

※ 解答は5枚目の解答らんに記入すること。この用紙の裏面は計算に使ってよろしい。

1 地震について以下の問いに答えなさい。

問1 地震は、地盤に大きな力がはたらき、岩石が破壊されて断層ができることで起こります。断層について述べた次の文 a と b が、正しいか誤っているかの組合せとして適切なものを、右の表の A～E から選び記号で答えなさい。

	a	b
A	正しい	正しい
B	正しい	誤り
C	誤り	正しい
D	誤り	誤り

- a 地震を起こした断層は、地表に現れることがある。
- b 地震を起こした断層が、水平方向にずれることはない。

問2 地震において岩石の破壊が始まった点を震源といいます。地震が起こると、震源では性質の異なる二種類の揺れが同時に発生し、あらゆる方向に一定の速さで地中を伝わっていきます。これらはP波、S波とよばれ、それぞれ決まった速さをもっています。下の表はある地震の記録の一部で、3か所の観測地点 A、B、C について、震源からの距離、P波が到達した時刻、S波が到達した時刻を示しています。

観測地点	A	B	C
震源からの距離	(①)km	45km	(②)km
P波の到達時刻	3時8分5秒	3時8分8秒	3時8分14秒
S波の到達時刻	3時8分9秒	3時8分14秒	3時8分(③)秒

- (1) P波とS波が同時に発生したことをふまえて、震源で揺れが発生した時刻を答えなさい。
- (2) 上の表の(①)～(③)にあてはまる数をそれぞれ答えなさい。
- (3) 大きな揺れをもたらすS波が到達する前に、予想される地震の揺れの大きさを伝えるしくみが緊急地震速報です。震源に近い観測地点が、比較的小さな揺れであるP波を観測した後、数秒以内に緊急地震速報が発表されます。この地震では、震源から15kmの距離にある観測地点DでP波が観測された8秒後に緊急地震速報が発表されました。観測地点A、B、Cのうち、緊急地震速報の発表後にS波が到達した地点として適切なものを次のA～Eから選び記号で答えなさい。
 A A・B・C B B・C C C D なし(どの地点も緊急地震速報の発表前にS波が到達した)

2 5つのビーカーA～Eにそれぞれ、あ 塩酸、い 炭酸水、う 石灰水、え 食塩水、お アンモニア水のいずれかが入っています。

- 実験1 A～Eの水溶液に赤色リトマス紙をつけたところ、AとCでは青色に変化した。
- 実験2 A～Eの水溶液に青色リトマス紙をつけたところ、DとEでは赤色に変化した。

問1 実験1と実験2の結果から、Bの水溶液はどの水溶液とわかるか、あ～おから選び記号で答えなさい。
 問2 A、Cの水溶液を区別するための実験を考えました。

- (1) 実験の方法と結果として正しいものを次のA～Eから1つ選び記号で答えなさい。
 A 見た目を観察したところ、Aは泡が出ていたが、Cは泡が出ていなかった。
 B においをかぐと、Aからはつんとしたにおいがしたが、Cは何もおいがしなかった。
 C 加熱して水分を蒸発させると、Aは黄色の固体が残り、Cは何も残らなかった。
 D 鉄くぎを加えたところ、Aからは勢いよく泡が出たが、Cは何も変化がなかった。

(2) (1)で選んだことから、A、Cの水溶液はそれぞれどの水溶液とわかるか、あ～おから選び記号で答えなさい。

問3 D、Eの水溶液を区別するための実験の方法として次のA～Eがあります。A～Eから好きな方法を1つ選び、D、Eの水溶液をどのように区別するか、例にならって簡潔に答えなさい。

- A 見た目を観察する。
 - B においをかぐ。
 - C 鉄くぎを加える。
- (例 無色の方が水、色がついている方が黒砂糖の水溶液。)

