

# 平成 23 年度入学試験問題（前期日程）

## 理 科 (医学部医学科)

物 理	1 ページから	6 ページまで
化 学	7 ページから	9 ページまで
生 物	10 ページから	12 ページまで

### 注 意 事 項

- 受験番号を解答用紙の所定の欄(1か所)に記入すること。
- 解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入すること。

# 物理

- 1** 次の文章中の    に最も適切な語句・数式または選択肢の記号を記入せよ。(20 点)

問 1 図 1—I のような二つの固定された斜面 A, B の上を小物体が同時に初速度 0 で滑り降り始めた。ただし、摩擦はまったくなく、出発点と到着点の高さはどちらの斜面も同じであり、斜面にそって測った出発点と到着点の距離は同じであるとする。

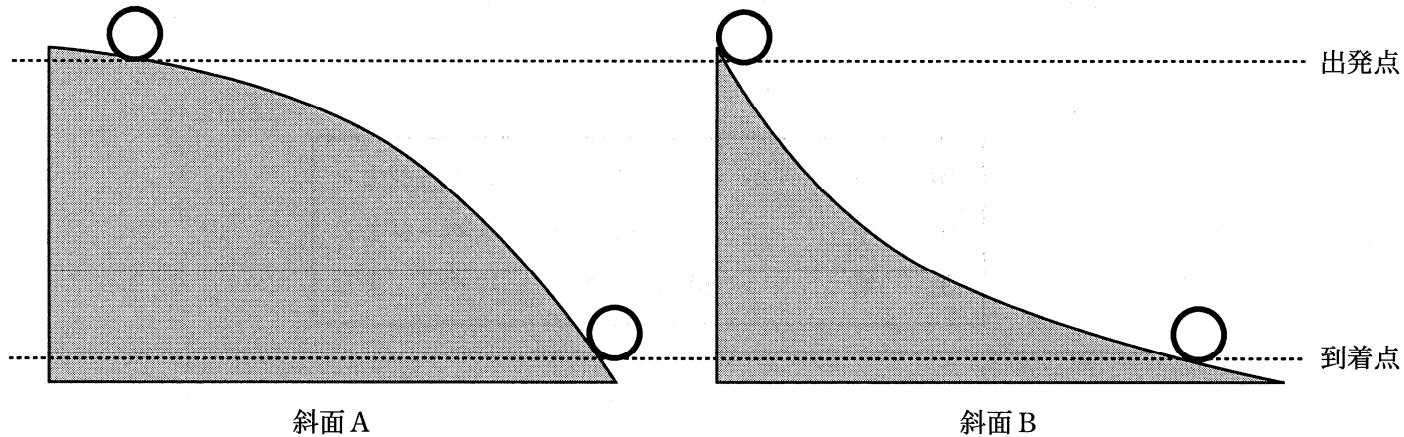


図 1—I

このとき、到着点での小物体の速さは、

- (ア) 同じである。  
1 (イ) 斜面 A の場合の方が速い。  
(ウ) 斜面 B の場合の方が速い。

到着点に小物体が到着するのは、

- (ア) 同じ時刻である。  
2 (イ) 斜面 A の場合の方が早い。  
(ウ) 斜面 B の場合の方が早い。

問 2 理想気体の絶対温度が  $T$  であるとき、その気体分子一個あたりの運動エネルギーの平均は、 $k$  をボルツマン定数として、3 となる。よって、同じ温度なら、水素分子の二乗平均速度  $\sqrt{\bar{v}^2}$  は酸素分子の二乗平均速度  $\sqrt{\bar{v}^2}$  の4 倍になると考えられる(酸素分子は水素分子の 16 倍の質量を持つとする)。

