



クラス		受験番号	
出席番号		氏 名	

2014年度
全統高2記述模試問題
理 科

2015年1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

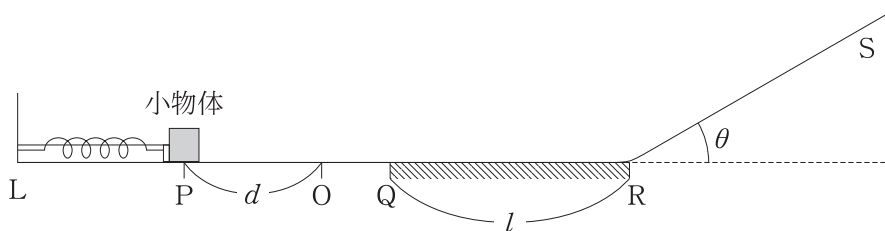
1. 問題冊子は50ページである（物理1～12ページ、化学13～30ページ、生物31～50ページ）。
2. 解答用紙は別冊になっている。（「受験届・解答用紙」冊子表紙の注意事項を熟読すること。）
3. 本冊子に脱落や印刷不鮮明の箇所及び解答用紙の汚れ等があれば、試験監督者に申し出ること。
4. 試験開始の合図で「受験届・解答用紙」冊子の理科の解答用紙を切り離し、下段の所定欄に **氏名**・**在学高校名**・**クラス名**・**出席番号**・**受験番号**（受験票の発行を受けている場合のみ）を明確に記入すること。なお、氏名には必ずフリガナも記入のこと。
5. 解答には、必ず黒色鉛筆を使用し、解答用紙の所定欄に記入すること。
6. 指定の解答欄外へは記入しないこと。採点されない場合があります。
7. 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。

物 理

(①, ② は共通問題である。『物理』選択者は ①, ②, ③, 『物理基礎』選択者は ①, ②, ④ の計 3 題を解答せよ。)

1 【共通問題】 (配点 34点)

図のように、水平面 LR と傾斜角 θ の斜面 RS が点 R でなだらかにつながっている。水平面の左端 L に壁があり、この壁にはばね定数 k の軽いばねを水平に取り付け、ばねに質量 m の小物体を接触させる。ばねが自然長のときの小物体の位置を点 O とし、小物体をばねに接触させながら移動し、自然長から d だけ縮めた位置を点 P とする。点 P の位置で、壁と小物体を糸で水平にぴんと張るように結んで、小物体を静止させる。点 O より右側の点 Q から点 R までは長さ l の粗い^{あら}面になっており、それ以外の面はなめらかである。小物体と粗い水平面との間の動摩擦係数を μ ($> \sin \theta$)、重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗は無視できるものとして、以下の問に答えよ。



問1 小物体が点 P で静止しているとき、小物体にはたらく水平面からの垂直抗力の大きさと糸からの張力の大きさを、それぞれ求めよ。

問2 結んでいた糸を静かに切ると、小物体は動き始めた。糸を切る前の弾性力による位置エネルギー（弾性エネルギー）と、小物体が点 O を通過するときの小物体の速さを、それぞれ求めよ。ただし、切った後の糸は小物体の運動に影響しない。

- 問3 点 O でばねから離れた小物体が点 R を通過した場合，QR 間を通過する間に小物体にはたらく動摩擦力がした仕事を求めよ。
- 問4 小物体が点 R を通過するときの速さと，点 R を通過するための初めのばねの縮み d の条件を，それぞれ求めよ。ただし，小物体が点 R を通過する前後で小物体の速度の大きさは変化せず，向きだけが変化するものとする。なお，解答は答だけでなく，式・説明も記せ。
- 問5 小物体が斜面上で最高点に達し，一瞬静止したときの水平面からの高さを求めよ。
- 問6 点 P から斜面上の最高点までの小物体の移動距離を横軸，運動エネルギーを縦軸にとって描いたグラフの概形を解答用紙に描け。 $\mu > \sin \theta$ であることに注意せよ。

2 【共通問題】（配点 33点）

A 熱と温度、物質の状態について述べた以下の文章を読んで問に答えよ。

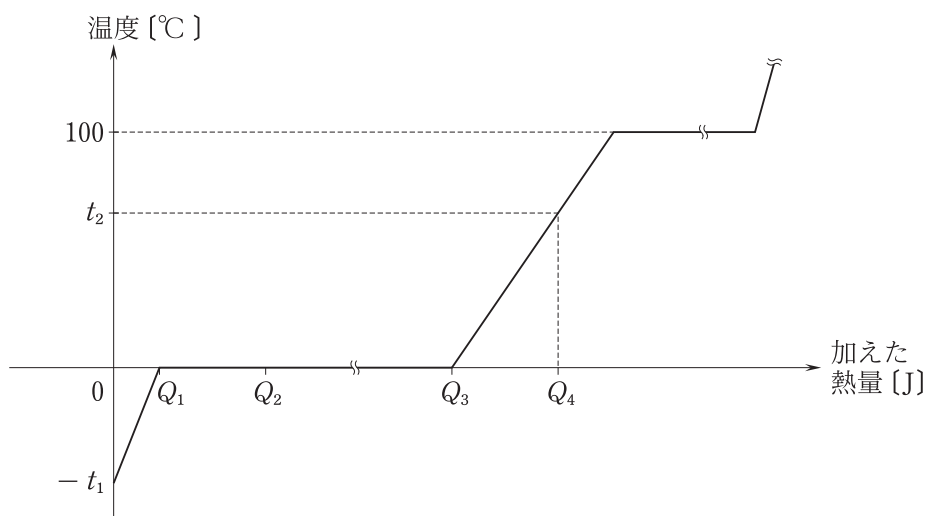
物質を構成している原子や分子などは常に乱雑な運動をしていて、この運動を熱運動と呼ぶ。物質の温度が高いほど熱運動が激しくなることから、温度とは熱運動の激しさを表す尺度と考えてよい。物質から熱を奪い冷却していくと熱運動は穏やかになっていき、やがて熱運動が停止した状態になる。この状態の温度を絶対零度といい、これより低い温度は存在しない。

物質は温度などの要因によって固体・液体・気体のいずれかの状態をとる。状態によって分子の熱運動の様子は大きく異なるため、状態を変化させるためには熱を加えたり、奪ったりする必要がある。固体が液体に変化するとき単位質量に対して必要な熱量を（ ア ），液体が気体になるときに単位質量に対して必要な熱量を（ イ ）といい、共に潜熱の一種である。

ある物体の温度を 1°C 上昇させるのに必要な熱量をその物体の熱容量という。よって、熱容量の異なる物体に同じ熱量を与えた場合の温度上昇は、熱容量の値が大きい物体の方が、（ ウ ）い。

問1 文章中の空欄（ ア ）～（ ウ ）に適切な語句を入れ、正しい文章を完成させよ。

B 次のグラフは、質量 m [g]、温度 $-t_1$ [°C] の氷を大気圧のもとで熱したときの温度変化を表している。氷は水をへて水蒸気になっている。横軸は加えた熱量 [J]、縦軸は温度 [°C] である。答は、問題文中の文字およびグラフ内の文字のうち必要なものを用いて答えよ。



問 2 氷の熱容量はいくらか。

問 3 加えた熱量が Q_2 [J] のとき、とけずに残っている氷の質量はいくらか。

問 4 水の比熱（比熱容量）は氷の比熱の何倍か。

C 断熱容器の中に温度 $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、質量 200 [g] の水が入っている。そこに、温度 $t_3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、質量 180 [g] の水を加えたところ、全体の温度は $36\text{ }^{\circ}\text{C}$ になった。続いて、沸騰しているお湯の中に取り出した温度 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、質量 420 [g] の銅製の球を、すばやく容器の中に入れると、全体の温度は $t_4\text{ }^{\circ}\text{C}$ で一定となった。水と銅の比熱をそれぞれ $4.2\text{ [J/(g}\cdot\text{K)]}$ と $0.38\text{ [J/(g}\cdot\text{K)]}$ とし、熱のやり取りは水と水あるいは、水と銅の間だけで起こるものとする。

問5 文章中の t_3 、 t_4 を有効数字2桁でそれぞれ求めよ。

物理の問題は次のページに続く。

3 【『物理』 選択者用問題】（配点 33点）

x 軸上に観測者と振動数 f_0 の音を出す音源がある。観測者と音源は共に x 軸上を運動することができる。音速を V として次の問に答えよ。

はじめに、図1のように、観測者は $x = L$ で静止しており、音源が速さ u で x 軸の正の向きに進んでいる。音源が $x = 0$ を通過する瞬間を時刻 $t = 0$ とし、音源は時刻 $t = 0$ から $t = t_0$ まで音を出し続けた。ただし、 u は V より十分小さく、音源の位置座標 x はつねに $x = L$ より小さいとする。また、 t_0 は $\frac{1}{f_0}$ より十分大きいとする。



図 1

問 1 $t = 0$ に音源から出て x 軸の正の向きに進んでいった音波の波面の、 $t = t_0$ における x 座標を求めよ。

問 2 音源から出て x 軸の正の向きに進んでいく音波の波長と、観測者が観測する音の振動数をそれぞれ求めよ。

問 3 1 波長分を 1 個の波と考えると、音源が出した波の総数は $f_0 t_0$ 個であり、観測者にも同じ数の波が届く。このことを用いて観測者が音を観測する時間は t_0 の何倍かを求めよ。

次に、図 2 のように、音源は $x = L$ で静止しており、観測者が速さ u で x 軸の正の向きに進んでいる。観測者が $x = 0$ を通過する瞬間を時刻 $t = 0$ とし、それと同時に音源は音を出し始め時刻 $t = t_0$ まで音を出し続けた。ただし、観測者の位置座標 x はつねに $x = L$ より小さいとする。

