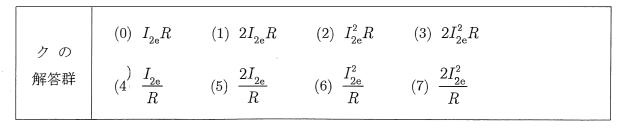


発電所で発電された交流の電気は,変圧器 1 によって電圧を変えられてから運ばれる。変圧器 1 の一次コイル(発電所側)と二次コイル(送電線側)の巻数比を  $N_1:N_2$  とすると,一次コイルの交流電圧  $V_{1e}$  [V](実効値)と二次コイルの交流電圧  $V_{2e}$  [V](実効値)の間には, $V_{2e}$  =  $\boxed{ 力 \times V_{1e} }$  [V] の関係があり,二次コイルの交流の周波数  $\boxed{ + }$  。



キ の解答群 (0) よりも高い (1) よりも低い (2) と等しい

送電線の長さ ab と cd は等しく,ともに抵抗値が  $R\left[\Omega\right]$  であるとする。送電線を流れる 交流電流の実効値を  $I_{2\mathrm{e}}\left[\mathrm{A}\right]$  とすると,送電線による電力損失の時間平均は  $\overline{P}=\boxed{2}$  [W] と表される。したがって,発電所から一定の電力  $\overline{P}_{0}=I_{2\mathrm{e}}V_{2\mathrm{e}}\left[\mathrm{W}\right]$  (時間平均) を 送電する場合,送電線に送り出す電圧  $V_{2\mathrm{e}}\left[\mathrm{V}\right]$  を  $\boxed{f}$  することで電力損失を小さく抑えることができる。



ケ の解答群 (0) 大きく (1) 小さく

変圧器 2 の一次コイル (送電線側) と二次コイル (家庭側) の巻数比を  $N_3:N_4$  とする。コイルに加わる電圧の位相が,コイルを流れる電流の位相よりも $\frac{\pi}{2}$  だけ進んでいるとすると,二次コイルの交流電圧の実効値は  $V_{3\mathrm{e}}=$   $\boxed{$  コ  $\boxed{}$  [V] と表される。

(0)  $\frac{N_3}{N_4}V_{2\mathrm{e}}$  (1)  $\frac{N_4}{N_3}V_{2\mathrm{e}}$  (2)  $\frac{N_3+N_4}{N_3}V_{2\mathrm{e}}$  (3)  $\frac{N_3+N_4}{N_4}V_{2\mathrm{e}}$  (4)  $\frac{N_3}{N_4}(V_{2\mathrm{e}}-2I_{2\mathrm{e}}R)$  (5)  $\frac{N_2}{N_3}(V_{2\mathrm{e}}-2I_{2\mathrm{e}}R)$  (6)  $\frac{N_3}{N_4}\sqrt{V_{2\mathrm{e}}^2-(2I_{2\mathrm{e}}R)^2}$  (7)  $\frac{N_4}{N_3}\sqrt{V_{2\mathrm{e}}^2-(2I_{2\mathrm{e}}R)^2}$ 

(計算用余白)

(以上, 物理問題終了)

# 化学 I

(1) 地殻中に存在する元素を質量パーセント順にあげると、ケイ素は ア の次に多い元素である。ケイ素の単体は イ 結合により、正四面体の単位構造が3次元的に配置された結晶であり、これは、炭素原子で構成される ウ と同様の構造である。高純度のケイ素は エ であり、集積回路や太陽電池などの原材料として用いられる。

 アの (2) 酸素 (3) 鉄

 (4) アルミニウム (5) カルシウム

イの(0) イオン(1) 金属解答群(2) 共有(3) 配位

ウの(0) フラーレン(1) グラファイト解答群(2) ダイヤモンド(3) グラフェン

エの(0) 絶縁体(1) 半導体解答群(2) 良導体

(2) 0.036 mol/L の酢酸水溶液を 25 Cで調製したところ,その pH は 3.0 であった。 この酢酸水溶液中における酢酸の電離度は  $\boxed{ }$  す である。

この酢酸水溶液 10.0 mL と少量のフェノールフタレイン溶液をコニカルビーカーに入れ、濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液を用いて滴定したところ、中和点で溶液の色は  $\boxed{ カ }$  色から、  $\boxed{ + }$  色に変化した。中和点に至るまでに水酸化ナトリウム水溶液 18.0 mL が必要であったことから、この水酸化ナトリウム水溶液の濃度は  $\boxed{ / 2 }$  mol/L と求められる。

	(0) 1.0×10 <sup>-6</sup>	(1) 1.0×10 <sup>-4</sup>
オの	(2) $2.8 \times 10^{-4}$	(3) $2.8 \times 10^{-3}$
解答群	(4) $2.8 \times 10^{-2}$	(5) $3.6 \times 10^{-2}$
	(6) $1.0 \times 10^{-1}$	(7) $3.6 \times 10^{-1}$

	(0) 無	(1) 黄	
カ, キの 解答群	(2) 緑	(3) 青	
777 🗗 47	(4) 赤		

	(0)	0.010	(1)	0.020
クの	(2)	0.040	(3)	0.065
解答群	(4)	0.10	(5)	0.20
	(6)	0.40	(7)	0.65

(3) 殺菌消毒剤として用いられるオキシドールの有効成分は過酸化水素である。オキシドール中に含まれる過酸化水素の濃度は、過マンガン酸カリウム水溶液による滴定で求めることができる。

硫酸酸性下における,過マンガン酸イオンの反応式は,

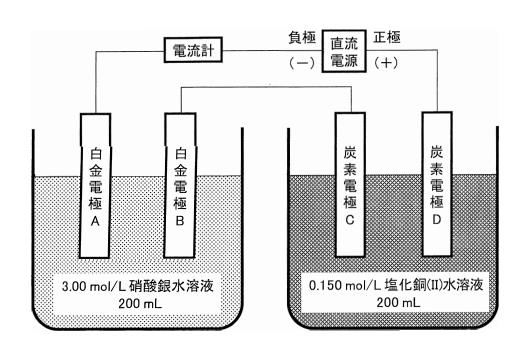
$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + \boxed{f}$$
  $H_2O$  過酸化水素の反応式は、

$$H_2O_2 \longrightarrow O_2 + 2H^+ + \Box e^-$$
  
であり、これらをまとめて

いま,あるオキシドール  $4.0\,\mathrm{mL}$  をとり,硫酸酸性としたのちに  $0.10\,\mathrm{mol/L}$  の 過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ, $16\,\mathrm{mL}$  を要した。このオキシドールの過酸化水素濃度は  $\boxed{\hspace{1.5cm}\hspace{1.5cm$ 

	(0) 0.050	(1) 0.10
シの	(2) 0.20	(3) 0.40
解答群	(4) 0.50	(5) 1.0
	(6) 2.0	(7) 4.0

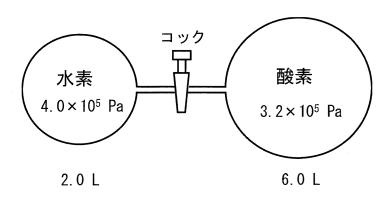
(4) 図のように 3.00 mol/L 硝酸銀水溶液 200 mL と, 0.150 mol/L 塩化銅(II)水溶液 200 mL の入った電解槽を直列に接続し、電気分解を 1200 秒行ったところ、白金電極 A 上に 2.16 g の銀が析出した。電気分解を行っているとき、電流計は ス A を示し、白金電極 B からは気体 セ が、炭素電極 D からは気体 ソ が発生していた。また、電気分解終了後、塩化銅(II)水溶液の濃度は タ mol/L となっていた。ただし、溶液の体積は変化しないものとする。



スの 解答群	<ul> <li>(0) 0.40</li> <li>(2) 1.2</li> <li>(4) 2.0</li> <li>(6) 2.8</li> </ul>	<ul> <li>(1) 0.80</li> <li>(3) 1.6</li> <li>(5) 2.4</li> <li>(7) 3.2</li> </ul>
セ, ソの解答群	(0) H <sub>2</sub> (2) N <sub>2</sub>	(1) O <sub>2</sub> (3) Cl <sub>2</sub>
タの解答群	<ul><li>(0) 0.013</li><li>(2) 0.050</li><li>(4) 0.100</li></ul>	<ul><li>(1) 0.025</li><li>(3) 0.075</li><li>(5) 0.125</li></ul>

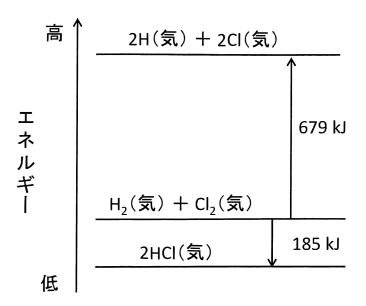
# 化学Ⅱ

次のア~ツにもっとも適切なものを一つ各解答群から選び,番号で答えよ。ただし,原子量はH 1.0,O 16,気体定数は8.31×10Pa·L/(K·mol)とする。