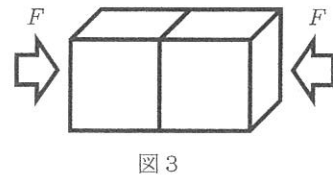
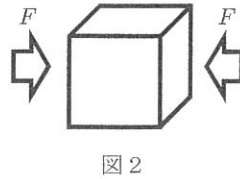
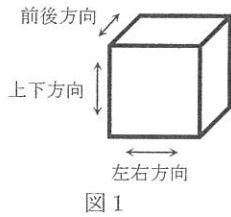
2つのビーカーF、Gにそれぞれ、あ 塩酸、い 炭酸水、う 石灰水、え 食塩水のうちいずれかが入っています。

- 実験3 F、Gの水溶液をいろいろな割合で混ぜたところ、いずれも透明で、泡が出ていた。
- 実験4 F、Gを混ぜて作った水溶液はいずれも、加熱して水分を蒸発させると、固体が残った。

問4 実験3の結果から、ビーカーF、Gのどちらにも入っていないとわかる水溶液を、あ～えからすべて選び記号で答えなさい。
 問5 実験3と実験4の結果から、F、Gの水溶液はどの2つの水溶液とわかるか、あ～えから2つ選び記号で答えなさい。

※ 解答は5枚目の解答らんに入力すること。この用紙の裏面は計算に使ってよろしい。

- 3 一辺が 10cm の立方体の消しゴムがあります。図1のように、消しゴムの各辺に沿って、上下方向、左右方向、前後方向とよぶことにします。また消しゴムは変形しても直方体とみなせるものとします。



- 問1 図2のように左右方向に対して垂直な面を、ある大きさ F の力で両側から押すと、消しゴムは左右方向に縮み、左右方向の長さは 9.99cm になりました。力の大きさを変え、両側から押すと、消しゴムは左右方向にもとの 10cm から 0.002cm 縮みました。このとき両側から押した力の大きさは F の何倍ですか。押した力と消しゴムの縮み(縮んだ距離)の間には比例関係が成り立つものとします。
- 問2 今度は先ほどと同じ消しゴムを 2 個用意し、図3のように左右方向にくっつけて、問1の大きさ F の力で両側から押しました。このとき左右方向の消しゴムの全長(長さの和)は何 cm ですか。

消しゴムが両側から押されたとき、その方向の長さの変化がわかれば消しゴムの体積変化を簡単に計算できそうに思えます。しかし左右方向に両側から押された場合、消しゴムは直方体の形に変形し、上下方向および前後方向の消しゴムの長さも変化するので、計算はそれほど簡単ではありません。

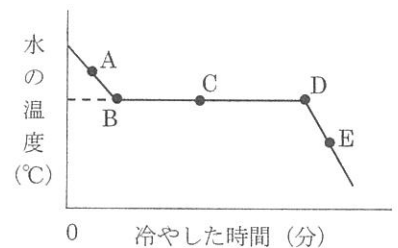
- 問3 図2のように消しゴムが左右方向に両側から押されたとき、消しゴムの (1)上下方向 および (2)前後方向の長さはそれぞれどうなりますか。伸びる場合は A、縮む場合は B とそれぞれ答えなさい。

図2のように1個の消しゴムが左右方向に両側から押されたとき(上下方向の伸びまたは縮み)÷(左右方向の縮み)の値を a とします。このとき、(前後方向の伸びまたは縮み)÷(左右方向の縮み)の値も a となります。 a の値は、消しゴムの素材によって異なります。

- 問4 問1の消しゴム1個では $a=0.48$ でした。このとき問1の大きさ F の力でその消しゴム1個を両側から押すと、消しゴムの体積は何 cm^3 減りますか。小数第2位まで答えなさい。ただし、 x と y がともに1に比べてとても小さな数のとき $(1-x) \times (1+y) \times (1+y)$ を $1-x+2 \times y$ のように計算してかまいません。これを近似計算と呼びます。近似計算では例えば、 $(1-0.0003) \times (1+0.001) \times (1+0.001) = 1.0017003997$ を $1-0.0003+2 \times 0.001 = 1.0017$ としてよいこととなります。

