

ク ラ ス		受験番号	
出席番号		氏 名	

2014年度

第1回 全統記述模試問題 理 科

2014年5月実施

(1科目 60分)

試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かず、下記の注意事項をよく読むこと。

注 意 事 項

1. 問題冊子は61ページである(物理 1～7ページ、化学 9～24ページ、生物 25～41ページ、地学 43～61ページ)。
2. 解答用紙は別冊になっている。(解答用紙冊子表紙の注意事項を熟読すること。)
3. 本冊子に脱落や印刷不鮮明の箇所及び解答用紙の汚れ等があれば、試験監督者に申し出ること。
4. 試験開始の合図で解答用紙冊子の理科の解答用紙を切り離し、下段の所定欄に **氏名・在・卒高校名・クラス名・出席番号・受験番号** (受験票の発行を受けている場合のみ) を明確に記入すること。なお、氏名には必ずフリガナも記入のこと。
5. 解答には、必ず黒色鉛筆を使用し、解答用紙の所定欄に記入すること。解答欄外に記入された解答部分は、採点対象外となる。
6. 試験終了の合図で上記4.の事項を再度確認し、試験監督者の指示に従って解答用紙を提出すること。

河合塾



1461210114110000

物 理

1 (配点 33点)

図1のように、断面が二等辺三角形の台が床に固定されている。左右の斜面 S_1 , S_2 は、水平面と 30° の角度をなしている。台の頂点には、なめらかな滑車を取り付けられている。質量 M の物体 A と質量 m の物体 B を軽い糸で結び、糸を滑車にかけ、物体 A を斜面 S_1 上に、物体 B を斜面 S_2 上に置いた。斜面 S_1 , S_2 はなめらかで、物体 A, B との間に摩擦力ははたらかない。また、物体 A, B が斜面 S_1 , S_2 の下端に達したり、滑車に衝突することはないものとする。糸は常に斜面 S_1 , S_2 と平行であり、重力加速度の大きさを g として、以下の問に答えよ。ただし、 $M > m$ とする。

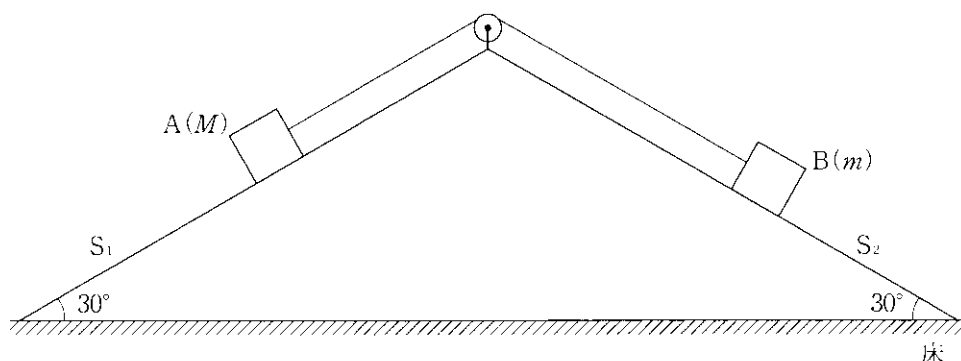


図1

問1 はじめ、物体 B には斜面 S_2 に沿って下向きの外力が加えられていて、物体 A, B は静止している。

- (1) このときの糸の張力の大きさを求めよ。
- (2) 加えている外力の大きさを求めよ。

加えていた外力を取り除くと、物体 A は斜面 S_1 に沿って下向きに、物体 B は斜面 S_2 に沿って上向きに、同じ大きさの加速度で動き出した。

問 2 物体 A, B の加速度の大きさ a を求めよ。また、このときの糸の張力の大きさ T を求めよ。(答だけでなく、式・説明も書け。)

次に、図 2 のように、物体 B を斜面 S_2 上の点 O に置き、時刻 $t=0$ に斜面 S_2 に沿って下向きに初速 v_0 を与えたところ、物体 A も速さ v_0 で斜面 S_1 に沿って上向きに動き出した。以下の問 3、問 4 では、問 2 で求めた加速度の大きさを a として、 a と v_0 のみを用いて答えよ。

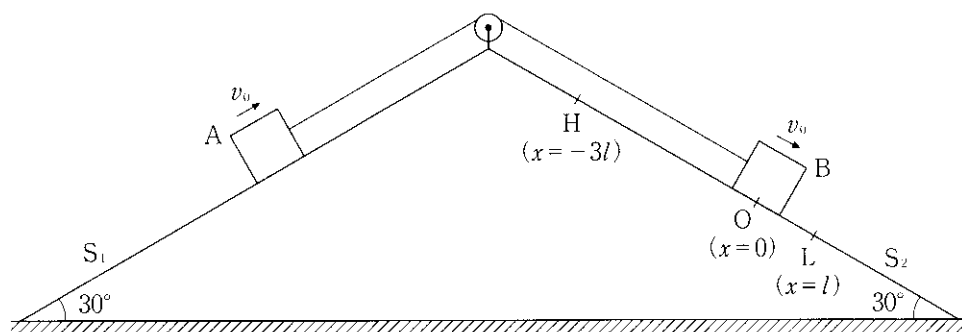


図 2

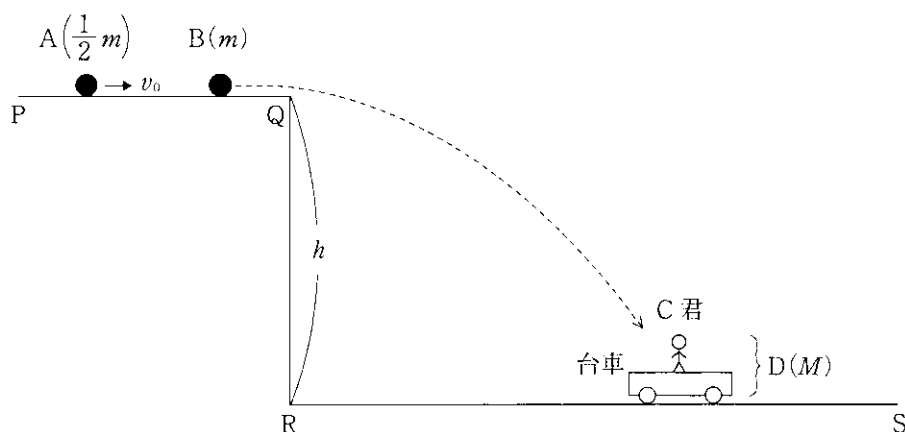
問 3 物体 B は点 L で速さが 0 になった。このときの時刻 t_1 と、点 O から点 L までの距離 l を求めよ。

問 4 このあと、物体 B は斜面 S_2 に沿って上向きに動き出し、点 O から上向きに距離 $3l$ だけ離れた点 H を通過した。このときの時刻 t_2 を求めよ。

問 5 物体 B の運動を、横軸に時刻 t 、縦軸に位置 x をとったグラフに表せ。ただし、 $0 \leq t \leq t_2$ の範囲について図示すること。また、位置 x は、点 O を原点とし、斜面 S_2 に沿って下向きを正とした座標軸で表すものとする。

2 (配点 34点)

図のように、高さが h の段差 QR があり、上側の水平面 PQ と下側の水平面 RS はなめらかである。水平面 PQ 上で、右向きに速さ v_0 で運動してきた質量 $\frac{1}{2}m$ の小球 A が、静止している質量 m の小球 B に衝突し、小球 B は点 Q から水平方向に飛び出した。以下の問に答えよ。ただし、重力加速度の大きさを g とし、運動は同一鉛直面内でおこなわれるものとする。



問 1 右向きを正として、衝突直後の小球 A の速度を v_A 、小球 B の速度を v_B とする。

- (1) 小球 A と小球 B の衝突において成り立つ、運動量保存の法則の式を、 m 、 v_0 、 v_A 、 v_B を用いて書け。
- (2) 小球 A 、 B 間の反発係数(はねかえり係数)を e として、 v_0 、 v_A 、 v_B 、 e の間に成り立つ関係式を書け。
- (3) 衝突直後の小球 B の速度 v_B を、 v_0 、 e を用いて表せ。

以下では、衝突後、点 Q から水平方向に飛び出したときの小球 B の速さを v として答えよ。また、衝突後の小球 A は、以下の運動には関与しないものとする。

問 2 小球 B が高さ h だけ落下する間の、水平方向への移動距離(点 R と落下点との距離)を求めよ。

小球 B の落下点には、台車が置かれていて、台車上には台車と一緒に動く C 君が乗っている。台車と C 君を合わせて物体 D と呼ぶこととし、物体 D 全体の質量を M とする。ただし、台車、C 君の高さは、小球 B の運動の高さに比べて小さく、無視できるものとする。また、水平面 RS と台車の間には摩擦力ははたらないものとする。

飛んできた小球 B を C 君が受け止めたところ、静止していた物体 D は右向きに動き出した。

問 3 動き出した物体 D の速さを求めよ。

問 4 C 君が小球 B を受け止めたときに、物体 D が受けた力積の水平成分の大きさを求めよ。

C 君が、受け止めた小球 B を、C 君から見て、水平右向き(R → S の向き)と角度 θ をなす向きに斜め上方へ投げ出す場合を考える。投げ出す小球 B の速さによって、投げ出した後の物体 D の速度は変わる。

問 5 ある速さで小球 B を投げ出したとき、投げ出した直後に物体 D は静止し、小球 B は水平右向きと角度 θ をなす向きに飛び出した。飛び出した小球 B の速さを、 v 、 θ を用いて表せ。

問 6 問 5 とは異なる速さで小球 B を投げ出したところ、C 君から見て、小球 B は水平右向きと角度 θ をなす向きに大きさ u の相対速度で飛び出した。このとき、投げ出した後の物体 D の速度は右向きに大きさ V であった。

(1) 水平面 RS 上に静止した観測者から見ると、小球 B は水平右向きと角度 ϕ をなす向きに飛び出していた。 $\tan \phi$ を、 V 、 θ 、 u を用いて表せ。

(2) 物体 D の速さ V を、 m 、 M 、 v 、 θ 、 u を用いて表せ。

3 (配点 33点)

図1のように、弦の一端Pを振動源につなぎ、他端にはなめらかな滑車を通しておもりをつるし、弦を張った。弦と滑車との接点Qと、端Pとの距離は l である。振動源は上下に微小振動し、弦に横波を発生させることができ、また、振動数を自由に変えることができる。以下の問に答えよ。

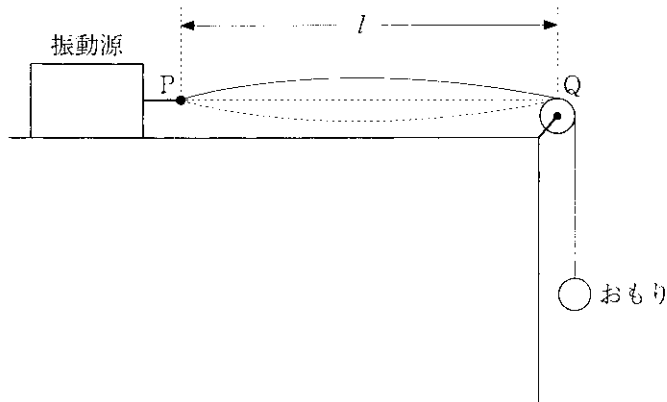


図1

問1 次の文章中の空欄 (ア), (イ) に、下の語群から適切な語句を選んで記入せよ。また、(ウ) ~ (オ) に、適切な式を記入せよ。

振動源の振動数を f にしたところ、弦は共振状態になり、点P、Qを節とし、PQの midpointを腹とする基本振動が生じた。このように、上下には振動するが左右には進行しないように見える波を (ア) 波という。これは、弦を伝わる横波が、点P、Qで (イ) 反射し、左右に進行する波が重なり合うことによって生じる。図1のような基本振動が生じているとき、弦を伝わる横波の波長は (ウ), 横波の速さは (エ) である。また、弦の最大振幅を A とし、弦を伝わる横波の波形が正弦曲線で表されるものとする、端Pから距離 $\frac{1}{4}l$ の弦の位置での振幅は (オ) である。

語群：散乱，疎密，定常，屈折，固定端，自由端

図2のように、線密度(単位長さ当たりの質量)が等しく ρ である3本の弦 a, b, c の一端を振動源につなぐ。また、それぞれの弦の他端にはなめらかな滑車を通しておもりをつるし、下表の条件で弦を張った。ただし、弦を伝わる横波の速さは、線密度 ρ と弦の張力 S を用いて、 $\sqrt{\frac{S}{\rho}}$ と表される。また、滑車からおもりまでの弦の部分にはたらく重力は無視できるものとする。