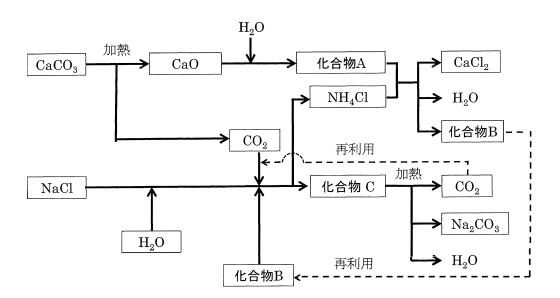
	(0) 0.32	(1) 0.64	
ア, エの	(2) 1.3	(3) 1.7	
解答群	(4) 2.1	(5) 2.9	
	(6) 4.5	(7) 5.8	

イ. ウ. オ	(0)	0	(1)	$2.5 \times 10^{4}$
	(2)	$1.0 \times 10^{5}$	(3)	$1.3 \times 10^{5}$
イ,ウ,オ	(4)	$1.5 \times 10^{5}$	(5)	$1.9 \times 10^{5}$
の解答群	(6)	$2.4 \times 10^{5}$	(7)	$3.3 \times 10^{5}$
	(8)	$3.6 \times 10^{5}$	(9)	$7.2 \times 10^{5}$



	(0) 93	(1) 138
カ~クの	(2) 185	(3) 216
解答群	(4) 432	(5) 436
	(6) 679	(7) 864

(3) 図は、炭酸ナトリウムの工業的製法であるアンモニアソーダ法(ソルベー法)を示したものである。このプロセスにおいて、化合物 A は f 、化合物 B は f 、化合物 f である。



	(0)	CaCO <sub>3</sub>	(1)	Ca(OH) <sub>2</sub>
	(2)	$CaCl_2$	(3)	$NH_3$
ケーサの解答群	(4)	NH <sub>4</sub> Cl	(5)	NaCl
斯洛群     	(6)	NaHCO <sub>3</sub>	(7)	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
	(8)	NaOH		

(4)	<b>並偶儿糸はは</b>	かのイオンや分子	と自己生活して動力	オンをつくのものん	1多い。	
そ	の立体構造は	・金属イオンの種類 と	ヒ配位数に依存する	,		
(a)	Fe²+とシア	ン化物イオン CN-	の錯イオン [Fe(CN	[]6]4-の立体構造	シ	
(b)	(b) Cu <sup>2+</sup> とアンモニア NH3の錯イオン [Cu(NH3)4] <sup>2+</sup> の立体構造					
(c)	Zn²+とアン	モニア NH3の錯イ	オン [Zn(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ] <sup>2+の</sup>	)立体構造	セ	
(d)	(d) Ag+とアンモニア NH <sub>3</sub> の錯イオン [Ag(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]+の立体構造			ソ		
		(0) 直線形	. (1)	正三角形		
	シ〜ソの 解答群	(2) 正方形	(3)	正四面体形		
	/17-12 117	(4) 正八面体形				

(5) 貴ガス(希ガス)は無色、無臭の気体として空気中にわずかに含まれ、常温ではほかの原子とほとんど化合せず、単体として存在している。このうち放射性元素であり、医療用放射線源に利用されているのは 夕 である。乾燥した空気中に3番目に多く含まれる気体は チ である。1気圧下での沸点が極めて低く、液体状態で超伝導磁石の冷却剤として多く使われているのは ツ である。

タ <b>〜</b> ツの 解答群	(0) ヘリウム (2) アルゴン	<ul><li>(1) ネオン</li><li>(3) クリプトン</li></ul>
	(4) キセノン	(5) ラドン

# 化学 🎞

次のアー~チー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。

(1) アルケンに存在する二重結合 C=C の原子間距離は、アルカンに存在する単結合 C-C の原子間距離 ア 。また、アルケンの C=C 結合は単結合と異なって、それを軸として回転できない。このため、 イ にはシスートランス異性体が存在する。アルケンの中で最も工業的に大量に用いられているのはエチレンである。エチレンは工業的にはナフサ(粗製ガソリン)の熱分解で製造するが、実験室では ウ と 濃硫酸の混合物を 160℃から 170℃に加熱して発生させる。エチレンを臭素水(赤褐色)に通すと、 エ 反応が起き、臭素水が無色に変化する。

アの (0) より長い (1) より短い 解答群 (2) と同じである

 イの解答群
 (0) エチレン
 (1) プロペン

 (2) 2ーメチルプロペン
 (3) 1ーブテン

 (4) 2ーブテン
 (5) ベンゼン

ウの<br/>解答群(0) メタノール<br/>(2) 1ープロパノール<br/>(4) アセトアルデヒド<br/>(5) アセトン(1) エタノール<br/>(3) ホルムアルデヒド

エの(0) 開環(1) 重合解答群(2) 付加(3) 置換

	(0)	СН₃ОН	(1)	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH
h h o	(2)	$\mathrm{CH_{3}CH(OH)CH_{3}}$	(3)	НСНО
オ〜キの   解答群	(4)	СН₃СНО	(5)	НСООН
777-12-44	(6)	$\mathrm{CH_{3}COOH}$	(7)	CHCl <sub>3</sub>
	(8)	$\mathrm{CHI}_3$	(9)	NaI

h 5	(0) 0	(1) 1
クの 解答群	(2) 2	(3) 3
件合群	(4) 4	(5) 5

(3) ナイロン 66 は 1935 年にアメリカのカロザースが発明した世界初の合成繊維である。 ケ を高温高圧条件下で反応させると コ により、ナイロン 66 が生成する。ナイロン 66 は天然の絹と同様に サ 結合をもち、ポリ サ 系合成繊維に分類される。

ビニロンは 1939 年に桜田一郎が発明した日本初の合成繊維である。酢酸ビニルを  $\boxed{\hspace{1.5cm}}$  させるとポリ酢酸ビニルが生成する。ポリ酢酸ビニルを  $\boxed{\hspace{1.5cm}}$  NaOH 水溶液で加水分解(けん化)すると,ポリビニルアルコールが得られる。ポリビニルアルコールはヒドロキシ基  $\boxed{\hspace{1.5cm}}$  OH を多数もつので,水に溶けやすい。水に溶けなくするため, $\boxed{\hspace{1.5cm}}$  OH の約 3 割から 4 割を  $\boxed{\hspace{1.5cm}}$  2 と反応させて, $\boxed{\hspace{1.5cm}}$  O $\boxed{\hspace{1.5cm}}$  C $\boxed{\hspace{1.5cm}}$  と反応させて, $\boxed{\hspace{1.5cm}}$  O $\boxed{\hspace{1.5cm}}$  である。ビニロンは, $\boxed{\hspace{1.5cm}}$  OH が残っているために適度に吸湿性をもち,天然の綿に似た感触がある。ちなみに,ポリビニルアルコールが、その単量体のビニルアルコールから合成できないのは,ビニルアルコールが不安定で  $\boxed{\hspace{1.5cm}}$  に変化してしまうからである。

	(0) テレフタル酸とエチレングリコール
	(1) アジピン酸とヘキサメチレンジアミン
ケ, タの	(2) εーカプロラクタム
解答群	(3) スチレンとブタジエン
	(4) フェノールとホルムアルデヒド
	(5) エチレンとプロピレン

コ、シ、チ	(0)	付加重合	(1)	縮合重合	
の解答群	(2)	共重合	(3)	開環重合	

サ,ソの解答群	<ul><li>(0) エステル</li><li>(2) エーテル</li></ul>	<ul><li>(1) アミド</li><li>(3) フェノール</li></ul>
ス, セの 解答群	<ul><li>(0) ホルムアルデヒド</li><li>(2) メタノール</li><li>(4) ギ酸</li></ul>	<ul><li>(1) アセトアルデヒド</li><li>(3) エタノール</li><li>(5) 酢酸</li></ul>

(以上, 化学問題終了)

## 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。

動物では、卵と精子が受精すると<u>a 卵割</u>と呼ばれる分裂によって、細胞数が増える。 卵割は、卵黄の分布や量によって影響を受け<u>b 卵黄が少なく均等な等黄卵では等割</u>、卵 黄の量が多く、植物極側にかたよっている端黄卵では不等割や盤割となる。

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

## 【ア~ウの解答群】

- (0) 脊索
- (1) 桑 実
- (2) 卵黄栓
- (3) 神 経

- (4) 灰色三日月環
- (5) 正中面
- (6) 赤道面
- (7) 胞胚腔

## 【エ、オの解答群】

- (0) 変身
- (1) 腸
- (2) 皮 膚
- (3) 変態

- (4) 脱 皮
- (5) 肺
- (6) えら
- (7) 変性

(2) 本文中の(A)  $\sim$ (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。  $\boxed{ }$  カ

#### 【カの解答群】

(0) A:神経板,

B:神経溝,

C:神経管

(1) A:神経板,

B:神経管,

C: 尾芽胚

(2) A:原腸胚,

B:神経胚,

C: プルテウス幼生

(3) A:原腸胚,

B:神経胚,

C: 尾芽胚

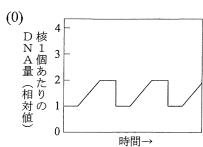
(4) A:原腸胚,

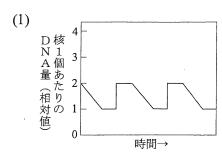
B:神経板,

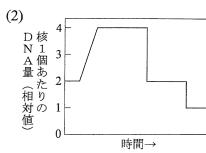
C:神経管

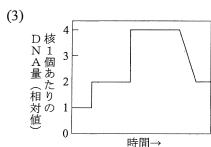
(3) 下線部 a にともなう核 1 個あたりの DNA 量の変化を示したグラフはどれか。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 キ