- 問5 どんな立方体の消しゴムも、両側から押されたとき、体積は必ず減少することが知られています。このことから、 a の値はある値以上になりえないことがわかります。ある値を答えなさい。必要であれば問4の近似計算を使ってかまいません。

- 4 試験管に入れた水を冷やして、水の温度変化と水の様子を調べました。その結果、冷やした時間と水の温度の関係は図1のようになりました。

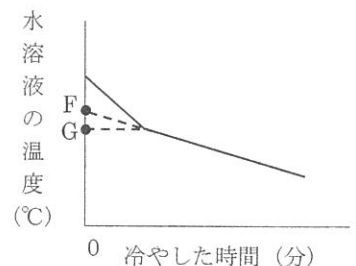


- 問1 水がこおりはじめる(試験管内に固体が生じはじめる)のは、図1の点 A~E のいずれの点か、記号で答えなさい。
- 問2 点 C での試験管内の水のすがたを答えなさい。

次に、試験管に食塩水を入れ、水と同じように冷やしたときの温度変化とその様子調べました。食塩水について、水 20g に溶かす食塩の量を変えて、4種類異なる水溶液を用意し、それぞれについてこおりはじめる温度を調べると、表のような結果になりました。

水 20g に溶かした食塩の重さ (g)	0.5	1.0	1.5	2.0
水溶液がこおりはじめる温度 ($^{\circ}\text{C}$)	-1.6	-3.2	-4.8	-6.4

また、食塩 0.5g を溶かした水溶液について、こおりはじめてから図1の点 C にあたるところまで実験を続けると、水溶液の温度は図2のように変化しました。



- 問3 水 100g に食塩 6g を溶かした水溶液を冷やしたとき、何 $^{\circ}\text{C}$ でこおりはじめますか。
- 問4 図2で、こおりはじめる温度の -1.6°C は点 F, G のいずれの点の値か、記号で答えなさい。
- 問5 図2から、水溶液がこおりはじめてから試験管内で何が起きていると考えられますか。次のア~ウから選び記号で答えなさい。

- ア 水と食塩が混ざった、食塩水がこおっている。
- イ 水だけがこおっている。
- ウ 食塩だけが固体となって出てきている。

- 問6 水 20g に食塩 0.5g を溶かした水溶液を -5°C まで冷やしたとき、試験管内に固体は何 g 生じていますか。

※ 解答は5枚目の解答らんに入ること。この用紙の裏面は計算に使ってよろしい。

- 5 以下の文の()に最もよくあてはまる語句または数をそれぞれ答えなさい。また、{ }にあてはまるものをそれぞれア、イから選び、[⑥]にあてはまるものを下線部のあ～えからすべて選び記号で答えなさい。さらに、とにあてはまる語句をそれぞれ答えなさい。

生物の中で現在最も種類が多いのは昆虫です。しかし、3億年前の地球にはメガネウラという体長70cmほどのトンボの仲間が存在していたものの、現在の地球ではそのような大きな昆虫を見ることはできません。また、昔も今も昆虫は海にほとんど存在しません。これらの理由を考えてみましょう。

仮に昆虫が進化して、からだが巨大になったとします。まず、昆虫がその大きなからだを支えられるかどうかについて考えます。昆虫はからだの外側が比較的かたくなっていて体重を支えています。この構造を外骨格といいます。たとえば昆虫のからだは相似形で2倍に(同じ形のまま各部の長さがすべて2倍に)なったとします。からだの密度(1cm³あたりの重さ)が変わらないと仮定すると、「体重を、脚の断面積で割った値」はもとの(①)倍になります。したがって昆虫が大きくなった場合、そのからだを支えるためには、脚をさらに太くする、あるいは昆虫のなかまとは呼べなくなってしまいますが、脚のが必要になります。