弦	振動源から滑車までの距離	おもりの質量
a	l	m
b	$\frac{3}{4}l$	m
c	l	$4m$

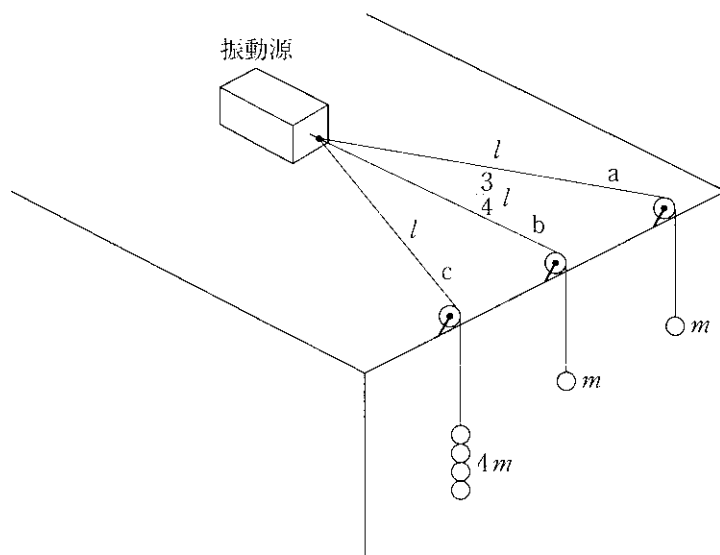


図2

問 2 振動源の振動数を 0 からゆっくりと増加させたところ、はじめに弦 a が基本振動の共振状態になった。このときの振動数 f_1 を、 l 、 m 、 ρ 、および、重力加速度の大きさ g を用いて表せ。

問 3 振動源の振動数を f_1 からゆっくりと増加させていくと、次に 1 本の弦が共振状態になった。

(1) 共振状態になった弦はどの弦か。a、b、c のうちから 1 つを選んで答えよ。

(2) このときの振動数を、 f_1 を用いて表せ。

問 4 振動源の振動数をさらにゆっくりと増加させていくと、1 本の弦だけの共振状態や 2 本の弦が同時の共振状態を経て、はじめて 3 本の弦が同時に共振状態になった。

(1) このときの振動数を、 f_1 を用いて表せ。

(2) 弦 a、b、c に生じている腹の数の和はいくらか。

化学の問題は次ページから始まる。

化 学

1 (配点 28点)

次の文を読み、問1～問8に答えよ。ただし、原子量は $C = 12$ 、 $O = 16$ 、アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ とする。

物質を構成する粒子(原子、分子、イオンなど)が規則正しく配列した固体を結晶という。結晶は構成粒子間の結合の種類により、(a)金属結晶、(b)イオン結晶、(c)共有結合の結晶、(d)分子結晶に分類される。金属結晶中の原子どうしは、各原子の価電子をすべての原子が共有することによって結びついている。このような価電子は **あ** とよばれ、結晶中を動き回ることができるため、金属結晶は電気や熱をよく導く。イオン結晶では、陽イオンと陰イオンが静電気力(クーロン力)によって結びついている。イオン結晶は、結晶のままでは電気を導かないが、融解したり、水溶液にしたりすると電気を導くようになる。共有結合の結晶では、結晶中のすべての原子が共有結合によって立体的に強く結びついている。共有結合の結晶は非常に硬く、融点が高いものが多い。いくつかの原子が共有結合によって結びついてできた粒子が分子であり、分子結晶では、分子どうしが弱い **い** 力によって結びついている。分子結晶は比較的軟らかく、融点が高いものも多く、また、昇華しやすいものもある。

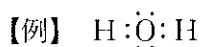
問1 空欄 **あ**、**い** に適する語を記せ。

問2 リチウム、塩素、塩化リチウムに関して、次の(1)、(2)に答えよ。

- (1) これら3種類の物質の結晶は、それぞれ文中の下線(a)～(d)のいずれかに分類される。(a)～(d)のうちから、これら3種類の物質のいずれにも該当しないものを一つ選び、その記号を記せ。
- (2) これら3種類の物質を、融点の低い順に化学式で記せ。

問 3 分子に関して、次の(1)、(2)に答えよ。

(1) 窒素分子の電子式を、次の例にならって記せ。



(2) 窒素、メタン、アンモニア、フッ化水素の4種類の分子のうち、極性分子をすべて選び、その分子式を記せ。

問 4 下の図1は、16族元素の4種類の水素化合物の沸点と分子量の関係を示している。水 H_2O 以外の化合物では、分子量が大きいほど沸点が高くなるのに対して、水は、これらのうちで分子量が最も小さいにもかかわらず、沸点が最も高い。この理由を説明した次の文の空欄に適する語句を15字以内で記せ。

水は ため、沸点が最も高い。

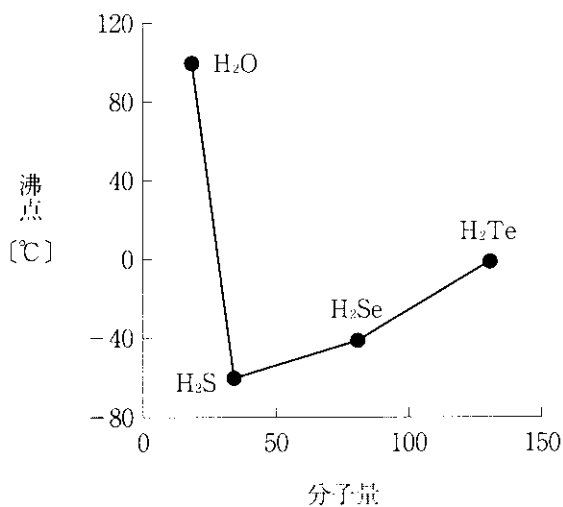


図1

二酸化炭素の固体であるドライアイスは分子結晶であり、その単位格子は図2に示す一辺の長さが a の立方体である。図3の立方体の単位格子は、多くの金属結晶にみられる う 格子であり、図2中の炭素原子の配列は、図3と同じである。

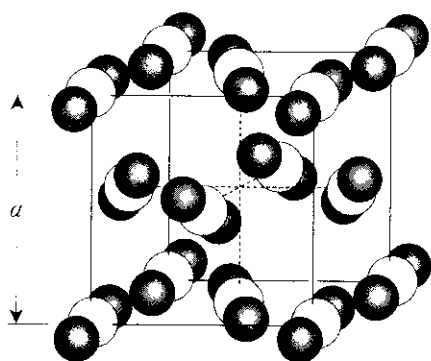


図2

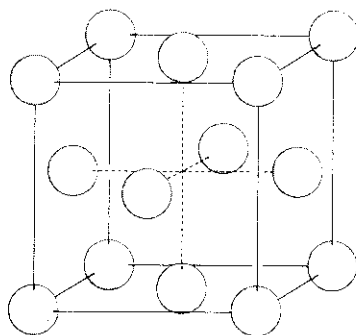


図3

問5 空欄 う に適する語を記せ。

問6 ドライアイス中の炭素原子間の最短距離(原子の中心間の距離) l を、単位格子の一辺の長さ a を用いた式で表せ。ただし、式中に平方根が含まれる場合、それを小数で近似せずに平方根のまま記すこと。

問7 図2の単位格子1個あたりに含まれる二酸化炭素分子は何個か。

問8 図2の単位格子の一辺の長さ a を $5.6 \times 10^{-10} \text{ m}$ とすると、ドライアイスの密度は何 g/cm^3 か。四捨五入により有効数字2桁で記せ。ただし、必要があれば、 $5.6^3 = 176$ として計算せよ。

化学の問題は次のページに続く。

2 (配点 25点)

次の I, II に答えよ。ただし、原子量は $H = 1.0$, $C = 12$, $O = 16$, $Ca = 40$ とする。

I モル濃度がいずれも 0.10 mol/L である次の水溶液 **A** ~ **D** について、問 1 ~ 問 3 に答えよ。

A ; 塩酸

B ; 酢酸水溶液

C ; アンモニア水

D ; 水酸化ナトリウム水溶液

問 1 下の図 1 の装置を用いて、ビーカーに水溶液 **A** を入れた場合と水溶液 **B** を入れた場合の電球の明るさを比較した。この結果について述べた次の文中の ①, ② に適する語を、それぞれ { } 内の (ア), (イ) のうちから一つずつ選び、その記号を記せ。

水溶液 **A** を入れた場合の方が、水溶液 **B** を入れた場合より電球が ① { (ア) 明るく, (イ) 暗く } 点灯した。これは水溶液 **A** 中の酸の電離度の方が、水溶液 **B** 中の酸の電離度より ② { (ア) 大きい, (イ) 小さい } からである。

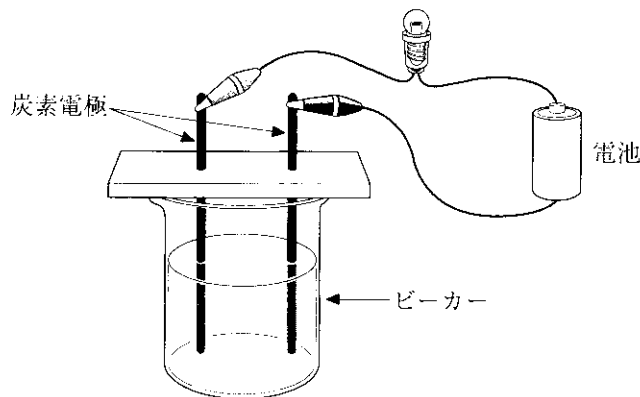


図 1

問 2 水溶液 **A**, **C**, **D** のうちの 2 種類の水溶液を同体積ずつ混合する場合、混合水溶液の pH が 2 番目に大きいのは、どれとどれを混合する場合か。次の (ア) ~ (ウ) のうちから一つ選び、その記号を記せ。

(ア) **A** と **C**

(イ) **A** と **D**

(ウ) **C** と **D**

問 3 水溶液 **D** の濃度が 0.10 mol/L であることは、次の操作 1、操作 2 によって決定した。これに関して、下の (1) ~ (4) に答えよ。

操作 1 シュウ酸二水和物 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ $w \text{ [g]}$ を正確に秤量し、これを少量の水に溶かしたのち、そのすべてを 500 mL の (a)メスフラスコ に移し、さらに水を加えて 0.0500 mol/L のシュウ酸水溶液を調製した。

操作 2 操作 1 で調製したシュウ酸水溶液 10 mL を、(b)ホールピペット を用いて (c)コニカルビーカー にはかり取った。これに、指示薬としてフェノールフタレインを加え、水溶液 **D** を (d)ビュレット から滴下したところ、コニカルビーカー内の水溶液の色が変化して中和点に達するまでに $v \text{ [mL]}$ を要した。この結果より、水溶液 **D** のモル濃度は 0.10 mol/L と算出された。

(1) 右の図 2 の実験器具は、文中の下線 (a) ~ (d) のうちのどれか。適するものを一つ選び、その記号を記せ。

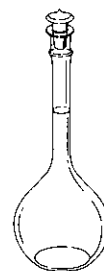


図 2

(2) 操作 1 で秤量したシュウ酸二水和物の質量 w は何 g か。四捨五入により有効数字 3 桁で記せ。

(3) 操作 2 で滴下した水溶液 **D** の体積 v は何 mL か。四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。

(4) 操作 2 を、指示薬としてフェノールフタレインではなくメチルオレンジを用いて行ったとき、コニカルビーカー内の水溶液の色が変化するまでに要する水溶液 **D** の体積を $v' \text{ [mL]}$ とする。フェノールフタレインを用いて行ったときに要した水溶液 **D** の体積 v と v' を比べると、どのような関係になるか。次の (ア) ~ (ウ) のうちから最も適当なものを一つ選び、その記号を記せ。

(ア) $v > v'$ (イ) $v = v'$ (ウ) $v < v'$

II 次の文を読み、問 4 ～問 6 に答えよ。

(e) 不純物として酸化カルシウムだけを含む炭酸カルシウムの固体試料 3.0 g を強熱し、次の式(i)の反応によって炭酸カルシウムを完全に分解し、二酸化炭素を発生させた。



発生した二酸化炭素をすべて 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 500 mL に吸収させると、次の式(ii)の反応により、炭酸ナトリウム Na_2CO_3 が生じた。このとき、水溶液の体積変化は無視できるものとする。



この反応後の水溶液 10 mL をはかり取り、指示薬としてフェノールフタレインを加え、0.10 mol/L の塩酸で滴定したところ、次の式(iii)と式(iv)の反応が起こり、終点までに 6.0 mL を要した。



問 4 空欄

あ

 に適する化学反応式を記せ。

問 5 下線部(e)で発生した二酸化炭素の物質量は何 mol か。四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。

問 6 下線部(e)の固体試料中の炭酸カルシウムの含有率(質量パーセント)は何 % か。四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。