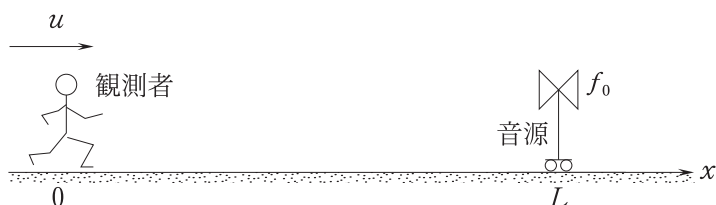


図 2

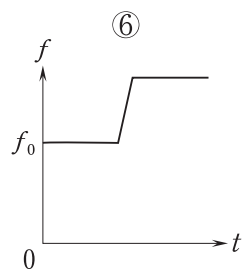
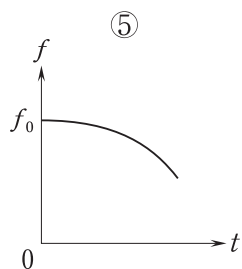
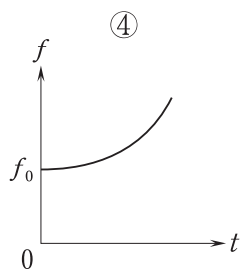
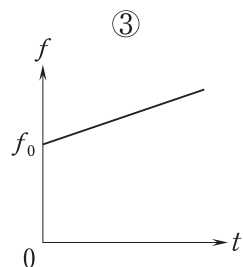
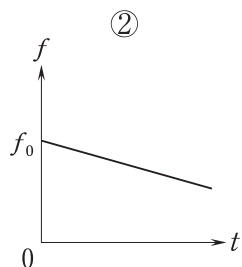
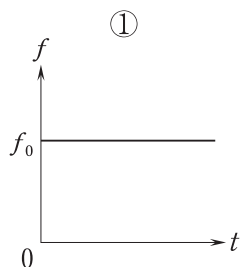
問 4 観測者に対する音波の相対速度の大きさを求めよ。

問 5 観測者が音を聞き始める時刻と、音を聞き終わる時刻をそれぞれ求めよ。

問 6 音源が出した波の総数は $f_0 t_0$ 個であり、観測者にも同じ数の波が届く。このことを用いて観測者が観測する音の振動数を求めよ。

図 2 で、音源は音を出し続け、はじめ音源は $x = L$ 、観測者は $x = 0$ で静止しているとする。その後、観測者が時刻 $t = 0$ から一定の加速度 $a (> 0)$ で x 軸の正の向きに運動を始めた。

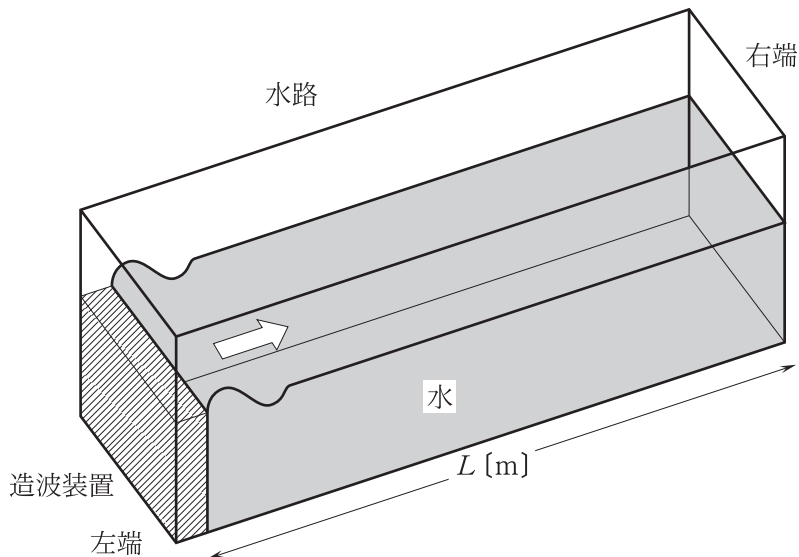
問7 観測者が観測する振動数 f の時間変化を表したグラフとして最も適当なものを、
 解答群から一つ選び番号で答えよ。ただし、観測者の位置座標 x はつねに $x = L$
 より小さいとする。



物理の問題は次のページに続く。

4 【『物理基礎』 選択者用問題】（配点 33点）

図のように，水面波が伝わるのに十分な深さと幅をもった長さ L [m] の直線状の水路がある。水路には静水が張ってあり，右端は十分に高い壁面，左端には任意の振動数や振幅で波を発生させることができる造波装置が取り付けられている。



いま，左端の造波装置から，振幅 A [m] の波を 1 秒間に f 回の割合で連続して発生させたところ，波は右端の壁で自由端反射をして，波の先頭は時間 t_0 [s] 後に再び左端の造波装置に戻ってきた。ただし，波の振幅は減衰しないものとする。

問 1 造波装置から右端へ進む波だけが存在するとき，水面が振動する周期を求めよ。

問 2 水路中を往復する波が進む速さ v [m/s] を求めよ。

問 3 発生する波の波長はいくらか。 v ， f を用いて答えよ。

問 4 右端の壁面での波の高さの最大値を求めよ。

造波装置を停止させ、水面の振動が消えた後、今度は振幅 A [m] の波を 1 秒間に f_0 回の割合で連続して発生させ続けたところ、右方向に進む入射波と、左方向に進む反射波が重なり合って、大きく振動する場所（腹）と全く振動しない場所（節）が交互に並んだ状態になった。ただし、波は水路の右端、左端で共に自由端反射をする。

問 5 このような波を何というか。

問 6 水路内に全く振動しない場所（節）が 5 か所ある場合、水路の長さ L [m] と発生した波の波長 λ [m] との間にはどのような関係が成り立つかを示せ。

問 7 造波装置から発生する波の振動数を少しずつゆっくり大きくしていくと、水路内の波の様子はどのように変化するか。正しいものを次の①～④の中から選び、番号で答えよ。

- ① 腹と節がずっと現れたまま、腹と節の間隔が少しずつ大きくなる。
- ② 腹と節がずっと現れたまま、腹と節の間隔が少しずつ小さくなる。
- ③ いったん腹や節がなくなった後、節が 6 個になった状態で再び腹と節が現れる。
- ④ いったん腹や節がなくなった後、節が 4 個になった状態で再び腹と節が現れる。

化 学

(**1**, **2**, **3** は共通問題である。『化学』選択者は **1**, **2**, **3**, **4**, 『化学基礎』選択者は **1**, **2**, **3**, **5** の計 4 題を解答せよ。)

1 【共通問題】 (配点 28点)

次の文章を読み、問 1 ～問 5 に答えよ。

表 1 に第 1 周期～第 6 周期までの元素の周期表を示す。周期表は、元素を原子番号の順に並べ、性質のよく似た元素が縦の列に並ぶように配列した表であり、その原型はロシアのメンデレーエフによってつくられた。周期表の同じ族に属する元素群を同族元素といい、固有の名称でよばれるものもある。例えば、水素以外の 1 族元素を **あ** 元素、17 族元素をハロゲン元素、18 族元素を **い** 元素という。

族 周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

*ランタノイド

表 1

問1 空欄 , に入る適切な語を記せ。

問2 元素は典型元素と遷移元素に分類される。次の記述(ア)～(オ)のうちから典型元素に当てはまるものを二つ選び、その記号を記せ。

- (ア) 周期表の1, 2, 12～18族の元素である。
- (イ) 原子の最外殻電子の数が1個または2個である。
- (ウ) 周期表の左右で隣り合う元素どうしも、互いに性質が似ていることが多い。
- (エ) 非金属元素と金属元素がほぼ半数ずつ含まれる。
- (オ) 単体は、常温・常圧ですべて固体である。

問3 次の文章に関して、下の(1), (2)に答えよ。

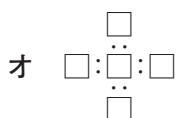
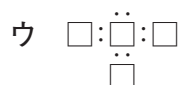
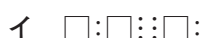
原子が最外電子殻に電子1個を受け取って1価の陰イオンになるときに放出されるエネルギーを という。周期表の第3周期の元素の原子のうち、 が最も大きいのはAの原子である。

- (1) 空欄 に入る適切な語を記せ。
- (2) Aの元素記号とその原子の電子配置を、次の【例】にならって記せ。

【例】 Be : K(2)L(2)M(0)

問4 多くの非金属元素の原子どうしは、共有結合によって結びついて分子をつくる。

次の電子式で表される分子ア～カについて、下の(1)～(3)に答えよ。ただし、電子式中の□はH, C, N, O, Fのいずれかの元素記号が該当する。また、ア～カで表される分子中の共有電子対は、その共有電子対を形成する原子どうしが互いに同じ数の不対電子を出し合ってつくったものとする。



- (1) アの分子式を記せ。
- (2) イの構造式を記せ。
- (3) ア～カのうちから無極性分子をすべて選び、ア～カの記号で記せ。ただし、必要であれば、次の電気陰性度の値を参考にせよ。

	H	C	N	O	F
電気陰性度	2.2	2.6	3.0	3.4	4.0

問5 次の文中の **X**, **Y**, **Z** は, 表 1 中のいずれかの元素で, その単体は我々の身の回りで使用されている金属である。**X**, **Y**, **Z** に関する次の文章を読み, 下の(1)~(3)に答えよ。