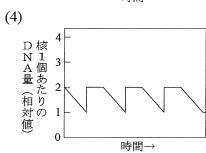
## 【キの解答群】

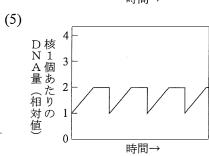












(4) 下線部bの卵割をおこなう動物はどれか。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 ク

## 【クの解答群】

(0) メダカ

- (1) ニワトリ
- (2) ウニ

(3) イモリ

(4) ショウジョウバエ

(5) 下線部 c は、成長したカエルの何と一致するか。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) 左右を分ける面

(1) 前後を分ける面

(2) 背側と腹側を分ける面

(3) 頭と胴体を分ける面

(6) 下線部 d では, 尾の細胞の DNA が断片化し周囲の細胞に影響を与えずに消失する。 このような細胞死を何というか。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 コ

#### 【コの解答群】

- (0) アポトーシス (1) リソソーム (2) カドヘリン (3) テロメア

発生学実験のモデル動物としてもちいられるアフリカツメガエル (Xenopus laevis) に は,野生型個体(灰褐色)に対して。突然変異のアルビノ個体(白色)がある(図1左)。 これらをもちいて、発生段階によって核の機能に変化があるのかを調べた。

図1のように、野生型個体から得た未受精卵に紫外線を照射して核を破壊したのち、 アルビノ個体の各段階の胚から得た核を移植した。その後の発生を観察し、正常な胞 胚になった割合と、正常な胞胚になったもののうち、正常なオタマジャクシになった 割合を図2に示した。なお、図2の $A \sim C$ は、前述のカエルの胚発生の(A) ~ ( C ) である。

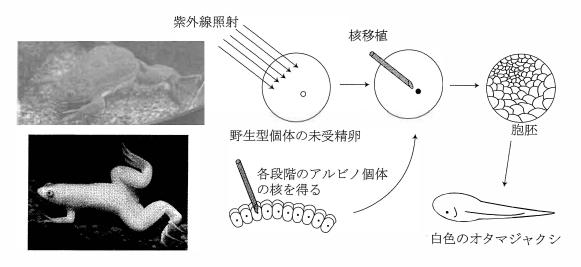


図1 アフリカツメガエルの野生型(左上)とアルビノ(左下),および核移植実験(右)

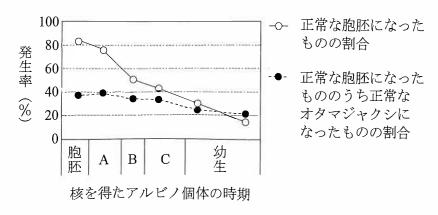


図2 核を得たアルビノ個体の時期と、核移植による発生率

(7) 下線部 e 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。 サ

#### 【サの解答群】

- (0) 種の生存に有利な突然変異が優先的に起こる。
- (1) 種の生存に有利な突然変異も、不利な突然変異も、起こる可能性がある。
- (2) 体細胞に生じた突然変異も、生殖細胞に生じた突然変異も、次代に受け継がれる。
- (3) 個体のすべての細胞で同時に突然変異が起こらないと、子孫に遺伝しない。
- (8) 図2について、アルビノ個体の各段階の核を移植された卵の数が30個であった場合、 核を得たアルビノ個体の時期が胞胚の場合と、幼生後期の場合では、それぞれ何個が オタマジャクシになったと考えられるか。最も近い数値を、次の解答群の中から一つ ずつ選べ。

幼生後期- ス 胞胚- シー個,

#### 【シ、スの解答群】

- (0) 0
- (1) 1
- (2) 2
- (3) 5 (4) 7

- (5) 9
- (6) 12 (7) 16 (8) 20 (9) 25
- (9) 図2の結果から推察されることとして、正しい記述はどれか。最も適当なものを、次 の解答群の中から一つ選べ。 セ

#### 【セの解答群】

- (0) 胞胚から幼生までの発生段階の細胞の核には、胞胚にまで発生させる遺伝情報が あるが、幼生にまで発生させる遺伝情報はない。
- (1) 各発生段階の細胞の核は、胞胚にまで正常発生させる遺伝情報をもっているが、 発生が進んだ核のほうが遺伝子発現において制限を受けやすい。
- (2) 卵を正常に発生させる分化の全能性は、どの発生段階でもあまり変わらない。
- (3) 卵を正常に発生させる分化の全能性は、胞胚より幼生の細胞のほうが高い。

# 生物 п

	נעו	11								
		章を読み, <u>ア</u> 選んで番号で答 <i>え</i>		ソ	]の解答として	〔最も適当	なも	のを,彡	各解答郡	羊より
成脂いって」づを	かで防うヒれでイくもらきな。トるき	合成細菌や緑色植物を緑色植物を摂取などに を分解し、必要が変を分解し、必要が変を分解し、必要が変を分解を表素を の一方が変をがある。 一方が変がある。 一方が変がある。 一方が変がある。 一方が変がある。 一方が変がある。 には、 には、 には、 には、 には、 には、 には、 には、	くれなるたなりぞれなり、なりのである。	生のこれの生の芽がき生の物の酵体二素極	ていくことがでいくことができます。これを摂食するこくり変えている タンパク 数の 大人の ないら 三次 が活性を 要で が で 重要 で あり	きる。一方とでのようでのは、	っ, 炭ス の な に ペ 質 に 構 に プ を よ 造	機物物, k化を 消ド成てと 化結すはる	ら有機物 アアンでででする 四の酵素がある。	かを質される。 を質が を質が を質が をでは をできる。 をできる。 をできる。 をできる。 をできる。 をできる。 をできる。 で。 できる。 、 できる。 できる。 できる。 できる。 できる。 できる。 できる。 できる。 できる。 できる。 で。 できる。 できる。 できる。 できる。 できる。 できる。 できる。 できる。 できる。 できる。 で。 と。 、 できる。 できる。 できる。 できる。 できる。 できる。 できる。 できる。 できる。 と。 で。 と。 できる。 できる。 で。 と。 で。 と。 で。 と。 で。 と。 で。 と。
		中の ア と 羊の中から一つず		にブ	、る語または数:	字は何か。	最も	適当な	ものを,	次の
		の解答群】 独立栄養 寄 生		(1) (4)	捕 食 従属栄養		(2) (5)	共 生 被 食		
	(0)	D解答群】 1 20	(1) 4 (5) 32		(2) (6)	8 61		(3) (7)		
		部 a について, グ 適当なものを, 次の					合した	を炭水化	公物はど	れか。
	(0)	D解答群】 セルロース アミロース			ラクトースマルトース		(2)	グリコ	ーゲン	

(3) 下線部 a について、タンパク質を構成するアミノ酸の基本構造、および脂肪の基本構造の模式図はどれか。最も適当なものを、次の解答群の中から一つずつ選べ。

【エ, オの解答群】

(0)

$$\begin{array}{ccccc} C & \cdots & \cdots & C & -CO & -O & -CH_2 \\ C & \cdots & C & -CO & -O & -CH_2 \\ C & \cdots & C & -CO & -O & -CH_2 \end{array}$$

(1)

(2)

$$\begin{array}{c|c} CH_2OH \\ & \\ C & \\ C & \\ O \\ H & \\ H & \\ H & \\ C \\ C & \\ OH & \\ H & OH \\ \end{array}$$

(3)

(4)

(5)

(4) 下線部 b について、ヒトで分泌される酵素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。

力

#### 【カの解答群】

- (0) 温度条件を変えても、酵素の反応速度は一定である。
- (1) すい液に含まれるトリプシンは脂質を分解する酵素で、最適 pH は約8.0である。
- (2) タンパク質を分解する酵素は1種類のみである。
- (3) だ液に含まれるアミラーゼはデンプンを分解する酵素で,最適pHは約7.0である。
- (5) 次の①~⑥のうち、下線部 c の一次構造~四次構造の説明はどれか。最も適当な組合せを、下の解答群の中から一つ選べ。 キ
  - ① 1本のポリペプチド鎖が折りたたまれた分子の立体構造
  - ② 複数のポリペプチド鎖が組み合わさった立体構造
  - ③ ヌクレオチドの配列順序
  - ④ 1本のポリペプチド鎖の離れたアミノ酸間の水素結合による  $\alpha$  ヘリックスや  $\beta$  シートのような立体構造
  - ⑤ 2本のヌクレオチド鎖間の水素結合によるらせん構造
  - ⑥ アミノ酸の配列順序

#### 【キの解答群】

	一次構造	二次構造	三次構造	四次構造
(0)	1	2	(5)	6
(1)	1	4	6	3
(2)	1	(5)	2	4
(3)	3	1	2	5
(4)	3	4	(5)	2
(5)	3	(5)	1	2
(6)	6	2	4	
(7)	6	4	1	2
(8)	6	4	(5)	2