化学の問題は次のページに続く。

3 (配点 26点)

次の I, II に答えよ。

I 次の文を読み、問 1 ～ 問 4 に答えよ。

電池は酸化還元反応に伴って放出されるエネルギーを電気エネルギーに変換する装置であり、燃料の燃焼反応を利用した電池を燃料電池という。代表的な燃料電池に、水素を燃料に用いる水素-酸素燃料電池がある。次の図 1 は、電解液に水酸化カリウム水溶液を用いたアルカリ型水素-酸素燃料電池の模式図である。

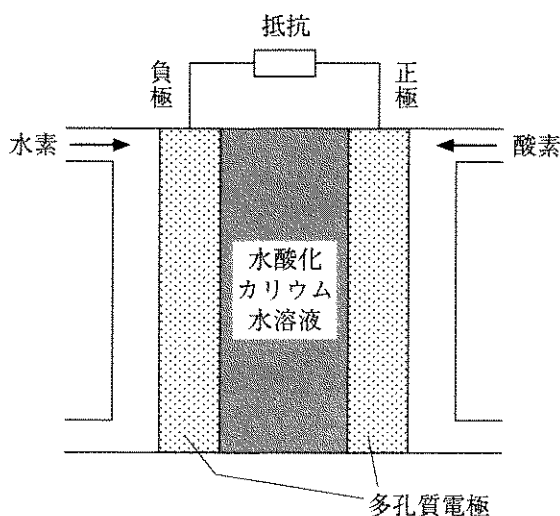
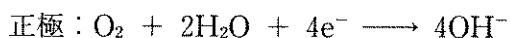
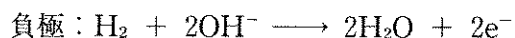


図 1

アルカリ型水素-酸素燃料電池が放電するとき、各電極で起こる反応を電子 e^- を用いたイオン反応式で表すと、次のようになる。

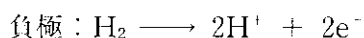


このとき、負極では **あ** 反応が起こり、水素原子の酸化数が **a** から **b** に変化する。

また、両電極で起こる反応をまとめて一つの化学反応式で表すと、次のようになる。



水素-酸素燃料電池には、電解液にリン酸水溶液を用いたリン酸型もある。リン酸型水素-酸素燃料電池が放電するとき、各電極で起こる反応を電子 e^- を用いたイオン反応式で表すと、次のようになる。



正極：

い

問 1 空欄 に適する語を記せ。

問 2 空欄 , に適する酸化数を記せ。

問 3 空欄 に適する電子 e^- を用いたイオン反応式を記せ。

問 4 水素-酸素燃料電池を放電させたところ、 0.250 mol の電子が流れた。このとき、負極で消費された水素の物質量は何 mol か。四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。

II 次の文を読み、問 5 ～問 7 に答えよ。答の数値は四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。ただし、原子量は $\text{Ag}=108$ ，ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ ，標準状態における気体のモル体積は 22.4 L/mol とする。

次の図 2 に示す装置を用いて電気分解の実験を行った。電解槽 I には 0.200 mol/L の硝酸銀水溶液 500 mL を入れ、銀電極 A、B を浸した。電解槽 II には 0.200 mol/L の硫酸ナトリウム水溶液 500 mL を入れ、白金電極 C、D を浸した。この装置を用いて次の操作 1，操作 2 を行った。

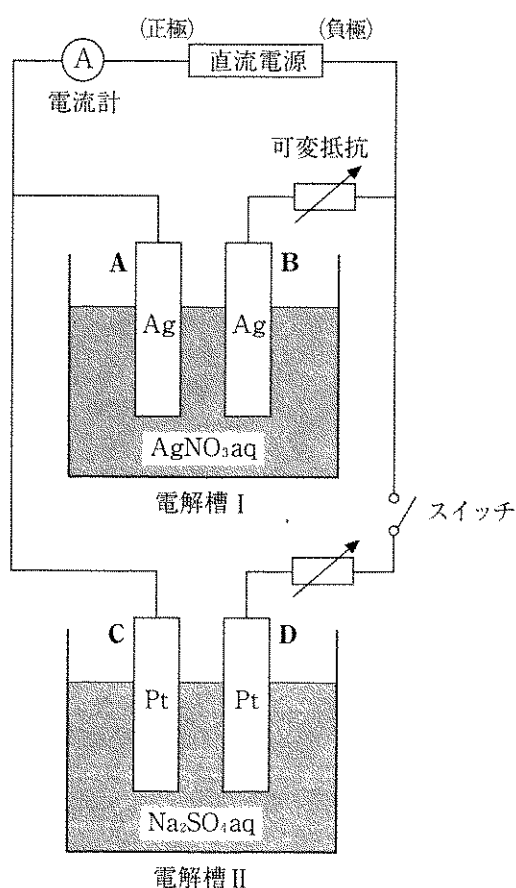


図 2

操作 1 スイッチを開いて電解槽 I だけに電流が流れるようにして、 x [A] の一定電流を 193 分間通じたところ、 6.00×10^{-2} mol の電子が流れた。

操作 2 操作 1 に引き続いて、スイッチを閉じて電解槽 I と II の両方に電流が流れるようにして、操作 1 と同じ x [A] の一定電流(電解槽 I と II に流れた電流の合計)を 193 分間通じたところ、電極 D では標準状態で 0.392 L の気体が発生した。この操作 2 の間、電解槽 I と II に流れる電流は、それぞれ常に一定に保たれていた。

問 5 操作 1 に関して、次の (1) ~ (3) に答えよ。

- (1) 通じた電流 x は何 A か。
- (2) 電極 B の質量は、電気分解前に比べて何 g 増加したか。
- (3) 電解槽 I の硝酸銀水溶液のモル濃度は電気分解の前後でどのようなになるか。最も適当なものを、次の (ア) ~ (ウ) のうちから一つ選び、その記号を記せ。ただし、電気分解による電解液の体積変化は無視できるものとする。
(ア) 大きくなる。 (イ) 小さくなる。 (ウ) 変化しない。

問 6 操作 2 に関して、次の (1), (2) に答えよ。

- (1) 電極 C で起こる反応を、電子 e^- を用いたイオン反応式で記せ。
- (2) 操作 2 の間に電解槽 II へ流れた電子の物質量は、操作 2 の間に電解槽 I へ流れた電子の物質量の何倍か。

問 7 操作 1 および操作 2 を通して、通電時間と電極 B の質量増加の関係を表すグラフを、解答欄の図中に実線(——)で描け。また、通電時間が 386 分のとき(操作 2 終了時)の電極 B の質量増加の値を図中に記せ。

4 (配点 21点)

次の文を読み、問1～問4に答えよ。

密閉容器に液体を入れておくと、単位時間あたりに蒸発して気体になる分子の数と、逆に凝縮して気体から液体になる分子の数がやがて等しくなる。このときの蒸気の示す圧力を飽和蒸気圧(蒸気圧)という。外圧を一定に保って液体の温度を上げていくとき、蒸気圧が外圧(大気圧)と等しくなる温度になると沸騰が起こる。このときの温度がこの液体の沸点である。

塩化ナトリウムなどの不揮発性物質を溶媒に溶かすと、溶液全体の粒子の数に対する **あ** 分子の数の割合が減少し、単位時間あたりに液体表面から蒸発する **い** 分子の数が減少する。このため溶液の蒸気圧は純溶媒の蒸気圧より小さくなる。この現象を蒸気圧降下という。

蒸気圧降下が起こるため、不揮発性物質を溶かした溶液の沸点は純溶媒より高くなる。この現象を沸点上昇という。溶液の沸点と純溶媒の沸点の差を沸点上昇度といい、希薄溶液の沸点上昇度は、溶質粒子(分子やイオン)の質量モル濃度に比例する。この比例定数はモル沸点上昇とよばれ、溶質粒子の質量モル濃度が 1 mol/kg であるときの沸点上昇度に相当する。

問1 空欄 **あ**， **い** に適する語の組合せを、次の(ア)～(エ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。

	あ	い
(ア)	溶質	溶質
(イ)	溶質	溶媒
(ウ)	溶媒	溶質
(エ)	溶媒	溶媒

問 2 次の図 1 は、水、 0.0300 mol/kg の塩化カルシウム水溶液 **X**、 0.0500 mol/kg のグルコース(ブドウ糖)水溶液 **Y** の蒸気圧曲線を模式的に示したものである。これについて、下の (1)、(2) に答えよ。ただし、電解質は水溶液中で完全に電離しているものとする。

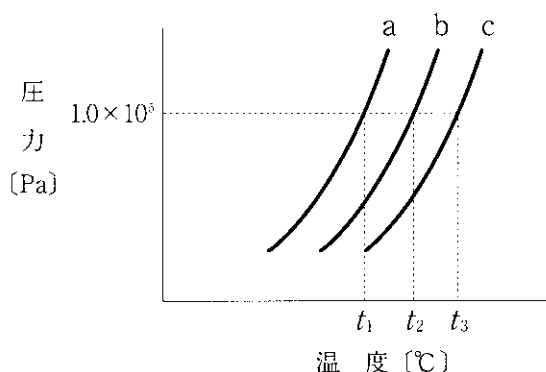


図 1

- (1) **Y** の蒸気圧曲線は図 1 の a ~ c のうちのどれか。最も適切なものを一つ選び、a ~ c の記号を記せ。
- (2) $t_3 - t_1 = 0.0468 \text{ K}$ のとき、 $t_2 - t_1$ の値は何 K か。四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。

問 3 沸点上昇を利用して、溶質の分子量を測定することができる。ある不揮発性の物質 **Z** 0.52 g をベンゼン 50 g に溶かした溶液の沸点は 80.30°C であった。物質 **Z** の分子量はいくらか。四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。ただし、ベンゼンの沸点を 80.10°C 、モル沸点上昇を $2.53 \text{ K}\cdot\text{kg/mol}$ とし、物質 **Z** はベンゼン溶液中で解離も会合もしないものとする。

問4 蒸気圧降下の実験に関する次の文を読み、下の(1)～(4)に答えよ。ただし、蒸気圧降下の大きさは溶質粒子の質量モル濃度に比例するものとする。

次の図2のように、フラスコAには水 100.0 g を入れ、フラスコBには水 100.0 g にグルコース(分子量 180.0) 0.540 g を溶かした水溶液を入れて、すばやく密封した。コックは閉じられていて、U字管内のオイルの両側の液面の高さは、はじめは等しかったが、しばらくすると変化し、一方が他方より h [mm] 高くなって静止した。ただし、水蒸気はオイルに溶けず、容器内に存在する水蒸気の量や、オイルの液面の高さの変化による気体の体積変化は無視できるものとする。

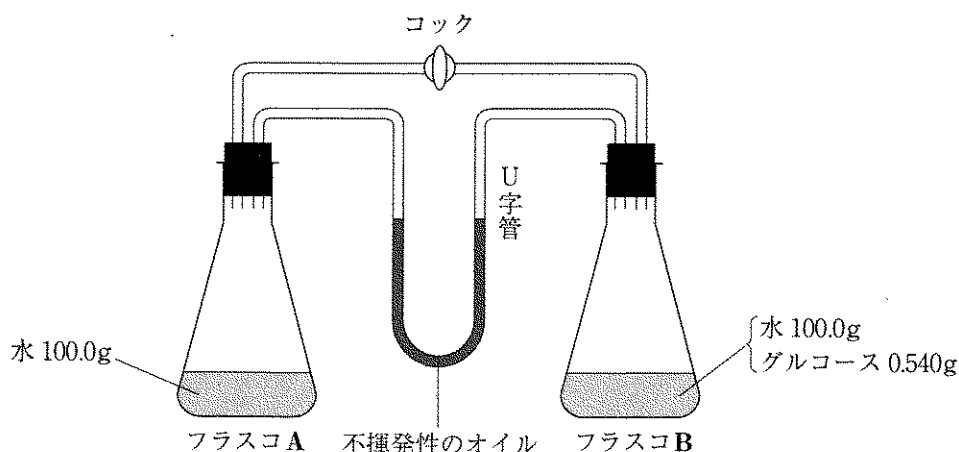


図2

- (1) フラスコBに入れたグルコース水溶液の質量モル濃度は何 mol/kg か。四捨五入により有効数字3桁で記せ。
- (2) 上記と同じ操作を、フラスコBに入れる液体を、水 50.0 g にグルコース 0.270 g を溶かした水溶液に代えて行った場合、オイルの液面の高さはどうなるか。次の(ア)～(カ)のうちから最も適当なものを一つ選び、その記号を記せ。
- (ア) A側の方がB側より $\frac{1}{2}h$ [mm] 高くなる。
- (イ) A側の方がB側より h [mm] 高くなる。
- (ウ) A側の方がB側より $2h$ [mm] 高くなる。
- (エ) B側の方がA側より $\frac{1}{2}h$ [mm] 高くなる。
- (オ) B側の方がA側より h [mm] 高くなる。
- (カ) B側の方がA側より $2h$ [mm] 高くなる。