問 3 おんさの出す音の波長を測定しようと、以下のような実験を行った。

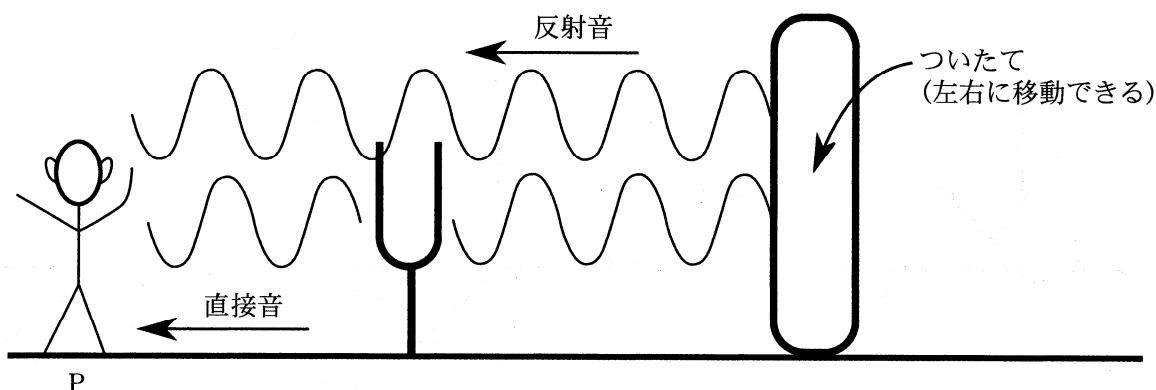


図 1-II

図 1-II のように、ついたてが少しずつ動かせるようになっている。点 P で音を聞いたところ、ついたてが距離  $\ell$  動くごとに音の大きさが大きくなることが観測された。音の波長は 5 である。