加水分解酵素である a ペプシンは、1836年にテオドール・シュワンによってブタの胃液から発見された酵素である。ヒトの胃ではたらくペプシンの酵素活性を調べるために、以下の手順で図1のような実験をおこなった。

- 1. 精製されたペプシン 0.013 g を 6.5mL の水に溶解した。
- 2. 手順 1 の溶液を 3 本の試験管に 2 mL ずつ入れ, 水分が蒸発しないように蓋をし, 4°C、50°°C、100°Cでそれぞれ 20 分間保温した。
- 3. 手順 2 の試験管を氷中に入れ、5 分間置いた。手順 2 の保温温度が低い順に酵素液  $A \sim C$  とした。
- 4. 卵1個分の卵白を超音波で処理し、均一な液体状にした。
- 5. 3 本の試験管に e 水または 0.5% 塩酸または 10% 水酸化ナトリウム溶液 e 5 mL 入れた。それぞれに卵白液を 5 mL ずつ加えて撹拌し、添加液 e e とした。
- 6.1 mL の添加液 a と酵素液 A ~ C のいずれか 0.5 mL を混合し、37 $^{\circ}$ Cで 30 分間反応させた。同様に、添加液 b と c についてもおこなった。
- 7. 手順6の反応後,ある試薬による発色によって酵素活性を確認した。

この発色試薬はアミノ酸同士の結合部分に反応し、反応箇所が多い方から赤紫、紫、 青紫となる。実験結果を表1に示した。

#### 酵素液の調製 酵素液 A 酵素液 B 酵素液C 精製ペプシン 各 2 mL 4℃ 50°C 100℃ 20 分間保温 0.5 mL 氷中 5 分間 1 mL 添加液の調製 反応 添加液 a 添加液 b 添加液 c 卵白液 37℃ 30 分間 各 5 mL 0.5% ·塩酸 5 mL 5 mL 超音波 処理

図1 ペプシンの活性測定実験

表1 酵素液と添加液の組合せ、および実験結果

	試験管番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	添加液		a			<u>b</u>			С	
	酵素液	A	В	C	A	В	C	A	В	C
ſ	発色結果	紫	赤紫	赤紫	青紫	紫	赤紫	赤紫	赤紫	赤紫

(6) 下線部 d の分泌を抑制するはたらきをもつホルモンは何か。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。なお、このホルモンは、ホルモンとして最初に発見された物質で、十二指腸から血液中に分泌されること、すい液の分泌を促進するはたらきをもつことが知られている。 ク

#### 【クの解答群】

(0) バソプレシン

(1) グルカゴン

(2) チロキシン

(3) セクレチン

(7)実験に,卵白を使用した理由は何か。最も適当なものを,次の解答群の中から一つ選べ。

#### 【ケの解答群】

- (0) 卵白にはタンパク質が多く含まれているので、ペプシンの基質として加えた。
- (1) 卵白には脂肪が多く含まれているので、ペプシンの基質として加えた。
- (2) 卵白には炭水化物が多く含まれているので、ペプシンの補酵素として加えた。
- (3) 卵白にはビタミン B<sub>12</sub> が多く含まれているので、ペプシンの補酵素として加えた。
- (8) 下線部 e について、試験管  $4 \sim 6$  には塩酸を加えたのに対して、試験管  $7 \sim 9$  には水酸化ナトリウムを加えたのは、反応液中のどのような条件を変化させるためか。また、塩酸や水酸化ナトリウムを加えない試験管  $1 \sim 3$  で、両者の代わりに水を加えた理由は何か。最も適当なものを、次の解答群の中から一つずつ選べ。

変化する条件ー コー, 水を加えた理由ー サ

#### 【コの解答群】

(0) 塩濃度

(1) pH

(2) 温度

(3) 二酸化炭素濃度

## 【サの解答群】

- (0) 反応液中の酸素の濃度を一定に保つため。
- (1) 反応液中に溶け残っている基質を完全に溶かすため。
- (2) 反応液中の卵白の濃度を他の試験管と同じにするため。
- (3) アミノ酸と検出試薬を反応しやすくするため。

(9) 表1の結果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一つ 選べ。なお、手順1でペプシンを入れない水を準備し、同様の実験をおこなった場合 には、すべての試験管で赤紫色の発色が観察された。 ジ

#### 【シの解答群】

- (0) 試験管2のような赤紫色の発色は、試験管4のような青紫色に発色した試験管に対して、ペプシンの活性が2倍高かったことがわかる。
- (1) 試験管4のような青紫色の発色よりも、試験管1のような紫色の発色のほうがペプシンの活性が高いことを示す。
- (2) 試験管4のような青紫色の発色が見られる場合,試験管内にまったくタンパク質が存在していないことがわかる。
- (3) 試験管2のように赤紫色に発色したのは、試験管内のタンパク質がほとんど分解されずに残っているからである。

#### 【スの解答群】

- (0) 発色試薬の分解量が、50℃保温ではわずかだったが、100℃保温では多くなったから。
- (1) 基質の成分が50℃保温では若干,100℃保温では完全に変性したから。
- (2) ずべての酵素が完全に失活したが、元に戻る酵素の割合が保温温度によって異なったから。
- (3) 4℃保温では酵素のタンパク質の高次構造がほとんど変化しなかったが、50℃保温では若干、100℃保温ではほとんどが変性したから。

- (11)表1において,試験管7と9で同じ結果となった理由として考えられることは何か。 下の①~④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。 セ
  - ① 手順2の保温時に酵素が失活していたから。
  - ② アルカリ条件下で発色試薬が完全に分解したから。
  - ③ アルカリ条件下では酵素がはたらかなかったから。
  - ④ アルカリ条件下で基質成分が完全に分解され、無くなったから。

#### 【セの解答群】

試験管7	試験管9
1	1
2	2
3	3
4	4
1	2
1	3
2	1
2	3
3	1
3	4
	① ② ③ ④ ① ① ② ② ② ② ② ③ ③ ③ ③ ③ ③ ③ ③ ③ ③ ③ ③ ③

(12)表1の結果から推察されることは何か。最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 ソ

### 【ソの解答群】

- (0) ペプシンは50℃でも長時間の保存が可能で、アルカリ性条件で高い活性をもつ酵素である。
- (1) ペプシンは 4℃では保存できる可能性があり、アルカリ性条件で高い活性をもつ 酵素である。
- (2) ペプシンは 4℃では保存できる可能性があり、酸性条件で高い活性をもつ酵素である。
- (3) ペプシンは 50℃でも長時間の保存が可能で、酸性条件で高い活性をもつ酵素である。

## 生物 🎹

次の文章を読み, アー〜 ソー 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。

動物のように動くことのできない植物は、受粉の際に風や昆虫などに花粉を運ばせる。 昆虫を媒介として受粉をおこなう植物には<u>a 昆虫を誘引するしかけ</u>がみられる。その一つが開花数である。

水面に生息するホテイアオイ(図1左)は、茎の先端にいくつかの花を集合させて咲かせる浮草で、マルハナバチなどの昆虫を介した受粉をおこなう。ホテイアオイの1個体あたりの開花数の違いが、マルハナバチの選択(訪問)に関係するのかを調べた。開花数が3,6,9,12の個体から、2個体を選んで1m離して置き、一定時間内に、どちらの個体にマルハナバチが何回訪問するかを数えた。図1右のグラフの横軸は2個体の組合せで、少ない方の開花数に対する多い方の開花数の比であり、縦軸は開花数が多い方へ訪問した割合をある計算によって指数として示した。



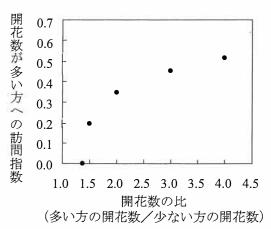


図1 開花数の比に対する多い方への訪問指数

(1) 下線部 a について、ツリフネソウという植物は、ハチの訪問時間を延ばすために、花 弁先端から蜜までの距離が長くなり、トラマルハナバチは、蜜を取り出しやすいよう に口(中舌)が長いストロー状になった。このように、複数の種が互いに影響を及ぼ し合いながら一定の方向に変化していくことを何というか。最も適当なものを、次の 解答群の中から一つ選べ。「ア

#### 【アの解答群】

(0) 大進化

(1) 共進化

(2) 分子進化

(3) 小進化

(4) 中立説

(5) 分子時計

(2)	)図1で開花数の比が1.5のときと,2.0のとき	きは,それぞれ開花数がいくつといくつの
	個体を選んだ実験であると考えられるか。め	欠の①~⑥より過不足なく含むものを,下
	の解答群の中から一つずつ選べ。	

① 3 と 6 ② 3 と 9 ③ 3 と 12 ④ 6 と 9 ⑤ 6 と 12 ⑥ 9 と 12 開花数比 1.5 - 「イ 、 開花数比 2.0 - 「ウ

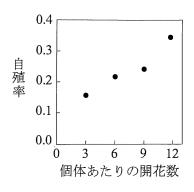
## 【イ,ウの解答群】

- (0) ① (1) ② (2) ③ (3) ④ (4) ⑤ (5) ⑥ (6) ①③ (7) ①⑤ (8) ②④ (9) ④⑥
- (3) 図1から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。