X は **Y** と同族元素であり, **X** の原子番号は **Z** の原子番号より 3 だけ大きい。また, **Z** の 2 価の陽イオンには電子が 24 個存在する。

X の単体は, 古くから利用されている金属であり, 湿った空気中に長期間おくと, 緑青とよばれるさびを生じる。また, **X** の単体は, 電気をよく通すため, 電線や電気器具などに使われている。**Y** の単体は有色であり, すべての金属の中で展性・延性が最も大きく, 薄く引き延ばして使用することができる。**Z** の単体は, さびて腐食しやすいという欠点があるが, **Z** とクロム, ニッケルなどの合金であるステンレス鋼はさびにくい。

- (1) **Z** の原子番号を記せ。
- (2) **X** の元素記号を記せ。
- (3) **Y** の元素名を記せ。

2 【共通問題】（配点 28点）

次のⅠ，Ⅱに答えよ。ただし，答の数値は四捨五入により有効数字2桁で記せ。

Ⅰ 次の文章を読み，問1～問4に答えよ。

スウェーデンの科学者の **あ** は，酸と塩基を「酸とは水に溶けて水素イオン H^+ (オキソニウムイオン H_3O^+) を生じる物質であり，塩基とは水に溶けて水酸化物イオン OH^- を生じる物質である。」と定義した。酸，塩基のうち，(a) 水に溶かしたとき，ほぼ完全に電離する酸を強酸，塩基を強塩基という。これに対し，一部しか電離しない酸を弱酸，塩基を弱塩基という。

また，ブレンステッドとローリーは，**あ** の考えを拡張し，酸と塩基を「酸とは他の物質に水素イオン H^+ を与える物質であり，塩基とは他の物質から水素イオン H^+ を受け取る物質である。」と定義した。

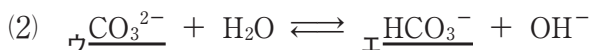
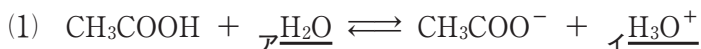
問1 空欄 **あ** に入る人名として適切なものを次の(ア)～(エ)のうちから一つ選び，その記号を記せ。

(ア) ドルトン (イ) ラボアジエ (ウ) アレーニウス (エ) アボガドロ

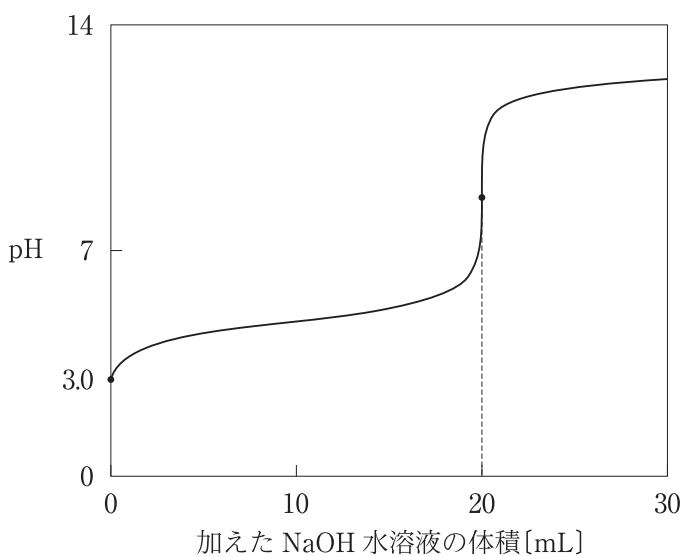
問2 下線部(a)について，次の〔化合物群〕のうちから弱酸および弱塩基に該当するものをそれぞれ一つずつ選び，その化学式を記せ。

〔化合物群〕 アンモニア 硫酸 リン酸 水酸化カリウム

問3 次の反応(1)，(2)において，下線部ア～エの化合物またはイオンのうちからブレンステッドとローリーの定義における酸としてはたらいっているものをすべて選び，その記号を記せ。



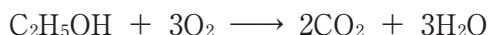
問4 次の図は、濃度未知の酢酸水溶液(水溶液 A とする)10 mL に 0.050 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えたときの pH の変化を表している。下の(1), (2)に答えよ。



- (1) 水溶液 A の酢酸のモル濃度は何 mol/L か。
- (2) 水溶液 A の酢酸の電離度はいくらか。

II 次の文章を読み、問 5 ～問 8 に答えよ。

エタノールの完全燃焼は、次の反応式で表される。



エタノールを含む試料 100 mg を完全燃焼させて、発生した_(b)二酸化炭素を 0.020 mol/L の水酸化バリウム Ba(OH)₂ 水溶液 200 mL にすべて吸収させたところ、炭酸バリウムの白色沈殿が生じた。この水溶液の上澄み液 20 mL を、いを用いて正確にはかり取り、コニカルビーカーに移し取った。このコニカルビーカーに 0.020 mol/L の塩酸を うから滴下し、未反応の水酸化バリウムと反応させたところ、すべての水酸化バリウムが反応するまでに塩酸 9.6 mL を要した。ただし、試料にはエタノール以外に燃焼する物質はなく、二酸化炭素の吸収による水溶液の体積変化は無視できるものとする。

問 5 下線部(b)の変化を化学反応式で記せ。

問 6 空欄 い，うに入る実験器具として最も適切なものを、次の(ア)～(カ)のうちからそれぞれ一つずつ選び、その記号を記せ。

- (ア) メスフラスコ (イ) メスシリンダー (ウ) ビュレット
(エ) ホールピペット (オ) 駒込ピペット (カ) 三角フラスコ

問 7 下線部(b)で吸収された二酸化炭素の物質量は何 mol か。

問 8 試料に含まれるエタノールの割合は質量パーセントで何 % か。ただし、原子量は、H = 1.0，C = 12，O = 16 とする。

化学の問題は次のページに続く。

3 【共通問題】（配点 18点）

次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

金属 M が陽イオン M^{n+} に変化する反応は、次の①式の右向きで表すことができる。
一方、陽イオン M^{n+} が金属 M に変化する反応は、次の①式の左向きで表すことができる。



金属が水溶液中で陽イオンになろうとする性質を、金属のイオン化傾向という。イオン化傾向が大きい金属は、①式の右向きの反応が起こりやすい。つまり、イオン化傾向が大きい金属は **あ** されやすく、強い **い** としてはたらく。

銅を入れた硫酸銅(Ⅱ)水溶液(これを **A** とする)中で起こる変化(②式)、および、亜鉛を入れた硫酸亜鉛水溶液(これを **B** とする)中で起こる変化(③式)は、条件によりどちらの向きにも起こる。



A と **B** を混合すると、次の④式のどちらかの向きの変化が起こるが、Zn の方が Cu よりイオン化傾向が大きいので、④式の{(i) **ア** 右向き **イ** 左向き}の変化が起こる。これは、水溶液中で Cu^{2+} の方が Zn^{2+} より{(ii) **ア** 強い **イ** 弱い}酸化剤としてはたらくということも示している。



希硫酸に亜鉛を入れると水素が発生するが、銀を入れても変化しない。このことから、水溶液中での H^{+} 、 Ag^{+} 、 Zn^{2+} の酸化剤としてののはたらきの強さを比較することができる。

問1 空欄 **あ**、**い** に入る適切な語を、次の(ア)～(カ)のうちからそれぞれ一つずつ選び、その記号を記せ。

- (ア) 酸化 (イ) 還元 (ウ) 酸化剤 (エ) 還元剤
(オ) 酸 (カ) 塩基

問2 文章中の{(i)}と{(ii)}に入る語として適切なものを、ア、イのうちからそれぞれ一つずつ選び、その記号を記せ。

問3 下線部について、水溶液中での酸化剤としてのはたらきが強いものから順に、イオン式を用いて並べよ。

問4 ハロゲンの単体のうち、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 を酸化剤としてのはたらきの強いものから順に並べると、 $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$ となる。これを参考にして、次の(1)~(3)の操作のうちで反応が起こるものを一つ選び、そのとき起こる反応をイオン反応式で記せ。

(1) ヨウ化カリウム水溶液に塩素を通じる。

(2) 臭化カリウム水溶液にヨウ素を加える。

(3) 塩化カリウム水溶液に臭素を加える。

問5 0.10 mol/L の硝酸銀水溶液 500 mL に銅板を浸してしばらく放置すると、銅が溶解するとともに銅板の表面に銀が析出した。この銅板を取り出して銅板の質量を測定したところ、浸す前と比べて質量が 1.14 g 増加していた。銅板を取り出した後の水溶液中に残っている銀イオンの物質量は何 mol か。四捨五入により有効数字2桁で記せ。ただし、原子量は、 $\text{Cu} = 64$ 、 $\text{Ag} = 108$ とする。

4 【『化学』選択者用問題】（配点 26点）

次のⅠ，Ⅱに答えよ。

Ⅰ 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。

物質がある温度，ある圧力のもとでどの状態で存在するかを示したものを状態図とよび，次の図1は水の状態図を模式的に表したものである。図1中の曲線YZは **あ** 曲線とよばれ，気液平衡の状態にある水蒸気が示す圧力と温度の関係を示している。また，図1中の点Zの温度，圧力においては，気体，液体，固体が平衡状態で共存することが可能であり，点Zは **い** とよばれる。他の一般的な物質とは異なり，図1中の曲線XZが右下がりになっている。これは，一定温度のもとで 氷に圧力を加えると氷が融解することを示している。