- (3) 次の図 3 のように、フラスコ A に入れる液体を、水 100.0 g に尿素(分子量 60.0) 0.540 g を溶かした水溶液に代えて、フラスコ B には図 2 と同じ水溶液を入れて、上記と同じ操作を行った場合、オイルの両側の液面の高さの差 [mm] はどうなるか。 h を用いた式で表せ。ただし、式中の数値は整数または分数で記し、A 側の方が B 側より高い場合は +、A 側の方が B 側より低い場合は - の符号を付けて示せ。また、両側の液面の高さが等しいときは「0」と記せ。

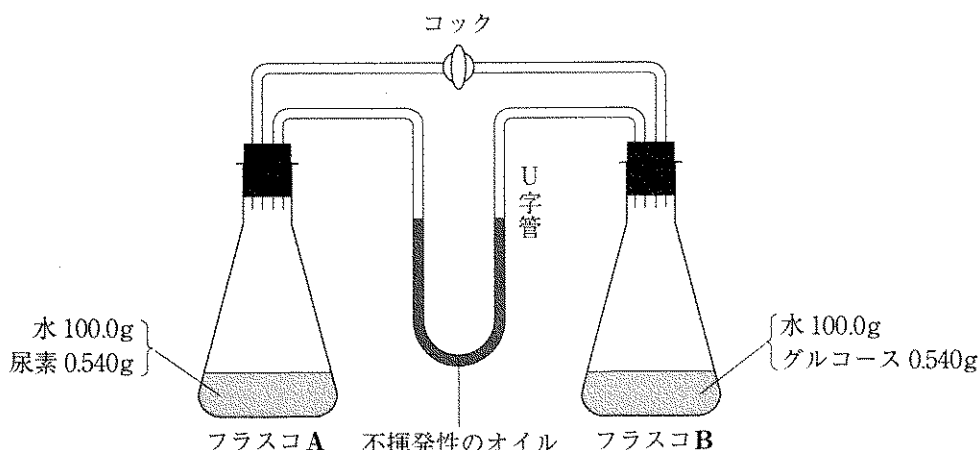


図 3

- (4) (3) の操作の後、コックを開いて長時間放置すると、フラスコ B 内に存在する水溶液の質量は何 g になるか。四捨五入により有効数字 3 桁で記せ。

生 物

1 細胞の構造に関する次の文章を読み、下の各問に答えよ。(配点 25点)

多細胞生物のからだを構成する細胞は細胞膜に包まれ、その内部には核や a ミトコンドリア、葉緑体 などさまざまな細胞小器官が存在している。細胞小器官の多くは細胞膜と同じ構造をした膜で構成されており、これらの膜は生体膜と呼ばれ、1 とタンパク質からなる。2枚の生体膜からなる細胞小器官には核、ミトコンドリア、葉緑体があり、1枚の生体膜からなる細胞小器官には 2 や 3 などがある。2 は核膜の外側の膜とつながっており、扁平な袋状または管状の構造をもち、細胞内でのタンパク質の輸送に関係している。3 もまた扁平な袋を数枚重ねた形をしており、2 から輸送されてきたタンパク質を修飾(加工)し、小胞を介して細胞外へ分泌している。

細胞内には、細胞の形を維持し、細胞内のさまざまな構造を支える繊維状のタンパク質が存在している。これらは b 細胞骨格 と呼ばれ、構成するタンパク質の種類によってアクチンフィラメント、中間径フィラメント、4 の3つに大別される。これらのうち、アクチンフィラメントは球状のタンパク質であるアクチンが重合した鎖が2本、らせん状に巻きついてできている。アクチンフィラメントには方向性があり、末端部分の一方をプラス端、他方をマイナス端と呼ぶ。アクチンフィラメントは、その末端部分においてアクチンが重合や解離を起こすことで、伸長や短縮が起こる(図1)。図1の左は重合、右は解離を表しており、この伸長や短縮によって、細胞の形の保持や変形が起こる。

この細胞の変形におけるアクチンフィラメントの働きに関して、**実験1** および **実験2** を行った。

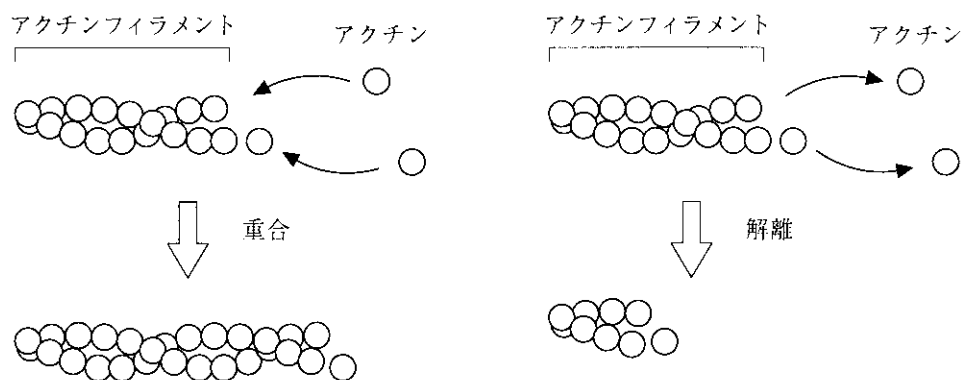


図 1

実験 1 アクチンフィラメントの重合と解離の速度は、アクチン濃度に依存することが知られている。そこで、さまざまなアクチン濃度の溶液にアクチンフィラメントを入れ、プラス端とマイナス端におけるアクチンの重合速度(値がマイナスの場合は解離速度)を調べたところ、図 2 の結果が得られた。

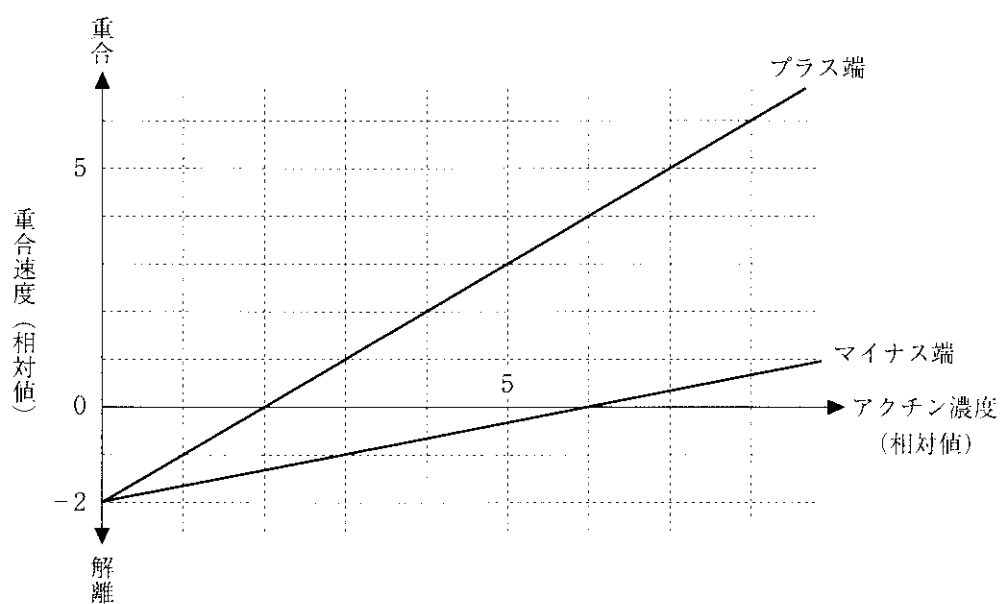


図 2

実験 2 ある魚類のうろこに含まれる移動性をもつ細胞は、仮足によりアメーバ運動を行う。この細胞を取り出し、細胞内におけるアクチンフィラメントの分布を観察した。このうち、仮足の突出にかかわるアクチンフィラメントの分布を、図 3 に示した。

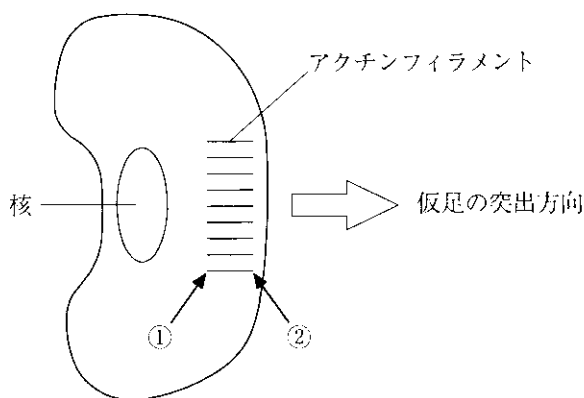


図 3

問 1 文章中の 1 ～ 4 に入る適当な語を記せ。

問 2 細胞には真核細胞と原核細胞がある。真核細胞と比較したときの原核細胞の構造上の特徴を 50 字以内で述べよ。

問 3 下線部 a について、ミトコンドリアや葉緑体の構造や働きに関する記述として適当なものを次のア～エから 1 つ選び、記号で答えよ。

ア ミトコンドリアの内膜は内側に突き出してマトリックスと呼ばれるひだをつくり、マトリックスには電子伝達系にかかわるタンパク質が含まれる。

イ ミトコンドリアの内膜に囲まれた部分はストロマと呼ばれ、カルビン・ベンソン回路の反応を進める酵素が含まれる。

ウ 葉緑体の内部にはチラコイドと呼ばれる扁平な袋状の構造があり、クロロフィルなどの光合成色素が含まれる。

エ 葉緑体のチラコイドの間を満たす部分はクリステと呼ばれ、クエン酸回路の反応を進める酵素が含まれる。

問 4 下線部 b について、次の (1) ～ (3) に答えよ。

- (1) ATP の分解によって生じるエネルギーを用いて細胞骨格に沿って移動し、物質や細胞小器官の輸送を行うタンパク質を総称して何と呼ぶか、名称を記せ。
- (2) (1) のタンパク質のうち、アクチンフィラメントに沿って移動するものの名称を記せ。
- (3) (1) のタンパク質によって引き起こされる現象の例として適当なものを次のア～エから 1 つ選び、記号で答えよ。

ア 細胞外への Na^+ の排出 イ 細胞内への Ca^{2+} の取り込み
ウ 赤血球の溶血 エ 原形質流動

問 5 実験 1 の結果について、次の (1) ・ (2) に答えよ。

- (1) あるアクチン濃度(相対値)ではアクチンフィラメント全体の長さは変化せず、プラス端側にアクチンフィラメントが移動する。このときのアクチン濃度(相対値)を答えよ。
- (2) アクチン濃度(相対値)が 8 のときのアクチンフィラメント全体の長さの伸長速度は、アクチン濃度が 4 のときの伸長速度の約何倍となるか。次のア～オから適当なものを 1 つ選び、記号で答えよ。

ア 2 倍 イ 3 倍 ウ 4 倍 エ 5 倍 オ 6 倍

問 6 実験 1 と実験 2 の結果から考えて、仮足の突出に関する記述として適当なものを次のア～エから 1 つ選び、記号で答えよ。なお、選択肢の文章中の①と②は、図 3 の①と②に対応している。

- ア ①側がプラス端、②側がマイナス端であり、仮足の突出部ではアクチン濃度が上昇している。
- イ ①側がプラス端、②側がマイナス端であり、仮足の突出部ではアクチン濃度が低下している。
- ウ ①側がマイナス端、②側がプラス端であり、仮足の突出部ではアクチン濃度が上昇している。
- エ ①側がマイナス端、②側がプラス端であり、仮足の突出部ではアクチン濃度が低下している。

2 排出に関する次の文章を読み、下の各問に答えよ。(配点 25点)

動物は体外環境(外部環境)が変化しても体内環境(内部環境)を一定に保つしくみがあり、これを 1 という。動物の体内環境は体液であり、体液は血管内を流れる血液、細胞と細胞の間を満たす 2、およびリンパ管内を流れるリンパ液に分けられる。これらの体液の中にはさまざまな成分が含まれており、1 に重要な役割を果たす。例えば、a 体内環境の維持に働くホルモンは内分泌腺から直接血液中に分泌される。また、タンパク質などの有機窒素化合物の分解によって生じた b アンモニアは無毒な物質に変えられ、血液中の濃度が高くないようになっている。