#### 【エの解答群】

- (0) 2個体の開花数の差が同じであれば、開花数の多い個体をマルハナバチが訪問する回数も同じになる。
- (1) 2個体の開花数の比が大きいほど、開花数の多い個体をマルハナバチは選択して 訪問する。
- (2) 2個体の開花数の比が小さいほど、開花数の多い個体をマルハナバチは選択して 訪問する。
- (3) マルハナバチが各個体を訪問する回数は、個体の開花数に比例する。

b <u>被子植物</u>の約7割は,1つの花に<u>。雄しべと雌しべ</u>をもつ両性花をつける。このため, 柱頭に同じ個体で形成された花粉が付着すること(自家受粉)がある。自家受粉のうち, 花粉が同じ花の柱頭に付着する同花受粉は,個体あたりの開花数に左右されないが,同 じ個体の別の花に付着する隣花受粉は,開花数による影響を受ける。図2は,ホテイア オイの個体あたりの開花数に対する,同花受粉と隣花受粉の両方を合わせた自殖率(自 家受粉する割合)を調べた結果である。また,図3は花の位置と自殖率の関係を示して いる。



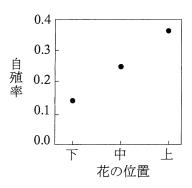


図2 個体あたりの開花数と自殖率

図3 花の位置と自殖率

(4) 下線部 b に当てはまる植物はどれか。また、被子植物の特徴を説明した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一つずつ選べ。

植物一一才, 特徵一一力

## 【オの解答群】

- (0) ケイソウ
- (1) ワラビ

(2) マッ

(3) イネ

- (4) ボルボックス
- (5) イチョウ

#### 【カの解答群】

- (0) 子房がなく胚乳がむき出しになっている。
- (1) 子葉に栄養を蓄積した無胚乳種子であり、胚乳に栄養を蓄える植物はない。
- (2) 配偶子どうしの接合でしか生殖しない。
- (3) 胚と胚乳を形成するための重複受精が起こる。
- (5) 下線部 c で、減数分裂によって、1 つの花粉母細胞から形成される花粉、および1 つの胚のう母細胞から形成される卵細胞は何個か。最も適当な組合せを、次の解答群の中から一つ選べ。 キ

#### 【キの解答群】

(0) 花粉:1, 卵細胞:2 (2) 花粉:2, 卵細胞:1 (3) 花粉:2, 卵細胞:2

(4) 花粉:4, 卵細胞:1 (5) 花粉:4, 卵細胞:4

(6) 図2と図3から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。 7

### 【クの解答群】

- (0) 開花数が少なく、上方に咲く花ほど自殖率が高くなる。
- (1) 開花数が少なく、下方に咲く花ほど自殖率が高くなる。
- (2) 開花数が多く、上方に咲く花ほど自殖率が高くなる。
- (3) 開花数が多く、下方に咲く花ほど自殖率が高くなる。
- (4) 開花数が多く、上方に咲く花ほど自殖率が低くなる。
- (5) 開花数と花の位置は、自殖率に無関係である。

植物の種類によっては、自己の花粉がついた場合に、花粉を発芽させない、または花粉管の伸長を途中で停止する。自家不和合性という性質をもつ。自家不和合性には、S遺伝子から発現するタンパク質のセットが関係し、花粉側に存在するものと柱頭に存在するもののセットが一致したときに、花粉の発芽や花粉管の伸長が抑制される。

近年の研究から、自家不和合性の機構は1つではなく、植物種によって異なることが わかってきた。アブラナ科植物では胞子体によって形成された花粉表層タンパク質が、 ナス科植物では配偶体である花粉の遺伝子によって発現されるタンパク質が、それぞれ の自家不和合性に関係している。前者を胞子体型自家不和合性、後者を配偶体型自家不 和合性と呼ぶ。

例として、図 4(A)の  $S_1$   $S_2$  個体の雄しべと  $S_2$   $S_3$  個体の雌しべの交配について示す。胞子体型自家不和合性では、花粉がもつ遺伝子の種類に関わらず、胞子体がもつ 2 つの S 遺伝子から発現された 2 種類のタンパク質  $S_1$  と  $S_2$  が花粉表面に存在する。一方、配偶体型自家不和合性では図 4(B)のように、花粉細胞がもつ 1 つの S 遺伝子から発現されたタンパク質  $S_1$  または  $S_2$  が花粉に存在する。(A)と(B)のいずれの場合も、花粉を受け取る柱頭では、配偶体がもつ  $S_2S_3$  の遺伝子が発現してタンパク質がつくられており、そのタンパク質と花粉側のタンパク質との関係で、花粉の発芽や花粉管の伸長が決まる。

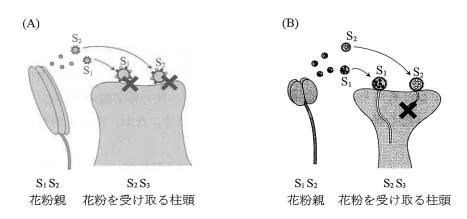


図4 胞子体型自家不和合性(A)と配偶体型自家不和合性(B)

(7) 下線部 d の性質をもたない植物が、この性質をもつ植物と比べて不利な点はどれか。 最も適当なものを、次の解答群の中から一つ選べ。 ケ

#### 【ケの解答群】

- (0) 同種の個体が近くにある場合でも種子を形成できない。
- (1) 遠くまで花粉が飛ぶことがなくなり、生息範囲が狭くなる。
- (2) 遺伝的な多様性が低下し、環境の変化などに対応できる個体を生み出しにくい。
- (3) 開花前に受粉が終了し、種子の形成期間が短くなる。
- (4) 種子を遠くまで散布できず、別種の植物との競争により個体数が減少する。

(8) 次の表1の組合せで、自家不和合性をもつアブラナ科植物またはナス科植物をそれ ぞれ同種で交配した場合, 交配①~⑥のうち, 理論上, 花粉の発芽または花粉管の伸 長がまったく起こらないと推察されるものはそれぞれどれか。過不足なく含むものを, 下の解答群の中から一つずつ選べ。なお、同じものを2回選んでもよい。

アブラナ科植物- コー | , ナス科植物- | サ

表1 アブラナ科またはナス科植物の交配

	雄しべを形成する胞子体	雌しべを形成する胞子体
交配①	S <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	S <sub>3</sub> S <sub>4</sub>
交配 ②	S <sub>3</sub> S <sub>5</sub>	S <sub>3</sub> S <sub>4</sub>
交配 ③	S <sub>1</sub> S <sub>4</sub>	S <sub>2</sub> S <sub>3</sub>
交配 ④	S <sub>4</sub> S <sub>6</sub>	S <sub>2</sub> S <sub>4</sub>
交配 ⑤	S <sub>2</sub> S <sub>5</sub>	S <sub>2</sub> S <sub>5</sub>
交配⑥	S <sub>5</sub> S <sub>6</sub>	S <sub>3</sub> S <sub>4</sub>

### 【コ, サの解答群】

- (0) 交配①
- (1) 交配①②
- (2) 交配①③

- (3) 交配①④
- (4) 交配①⑤
- (5) 交配①⑥

- (6) 交配①②③
- (7) 交配①②④
- (8) 交配①②⑤

- (9) 交配①②④⑤
- (9) 問(8) の表1について、交配②と交配⑥によって形成される種子のS遺伝子の遺伝 子型と分離比は、自家不和合性をもつアブラナ科植物またはナス科植物でそれぞれど のようになると考えられるか。最も適当なものを、次の解答群の中から一つずつ選べ。 ただし、まったく種子ができない場合には0と示す。なお、同じものを2回以上選ん・ でもよい。

アブラナ科植物 ナス科植物

交配②- S<sub>3</sub> S<sub>3</sub>: S<sub>3</sub> S<sub>4</sub>: S<sub>3</sub> S<sub>5</sub>: S<sub>4</sub> S<sub>5</sub> =

交配⑥- S<sub>3</sub> S<sub>5</sub>: S<sub>3</sub> S<sub>6</sub>: S<sub>4</sub> S<sub>5</sub>: S<sub>4</sub> S<sub>6</sub> =

セ

#### 【シ〜ソの解答群】

- (0) 1:1:1:1
- (1) 1:1:0:0
- (2) 1:0:1:0

- (3) 1:0:0:1
- (4) 0:1:1:0
- (5) 0:1:0:1

- (6) 0:0:1:1
- $(7) \quad 0:0:0:0$
- (8) 9:3:3:1

(9) 0:1:1:1

(以上, 生物問題終了)

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 $1(1) \sim (5)$  の解答は,答えのみを[数学-第1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、なお、解答欄には答えのみを記入せよ、

(1) 等式 
$$\frac{x^2+7x}{(x+2)(x^2+x+3)} = \frac{a}{x+2} + \frac{bx+c}{x^2+x+3}$$
 が  $x$  についての恒等式となるような定数  $a,b,c$  の値を求めよ.