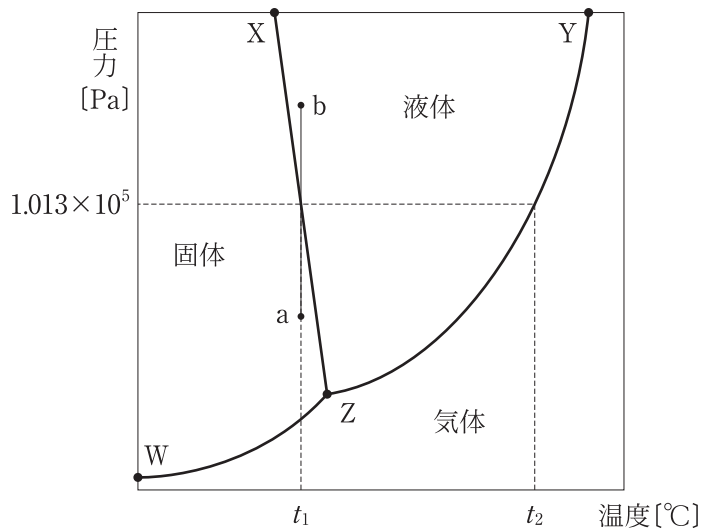


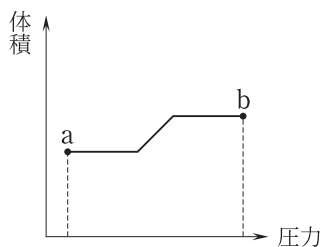
図1

問1 空欄 **あ** ， **い** に入る適切な語を記せ。

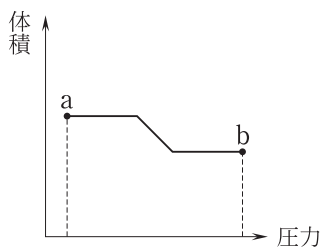
問2 図1中の t_1 および t_2 は何℃か。それぞれ整数で記せ。

問3 下線部について，図1中の点aから点bまで温度一定のまま圧力を大きくしていった際の，圧力と体積の関係を模式的に表したグラフとして最も適切なものを，次の(ア)～(カ)のうちから一つ選び，その記号を記せ。

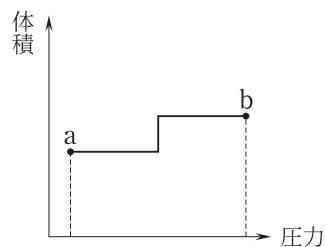
(ア)



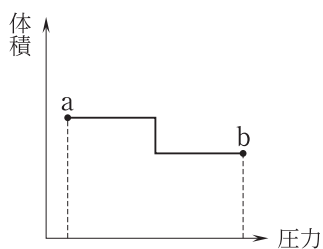
(イ)



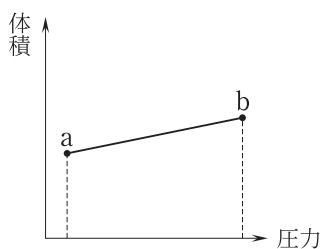
(ウ)



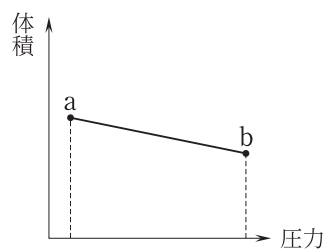
(エ)



(オ)



(カ)



Ⅱ 次の文章を読み、問 4 ～ 問 7 に答えよ。ただし、気体定数は $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ とし、答の数値は四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。

次の図 2 に示す装置を用い、下の操作 1 ～ 5 を順に行った。このとき、容器内の温度は常に 87°C に保たれているものとする。シリンジには液体の水が、ガスボンベにはアルゴンが充填されており、それぞれの物質を任意の量、容器内に入れることが可能である。容器はピストンにより容積を自由に変えることができ、はじめの容器の内部は真空である。また、容器との接続部分の容積は無視でき、接続部分から物質が流出することはない。気液平衡の状態にある水蒸気の示す圧力は、 87°C において $6.2 \times 10^4 \text{ Pa}$ であり、気体については理想気体として扱えるものとする。また、液体の水の体積およびアルゴンの水への溶解は無視できるものとする。

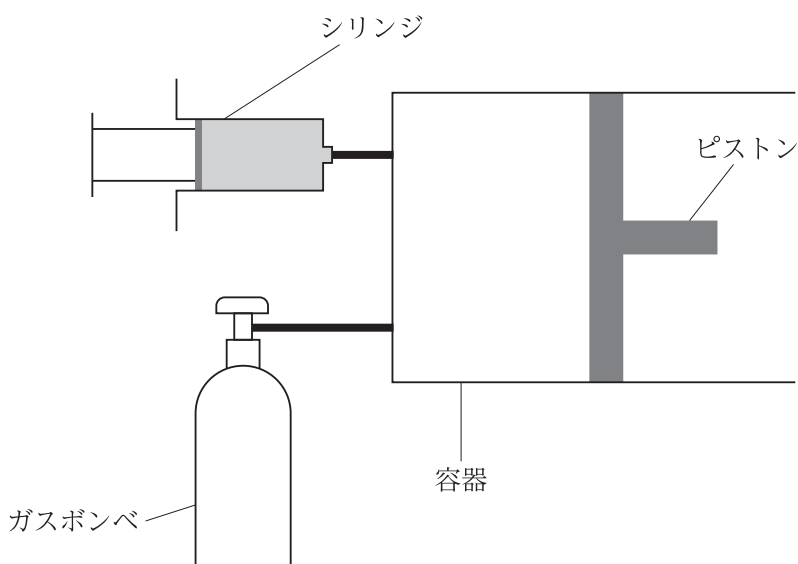
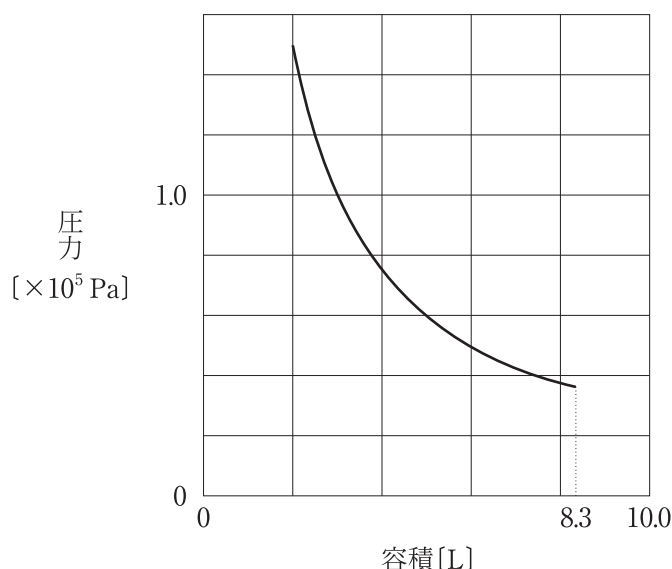


図 2

- 操作 1** 容器の容積が 8.3 L になるようにピストンを固定し、ある物質量のアルゴンをガスボンベから容器に入れたところ、容器内の圧力は $3.6 \times 10^4 \text{ Pa}$ となった。
- 操作 2** 操作 1 の後、ピストンの固定をはずし、容器の容積が 2.0 L になるまでピストンをゆっくりと押し込んでいった。このときの容器の容積と圧力の関係は次のグラフのようになった。



操作 3 操作 2 の後，容器内部のアルゴンをすべて排気して真真空に戻した。容器の容積が 8.3 L になるようにピストンを固定し，**操作 1** で入れたアルゴンと同じ物質量の水をシリンジから容器に注入し，しばらく放置したところ，容器内の圧力は 3.6×10^4 Pa となり，このとき容器内に液体の水は存在しなかった。

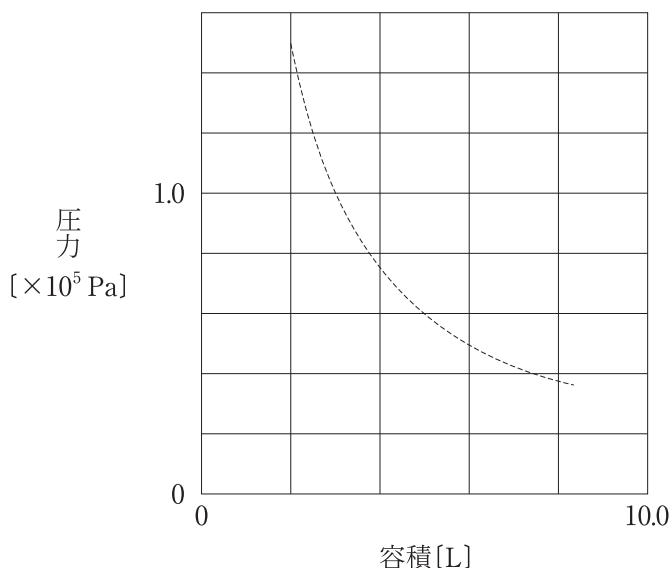
操作 4 操作 3 の後，ピストンの固定をはずし，ピストンをゆっくり押し込んでいくと，ある容積になったところで液体の水が生じ始めた。さらに容器の容積が 2.0 L になるまでピストンを押し込んだ。

操作 5 操作 4 の後，ガスボンベから容器にアルゴンを入れるとともにピストンを移動させ，容積を大きくしていった。ある量のアルゴンを入れ，ある容積になったとき，液体の水はちょうどすべて気体となった。このとき，容器内の圧力は 1.0×10^5 Pa であった。