血液中に含まれる生体に不必要な物質は、c 腎臓から尿として体外へ排出される。腎臓は背中側に左右一対存在する器官であり、腎臓を構成する単位を腎単位(ネフロン)という。腎単位は、腎臓の皮質に存在する 3 と、そこからつながる細尿管(腎細管)からなる。図1はヒトの腎単位および集合管を模式的に表したものである。3 は糸球体とそれを包むボーマンのうからなり、糸球体に流入した血液は、図1のAのボーマンのうへろ過されて原尿となる。原尿はAから細尿管のB→C→Dを経てEの集合管へ、さらにはFの腎うへと到る。この過程でさまざまな物質が再吸収されて体液に戻り、再吸収されなかった残りが尿となる。このとき体液濃度が高くなると 4 と呼ばれるホルモンが分泌され、4 は集合管に作用して水の再吸収を促進する。尿はその後、輸尿管、ぼうこうを経て体外に排出される。図2は、図1のAからFに到る過程における水分量の減少とNa⁺濃度の変化を表したものである。水分量はAにおける量を100としたときの相対値を、Na⁺濃度はAにおける濃度を1としたときの相対値で表している。なお、水分量は体積(L)を、Na⁺濃度は溶液1LあたりのNa⁺量で示している。また、溶質は溶液の体積増加に影響しないものとする(水分量=溶液の体積と考える)。

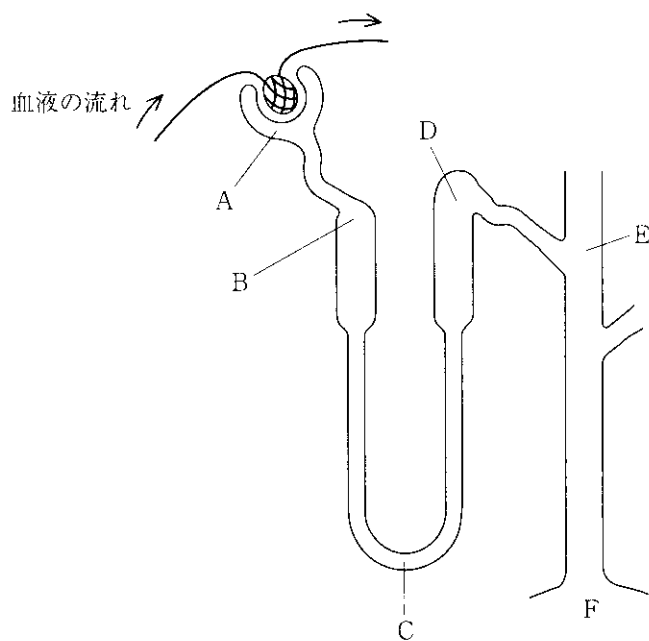


図 1

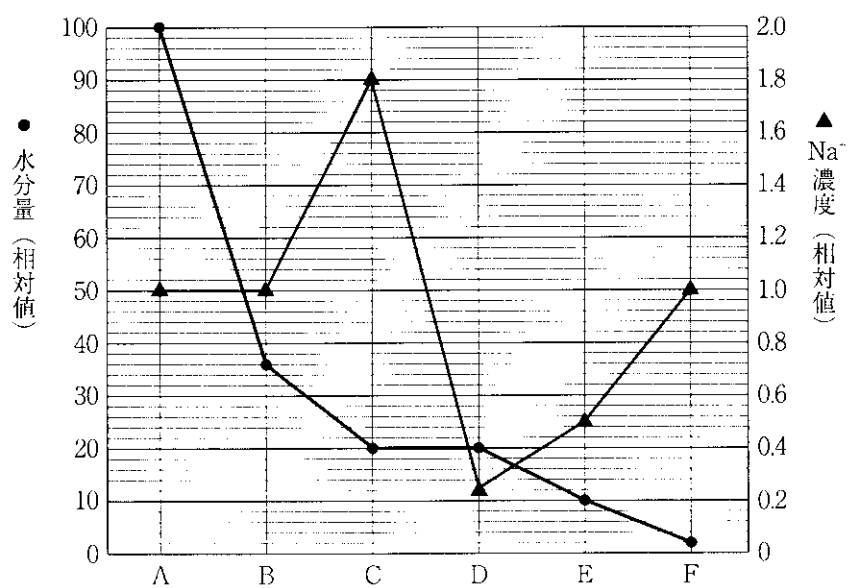


図 2

問 1 文章中の 1 ~ 4 に入る適切な語を記せ。

問2 下線部aについて、ヒトにおけるホルモンとその働きに関する記述として誤っているものを次のア～オから1つ選び、記号で答えよ。

ア 副腎髄質から分泌される糖質コルチコイドは、血糖量の増加を促進する。

イ すい臓から分泌されるインスリンは、グリコーゲンの合成を促進する。

ウ すい臓から分泌されるグルカゴンは、血糖量の増加を促進する。

エ 甲状腺から分泌されるチロキシンは、代謝を促進する。

オ 副甲状腺から分泌されるパラトルモンは、血液中の Ca^{2+} の増加を促進する。

問3 下線部bについて、次の(1)・(2)に答えよ。

(1) ヒトにおいて、アンモニアから生成される無毒な物質の名称を記せ。

(2) (1)で答えた物質が生成される器官の名称を記せ。

問4 下線部cについて、一般に健常者では尿中にタンパク質やグルコースが排出されることはない。その理由を40字以内で述べよ。

問5 図1・図2について、次の(1)～(4)に答えよ。

(1) AからFに到る過程で水は何%再吸収されたか、答えよ。

(2) A－B間における、水と Na^+ の再吸収に関する記述として適当なものを次のア～エから1つ選び、記号で答えよ。

ア 水は再吸収され、 Na^+ も水と同じ割合で再吸収される。

イ 水は再吸収されるが、 Na^+ はほとんど再吸収されない。

ウ 水はほとんど再吸収されないが、 Na^+ は再吸収される。

エ 水はほとんど再吸収されず、 Na^+ もほとんど再吸収されない。

(3) B－C間で細尿管を流れる液体中の Na^+ 量はどのように変化したか。増減のある場合は、Bにおける Na^+ 量と比べてCにおける Na^+ 量は何%増加あるいは減少したかを、小数第一位を四捨五入して整数で答えよ。また、増減のない場合は「増減なし」と答えよ。

(4) C－D間で細尿管を流れる液体中の Na^+ 量はどのように変化したか。増減のある場合は、Cにおける Na^+ 量と比べてDにおける Na^+ 量は何%増加あるいは減少したかを、小数第一位を四捨五入して整数で答えよ。また、増減のない場合は「増減なし」と答えよ。

生物の問題は次のページに続く。

3 遺伝子の発現に関する次の文章を読み、下の各問に答えよ。(配点 25点)

DNA の構成単位であるヌクレオチドは、1 と、糖の一種である 2 , および 4 種類の塩基からなる。多数のヌクレオチドが結合したヌクレオチド鎖には方向性があり、一方の末端を 5' 末端, もう一方の末端を 3' 末端と呼ぶ。相補的な塩基どうしの水素結合によりヌクレオチド鎖どうしが結合する場合, これらの鎖は 5' 末端と 3' 末端に関して逆向きに結合する。DNA を構成する 2 本のヌクレオチド鎖も, 逆向きに結合して二重らせん構造を形成している。

DNA は, 遺伝情報を塩基配列として保持している。この遺伝情報は, mRNA (伝令 RNA) へと転写され, mRNA の遺伝情報は細胞小器官である 3 において a タンパク質のアミノ酸配列へと翻訳される。

ヒトには約 22,000 個の遺伝子が存在するが, 1 つの細胞でそのすべてが発現するわけではなく, b 特定の細胞においては特定の遺伝子のみが発現している。例えば, 血管内皮細胞増殖因子 (VEGF) は, 新たな血管の形成を促進するタンパク質であるが, この c VEGF を支配する遺伝子 (VEGF 遺伝子) は酸素が不足した組織で発現する。合成された VEGF は細胞外へと分泌されて血管をつくる細胞に働きかけ, 新たな血管の形成を促進する。その結果, 酸素が不足した組織に酸素が供給されるようになる。この VEGF 遺伝子の発現は, d 調節タンパク質 X によって調節されている。

酸素と調節タンパク質 X の関係を明らかにするために, 次の実験を行った。

実験 調節タンパク質 X を発現している培養細胞を通常の酸素濃度で培養し、細胞からタンパク質と mRNA を抽出して、調節タンパク質 X、および調節タンパク質 X の mRNA が存在するかどうかを調べた。また、この培養細胞を酸素濃度が低い条件下にしばらくおき、同様に調節タンパク質 X と調節タンパク質 X の mRNA が存在するかどうかを調べたところ、表 1 の結果を得た。ただし、表中で○は各物質が存在したことを、×は存在しなかったことを示している。

表 1

	調節タンパク質 X	調節タンパク質 X の mRNA
通常の酸素濃度	×	○
酸素濃度が低い条件下	○	○

問 1 文章中の 1 ～ 3 に入る適当な語を記せ。

問 2 下線部 a について、翻訳における tRNA (運搬 RNA, 転移 RNA) の働きを、「アンチコドン」、「相補的」、「アミノ酸」の語を必ず用いて、50 字以内で述べよ。

問 3 下線部 b について、特定の細胞のみで特異的に発現する遺伝子のうち、眼の水晶体の細胞で特異的に発現するものを次のア～オから 1 つ選び、記号で答えよ。

- | | |
|--------------|----------------|
| ア ヘモグロビンの遺伝子 | イ フィブリノーゲンの遺伝子 |
| ウ カタラーゼの遺伝子 | エ 免疫グロブリンの遺伝子 |
| オ クリスタリンの遺伝子 | |

問4 下の図1は、ヒトの *VEGF* 遺伝子から合成された成熟 mRNA の 5' 末端からはじまる塩基配列(ただし、中間部分は省略)を示したものである。なお、それぞれの行の左端の数字は、5' 末端の塩基を 1 番としたときの各行の左端の塩基の番号である。これについて次の (1) ~ (3) に答えよ。なお、必要であれば次ページの表 2 に示した遺伝暗号表を用いよ。

```

1 5'-CAGUGUGCUG GCGGCCCCGGC GCGAGCCGGC CCGGCCCCGG UCGGGCCUCC GAAACCAUGA
61 ACUUUCUGCU GUCUUGGGUG CAUUGGAGCC UCGCCUUGCU GCUCUACCUC CACCAUGCCA
121 AGUGGUCCCA GGCUGCACCC AUGGCAGAAG GAGGAGGGCA GAAUCAUCAC GAAGUGGUGA
181 AGUUCAUGGA UGUCUAUCAG CGCAGCUACU GCCAUCCAAU CGAGACCCUG GUGGACAUCU
      ... (略) ...

481 CCUGUGGGCC UUGCUCAGAG CGGAGAAAGC AUUUGUUGU ACAAGAUCCG CAGACGUGUA
541 AAUGUCCUG CAAAAACACA GACUCGCGUU GCAAGGCGAG GCAGCUUGAG UAAAACGAAC
601 GUACUUGCAG AUGUGACAAG CCGAGGCGGU GAGCCGGGCA GGAGGAAGGA GCCUCCCUCA
661 GGGUUUCGGG AACCAGAUCU CUCACCAGGA AAGACUGAUA CAGAACGAUC GAUACAGAAA
      ... (略) ...