- (2)  $\triangle$ ABC において、AB=2、AC=5、 $\cos \angle CAB=-\frac{4}{5}$  とし、辺 BC の中点を D とする。このとき、BCの長さとADの長さを求めよ。
- (3) 2 次方程式  $x^2 (a+3)x + a^2 5a = 0$  が異なる 2 つの正の実数解をもつような定数 a の条件を求めよ.
- (4) 整式 P(x) を  $x^2-1$  で割ると余りが 2x+1,  $x^2-x-2$  で割ると余りが 4x+3 である. このとき, P(x) を  $x^2-3x+2$  で割った余りを求めよ.
- (5) 方程式 x|x+2|+|x-1|=4x+1 の解を求めよ.

- 注意:採点は解答用紙のみで行います。問題用紙に書いた計算等は評価しません。問題1 (6)  $\sim$  (10) の解答は,答えのみを[数学-第1面] の該当箇所に記入してください。
  - (6) 1 つのさいころを続けて投げるとき, 1 の目が 2 回連続して出たら終了するものとする. ちょうど 5 回目で終了する確率を求めよ.
- (7) 不等式  $\log_2(x-1) \log_{\frac{1}{2}}(x+3) \le 3 + \log_2 x$  を解け.
- (8) 数列 $\{a_n\}$ の初項から第 n項までの和  $S_n$  が  $S_n=n^2-3n+1$   $(n=1,2,3,\cdots)$  で与えられている.このとき,一般項  $a_n$  を求めよ.
- (9) 空間において、球面  $x^2 + y^2 + z^2 2x + 4y 6z 7 = 0$  が xy 平面と交わってできる円の中心の座標と半径を求めよ.
- (10) 幅, 高さ、奥行きがそれぞれ x, x, 5-2x である直方体の体積 V の最大値を求めよ、また、そのときの x 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、計算も含めて[数学-第1面]、[数学-第2面]の該当箇所に記入してください.
- 問題 2 関数  $f(x) = 3\sin 2x + 3\sqrt{2}\sin x + 3\sqrt{2}\cos x + 1$   $(0 \le x \le \pi)$  について,  $t = \sin x + \cos x$  とおくとき,次の問いに答えよ.なお,解答欄には途中の推論,計算も含めて記述せよ.
  - (1) t のとり得る値の範囲を求めよ.
  - (2) f(x) を t の式で表せ.
  - (3) f(x) の最大値とそのときの x の値を求めよ.
  - (4) f(x) の最小値とそのときの x の値を求めよ.
- 問題3 四面体OABC の辺 BC を 2:1 に内分する点を P, 線分 AP の中点を Q, 線分 Q を 3:2 に内分する点を R とする. また,直線 CR と平面 OAB の交点を S とする.  $\overrightarrow{OA} = \overrightarrow{a}$ ,  $\overrightarrow{OB} = \overrightarrow{b}$ ,  $\overrightarrow{OC} = \overrightarrow{c}$  とおくとき,次の問いに答えよ. なお,解答欄には途中の推論,計算も含めて記述せよ.
  - (1)  $\overrightarrow{OP}$ ,  $\overrightarrow{OQ}$ ,  $\overrightarrow{OR}$  を  $\overrightarrow{a}$ ,  $\overrightarrow{b}$ ,  $\overrightarrow{c}$  を用いて表せ.
  - $\overrightarrow{OS}$   $\overrightarrow{ea}$ ,  $\overrightarrow{b}$  を用いて表せ.
  - (3) 直線 OS と直線 AB の交点を T とおくとき, 比 AT:TB を求めよ.

- 注意:採点は解答用紙のみで行います. 問題用紙に書いた計算等は評価しません. 問題4の解答は,途中の推論,計算も含めて[数学-第2面]の該当箇所に記入してください.
- 問題 4 a は -1 < a < 1 を満たす定数とする. 関数  $f(x) = x^3 x$ ,  $g(x) = a(x^2 1)$  について, 次の問いに答えよ. なお, 解答欄には途中の推論, 計算も含めて記述せよ.
  - (1) 2 曲線 y = f(x), y = g(x) の共有点のx座標を求めよ.
  - (2)  $S = \int_{-1}^{1} |f(x) g(x)| dx$  を a を用いて表せ.
  - (3) (2) の S の最小値と、そのときの a の値を求めよ.

(以上, 問題終了)

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

### [選択肢]

amaze	believe	bored	by
earns	harmony	leave	moment
nearly	passing	quickly	shouldn't
snowy	surprised	thoughts	where

- (ア) Anchorage, Alaska is ( ) as far from New York City as it is from Tokyo.
- (1) I can't ( ) he actually won. He seemed so unprepared for the match.
- (ウ) A ( ) score on last week's test was 60 points, so I was relieved to get 65.
- $(\pm)$  We need to decide soon ( ) we want to have the party.
- (才) Frank was ( ) that he liked the movie. Usually, he doesn't enjoy watching romantic comedies.

${\rm I\hspace{1em}I}$ .	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1つ
	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
	101   1   1   1   1   1   1   1   1
	Two dog walked slowly across the busy street.
	1 2 3
	   [解答例]
	誤 (1) 2 3 正 dogs
(ア)	少なくとも半数の人は、講義の間寝ていた。
(,,,	
	Not least half of the people were sleeping through the lecture.  1 3
(1)	洪水が起こりやすい地域は、赤い丸がつけられている。
( , ,	
	The area what is likely to get flooded is circled in red.  1 2 3
(ウ)	少し前にメアリーと話そうとしたが、今日はもう帰ってしまっていた。
())	
	I <u>tried</u> to speak with Mary a little <u>while</u> ago, but she had already <u>been</u> for the day.  1 2 3
(-)	このゼニール 世界しい村 とれしの朝人とニューバフ
(上)	このグラフは、若者と比較した老人の割合を示している。
	This graph shows the <u>percentage</u> of elderly people compared to <u>youth</u> people.
(才)	チームの戦略を考慮せずに勝手にやるなら、負けるだろう。
	If you do as you <u>like</u> without <u>considered</u> your team's strategy, you'll <u>lose</u> .
	1 2

Ш.	文の空欄に語または句を最	れぞれの日本語訳の意味を表す英 も適切な順番に並べた場合、 <u>3番</u> こくるものも小文字で書いてあり もあります。	目にくるものの番号を
(ア)	この道をまっすぐ行くと、	郵便局が右側にあります。	
	Go straight on this street, an	right.	
	<ol> <li>find</li> <li>the</li> </ol>	2. on 3. 5. your	post office
(イ)	パットは、飛行機に乗り辺	む前に息子の手を取った。	
	Before	son by the hand.	
	<ol> <li>boarding</li> <li>the airplane</li> </ol>	2. his 3. 5. took	Pat
(ウ)	明日の朝の8時に会ったほ	うがいいでしょう。	
	We should		
	<ol> <li>at</li> <li>meet</li> </ol>	<ul><li>2. eight o'clock</li><li>5. the</li></ul>	in
(工)	スプレー缶を廃棄する場合	、穴を開けなくてはいけません。	
	When you discard a	a hole in it.	
	<ol> <li>can</li> <li>spray</li> </ol>	2. must 3. 5. you	poke
(才)	どのぐらい行けば、駅に着	くと思いますか。	
		I need to go to get to the train stat	ion?
	<ol> <li>do</li> <li>think</li> </ol>	<ul><li>2. far</li><li>5. you</li></ul>	how

IV.		会話が完成 番以上で記			(ア) ~	(ウ)	に文脈に適	した文ま	たは表現を	さ考えて
	A:	Thank y	ou for ca	lling S	unnyside	e Dent	al Clinic. H	ow may I	help you?	
	B:	Hello. I	d like to	make a	ın appoir	ntmen	to have my	teeth che	cked this v	week.
	A:	(	ア	)						
	B:	It's Brac	d Jones.							
	A:	Thank y	ou, Mr. J	ones. A	and when	n wou	ld you like t	o come in	?	
	B:	(	イ	)						
	A:	OK. On	Thursday	y, we h	ave an o	pening	g at 3:30 PM	•		
	B:	(	ウ	)						

A: Great! We'll see you at 3:30 PM on Thursday.

B: Thank you. See you then.

V. 次の英文は「動物の特殊な感覚」について述べたものです。本文を読んで、質問に答えなさい。

In general, humans experience the world through five senses: sight, hearing, taste, smell, and touch. These same senses can be found in the animal kingdom as well, but sometimes with a few surprising differences. In fact, some animals rely on senses that no human has ever experienced.

Taste, for example, varies in many ways among different animals. While humans use their mouths to taste, flies and butterflies can taste anything they land on through their feet. Simply by standing on something, these insects can determine whether or not it can be eaten and what type of nutrition it will provide.

Catfish also have an interesting taste ability. Catfish have a set of taste buds in their mouths, just like humans, but they also possess a second set of taste buds that covers the outside of their bodies. As they swim, their bodies pick up the taste of food particles in the water, and they can follow these particles toward their source in search of a meal.

Sight is another sense that some animals experience differently. Certain snakes, like pythons, boas, and pit vipers, can detect infrared light—a type of light humans cannot see. Body heat gives off infrared energy, so these snakes have built-in heat vision. Strangely, the snakes don't use their eyes to see this infrared light, but instead sense it through small dots on their faces which contain "pit organs." Even if a snake's eyes are covered, these pit organs allow it to easily find and eat other animals by "seeing" the heat they produce.