問 4 操作 1 で容器に入れたアルゴンの物質量は何 mol か。

問 5 操作 2 において，容器内の圧力が 9.0×10^4 Pa になったときの容器の容積は何 L か。

問6 操作4において、容器の容積を8.3 L から2.0 L まで変化させた際の容器内の圧力の変化を実線(—)で記せ。ただし、折れ曲がり点がある場合には、折れ曲がり点の容積[L]と圧力[$\times 10^5$ Pa]の値を四捨五入により有効数字2桁で記入すること。なお、図中の破線(---)は操作2における容積と容器内の圧力の関係を示している。



問7 操作5において、容器内の液体の水がちょうどすべて気体となったときまでに入れたアルゴンの物質量は何 mol か。

化学の問題は次のページに続く。

5 【『化学基礎』選択者用問題】（配点 26点）

次のⅠ，Ⅱに答えよ。ただし，答の数値は四捨五入により有効数字2桁で記せ。また，必要ならば次の値を用いよ。

原子量 H = 1.0, O = 16, Al = 27, S = 32, Cu = 64

標準状態における気体のモル体積 22.4 L/mol

Ⅰ 次の文章を読み，問1～問3に答えよ。

ある量のアルミニウムにモル濃度 a [mol/L] の塩酸を徐々に加えて，発生した水素の体積（標準状態）を測定したところ，下の表のような結果となった。このとき，次の①式で表される化学反応が起こる。



表

加えた塩酸の体積 x [mL]	10	30	50	70	90
発生した水素の体積（標準状態） y [mL]	56	168	280	336	336

問1 表中のすべての値を解答用紙の図中に・で記すとともに，加えた塩酸の体積 x [mL] と，発生した水素の体積（標準状態） y [mL] の関係を表すグラフを実線（—）で描け。

問2 用いた塩酸のモル濃度 a [mol/L] はいくらか。

問3 用いたアルミニウムの質量は何 g か。

Ⅱ 次の文章を読み、問 4 ～問 8 に答えよ。

アルミニウムと銅のみが一定の割合で含まれる粉末の混合物 A がある。A を 8.60 g はかり取り、空気中で加熱したところ、アルミニウムはすべて酸化アルミニウムに、銅はすべて酸化銅(Ⅱ)に変化し、質量が 14.20 g となった。新たに A を 8.60 g はかり取り、5.0 mol/L の希硫酸 200 mL を加えたところ、水素が発生した。

問 4 5.0 mol/L の希硫酸 200 mL を調製するためには、質量パーセント濃度 98 % の濃硫酸(密度 1.84 g/cm^3)が何 mL 必要か。

問 5 アルミニウムが空気中の酸素と反応して酸化アルミニウムになるときの変化を、化学反応式で記せ。

問 6 混合物 A 8.60 g に含まれるアルミニウムと銅の物質量はそれぞれ何 mol か。

問 7 混合物 A に含まれる銅の割合は質量パーセントで何 % か。

問 8 下線部の反応が十分に進んだ後の水溶液中の硫酸のモル濃度は何 mol/L か。ただし、反応後の水溶液の体積は 200 mL とする。

生 物

(①, ②, ③ は共通問題である。『生物』選択者は ①, ②, ③, ④, 『生物基礎』選択者は ①, ②, ③, ⑤ の計 4 題を解答せよ。)

① 【共通問題】 (配点 25 点)

顕微鏡による細胞の観察に関する次の文章を読み、下の各問に答えよ。

地球上のすべての生物には、細胞から構成されている、遺伝物質として DNA をもつ、細胞内でエネルギーの受け渡しをする物質として 1 を用いる、などの共通性がみられるが、生物を構成する細胞の構造や大きさには多様性がある。例えば、細胞には核膜に包まれた核をもたないものともつものがあり、前者を 2 細胞、後者を真核細胞という。

光学顕微鏡を用いて、シアノバクテリアの一種であるイシクラゲの細胞、および被子植物のオオカナダモの葉の細胞をそれぞれ観察したところ、a 細胞がもつ構造には、両者に共通にみられるものと、一方のみにしかみられないものがあった。また、b オオカナダモの葉の細胞では、原形質流動が観察された。

問 1 文章中の 1・2 に入る適当な語を記せ。

問 2 下線部 a について、次の (1)・(2) に答えよ。

- (1) イシクラゲの細胞とオオカナダモの葉の細胞の両者に共通にみられる構造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 細胞壁 イ 発達した液胞 ウ 核膜 エ ミトコンドリア

- (2) オオカナダモの葉の細胞のみにみられる構造の 1 つである葉緑体は、進化の過程でどのようにして生じたと考えられているか、30 字以内で説明せよ。

問3 光学顕微鏡を用いた観察について、次の(1)・(2)に答えよ。

(1) 光学顕微鏡の操作を説明した次の手順A～Fを読み、文章中の 3・

4 に入る適当な語を記せ。なお、最初の手順は手順A、最後の手順は手順Fであるが、手順B～Eは正しい順に並んでいない。

手順A 直射日光の当たらない場所で、明るい水平な机の上に顕微鏡を置く。

手順B 接眼レンズをのぞきながら調節ねじを回し、対物レンズとプレパラートを遠ざけながらピントを合わせる。

手順C 反射鏡を動かして視野をむらなく明るくし、ステージにプレパラートをセットする。

手順D 接眼レンズと対物レンズをこの順に取り付け、3 を回して低倍率の対物レンズをセットする。

手順E 横から見ながら調節ねじを回し、対物レンズをプレパラートに近づける。

手順F 観察したい部分を視野の中央に移動させ、4 を調節して視野を適正な明るさにして観察する。倍率を高倍率に切り替えるときは、3 を回して対物レンズを低倍率のものから高倍率のものに切り替える。一般に高倍率では 4 を開いて視野を明るくする。

(2) (1)の手順B～Eを正しい順に並べ、 $B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$ のように答えよ。

問4 下線部bについて、オオカナダモの葉の細胞における原形質流動の速度を調べるために、接眼マイクロメーターと対物マイクロメーター(1 mm を 100 等分した目盛りがついている)を用いて、ある倍率で観察を行った。はじめに接眼マイクロメーターと対物マイクロメーターの両方をセットして観察したところ、接眼マイクロメーターの 25 目盛りと対物マイクロメーターの 7 目盛りの長さが一致していた。次に、対物マイクロメーターを外し、オオカナダモの葉の細胞のプレパラートをセットして観察したところ、10 秒間で葉緑体が接眼マイクロメーターの 15 目盛りを移動するのが観察された。これについて、次の(1)・(2)に答えよ。

(1) この倍率における接眼マイクロメーター 1 目盛りが示す長さ(μm)を求めよ。

(2) オオカナダモの葉の細胞における原形質流動による葉緑体の移動速度($\mu\text{m}/\text{秒}$)を求めよ。

問5 図1は、光学顕微鏡でゾウリムシを観察したときの模式図であり、矢印↑は前進するときの進行方向を示す。また、図2は、ゾウリムシが繊毛運動によって前進中に障害物に衝突したときの動き方を模式的に示している。図に示すように、衝突後にゾウリムシは、素早く後退し(①)、回転し(②)、別方向に前進する(③)ことで障害物を回避する。これについて、下の(1)・(2)に答えよ。

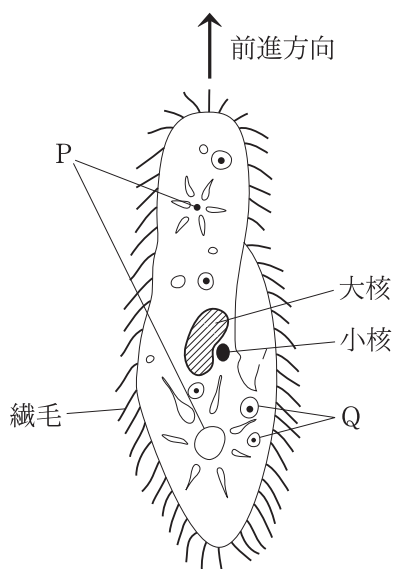


図1

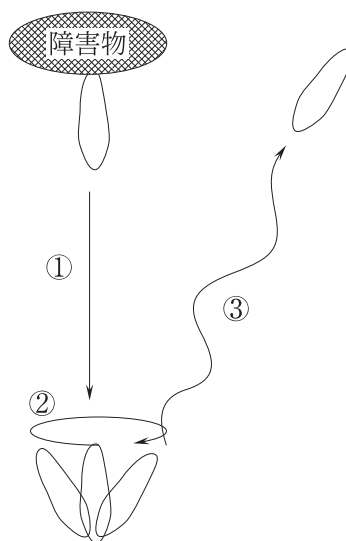


図2

(1) 図1中のPとQで示された構造体の名称を答えよ。また、それらのはたらきとして適当なものを次のア～オからそれぞれ1つずつ選び、記号で答えよ。答えは「名称－記号」の順に、「大核－カ」のように記せ。

- ア 水の排出 イ 呼吸 ウ 食物の消化と吸収 エ 運動の調節
オ 生殖

(2) ゾウリムシの繊毛は図3の1～7の順に動く運動をくり返しており、繊毛は図3の1→2→3の動きで白抜き矢印(⇒)の方向へと水を押し出して推進力を得た後に、3→4→5→6→7→1の動きで元の状態に戻る。また、ゾウリムシの進行方向は繊毛を打ちつける方向で決まり、図4のA～Cの3種類がある。図4は繊毛を打ちつける方向を図3の3の段階の繊毛の方向で示しており、Cの場合はゾウリムシが前進・後退する方向に対して垂直な方向に繊毛を打ちつけてその場で回転する。