ところで、昆虫の外骨格の主成分は、酸素を利用して固まるクチクラという物質です。ただし、クチクラは非常に硬いわけではありません。一方、カニも外骨格を持つ生物であり、深海で生息する大きなカニが知られています。このカニが大きなからだを支えられるのは、カニの外骨格が海水中に含まれるカルシウムを取り込んで非常に硬くなっていることや、水中ではことが理由として考えられます。

ちなみに、ゾウは非常に巨大な陸上の生物ですが、今よりもさらにからだを大きくするには、ゾウの脚を構成する(②)と骨を太くする必要があります。かつて存在した恐竜は、ゾウよりもきわめて大きいものも存在しましたが、恐竜はからだの(③)がゾウに比べてかなり小さかったため、その体重を支えることができました。

以上のように、外骨格をもつ生物であっても内骨格(からだの内部にあって体重を支える骨)をもつ生物であっても、進化して巨大になることは簡単ではないことがわかります。

次に、からだを支えること以外で、昆虫が巨大化できない理由を考えます。

昆虫は外骨格につながった気管を体内にもっており、この気管を使って呼吸しています。昆虫は一生のうちで何回か(④)を行うことでからだを大きくしますが、外骨格だけでなく気管も一回り大きくなります。このとき気管は(⑤ ア単純 イ複雑)な構造のほうがうまく(④)を行うことができます。

また、ゾウの血液の役割には、あ 酸素の運搬、い 老廃物の運搬、う 二酸化炭素の運搬、え 養分の運搬 などがありますが、昆虫の体液の役割としてあてはまるものは、下線部のあ～えのうち[⑥]です。昆虫は背中側に心臓と血管をもち、腹の体液を頭まで移動させますが、頭で血管は途切れてなくなり、体液は頭・胸・腹へと拡散します。このことから、昆虫とゾウでは(⑦ ア昆虫 イゾウ)の方がより計画的に血液または体液を全身に送ることができると言えます。

呼吸についても、昆虫(特に幼虫)とゾウを比較すると、(⑧ ア昆虫 イゾウ)のほうがより効率よく呼吸することができます。

つまり、血液・体液の循環という点でも、呼吸という点でも、昆虫が巨大化するのは難しいと結論できそうです。

なお、現在の地球で比較的大きな昆虫が見られる地域は熱帯雨林などです。大昔にメガネウラのような巨大な昆虫が生息していたのも、当時の地球は空気中の(⑨)の割合が大きかったためであると考えられます。

最後に、昆虫が海で生息できるかどうかについて考えてみます。

陸上に生息する生物が進化して再び海に生息するようになった例として、ほ乳類ではクジラ、は虫類ではウミヘビ、植物ではアマモなどが知られています。空を飛ばない鳥のなかまで、海に生息または海で活動するものの例には(⑩)があります。

しかし、海に生息する昆虫はほとんど見つかっていません。それは、海水中という環境では、ヒトと同様にからだの中の体液の(⑪)の濃さを調節できないことや、酸素が少ないので(⑫)をつくりにくいことが理由だと考えられています。

※ 解答は5枚目の解答らんに記入すること。この用紙の裏面は計算に使ってよろしい。

- 6 長さ100cmの糸に小さなおもりをつけた振り子を用意します。糸の端は壁の点Oに固定されていて、振り子は壁の表面にそって振らせることができます。空気抵抗および壁との摩擦は無視します。振り子の最下点Pの高さを高さの基準(高さ0cm)とします。糸を張った状態で、左側の高さ20cmの位置で静かにおもりを放すと、よく知られているように、おもりは糸が張った状態のまま点Pを通過して進み、右側の高さ20cmの位置で一瞬静止し、その後、放した位置まで引き返します。