問 4 図 1-III は、互いに異なる屈折率を持つ媒質へと光が入射した時の波面の様子である。

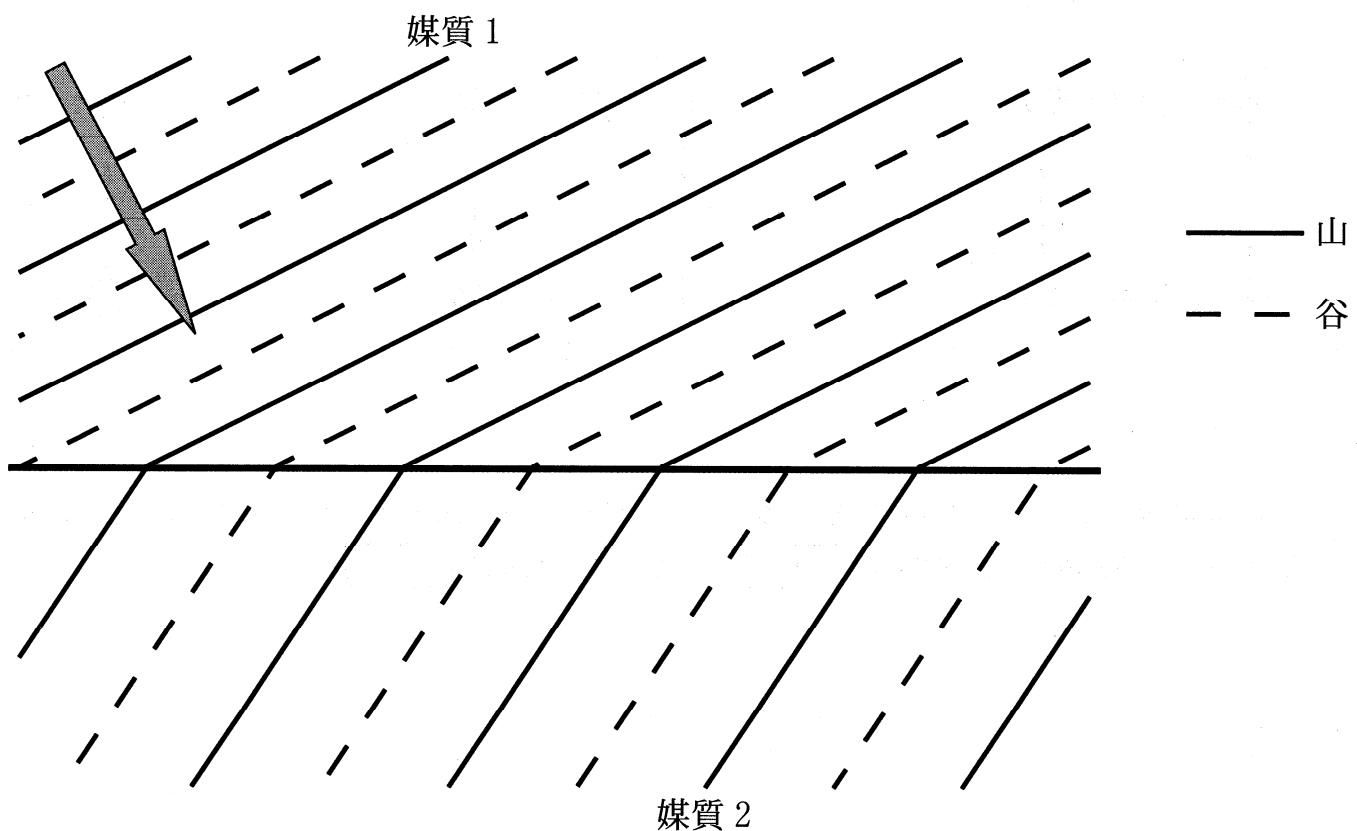


図 1-III

このとき、

- 6 (ア) 媒質 1 と媒質 2 で光の振動数は同じで、速さは媒質 1 での方が速い。  
(イ) 媒質 1 と媒質 2 で光の振動数は同じで、速さは媒質 2 での方が速い。  
(ウ) 媒質 1 と媒質 2 で光の速さは同じで、振動数は媒質 1 での方が大きい。  
(エ) 媒質 1 と媒質 2 で光の速さは同じで、振動数は媒質 2 での方が大きい。

問 5 図1—IVの(ア)～(ウ)のように、電荷  $q$  の整数倍の電荷を3通りの仕方で  $x-y$  平面の原点Oから等距離の位置に配置した。

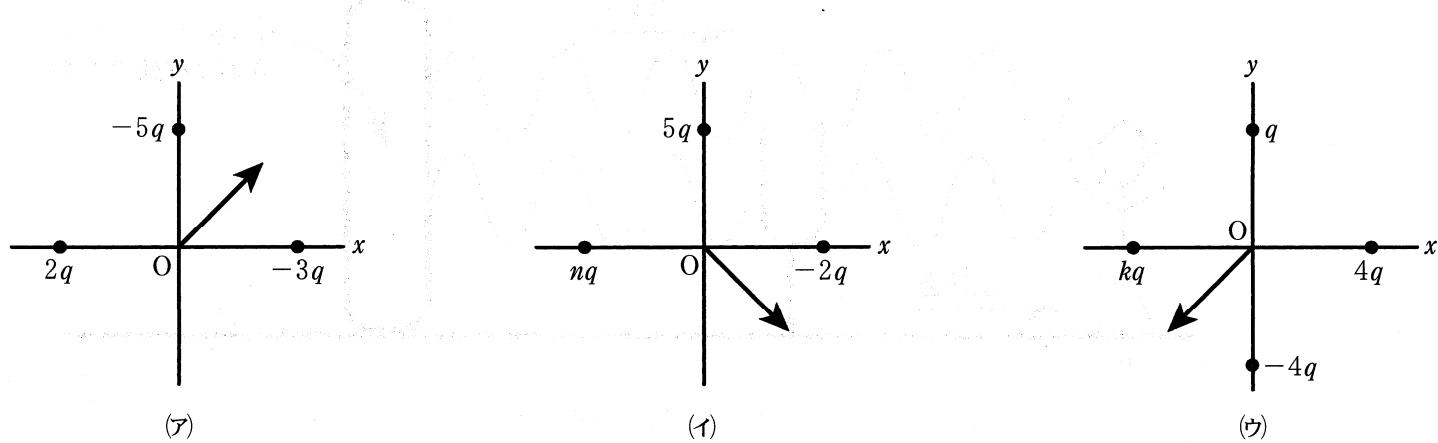


図1—IV

上図中に矢印で示しているように、3通りの配置における原点での電場(電界)の大きさは全て同じ値であったが、電場の向きはそれぞれ、 $x$ 軸からの角度が(ア)の場合  $45^\circ$ 、(イ)の場合  $315^\circ$ 、(ウ)の場合  $225^\circ$  であった。(イ)の配置で  $n$  の値は  である。(ウ)の配置で  $k$  の値は  である。