Another interesting example of sight in the animal kingdom can be found in the octopus. Octopuses can change color to match their surroundings, so of course they need to see the colors in their environment in order to copy them. They perceive colors in two ways, the first being traditional eyesight similar to that of humans. The second method, however, involves small, light-sensitive proteins in their skin known as "ospins." Ospins react to light frequency, allowing the octopus's skin to instantly match the color of anything near it, even if the octopus's eyes are looking in a different direction.

Some animals also have senses totally different than those experienced by humans. Certain fish, for example, can sense pressure to determine how deep they are swimming. Many birds make use of a sense called "magnetoreception"—the ability to sense the earth's North and South Magnetic Poles—in order to navigate as they fly. Insects like the cockroach can sense moisture in the air, allowing them to avoid environments that are too dry.

The traditional human senses are useful to us, but across the animal kingdom there is a surprising variety to be found. These abilities help animals survive in their environments, and when it comes to staying alive, specialized senses just make sense.

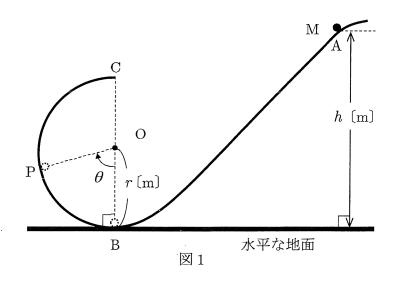
- A. 本文の内容について、(ア)~(オ)の設問に英語で答えなさい。ただし、10語以内とします。
  - (ア) What animal can taste with the entire surface of its body?
  - (1) What type of light can some snakes sense that humans cannot?
  - (ウ) Where are ospins located in an octopus's body?
  - $(\pm)$  What is the name of the sense that helps birds navigate?
  - (才) In general, what do all of the senses discussed in the article help animals do?
- B. 次の本文の要約の空欄(カ)~(コ)に入る言葉を、本文から抜き出して書きなさい。 2 語以上になる場合もあります。

Some animals have senses that are very different from those found in humans. For example, some insects can ( $\mathcal{D}$ ) anything they stand on. Some fish use their skin for this purpose, and other fish can even sense ( $\mathcal{P}$ ), which tells them how deep they are swimming. Heat vision, which some ( $\mathcal{P}$ ) have, is another example of an extreme sense. The octopus also has a unique type of vision which allows it to change its ( $\mathcal{P}$ ). In the animal kingdom, there is a large ( $\mathcal{P}$ ) of interesting animal senses.

[以上、試験問題終了]

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、厚さの無視できる滑らかなレール ABC が水平な地面に垂直に固定されている。AB部分は斜面、BC部分は点 Oを中心とする半径r[m]の半円であり、点 B、Cはそれぞれ BC部分の最下点、最高点である。点 A、B、C、Oは、同一の鉛直面内にある。半円と斜面とは、点 B でなめらかにつながっている。



質量m [kg]の小球 M が、地面からの高さh [m] (h > 2r) の点 A から、初速0 m/s ですべり出し、点 B を通過後、レール BC 上を進んだ。BC 上の M の位置を点 P とする。点 P は、点 A、B、C、O と同一の鉛直面内にある。M はこの鉛直面内を運動した。重力加速度の大きさをg [m/s $^2$ ]として、次の問いに答えなさい。

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

M が点 A にあるとき、水平な地面を重力による位置エネルギーの基準にとると、M の重力による位置エネルギーは  $\boxed{\mathcal{F}}$   $\boxed{J}$  であり、M が点 B に達する直前の M の速さは  $\boxed{\mathcal{I}}$   $\boxed{m/s}$  である。

M は、点 B に達した直後から、点 O を中心とする半径r [m]の半円のレール BC 上を運動し始める。このことから、M が点 B を過ぎた直後に、M が BC から受ける垂直抗力の大きさは、D [N] である。点 B を通過した後の M がレール BC 上を運動しているとき、D ED とおくと、 点 P における M の運動エネルギーは D [J] である。また、点 P において M にはたらく重力の OP 方向成分の大きさは、D [N] であり、M がレール から受ける垂直抗力の大きさは D [N] である。

(2) M がレール BC から離れることなく点 C を通過するためには、M が初速 0 m/s ですべり 出す点 A の高さ h [m] は、どのような条件を満たす必要があるか。

問題2 比熱は温度変化の範囲内で一定とみなせるものとして、次の問いに答えなさい。

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

比熱C [J/(g K)],質量M [g] の金属容器の熱容量は, $\Gamma$  [J/K]である。また,比熱 $c_{\rm w}$  [J/(g·K)],質量 $m_{\rm w}$  [g] の,水の熱容量は  $\Gamma$  [J/K]であり,比熱 $c_{\rm i}$  [J/(g·K)],質量 $m_{\rm i}$  [g]の,氷の熱容量は  $\Gamma$  である。

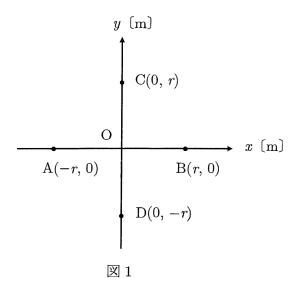
断熱材でおおわれた金属容器 (比熱 C [J/(g·K)],質量 M [g] )に,水 (比熱  $c_{\rm w}$  [J/(g·K)],質量  $m_{\rm w}$  [g] )が入れられ,温度 T [°C] (ただし,T>0°C) で熱平衡の状態にある。この容器に,氷 (比熱  $c_{\rm i}$  [J/(g·K)],質量  $m_{\rm i}$  [g],温度 t [°C] (ただし,t<0°C) を入れて,十分に時間が経過し,金属容器と質量  $m_{\rm w}$  [g] の水の温度が 0°C で,熱平衡の状態になった。このとき,金属容器と質量  $m_{\rm w}$  [g] の水から放出された熱量  $\boxed{ \mathbf{x} }$  [J] は,質量  $m_{\rm i}$  [g] の氷が吸収した熱量  $\boxed{ \mathbf{x} }$  [J] に等しく,氷の最初の温度  $\mathbf{x}$  [ $\mathbf{x}$  [ $\mathbf{x}$  ] でこのとき容器内の氷はとけていなかった。

(2) 断熱材でできた熱容量の無視できる容器に、比熱  $c_{\rm w}=4.2~{\rm J/(g\cdot K)}$  、質量  $m_{\rm w}=100.0~{\rm g}$  、温度  $T=10~{\rm C}$  の水が入っている。この容器に、比熱  $c_{\rm i}=2.1~{\rm J/(g\cdot K)}$  、質量  $m_{\rm i}=100.0~{\rm g}$  、温度  $t=-10~{\rm C}$  の氷を入れて、十分に時間が経過し、容器内の氷の一部がとけて熱平衡の状態になった。このとき、氷の融解熱を  $q=334~{\rm J/g}$  として、容器内の氷と水の温度、容器内の氷の質量と水の質量を、それぞれ求めよ。なお、 $1~{\rm 気圧}$ のもとで、水は $0~{\rm C}$ で凍り、氷は $0~{\rm C}$ でとける。

( 次ページに続く )

#### 問題3 次の問いに答えなさい。

1. 真空中に,図 1 のように,互いに直交するx 軸と y 軸をとり,その交点を原点 O とし,点 O から等距離 r[m] にある各点 A(-r,0), B(r,0), C(0,r), D(0,-r) を xy 平面上に とる。静電気力に関するクーロンの法則の比例定数を  $k_0[N\cdot m^2/C^2]$  とし,電位の基準を無限遠とする。点 A に Q[C],点 B に -Q [C],点 C に 2Q[C] の点電荷をそれぞれ 固定した。ただし,Q>0 である。次の文章の T ~ D に入る適切な式を,解答用紙の該当箇所に記入せよ。

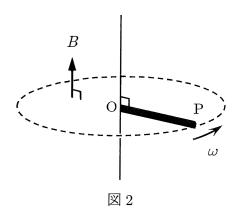


点 A に固定された点電荷による点 D の電位は  $\boxed{P}$  [V] である。また,点 B,点 C に固定されたそれぞれの点電荷による点 D の電位は,それぞれ,  $\boxed{I}$   $\boxed{V}$   $\boxed{V}$  である。したがって,点 D の電位  $\boxed{V}$   $\boxed{F}$   $\boxed{$ 

### 2. 次の (1), (2) に答えよ。

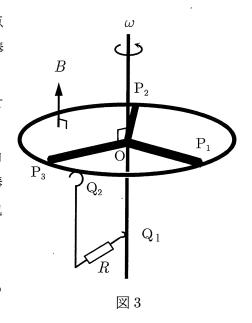
(1) 次の文章の、「キ」、「ク」、「シ」に、Oまたは P のうち、適する記号を選び、解答用紙の該当箇所に記入せよ。また、「ケ」~「サ」に入る適切な式を、解答用紙の該当箇所に記入せよ。