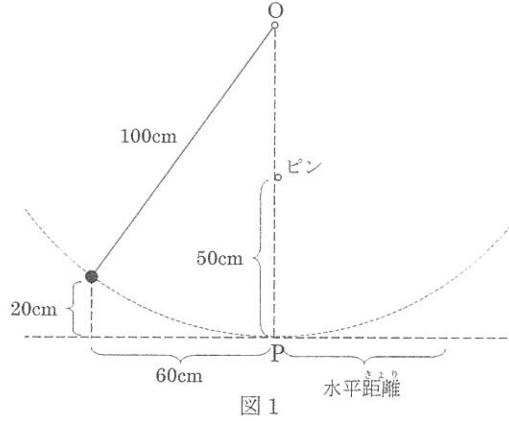
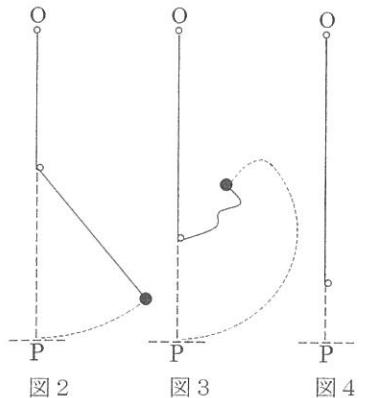


図1

- 問1 おもりを放す位置は変えずに、直線OP上で高さ50cmの位置にピンを打ち(図1)、そこで糸が折れ曲がるようにした場合、おもりは右側のどの位置まで進むでしょうか。直線OPからその位置までの水平距離を答えなさい。
- 問2 問1の場合も、おもりは一瞬静止した後、放した位置まで引き返します。おもりが往復するのに要する時間は、ピンを打たない場合に比べてどうなりますか。次のア～ウから選び記号で答えなさい。
ア 変わらない。 イ 長くなる。 ウ 短くなる。
- 問3 放す高さを20cmのままにして、ピンを打つ高さを50cmよりも少し小さくした場合、おもりが進む位置までの水平距離は、問1の答えに比べてどうなるでしょうか。次のア～ウから選び記号で答えなさい。
ア 変わらない。 イ 大きくなる。 ウ 小さくなる。
- 問4 放す高さを20cmのままにして、ピンを打つ高さをさらに少しずつ小さくしながら実験を続けてみたところ、ピンの高さのある値よりも小さくすると、糸がたるむ(糸が張ったままではいられない)ことがわかりました。ある値は何cmですか。
- 問5 おもりを放す高さを H cm、ピンを打つ高さを x cmとします。ただし、 H と x は100以下とします。いろいろな H の値に対して、 x の値を H よりも大きな値から始めて少しずつ小さくしながら実験を続けてみたところ、おもりが点Pを通過した後のおもりの動きはA、B、Cの3種類の動きのどれかひとつになることがわかりました。AとBは次のような動きです。

- A 図2のように、糸がたるむことなく進んでいき、一瞬静止して引き返す。
B 図3のように、あるところで糸がたるみ、静止することなく不規則な動きが続く。



Cはどのような動きでしょうか。Cの動きを図で示しなさい(図4を完成させなさい)。ただし、おもりが点Pを通過してから点Oの真下のある点に達する瞬間までのおもりの道筋(-----)と、その瞬間におけるおもりの位置(●)と、糸(—)をかくこと。

受験番号

※左に受験番号を必ず記入すること。

解答らん

1

問1		問2 (1)	時	分	秒	(2)	①	②	③	(3)
----	--	--------	---	---	---	-----	---	---	---	-----

2

問1		問2 (1)		(2)	A	C
問3	方法	区別のしかた				
問4		問5				

3

問1		問2	倍	問3 (1)	(2)	問4	cm ³	問5
----	--	----	---	--------	-----	----	-----------------	----

4

問1		問2					
問3	°C	問4		問5		問6	g

5

①		②		③		④			
⑤		⑥		⑦		⑧		⑨	
⑩		⑪		⑫					
A		B							

6

問1		cm	問5	
問2				
問3				
問4		cm		