問 6 図1—Vの(ア)～(ウ)のように、紙面に垂直な方向に真っ直ぐにのびる4本の導線を配置した。

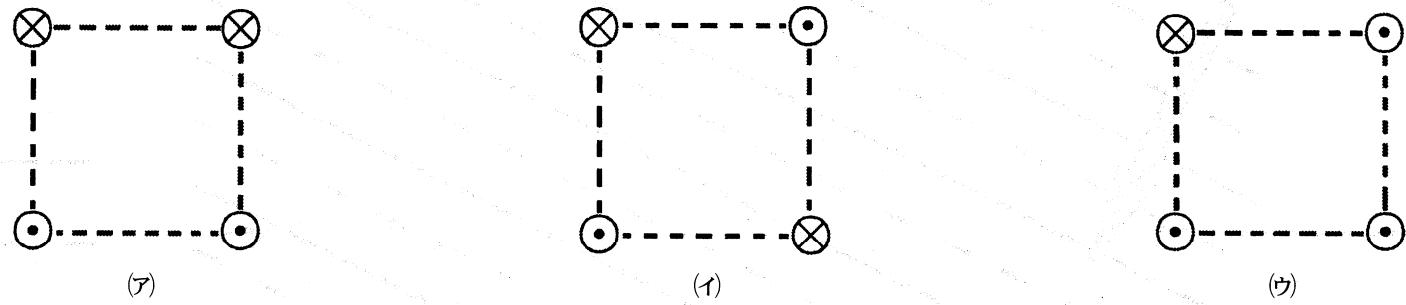


図1—V

4本の導線には、同じ大きさの電流が紙面に入る向き(⊗)または出る向き(⊕)に流れている。正方形の中心での磁場(磁界)の大きさが最も大きい配置は  で、最も小さい配置は  である。

- 2 図 2—I のように、水平面 AB 上に傾きの角  $\theta$  のなめらかな斜面 CD をもつ質量  $M$  の台 P を置く。その斜面に軽くてのびない糸をつけた質量  $m$  の小物体 Q をのせ、糸の他端を斜面の頂点に固定する。また、台の斜面 CD は水平面となめらかにつながっている。小物体 Q の水平面からの高さは  $h$  であり、台 P と水平面との静止摩擦係数は  $\mu$  である。小物体 Q に働く摩擦や空気抵抗は無視できる。重力加速度の大きさを  $g$  として、以下の各問に答えよ。(15 点)