```

図 1

(1) 図 1 の二重下線部(CAGUG)について、転写の際にこの部分の鋳型となった DNA の 2 本鎖の塩基配列を例にならって記せ。

(例) 5'-GGGGG-3'
3'-CCCCC-5'

(2) 翻訳は mRNA の 5' 末端に最も近い位置の開始コドンから始まり、3' 末端側に向けて進行する。VEGF のはじめに合成される側の末端から 3 つのアミノ酸の配列を、タンパク質合成が進行する順に例にならって記せ。なお、翻訳後のタンパク質の修飾については考慮しないものとする。

(例) グリシンーグリシンーグリシン

(3) VEGF は 191 個のアミノ酸からなるタンパク質である。VEGF の最後に合成される側の末端から 3 つのアミノ酸の配列を、タンパク質合成が進行する順に (2) の例にならって記せ。

表 2

		第 2 番目の塩基					
		ウラシル (U)	シトシン (C)	アデニン (A)	グアニン (G)		
第 1 番目の塩基	U	UUU } フェニルアラニン	UCU } セリン	UAU } チロシン	UGU } システイン	U	第 3 番目の塩基
		UUC }	UCC }	UAC }	UGC }	C	
		UUA } ロイシン	UCA }	UAA } 終止	UGA } 終止	A	
		UUG }	UCG }	UAG } 終止	UGG } トリプトファン	G	
	C	CUU } ロイシン	CCU } プロリン	CAU } ヒスチジン	CGU } アルギニン	U	
		CUC }	CCC }	CAC }	CGC }	C	
		CUA }	CCA }	CAA } グルタミン	CGA }	A	
		CUG }	CCG }	CAG }	CGG }	G	
	A	AUU } イソロイシン	ACU }	AAU } アスパラギン	AGU } セリン	U	
		AUC }	ACC }	AAC }	AGC }	C	
		AUA }	ACA }	AAA } リシン	AGA }	A	
		AUG } メチオニン (開始)	ACG }	AAG }	AGG }	G	
	G	GUU } バリン	GCU }	GAU } アスパラギン酸	GGU }	U	
		GUC }	GCC }	GAC }	GGC }	C	
		GUA }	GCA }	GAA } グルタミン酸	GGA }	A	
		GUG }	GCG }	GAG }	GGG }	G	

問 5 下線部 d の調節タンパク質は、ヒトなどの真核生物においては、遺伝子の近傍にある転写調節配列と呼ばれる特定の DNA 領域に結合し、DNA への「あるタンパク質複合体」と RNA ポリメラーゼの結合を促進、または抑制することで、遺伝子の転写を促進、または抑制する。これについて、次の (1)・(2) に答えよ。

- (1) 「あるタンパク質複合体」の名称を記せ。
- (2) RNA ポリメラーゼと「あるタンパク質複合体」が結合する DNA 領域の名称を記せ。

問 6 実験の結果、および下線部 c から考えて、調節タンパク質 X と酸素濃度、および *VEGF* 遺伝子の関係に関する記述として最も適当なものを次のア～クから 1 つ選び、記号で答えよ。

- ア 調節タンパク質 X は *VEGF* 遺伝子の転写を促進する調節タンパク質であり、酸素濃度が低下すると調節タンパク質 X の遺伝子の発現が促進される。
- イ 調節タンパク質 X は *VEGF* 遺伝子の転写を促進する調節タンパク質であり、酸素濃度が低下すると調節タンパク質 X の遺伝子の発現が抑制される。
- ウ 調節タンパク質 X は *VEGF* 遺伝子の転写を促進する調節タンパク質であり、酸素濃度が低下すると調節タンパク質 X の分解が促進される。
- エ 調節タンパク質 X は *VEGF* 遺伝子の転写を促進する調節タンパク質であり、酸素濃度が低下すると調節タンパク質 X の分解が抑制される。
- オ 調節タンパク質 X は *VEGF* 遺伝子の転写を抑制する調節タンパク質であり、酸素濃度が低下すると調節タンパク質 X の遺伝子の発現が促進される。
- カ 調節タンパク質 X は *VEGF* 遺伝子の転写を抑制する調節タンパク質であり、酸素濃度が低下すると調節タンパク質 X の遺伝子の発現が抑制される。
- キ 調節タンパク質 X は *VEGF* 遺伝子の転写を抑制する調節タンパク質であり、酸素濃度が低下すると調節タンパク質 X の分解が促進される。
- ク 調節タンパク質 X は *VEGF* 遺伝子の転写を抑制する調節タンパク質であり、酸素濃度が低下すると調節タンパク質 X の分解が抑制される。

生物の問題は次のページに続く。

4 生態系に関する次の文章を読み、下の各問に答えよ。(配点 25点)

生態系は非生物的環境と生物群集から構成され、生物群集はその役割の違いから生産者、消費者、1 の3つに大きく分けられる。^a 消費者には生産者を摂食する一次消費者、一次消費者を捕食する二次消費者、さらにこれを捕食する高次消費者が存在する。このような、被食者と捕食者の連続的な関係は 2 と呼ばれる。2 を構成する生物について、生物の個体数や生物量などを生産者を底辺として 3 段階の順に積み重ねて示したものは生態ピラミッドと呼ばれ、一般には 3 段階が上位のものほど個体数や生物量は小さくなる。

森林の生態系において、生産者のほとんどは緑色植物である。生産者が光合成によって生産した有機物の総量は総生産量と呼ばれ、単位時間あたりの生産者の光合成量を示す。また、総生産量から生産者自身の呼吸量を引いたものは、純生産量と呼ばれる。純生産量の一部は摂食や枯死・脱落の過程を通して消費者や 1 に渡される。このような生物の働きを通じて、炭素や ^b 窒素などの ^c 物質やエネルギーは生態系の中を移動する。

図1は、伐採から14年が経過した ^d 針葉樹林における植物体や有機物の蓄積量($\text{g炭素}/\text{m}^2$)、有機物や炭素を含む無機物の1年間あたりの移動量($\text{g炭素}/\text{m}^2/\text{年}$)を示している。なお、消費者による被食量、土壌有機物の生態系外への流出、落下前の枯死材の分解は微量であるので省略してある。また、植物体や有機物の蓄積量、あるいは有機物や炭素を含む無機物の移動量は土地面積 1m^2 あたりの量であり、植物体や有機物、炭素を含む無機物に含まれる炭素の量で示している。

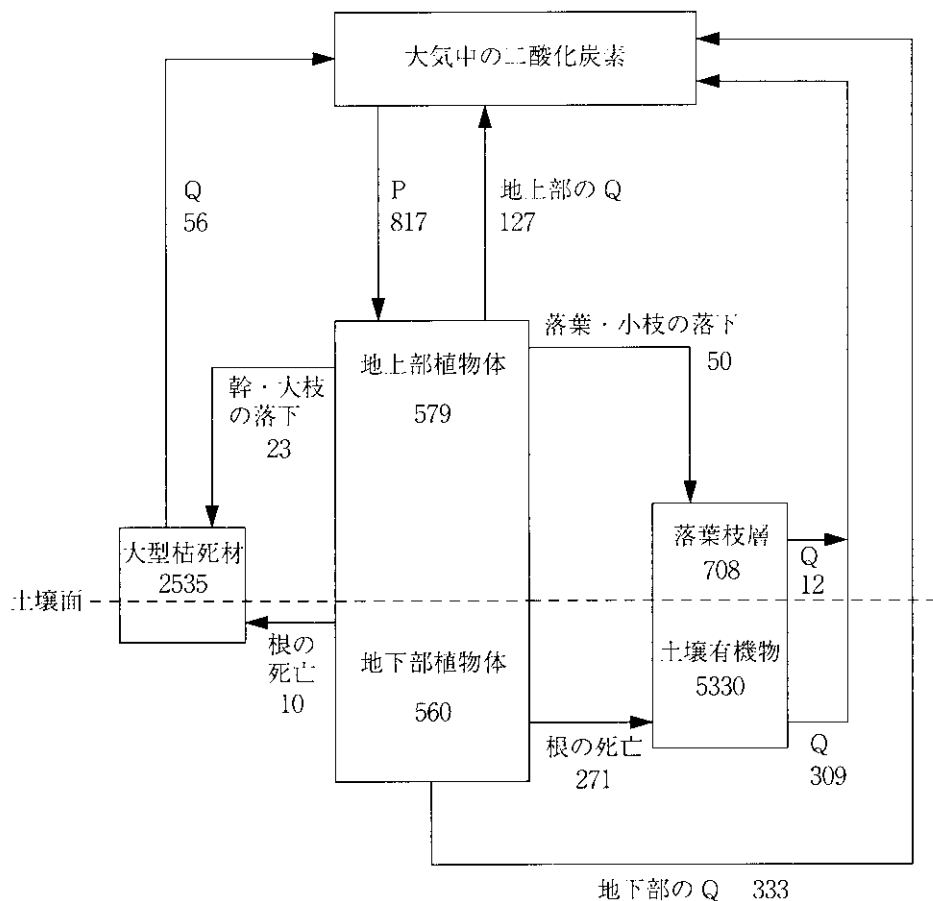


図1

問1 文章中の 1 ～ 3 に入る適切な語を記せ。

問2 下線部aについて、生物群集における役割と該当する生物の組合せとして適切なものを次のア～エから1つ選び、記号で答えよ。

- ア 一次消費者ージョロウグモ イ 一次消費者ーモンシロチョウ
ウ 二次消費者ーセイヨウタンポポ エ 二次消費者ーニホンノウサギ

問3 下線部bについて、生態系における窒素の移動について誤っているものを次のア～エから1つ選び、記号で答えよ。

- ア 硝化細菌(硝化菌)には硝酸菌や亜硝酸菌がある。
イ アンモニウムイオンは硝化細菌の作用によって硝酸イオンに変えられる。
ウ 植物はアンモニウムイオンや硝酸イオンを吸収しアミノ酸をつくる。
エ アンモニウムイオンの一部は脱窒素細菌の働きで硝酸イオンとなる。

問4 下線部cについて、生態系における物質とエネルギーの移動の特徴を30字以内で述べよ。

問5 下線部dについて、日本の針葉樹林で優占する樹種の組合せとして適当なものを次のア～エから1つ選び、記号で答えよ。

- ア ミズナラ・ブナ イ シラビソ・コメツガ
ウ スダジイ・アラカシ エ ガジュマル・ヘゴ

問6 図1について、次の(1)～(4)に答えよ。

(1) 図1中のP・Qにあてはまる用語を次のア～オからそれぞれ1つずつ選び、記号で答えよ。

- ア 枯死 イ 捕食 ウ 落下 エ 光合成 オ 呼吸

(2) 生産者の純生産量($\text{g炭素}/\text{m}^2/\text{年}$)を求めよ。

(3) 1年後(伐採から15年後)の植物体量($\text{g炭素}/\text{m}^2$)を求めよ。

(4) この森林は大気中の二酸化炭素量の増減にどのような影響を及ぼしていると考えられるか。森林全体の炭素の放出量と吸収量の差に言及し、50字以内で述べよ。

地学の問題は次ページから始まる。

地 学

1 固体地球に関する次の文章 A・B を読み、以下の問に答えよ。(配点 20点)

A 地球上の物体にはたらく重力は引力(万有引力)と地球自転による遠心力の合力で
^(a)あり、引力と遠心力の大きさは緯度によって異なる。地球の形は、赤道方向に膨ら
^(b)んだ回転楕円体に近いため、引力は 1 で最大となり、遠心力は 2 で
 最大となる。その結果、重力は 3 で最大となる。地球上では、重力の方向も
 変化する。潮汐や波などによって変化する海水面の長期間の平均をとったものを平
^(c)均海水面という。重力の方向は、平均海水面に垂直である。

地球には、地球の中心に自転軸から約 10° 傾けておかれた棒磁石がつくる磁場で近
 似できる磁場が存在し、これを地磁気という。ある地点の地磁気の向きと強さ(大
^(d)きさ)を表すのに、水平分力、鉛直分力、全磁力、偏角、伏角という要素を用いる。
 このうち三つを組合せると、その地点の地磁気の向きと強さを定めることができ、こ
 れを地磁気の三要素という。

問1 文章中の空欄 1 ～ 3 にあてはまる語の組合せとして最も適当な
 ものを、次のア～クのうちから一つ選び、記号で答えよ。

	1	2	3
ア	赤道	赤道	赤道
イ	赤道	赤道	極
ウ	赤道	極	赤道
エ	赤道	極	極
オ	極	赤道	赤道
カ	極	赤道	極
キ	極	極	赤道
ク	極	極	極

問2 文章中の下線部(a)に関連して、次の図1に示した北半球中緯度の地点Pにある物体にはたらく遠心力と重力を、解答例にならって解答欄に図示せよ。図中には力の名称を示し、作図に用いた補助線は残しておくこと。

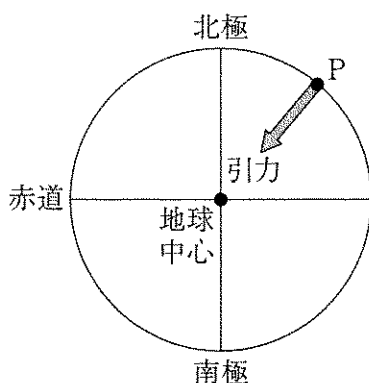
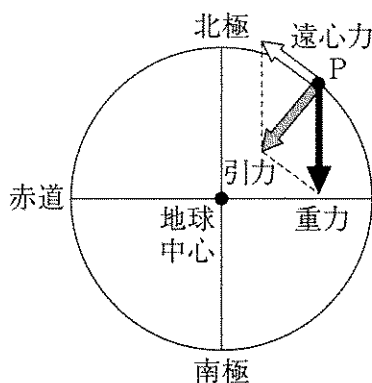


図 1



解答例

問3 文章中の下線部(b)に関連して、地球の形が赤道方向に膨らんだ回転楕円体に近いことは、フランス学士院の調査によって明らかにされた。どのような調査結果から明らかにされたのか、1行程度で述べよ。