さらに、ゾウリムシの細胞膜には Ca^{2+} (カルシウムイオン) を輸送するしくみが備わっており、繊毛を打ちつける方向は細胞内の Ca^{2+} の濃度によって調節される。すなわち、細胞内の Ca^{2+} 濃度が上昇すると図4のA→C→Bの順に、低下するとB→C→Aの順にそれぞれ繊毛を打ちつける方向が変化し、これとともにゾウリムシの進行方向が変化する。これらのことから、図2に示す①→②→③の障害物を回避する運動が起こる際の細胞膜を介した Ca^{2+} の移動はどのようなになっていると考えられるか。40字以内で述べよ。なお、細胞外には十分な量の Ca^{2+} が存在するものとする。

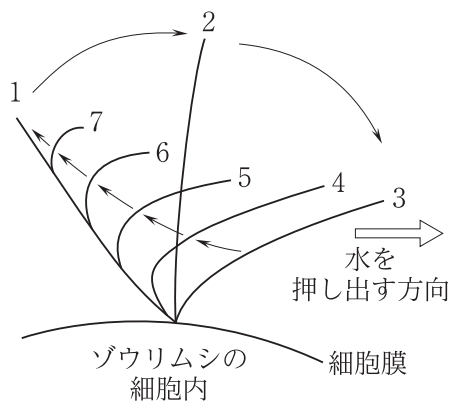


図3

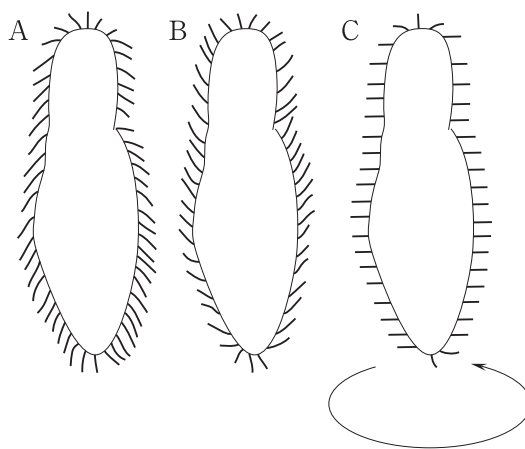


図4

2 【共通問題】（配点 25 点）

循環系と酸素の運搬に関する次の A・B の文章を読み、下の各問に答えよ。

A 哺乳類の体内に存在する細胞のほとんどは体内環境である体液に取り囲まれており、体外環境が変化しても体内環境はほぼ一定に保たれる。このような性質は 1 と呼ばれ、例えば a 体温は、外気温が変化しても、自律神経系と内分泌系が協調してはたらくことでほぼ一定に保たれる。

哺乳類の体液には血液、組織液、2 液の 3 つがあり、血液は血管系を通じて全身を循環する。哺乳類の血管系は b 閉鎖血管系 であり、組織では血液成分の一部が組織液となって、組織の細胞との間で酸素や二酸化炭素、栄養分や老廃物などを交換する。組織液の多くは血管に戻るが、一部は 2 管に入り、2 管は鎖骨下静脈で血管系と合流する。

問 1 文章中の 1・2 に入る適当な語を記せ。

問 2 下線部 a について、哺乳類の一般的な体温調節のしくみに関する文章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 体温が低下すると交感神経の作用によって体表の立毛筋や血管が収縮し、熱の放散が抑制される。

イ 体温が低下すると骨格筋の不規則な収縮によるふるえが起こり、熱の産生が促進される。

ウ 体温が低下すると甲状腺からのチロキシンの分泌が促進され、肝臓などで代謝が促進される。

エ 体温が上昇すると交感神経の作用によって心臓の拍動が促進され、熱の産生が抑制される。

オ 体温が上昇すると発汗が起こり、汗が蒸発することで体表からの熱の放散が促進される。

問3 下線部bについて、次の(1)・(2)に答えよ。

- (1) 開放血管系と比較したときの閉鎖血管系の構造上の特徴を、25字以内で述べよ。
- (2) 閉鎖血管系をもつ動物として適当なものを次のア～オから2つ選び、記号で答えよ。

ア ミミズ イ アサリ ウ バッタ エ カエル オ エビ

B 血液のさまざまなはたらきの1つに、酸素の運搬がある。酸素は血液の液体成分である 3 にはほとんど溶解せず、赤血球に含まれるヘモグロビンに結合して末梢の組織まで運搬される。ヘモグロビンは金属元素の 4 を含むタンパク質であり、酸素と結合する性質をもつ。図1は、ヒトのヘモグロビンの酸素解離曲線を模式的に示したものであり、実線は肺胞の二酸化炭素分圧における酸素ヘモグロビンの割合(%)を、破線は組織の二酸化炭素分圧における酸素ヘモグロビンの割合(%)をそれぞれ示す。

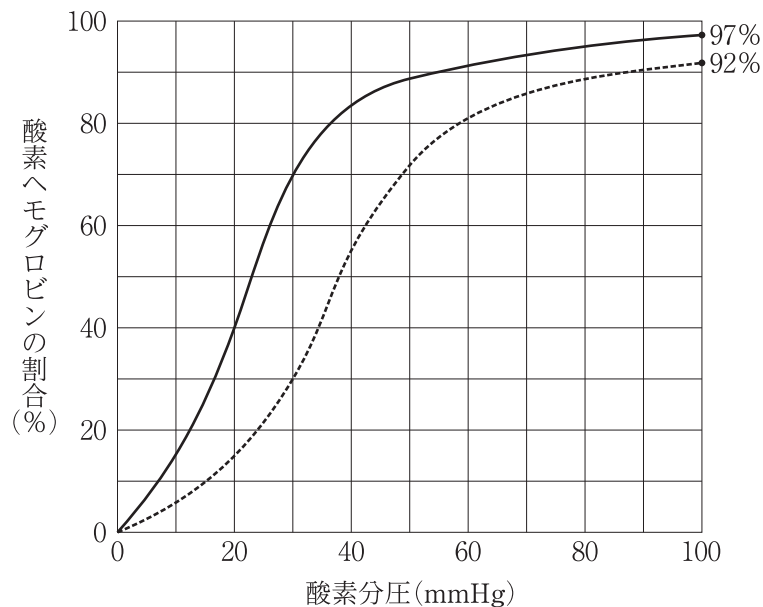


図1

酸素ヘモグロビンの割合が 50% になるときの酸素分圧を P_{50} といい、 P_{50} の値はヘモグロビンと酸素の結合しやすさ(親和性)を示す指標として用いることができる。

P_{50} の値はさまざまな要因で変化し、例えば、2,3-ジホスホグリセリン酸(以下 DPG とする)という物質の赤血球内での濃度が上昇すると、 P_{50} の値が大きくなることが知られている。

ヒトは空気の薄い(気圧の低い)高地に移動すると、この環境に適応して酸素解離曲線が変化することが知られており、この高地適応には DPG が関与している。そこで、ヒトの高地適応のしくみを調べるため、登山に慣れた被験者を対象として、人工的に気圧を変化させることのできる環境下で、赤血球内の DPG 濃度の変化を調べた。気圧としては、高度 0 m の平地、標高 3000 m の高地、標高 4000 m の高地とそれぞれ同じ気圧を設定し、1 週間の間に図 2 の上段のグラフに示すように気圧を変化させた。このときの赤血球内の DPG 濃度の変化を図 2 の下段に示す。

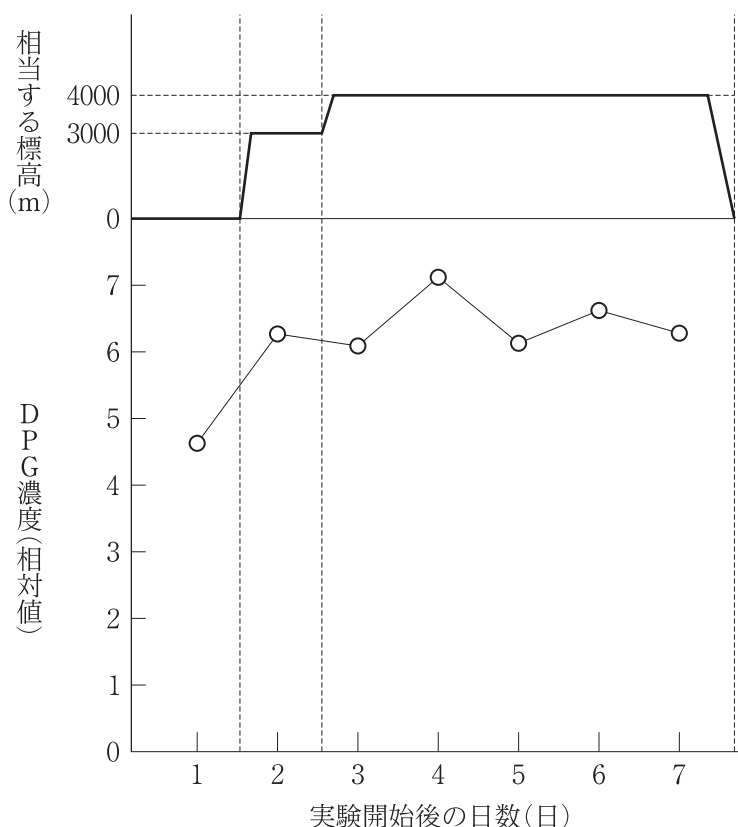


図 2

問4 文章中の 3・4 に入る適当な語を記せ。

問5 図1について、次の(1)～(3)に答えよ。ただし、肺胞での酸素分圧は100 mmHg、組織での酸素分圧は30 mmHgとし、ヘモグロビン以外によって運搬される酸素は無視できるものとする。