図 2 のように、磁束密度の大きさが B[T]の一様な磁場(磁界)の中で、磁場と平行な、不導体でできた細い回転軸の周りを、長さ L[m] の細くて均質な導体



棒 OP が,磁場と垂直な平面内で一定の角速度 $\omega$  [rad/s]で回転している。このとき,点 O から距離r [m]  $(0 \le r \le L)$  にある導体中の電子(電気量-e(<0) [C])は,磁束密度の大きさがB [T]の一様な磁場から,点 [+] から 点 [-] の向きに,大きさが [-] [N] のローレンツ力を受ける。このローレンツ力により,導体棒 OP 内において電荷の分布に偏りができ,OP 間に電場(電界)ができている。一定の角速度で,導体棒がゆっくりと回転しているとき,導体内の電子が電場から受ける力がローレンツ力とつり合っていることから,点 O から距離r [m] における電場の強さは,[-] [V/m] である。このとき,導体内の電子が電場から受ける力を OP 間で平均することにより,距離L [m] 離れた OP間に生じる誘導起電力の大きさは,[-] [V] であり,点 [-] の方が,電位が高いことがわかる。

- (2) 図 3 のように、導体でできた回転軸に垂直に、点 O で放射状に固定された長さL[m]の 3 本の導体棒 OP<sub>1</sub>, OP<sub>2</sub>, OP<sub>3</sub>でできた、導体の車輪 O-P<sub>1</sub>P<sub>2</sub>P<sub>3</sub>に、円環と回転軸の間に抵抗値 R[ $\Omega$ ]の抵抗を接触させて、磁束密度の大きさがB[T]の一様な磁場の中で、車輪 O-P<sub>1</sub>P<sub>2</sub>P<sub>3</sub>を、磁場と垂直な平面内で、一定の角速度 $\omega$ [rad/s]で回転させた。ただし、3 本の導体棒 OP<sub>1</sub>, OP<sub>2</sub>, OP<sub>3</sub>の抵抗値はいずれもr[ $\Omega$ ]であり、他の導体部分や接触部分の抵抗値は、R[ $\Omega$ ], r[ $\Omega$ ]よりも十分に小さく、無視できるものとする。
- 1) 車輪が一定の角速度で回転しているとき, 図 3 の 回路図を, **一** や **一** の記号を用いて描け。
- 2) 抵抗値  $R[\Omega]$  の抵抗を流れる電流 I[A] とその向きを求めよ。



(以上, 物理問題終了)

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

# 問題1

設問(1)から(4)に答えよ。

- (1) Ne と同じ電子配置となる単原子イオンのうち、-2、-1、+1、+2 の電荷をもつイオンについて、イオン半径の大きい方から順にそのイオン式を記せ。
- (2) 銅には <sup>63</sup>Cu (相対質量 62.9) と <sup>65</sup>Cu (相対質量 64.9) の安定同位体が存在する。 銅の原子量を 63.5 とすると, <sup>65</sup>Cu の存在比は何%か。なお, 解答は小数点以下を 四捨五入せよ。
- (3) 銅の結晶は面心立方格子をとる。この格子の一辺の長さをa [cm] とする。
  - (a) 銅の原子半径r [cm] をaを用いて表せ。
  - (b) 銅のモル質量をM [g/mol], アボガドロ定数を $N_A$  [/mol] として, 銅の結晶の密度d [g/cm³] をa, M,  $N_A$ を用いて表せ。
- (4) 0℃において, 1.0×10<sup>5</sup> Pa の酸素 O<sub>2</sub>が水に接しているとき, 1 L の水に溶解する O<sub>2</sub>の物質量は 2.2×10<sup>-3</sup> mol である。
  - (a) 0°Cにおいて、2.0×10<sup>5</sup> Pa の O<sub>2</sub>が水に接しているとき、水 10 L に溶解する O<sub>2</sub> の標準状態での体積 (mL) を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、計算式も示すこと。
  - (b) 0℃において、 $2.0 \times 10^5$  Pa の乾燥空気が水 10 L に接しているとき、水に溶解する  $O_2$  の物質量を有効数字 2 桁で求めよ。なお、乾燥空気中の  $O_2$  の存在比は 21% 体積パーセント)とする。ただし、計算式も示すこと。

## 問題2

有機化合物 A は、水素、炭素、酸素からなる純物質であり、 $1.0 \times 10^5$  Pa、27<sup>C</sup>において液体である。この有機化合物 A を用い、以下の実験操作[A]から[A]を順に行った。

### 実験操作[イ]

1.0×10<sup>5</sup> Pa, 27℃において, 三角フラスコに 20 mL の有機化合物 A を入れ, 針で穴をあけたアルミホイルでフラスコの口を覆った。口の覆われた三角フラスコ内部の容積は 0.831 L である。ただし, フラスコの容積は変化しないものとする。

### 実験操作[口]

三角フラスコの口から 1 cm 下までを沸騰した水に浸し、三角フラスコ全体が 100℃と なるよう加熱した。三角フラスコ内の液体は沸騰しはじめ、アルミホイルにあけた穴から は気体が出ていった。約 20 分経過すると三角フラスコ内の液体はすべて蒸発し、100℃のまま三角フラスコ内部は有機化合物 A の蒸気のみで満たされた。

#### 実験操作[ハ]

三角フラスコを沸騰した水から引き上げ、27℃まで徐々に冷却すると、有機化合物 A の一部が気体として残り、残りは三角フラスコ内に凝縮した。凝縮した有機化合物 A を取り出して秤量したところ、その質量は 1.15~g、実験終了時の気圧は  $1.0 \times 10^5~Pa$  であった。

設問(1)から(4)に答えよ。

- (1) 実験操作[ロ]において、三角フラスコ内部に気体として存在する有機化合物 A の物質量を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、計算式も示すこと。
- (2) 実験操作[ハ]において、三角フラスコを 27℃としたときに凝縮せず、気体として 残存する有機化合物 A の物質量を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、計算式も示すこと。なお、有機化合物 A の 27℃における蒸気圧は 6.1×10³ Pa、フラスコ内部に存在する液体の体積は無視するものとする。また、冷却操作によって、フラスコ内の有機化合物 A が外部に拡散することはないものとする。
- (3) 有機化合物 A の分子量を有効数字 2 桁で求めよ。ただし,計算式も示すこと。
- (4) 有機化合物 A はヨードホルム反応を示した。推定される有機化合物 A の名称および示性式を示せ(例: アニリン,  $C_6H_5NH_2$ )。

# 問題3

以下は周期表の一部を示したものである。

周期 族	1	2	13	14	15	16	17	18
2	ア	1	ゥ	エ	オ	カ	+	ク
3	ケ	コ	サ	シ	ス	セ	ソ	タ

設問(1)から(5)に答えよ。

(1) この周期表に含まれる金属元素をすべて選び、その元素記号を原子番号の小さい方から順に示せ。

(2)

- (a) (A) の単体を空気中で燃焼させた後, 水を加えて加熱すると, 三価の酸が得られる。この三価の酸の化学式を示せ。
- (b) 湿った水酸化カルシウムに単体の(ソ)を通じて得られる白色粉末の名称を示せ。
- (c) 単体の(セ)を空気中で燃焼させて得られる物質の化学式を示せ。
- (3) (オ)の単体は二原子分子であり、常温では化学反応を起こしにくいが、高温・高圧ではいろいろな化合物をつくることが知られている。四酸化三鉄  $Fe_3O_4$  を主成分とした触媒を用いて、高温・高圧で(オ)の単体と水素を混合することにより、ある物質が工業的に得られる。この物質の化学式と、この工業的製法の名称を示せ。
- (4) 高純度の(シ)の単体はその電気的性質を利用して集積回路(IC)や太陽電池の原材料として使われている。このような電気的性質をもつ物質は一般的に何と呼ばれるか。漢字3文字で示せ。
- (5) (キ)の単体は水と激しく反応する。この化学反応式を示せ。

# 問題4

カルボン酸 RCOOH とアルコール R'OH (R および R'はアルキル基を表す)を混合し、少量の濃硫酸を加えたのちに加熱すると、エステルと水が生じる。この反応はエステル化とよばれる可逆反応であり、一定温度・圧力のもとで平衡状態となる。

設問(1)から(5)に答えよ。

- (1) カルボン酸 RCOOH とアルコール R'OH からエステルと水が生成する化学反応式を示せ。
- (2) カルボン酸 RCOOH とアルコール R'OH に少量の濃硫酸を加えて反応させ、平衡 状態となった溶液がある。ここに、温度を一定に保ちながら大量の希硫酸を加えたと き、平衡状態はどのように変化するか、理由とともに示せ。
- (3) 酢酸とエタノールに少量の濃硫酸を加え、加熱後に十分時間をおいて平衡状態とした反応溶液がある。この反応溶液中に含まれるエステルを示性式で示せ。
- (4) 酢酸 3.0mol, エタノール 3.0mol, 少量の濃硫酸を混合し,27℃に保ったところ 平衡に達した。27℃における平衡定数を 4.0, 反応溶液の体積は一定であるとして, 平衡状態において存在するエステルの物質量を求めよ。ただし, 計算式を示すこと。
- (5) (4)の反応の平衡定数は 37℃, 47℃においてそれぞれ 3.6, 3.2であった。27℃から 47℃の温度領域において, このエステル化反応は吸熱反応, 発熱反応のいずれであるか示せ。