問4 文章中の下線部(c)に関連して、平均海水面を陸域にも延長したと仮定して、地球を平均海水面で覆ったときにできる曲面の名称を答えよ。

問5 文章中の下線部(d)に関連して、地磁気の要素について述べた文として適当なものを、次のア～オのうちから二つ選び、記号で答えよ。

ア 赤道上ではどこでも偏角が 0° である。

イ 地磁気の三要素としては、偏角、水平分力、鉛直分力の組合せがある。

ウ 地磁気の三要素としては、伏角、鉛直分力、全磁力の組合せがある。

エ 全磁力と水平分力が等しいとき、伏角は 0° である。

オ 伏角が 0° のとき、偏角は西に 90° である。

B 地球表層部は、地殻とマントルが層構造をなしている。大陸地殻は、上部が 4 岩質岩石、下部が 5 岩質岩石からなり、海洋地殻は 6 岩質岩石からなる。地殻とマントルとの境界面を 7 不連続面といい、その深さは、一般に大陸地域の方が海洋地域より 8。

地殻は、密度の大きいマントルの上に均衡を保って浮かんでいるような状態になっており、地殻が受ける浮力と重力がつり合っている。このつり合いを アイソスタシ_(e)ーという。

問6 文章中の空欄 4 ～ 6 にあてはまる語の組合せとして最も適当なものを、次のア～クのうちから一つ選び、記号で答えよ。

	4	5	6
ア	花こう	かんらん	花こう
イ	花こう	かんらん	玄武
ウ	花こう	玄武	かんらん
エ	花こう	玄武	玄武
オ	玄武	花こう	花こう
カ	玄武	花こう	玄武
キ	玄武	かんらん	かんらん
ク	玄武	かんらん	玄武

問7 文章中の空欄 7 ・ 8 にあてはまる適切な語を答えよ。ただし、7 には人名を入れること。

問 8 文章中の下線部(e)に関連して、次の図 2 のように、地殻の厚さが 45 km の大陸地域に、厚さ 2.7 km の氷床が形成され、アイソスタシーが成立していた。この氷床が完全にとけ、大陸地殻の隆起が停止してアイソスタシーが成立したとき、大陸地殻の隆起量は何 km になるか。有効数字 2 桁^{けた}で答えよ。ただし、氷床の密度を 0.93 g/cm^3 、大陸地殻の密度を 2.8 g/cm^3 、マンツルの密度を 3.3 g/cm^3 とする。

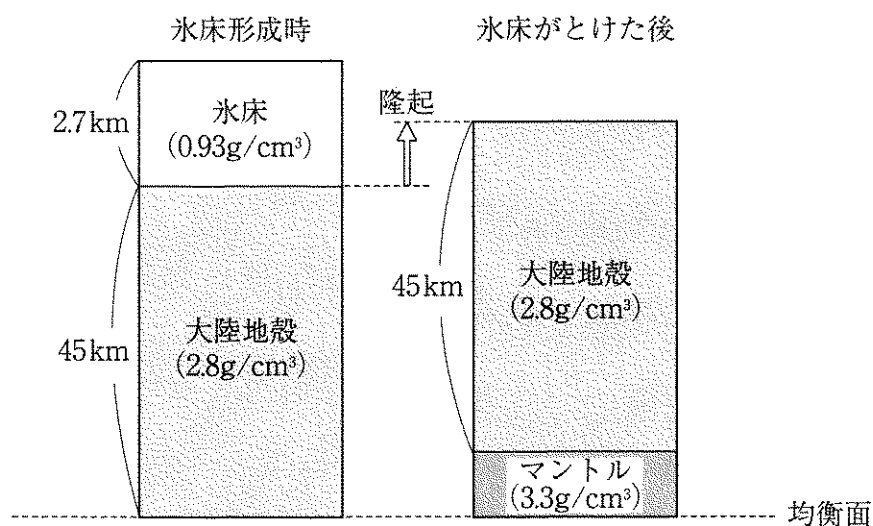


図 2

2 火成岩と火山に関する次の文章を読み、以下の問に答えよ。(配点 20点)

野外で採取した2種類の岩石A・岩石Bを観察した。岩石Aには、斜長石、輝石、かんらん石、少量の角閃石^{かくせん}が含まれており、それぞれ数mm程度の大きさの結晶からなる組織を示していた。一方、岩石Bは細かい結晶やガラスからなる部分と、数mm程度の大きさの石英、カリ長石、斜長石、黒雲母^{うんも}、少量の角閃石が含まれる組織を示していた。造岩鉱物の中では、カリ長石が最も多く含まれていた。また、岩石Bは溶岩円頂丘(溶岩ドーム)を形成している岩体から採取されたものであり、そのSiO₂質量％は約74％であった。

問1 岩石A、岩石Bについて、以下の(1)・(2)に答えよ。

- (1) 岩石A、岩石Bの組織の名称をそれぞれ答えよ。
- (2) 岩石A、岩石Bの岩石名をそれぞれ答えよ。

問 2 次の図 1 は、火成岩の成分(Al_2O_3 , CaO , $\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$, K_2O , MgO , Na_2O)の変化を SiO_2 質量 % に対応させて模式的に表したものであり、 Al_2O_3 以外の 5 つの成分のうち 4 つは a ~ d の記号で示してある。

図 1 について、以下の (1) ~ (3) に答えよ。

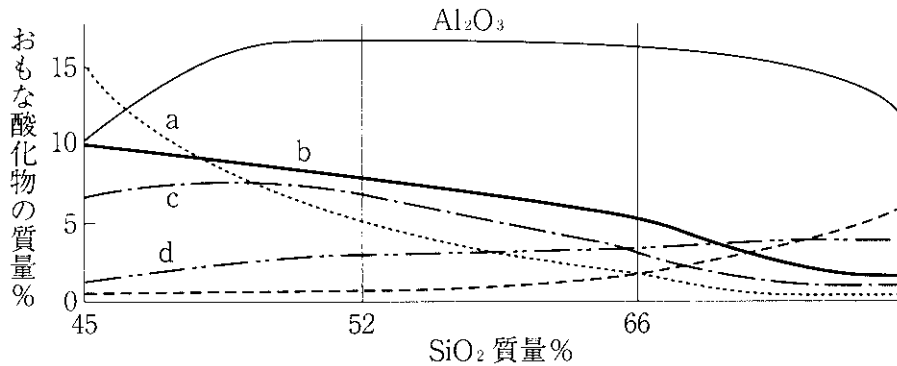


図 1 火成岩の成分

- (1) 図 1 中の酸化物 a, b は有色鉱物に特徴的に含まれる成分である。酸化物 a, b の化学式を答えよ。ただし, a, b それぞれに分けて答える必要はない。
- (2) 図 1 中の酸化物 c, d は斜長石に含まれる成分である。酸化物 c, d の化学式をそれぞれ答えよ。
- (3) 斜長石のように、結晶構造は一定のまま、化学組成が連続的に変化する鉱物を何というか答えよ。

問3 鉱物の晶出順序は偏光顕微鏡による観察から決定することができる。次の図2は、ある岩石を偏光顕微鏡で観察した模式的なスケッチである。この岩石を構成する鉱物ア～エが晶出した順序を記号で答えよ。

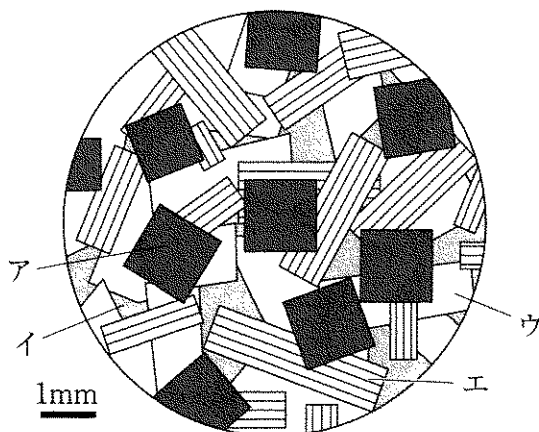


図2 岩石のスケッチ(模式図)

問4 火山噴火について述べた文として最も適当なものを、次のア～エのうちから一つ選び、記号で答えよ。

ア マグマの温度が低く、 SiO_2 質量 % が大きいほど、マグマの粘性は高い。

イ 火山ガスの主成分は二酸化炭素や二酸化硫黄^{いおう}であり、マグマに含まれる火山ガスの割合が大きいほど、火山は大量の溶岩を噴出する。

ウ 火山は災害をもたらす存在であり、われわれに恵みを与えてくれない。

エ 第四紀に玄武岩質マグマの火山活動を行った火山は、日本列島では知られていない。

問5 ^{うんぜん ふ げんだい}雲仙普賢岳では、溶岩円頂丘(溶岩ドーム)の形成に伴って火砕流が発生し、多数の死傷者が出た。火砕流とはどのような現象か、1行程度で述べよ。

地学の問題は次のページに続く。

3 地層の形成に関する次の文章を読み、以下の問に答えよ。(配点 20点)

地表付近の岩石は、雨水のはたらきや温度の変化によって風化し、次第に破碎されていく。こうしてできた^{さいせつ}砕屑物は、河川などのはたらきによって別の場所へと運ばれ、海底や湖底に層状に積み重なっていく。^(a)これ以外にも生物の遺骸^{いがい}や火山噴出物などが層状に積み重なることもある。この層状に積み重なったものが地層である。

地層は下から上へと順に積み重なっていくので、一連の地層では、下位の地層ほど古く、上位の地層ほど新しい。これを 1 の法則という。1 の法則は、地層の新旧や年代を決定していく上で前提となる最も重要な法則である。地層は時間的に連続して積み重なっているのがふつうである。しかし、上下に積み重なる2枚の地層の間に長期にわたる時間的な隔たりが認められることもある。

また、地層は一般的には水平に積み重なっていくが、^{たいせき}堆積後に激しい地殻変動が起こって、水平方向の力によって押し縮められ、波のように曲がることもある。このように変形した構造は 2 と呼ばれる。さらに断層によって地層がずらされたり、地層の中に火成岩が貫入することもある。露頭で観察される地層の積み重なり方や、断層や火成岩の貫入などの新旧関係を決定していくことで、その地域の地史が明らかにされる。^(b)

問1 文章中の空欄 1 ・ 2 にあてはまる適切な語を答えよ。

問2 文章中の下線部(a)に関連して、ある場所で碎屑物を採取してその粒径を調べたところ、次の図1の粒径分布のデータが得られた。以下の(1)・(2)に答えよ。

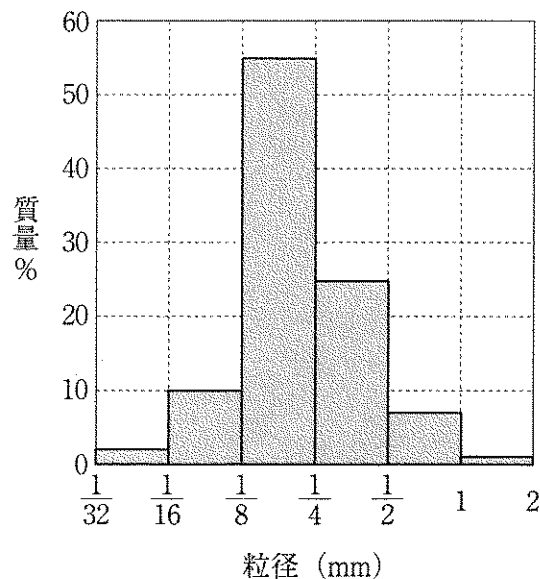


図1 碎屑物の粒径分布

(1) 図1の粒径分布を示す碎屑物がそのまま固結して碎屑岩になったとき、その碎屑岩の名称として最も適当なものを、次のア～エのうちから一つ選び、記号で答えよ。

ア 礫岩 イ 砂岩 ウ シルト岩 エ 粘土岩

(2) 図1の粒径分布を示す碎屑物を透明なプラスチックの容器に入れ、さらにその5倍ほどの量の水を加えて容器のふたを閉め、勢いよく上下に振って、一日放置した。一日後、ほとんどの碎屑物が容器の底に沈殿していた。

(i) このとき、碎屑物はどのような積み重なり方になっていたか、1行程度で述べよ。

(ii) (i)のような堆積構造を何というか。

(iii) 乱泥流(混濁流)によって深海底に運ばれ堆積した堆積物には、(ii)の堆積構造が見られることがある。その堆積物の名称をカタカナで答えよ。

問3 文章中の下線部(b)に関連して、東西にのびる道路沿いに南に面した垂直な^{がけ}崖があり、そこで露頭Ⅰ～Ⅲが観察された。次の図2および図3は、露頭Ⅰ～Ⅲを観察して作成された地質断面図である。露頭Ⅰでは新生代古第三紀に形成されたA層と古生代に形成されたB層が観察され、露頭Ⅱでも露頭Ⅰで見られたのと同じA層とB層が観察された。図2の露頭が観測された地点から少し離れたところにある露頭Ⅲでは、露頭Ⅰ・露頭Ⅱで見られたのと同じA層と中生代に形成された花こう岩のG岩体が観察された。なお、露頭Ⅰ・露頭Ⅱが観察された地点と露頭Ⅲが観察された地点の標高は同じではない。以下の(1)～(3)に答えよ。