- (1) 組織における酸素ヘモグロビンの割合(%)を求めよ。答えは整数で記せ。
- (2) 肺から組織に運ばれた酸素のうち、組織において解離された酸素の割合(%)を求めよ。答えは小数第一位を四捨五入して整数で記せ。
- (3) 血液100 mLに含まれるヘモグロビンは、最大22 mLの酸素と結合できるものとする。このとき、100 mLの血液中のヘモグロビンがこの組織に供給する酸素の量(mL)を求めよ。答えは小数第二位を四捨五入して小数第一位まで記せ。

問6 下線部cについて、 P_{50} の値の変化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 ヘモグロビンの酸素に対する親和性が高くなるほど、 P_{50} の値は大きくなる。
- イ 激しい運動を行うと、 P_{50} の値は小さくなる。
- ウ 血液のpHが低下すると、 P_{50} の値は大きくなる。
- エ 血液の温度が上昇すると、 P_{50} の値は小さくなる。

問7 図2の結果から、ヒトの高地適応のしくみについて考えられることを、「親和性」という語を用いて60字以内で述べよ。

3 【共通問題】（配点 25 点）

植生の遷移に関する次の A・B の文章を読み、下の各問に答えよ。

A ある地域に生育する植物の集まりを植生という。陸上でどのような植生が成立するかはおもにその地域の と年降水量によって決定されるが、日本では全域で年降水量が森林を形成するのに十分であるため、植生の分布はおもに の違いによって決まる。例えば、九州から東海地方にかけての低地には ^a照葉樹林が、東北地方の低地には 樹林が、北海道北東部の低地には針葉樹林がおもに分布する。

植生が時間の経過とともに変化する現象を ^b遷移という。遷移においては、初期に侵入した植物が周囲の非生物的環境を変化させ、これによって他の植物の侵入が可能となり、さらに新たに侵入した植物が周囲の非生物的環境を変化させるという過程がくり返される。このときにみられるような生物から非生物的環境へのはたらきかけを、一般に という。日本で一次遷移が進行する場合、はじめに裸地にコケ植物や 類が侵入し、その後、草原 → 低木林 → ^c陽樹林 → 陰樹林へと変化することが多く、陰樹林が遷移の最終段階である極相となる。

問1 文章中の ～ に入る適当な語を記せ。

問2 下線部 a について、照葉樹林で優占種となる樹種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 ブナ イ トドマツ ウ スダジイ エ ガジュマル

問3 下線部bについて、遷移に関する記述として適当なものを次のア～カから2つ選び、記号で答えよ。

ア 遷移の初期にみられる種を先駆種といい、大きな種子を少数形成するものが多い。

イ 遷移の後期にみられる種を外来種といい、乾燥に対する耐性が高いものが多い。

ウ 年降水量の少ない地域でみられる遷移を乾性遷移といい、年降水量の多い地域でみられる遷移を湿性遷移という。

エ 陽樹の芽生えは、陰樹の芽生えに比べて一般に光合成の光補償点と光飽和点が高い。

オ 一次遷移は、同じ地域で進行する二次遷移に比べて遷移の進行が速い。

カ 遷移の最終段階である極相が、必ずしも森林になるとは限らない。

問4 下線部cについて、図1は日本のある地域において、遷移の進行段階が異なる3つの森林(I～Ⅲ)に関して、森林を構成する種A～Cの階層別の被度(その種類の植物が地表を覆う割合(%))を示したものである。なお、種A～Cのうちの1種はこの地域の極相における優占種である。次の(1)・(2)に答えよ。

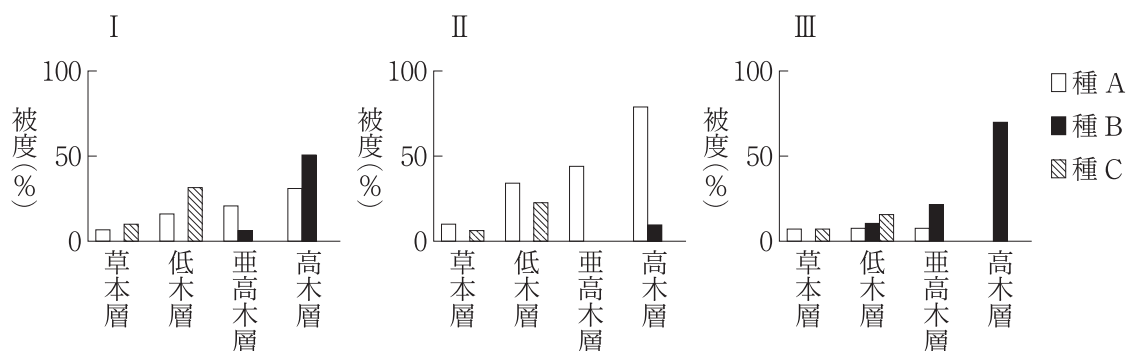


図1

(1) 種A～Cのうち極相における優占種はどれか。A～Cの記号で答えよ。

(2) (1)の答えを選んだ理由を、「幼木」と「林床」という語を用いて50字以内で説明せよ。

B 極相林を構成する種や個体は安定していて変化しないようにみえる。しかし実際には、高木が倒れるなどの原因で林冠にギャップと呼ばれる空所ができることで、林床の光環境が変化して植生が変化することがある。このとき、形成されたギャップが他の個体の成長によって埋められることを、ギャップが更新されるという。

日本の暖温帯の極相林(以下、暖温帯林と呼ぶ)において、ギャップについて継続的な調査を行った。その結果、40000 m²の面積の暖温帯林では、7年間に林冠にギャップができた部分の面積は合計 2025 m²であり、多くはその後、更新された。そこで、1年あたりのギャップ形成率(%)を以下のようにして求めた。

$$\text{ギャップ形成率(\%)} = \frac{\text{林冠にギャップができた部分の面積}}{\text{調査面積}} \times \frac{1}{\text{年数}} \times 100$$

問5 ギャップに関する記述として誤っているものを次のア～オから2つ選び、記号で答えよ。

ア ギャップが形成されると、その下の林床の照度が高くなる。

イ ギャップの大きさには、さまざまなものがある。

ウ ギャップの下の林床では、陰樹の芽生えのみが生育できる。

エ ギャップは、遷移の途中でも生じることがある。

オ ギャップが形成されることで、その後の森林全体の種の多様性が低下する。

問6 調査を行った暖温帯林について、次の(1)・(2)に答えよ。

(1) 調査した暖温帯林のギャップ形成率(%)を求めよ。答えは小数第三位を四捨五入して小数第二位まで記せ。

(2) 調査した暖温帯林で形成されたギャップが完全に更新される、すなわち、1年あたりのギャップ形成率と1年あたりのギャップ閉鎖率(開いていたギャップが更新されて林冠となった部分の面積の調査面積に対する割合)が等しいと仮定する。この場合、調査した暖温帯林の林冠を構成する個体がすべて入れかわるのにかかる年数(年)を求めよ。答えは小数点以下を切り捨てて整数で記せ。

生物の問題は次のページに続く。

4 【『生物』選択者用問題】（配点 25 点）

遺伝子の発現と遺伝子突然変異に関する次の文章を読み、下の各問に答えよ。

遺伝子の本体は DNA である。ワトソンとクリックは、DNA が 1 構造をとっていることを明らかにしたが、この構造は DNA の複製に適していると考えられた。その後、メセルソンとスタールは、DNA が 2 的に複製されることを実験的に証明した。

DNA 中でタンパク質(ポリペプチド)のアミノ酸配列を決めている領域を、遺伝子という。遺伝子が保持する遺伝情報は mRNA に写し取られ、さらに、mRNA の遺伝情報をもとにタンパク質が合成される。このとき、前者の過程を転写といい、後者の過程を 3 という。クリックは、この遺伝情報の流れはあらゆる生物に共通しており、情報の流れが逆行することはないとする 4 を提唱した。

ヒトのヘモグロビンの構成成分である β グロビンというポリペプチドをコードする遺伝子を、 β グロビン遺伝子と呼ぶ。図 1 は、正常な β グロビンの mRNA の開始コドンから 240 番目の塩基までの塩基配列を示したものである。なお、図中の 5'、3' はそれぞれ 5' 末端側、3' 末端側を示し、左端の塩基の上の数字は、図 1 の左上のいちばん 5' 末端側の塩基(開始コドンの 1 番目の塩基)A を 1 番として数えたときの、各塩基の番号を示す。

```
1
5'-AUGGUGCACC UGACUCCUGA GGAGAAGUCU GCGGUUACUG CCCUGUGGGG
51
CAAGGUGAAC GUGGAUGAAG UUGGUGGUGA GGCCCUGGGC AGGCUGCUGG
101
UGGUCUACCC UUGGACCCAG AGGUUCUUUG AGUCCUUUGG GGAUCUGUCC
151
ACUCCUGAUG CAGUUAUGGG CAACCCUAAG GUGAAGGCUC AUGGCAAGAA
201
AGUGCUCGGU GCCUUUAGUG AUGGCCUGGC UCACCUGGAC-3'
```

図 1

β グロビン遺伝子に遺伝子突然変異が生じると、貧血を発症することがある。この中には、 β グロビンの 7 番目のアミノ酸が正常なものからバリンに置換している場合(変異 I)や、1～15 番目のアミノ酸配列は正常なものと同ーだが 16 番目以降のアミノ酸が失われている場合(変異 II)などがある。なお、本問ではタンパク質合成が終了した後