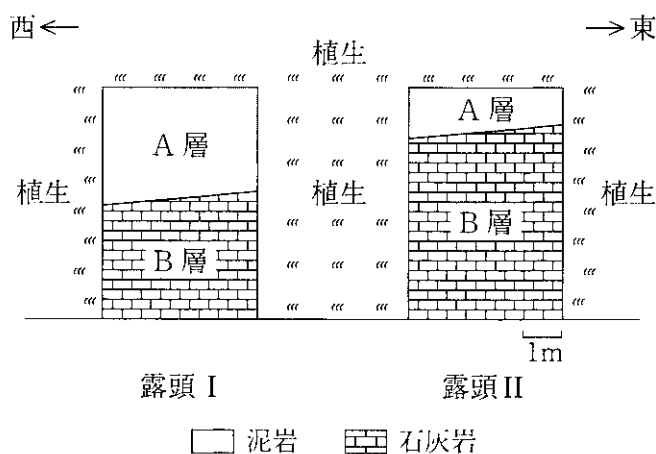


図2 露頭Ⅰと露頭Ⅱ

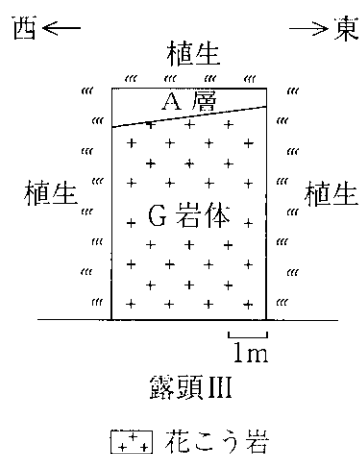


図3 露頭Ⅲ

(1) 露頭Ⅰと露頭Ⅱで見られたA層とB層の接し方として可能性があるものを、次のア～エのうちから**すべて**選び、記号で答えよ。

ア 断層 イ 貫入 ウ 整合 エ 不整合

(2) 露頭Ⅲで見られたA層とG岩体の接し方として可能性があるものを、次のア～エのうちから**すべて**選び、記号で答えよ。

ア 断層 イ 貫入 ウ 整合 エ 不整合

(3) 露頭Ⅰと露頭Ⅱの間の植生で覆われている部分には、東に傾斜した断層Fが存在することがわかった。断層Fの種類を答えよ。ただし、断層Fの横ずれ成分はないものとする。

地学の問題は次のページに続く。

4 地球のエネルギー収支と大気に関する次の文章を読み、以下の問に答えよ。

(配点 20点)

地球の大気圏は、下層から対流圏・ 圏・中間圏・熱圏に区分される。対流圏と 圏の境界は圏界面(対流圏界面)と呼ばれ、その高度は地球全体で平均すると約 11 km であるが、赤道付近ではそれよりも {A：高・低} い高度にある。

対流圏では大気は活発に運動しており、気象現象が起こっている。低緯度の大気の循環は、赤道付近で上昇した空気が高緯度に向かう際に、地球の自転の影響で {B：東・西} よりの風になり、緯度 20°～30° 付近で下降して、貿易風となって赤道に戻っている。この循環は、提唱者の名前から 循環と呼ばれる。中緯度の対流圏内では {C：下層・上層} ほど風速が大きくなる偏西風が吹いている。

このような大気の運動は、地球が受け取る太陽放射エネルギー量が緯度によって異なることが原因の一つである。地球全体としては、受け取る太陽放射と放出する地球放射のエネルギー量は等しいが、緯度によっては受け取るエネルギー量または放出するエネルギー量の方が大きくなっている。そのような地域では、温度が上がり続けたり下がり続けたりしそうであるが、大気や海洋の循環が熱を輸送しているために温度の変動は一定の範囲内でおさまっている。

問 1 文章中の空欄 ・ にあてはまる適切な語を答えよ。

問 2 文章中の {A} ～ {C} にあてはまる適切な語を選び答えよ。

問 3 次の図 1 は、地球が受け取る太陽放射エネルギー量の緯度別の変化を示したグラフである。図 1 に、地球が放出する地球放射エネルギー量の緯度別の変化を描いた場合、どのようなになるか。解答欄に図示せよ。

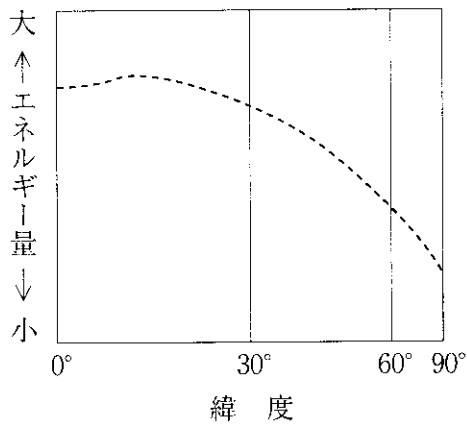


図 1

図の横軸は緯度別の面積の比を考慮してとってある。

問 4 文章中の下線部に関連して、次の図 2 は地球全体のエネルギー収支を示した模式図である。以下の (1) ～ (3) に答えよ。

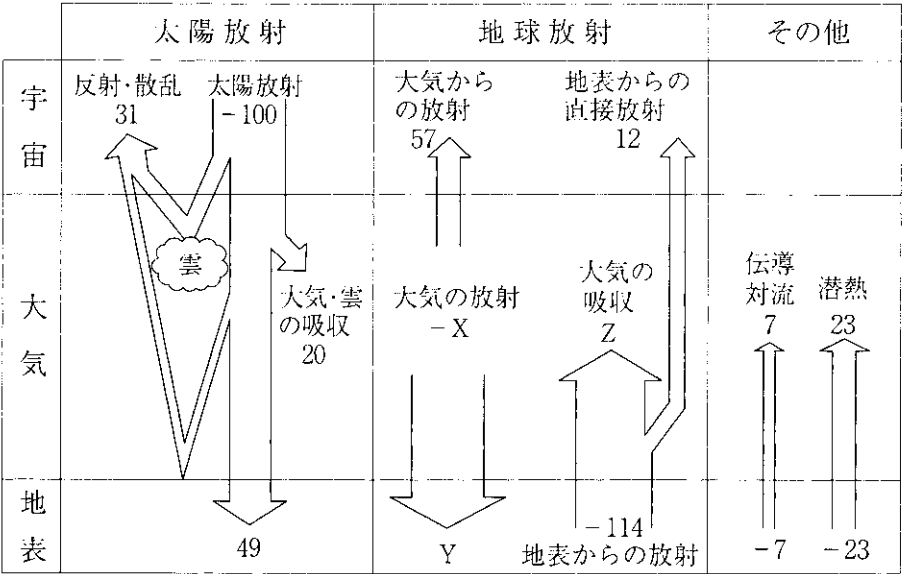


図 2 地球のエネルギー収支
 図中の「- (マイナス)」の数値は、放出されるエネルギーを示す。

- (1) 図 2 中の数値は、大気上端の単位面積が単位時間に受け取る太陽放射エネルギー量について地球全体で平均した値を 100 としたものである。太陽定数を 1370 W/m^2 とすると、図中における数値の 100 は何 W/m^2 になるか。小数点以下第 1 位を四捨五入し、整数で答えよ。
- (2) 図 2 中の X ～ Z には数値が入るが、そのうち、大気の放射の合計である X ($X > 0$) はいくらか。整数で答えよ。
- (3) 地表から放射されるエネルギー量が地表が吸収するエネルギー量を上回ると、地表の温度は下がることになる。この現象を何というか。また、この現象が強くなりやすいのはどのようなときか。次のア～エのうちから最も適当なものを一つ選び、記号で答えよ。
- ア 上空に寒気が流れ込み、雲が形成された昼過ぎ。
 - イ 前線が停滞し、終日雨が降り続いた夕刻。
 - ウ 雪雲が、上空を覆った真夜中。
 - エ 空気が乾燥し、よく晴れた夜明け前。

問 5 大気や海洋による南北方向の熱輸送がなくなったと仮定すると、赤道付近における地球が受け取る放射と地球から宇宙へ出される放射の関係は最終的にどのようなになるか。赤道付近の気温の変化に触れつつ、1行程度で述べよ。

5 太陽系の惑星に関する次の文章を読み、以下の問に答えよ。(配点 20点)

金星は半径が 6052 km で、地球とほぼ同じ大きさである。しかし、金星の表面の様子は地球とは大きく異なっている。地表の大気の圧力は約 90 気圧もあり、大気成分の 9 割以上は 1 である。また、大量の 1 により 2 が強くはたらいっているため、表面温度は 460 °C にも達する。

火星は半径が 3396 km で、地球や金星に比べて小さい。地表の大気の圧力は地球の $\frac{1}{100}$ 以下で、大気成分の 9 割以上が 1 である。大気が非常に薄いため、 2 がほとんどはたらいておらず、表面温度はかなり低い。

水星は半径が 2440 km で、太陽系の惑星の中で最も小さく、大気はほとんど存在しない。昼夜の温度差が大きく、昼間は 400 °C、夜間は -180 °C にもなる。水星の自転周期は 58.6 日、公転周期は 88.0 日であり、自転周期：公転周期＝2：3 となっている。また、自転軸は公転軌道面に対してほぼ垂直である。

問 1 文章中の空欄 1 ・ 2 にあてはまる適切な語を答えよ。

問 2 火星に関する以下の (1)・(2) に答えよ。

- (1) 火星の体積は地球の体積のおよそ何 % になるか。最も適当な数値を、次のうちから一つ選べ。

6 15 25 34 50 66

- (2) 火星の特徴として**間違っているもの**を、次のア～エのうちから一つ選び、記号で答えよ。

- ア 極地方に氷やドライアイスからなる極冠が見られることがある。
- イ 峡谷など、水が流れた跡がある。
- ウ 火星のまわりを公転する 2 個の衛星が存在する。
- エ 自転軸は公転軌道面に対してほぼ垂直である。

問 3 水星に関する以下の(1)・(2)に答えよ。なお、本問では水星の公転軌道は半径 0.39 天文単位の円軌道であるとする。

(1) 金星や火星に比べ、水星を地球上から肉眼で観測することは難しい。その理由として最も適当なものを、次のア～エのうちから一つ選び、記号で答えよ。

ア 水星の公転速度が秒速 47 km であり、非常に速いため。

イ 水星は太陽に近く、地球上から見たときに、太陽との離角が小さいため。

ウ 地球からの距離が遠く、かつ水星の半径が小さいことから、非常に暗いため。

エ 太陽光を反射する雲が存在せず、地球まで届く光が少なくなるため。

(2) 水星の昼夜の温度差が激しい理由の一つに、昼や夜の長さが長いことがある。

水星の昼の長さは自転周期の半分の 29.3 日ではない。次の図 1 のように、水星が A の位置にあり、水星の赤道上で日の出を迎えた a 点について考える。29.3 日後に a 点は半周しているが、b 点に来て日没となるわけではなく、公転により水星が B の位置に移動しているため、c 点の位置にある。したがって、29.3 日後は、まだ昼が続いていることになる。以上を参考にして、水星の昼の長さ(日の出から日没まで)は何日か、整数で答えよ。

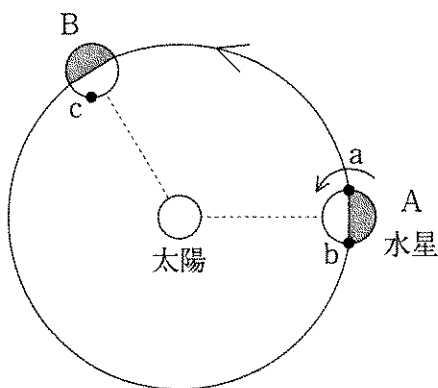


図 1 水星の自転と公転

問4 ケプラーの法則によると、すべての惑星の公転軌道は、円ではなく楕円である。

太陽系の惑星の公転について述べた次の文a～cについて、正しい場合は○を、間違っている場合は×を記せ。また、その判断の根拠となったケプラーの法則の組合せとして最も適当なものを、次のア～カのうちから一つ選び、記号で答えよ。

- a 惑星の公転速度は、近日点で最大となり、遠日点で最小となる。
- b 地球以外の惑星は、太陽を一つの焦点とし、地球をもう一つの焦点とする楕円軌道を描いて公転している。
- c 太陽に近い距離を公転する惑星ほど、公転周期は短くなる。

	a	b	c
ア	第一法則	第二法則	第三法則
イ	第一法則	第三法則	第二法則
ウ	第二法則	第一法則	第三法則
エ	第二法則	第三法則	第一法則
オ	第三法則	第一法則	第二法則
カ	第三法則	第二法則	第一法則