の修飾については考慮しないものとし、開始コドンに対応するアミノ酸を1番目のアミノ酸として数えるものとする。

問1 文章中の 1 ~ 4 に入る適当な語を記せ。

問2 ヒトのゲノム DNA は 3.0×10^9 塩基対からなり、この中にポリペプチドのアミノ酸配列をコードする遺伝子が、およそ 20500 種類存在する。1つの遺伝子から合成されるポリペプチドの平均分子量を 44000、ポリペプチドに含まれるアミノ酸の平均分子量を 110、遺伝子数をちょうど 20500 として、ヒトのゲノム DNA のうちポリペプチドのアミノ酸配列を指定している部分の割合(%)を求めよ。答えは小数第二位を四捨五入して小数第一位まで記せ。

問3 図1の塩基配列について、次の(1)・(2)に答えよ。なお、解答に必要であれば表1のコドン表を用いよ。

- (1) 図1の塩基配列の5'末端側のはじめの5塩基(5'-AUGGU-3')について、この部分に対応する部分のDNAの塩基配列を、5'末端側から順に答えよ。ただし、解答の際には**転写の際に鋳型とならない側の鎖(センス鎖)の塩基配列**を答えよ。
- (2) 図1の塩基配列をもとに合成されるポリペプチドのアミノ酸配列について、はじめに合成される側の3番目までのアミノ酸を順に答えよ。解答は例にならって記し、開始コドンに対応するアミノ酸も含めて記すこと。
- (例) グリシンーグリシンーグリシン

表1

		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 C A G
		UUC }	UCC }	UAC }	UGC }	
		UUA } ロイシン	UCA }	UAA } 終止	UGA } 終止	
		UUG }	UCG }	UAG }	UGG } トリプトファン	
	C	CUU }	CCU } プロリン	CAU } ヒスチジン	CGU }	U C A G
		CUC } ロイシン	CCC }	CAC }	CGC } アルギニン	
		CUA }	CCA }	CAA } グルタミン	CGA }	
		CUG }	CCG }	CAG }	CGG }	
	A	AUU }	ACU }	AAU } アスパラギン	AGU } セリン	U C A G
		AUC } イソロイシン	ACC }	AAC }	AGC }	
		AUA }	ACA }	AAA } リシン	AGA } アルギニン	
		AUG } メチオニン(開始)	ACG }	AAG }	AGG }	
G	GUU }	GCU }	GAU } アスパラギン酸	GGU }	U C A G	
	GUC } バリン	GCC }	GAC }	GGC } グリシン		
	GUA }	GCA }	GAA } グルタミン酸	GGA }		
	GUG }	GCG }	GAG }	GGG }		

問 4 下線部について、正常な β グロビンの mRNA では、開始コドンのはじめの塩基から終止コドンの最後の塩基までの塩基数は 576 塩基であった。ところが、正常な β グロビン遺伝子の DNA では、開始コドンのはじめの塩基に対応する位置から終止コドンの最後の塩基に対応する位置までの塩基対数は 1791 塩基対であった。このように mRNA の塩基数と DNA の塩基対数が異なる理由を、60 字以内で説明せよ。

問 5 変異 I と変異 II はどちらも β グロビン遺伝子において 1 塩基の置換が生じ、これによって mRNA の塩基配列にも変化が生じたことが原因である。図 1 に示す β グロビンの mRNA の塩基配列にどのような変化が生じたと考えられるか。(1) 変異 I と (2) 変異 II のそれぞれについて、考えられる可能性を例にならってすべて答えよ。なお、解答に必要であれば表 1 のコドン表を用いよ。

(例) 250 番目の塩基 A が塩基 U に置き換わった場合：A250U

問 6 β グロビンについて多くのヒトで調べたところ、変異 I や変異 II のほかにも、 β グロビン遺伝子の遺伝子突然変異が原因で、図 1 中の 123 番目の塩基 G が欠失した mRNA が合成される場合や、42 番目の塩基 C が別の塩基に置き換わった mRNA が合成される場合がみいだされた。これについて、次の (1)・(2) に答えよ。なお、解答に必要であれば表 1 のコドン表を用いよ。

- (1) 123 番目の塩基 G が欠失している場合に、この mRNA から合成されるポリペプチドを構成するアミノ酸の数(個)を答えよ。
- (2) 42 番目の塩基 C が別の塩基に置き換わっている場合には、この mRNA から合成されるポリペプチドのアミノ酸配列は正常なものと同一であった。このとき、mRNA の 42 番目の塩基はどの塩基に置き換わったと考えられるか。U, A, G のうち考えられる塩基をすべて答えよ。

生物の問題は次のページに続く。

5 【『生物基礎』選択者用問題】（配点 25 点）

免疫に関する次の A・B の文章を読み、下の各問に答えよ。

A 生体には、体内に侵入した病原体などの異物を非自己と認識して排除するしくみが備わっており、これを免疫と呼ぶ。免疫には、生まれつき備わっている自然免疫と、侵入した異物の情報をリンパ球が認識し、その情報にもとづいて異物を特異的に排除する 免疫がある。 免疫はさらに、_a抗体によって異物を排除する 免疫と、抗体によらずに異物を排除する 免疫に分けられる。

問1 文章中の ～ に入る適当な語を記せ。

問2 下線部 a について、抗体を構成するタンパク質の名称を答えよ。

問3 免疫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 免疫反応が過敏に起こって生体に不都合な症状が現れることを一般にアレルギーといい、花粉症もアレルギーの一種である。

イ あらかじめ動物につくらせた抗体を含む血清を注射する治療法を血清療法といい、ヘビ毒に対する治療などに利用されている。

ウ 病気を予防するために抗原として接種する物質をワクチンといい、ワクチンを接種して病気を予防する方法を予防接種という。

エ エイズの原因となる HIV(ヒト免疫不全ウイルス)は、B 細胞に感染してこれを破壊することで免疫力を低下させる。

オ 自分自身の正常な細胞や組織に対して免疫反応が起こることで発症する疾病を自己免疫疾患(自己免疫病)といい、I 型糖尿病などがある。

問4 ABO 式血液型が異なるヒトの血液を混合すると血液が凝集することがあるが、これは抗原と抗体の反応によるものである。P、Q、R、S の4 人のヒトから血液を採取し、それらを有形成分と液体成分に分けてさまざまな組合せで混合し、凝集の有無を調べたところ、表1 の結果が得られた。表1 から判断してP、Q、R、S の血液型の組合せとして**可能性があるもの**を下のア～クからすべて選び、記号で答えよ。ただし、表中の「+」は凝集が起こったことを、「-」は凝集が起こらなかったことを示す。また、ABO 式血液型以外の血液型による凝集は考えないものとする。

表1

		液体成分			
		P	Q	R	S
有形成分	P	-	-	-	-
	Q	+	-	-	+
	R	+	+	-	+
	S	+	+	-	-

	P	Q	R	S
ア	A 型	AB 型	B 型	O 型
イ	A 型	O 型	B 型	AB 型
ウ	B 型	AB 型	A 型	O 型
エ	B 型	O 型	A 型	AB 型
オ	O 型	A 型	AB 型	B 型
カ	O 型	B 型	AB 型	A 型
キ	AB 型	A 型	O 型	B 型
ク	AB 型	B 型	O 型	A 型

B マウスでは、同じ系統の個体間で皮膚移植を行うと移植した皮膚は生着するが、異なる系統の個体間で皮膚移植を行うと移植した皮膚は脱落する。これも免疫反応によるものであり、このような反応は拒絶反応と呼ばれる。拒絶反応について調べるために、**X**～**Z**の3つの系統のマウスを用いて、次の**実験1**～**4**を行った。

実験1 **X**系統のマウスに**Y**系統のマウスの皮膚を移植したところ、移植片は10日で脱落した。この**X**系統のマウスに**Z**系統のマウスの皮膚を移植したところ、移植片は10日で脱落した。さらに、この**X**系統のマウスに**Z**系統のマウスの皮膚を再び移植したところ、_b移植片は5日で脱落した。

実験2 **実験1**で移植した**Y**系統のマウスの皮膚が脱落した**X**系統のマウスからリンパ球と血清を得て、皮膚移植を受けたことのない別の**X**系統のマウスにリンパ球と血清を別々に注射した。その後、_cリンパ球を注射した**X**系統のマウスと血清を注射した**X**系統のマウスに、それぞれ**Y**系統のマウスの皮膚を移植した。

実験3 生後まもない**X**系統のマウスから胸腺を摘^{てきしゅつ}出し、このマウスが成体になってから**Y**系統のマウスの皮膚を移植したところ、移植片は生着した。

実験4 生後まもない**X**系統のマウスに**Y**系統のマウスの皮膚を移植したところ、移植片は生着した。この**X**系統のマウスが成体になってから、**Y**系統のマウスの皮膚と**Z**系統のマウスの皮膚を移植した。

問5 下線部bについて、皮膚片が10日ではなく5日で脱落した理由を、50字以内で述べよ。

問6 下線部cについて、それぞれのマウスに移植した皮膚片はどのようになると考えられるか。その組合せとして適当なものを次のア～オから1つ選び、記号で答えよ。

	リンパ球を注射したマウス	血清を注射したマウス
ア	10日で脱落する。	5日で脱落する。
イ	10日で脱落する。	生着する。
ウ	5日で脱落する。	10日で脱落する。
エ	5日で脱落する。	5日で脱落する。
オ	生着する。	10日で脱落する。

問7 実験3において、移植した皮膚片が生着した理由を40字以内で述べよ。

問8 実験4において、成体になったX系統のマウスに移植した(1)Y系統のマウスの皮膚と(2)Z系統のマウスの皮膚はどのようになると考えられるか。適当なものを次のア～エからそれぞれ1つずつ選び、記号で答えよ。

- ア 生着する。
- イ 5日で脱落する。
- ウ 10日で脱落する。
- エ 15日で脱落する。