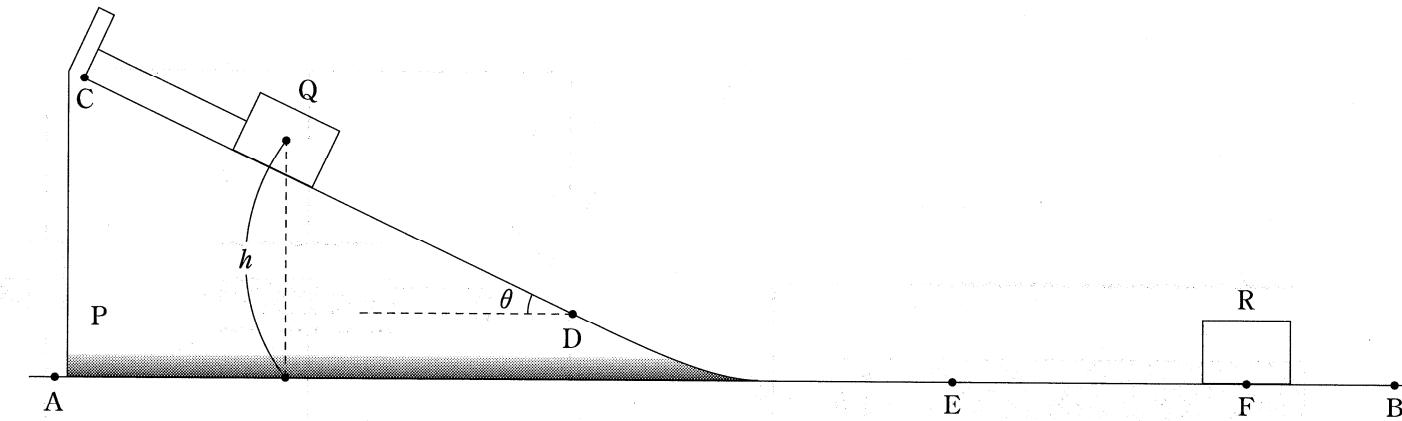


図 2—I

問 1 糸の張力の大きさを求めよ。

問 2 台 P が水平面から受ける摩擦力の大きさを求めよ。

次に、小物体 Q について糸を静かに切ると、小物体 Q は斜面 CD 上をすべり始めた。以下の各問で、台 P は常に静止したままである。

問 3 小物体 Q が斜面 CD 上をすべっているとき、台 P が水平面から受ける垂直抗力の大きさを求めよ。

問 4 そのとき、台 P が静止するために、静止摩擦係数  $\mu$  が満たす条件式を求めよ。

小物体 Q が、台をすべり下りた後、水平面 AB 上の点 E を通過した。

問 5 小物体 Q の点 E における速度  $v$  を求めよ。ただし、速度は A から B への向きを正とする。

問 6 図 2-II のように、水平面 AB 上の点 F に静止している質量  $m_0$  の小物体 R に、速度  $v$  の小物体 Q が衝突する。衝突直後の小物体 Q の速度は  $w$  であった。小物体 R に働く摩擦や空気抵抗は無視できる。この衝突のはねかえり係数(反発係数)を  $e$  とするとき、この衝突で小物体 Q の速度  $w$  の向きが  $v$  と逆になる条件を、 $e$  と  $m$ ,  $m_0$  を用いて答えよ。

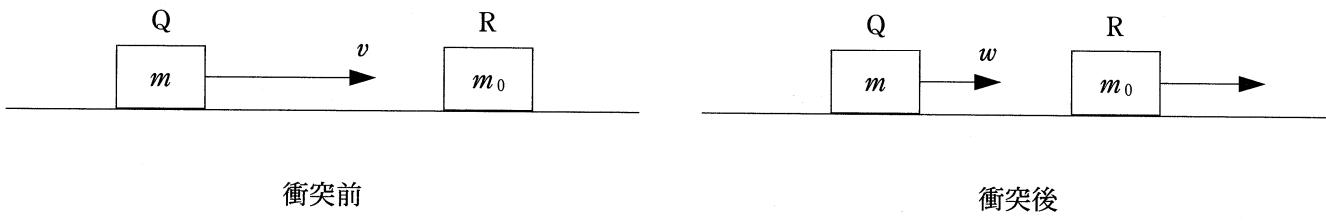


図 2-II

3 以下のA, Bの各間に答えよ。(15点)

- A 極板の面積が  $S$ , 極板間の距離が  $d$ , 電気容量が  $C$  の平行板コンデンサーがある。図3—Iのように, 面積が極板と同じく  $S$  で, 厚さが  $h$  ( $h < d$ ) の金属板を極板と平行に挿入し, 図3—IIのように, 内部抵抗の無視できる電圧  $V$  の電池と抵抗値  $R$  の抵抗を接続して回路を作った。金属板と極板の間隔を  $x$  とする。

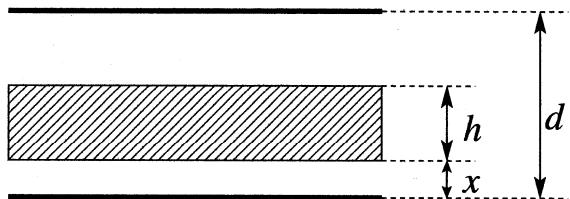


図3—I

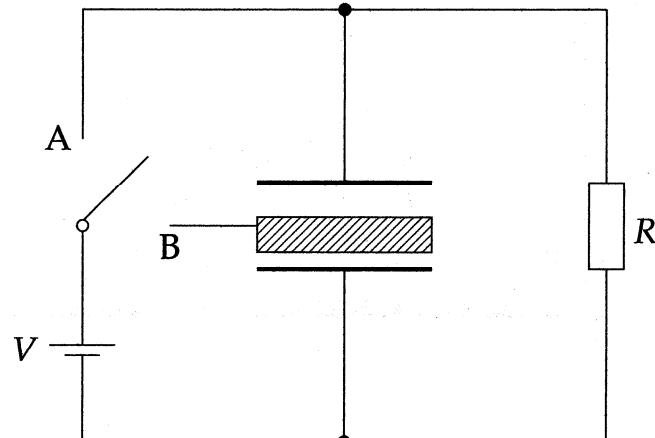


図3—II

問1 スイッチをAに接続し, じゅうぶん時間がたつた。

- 1 金属板が挿入されたコンデンサーに蓄えられる全電荷  $q$  を  $C, d, h, V$  を用いて表せ。ただし,  $C$  は金属板を挿入する前のコンデンサーの電気容量である。
- 2 その後, スイッチを切斷した。コンデンサーに蓄えられた電荷が半分の  $\frac{q}{2}$  になったとき, 抵抗値  $R$  の抵抗に流れている電流の大きさ  $I$  を求めよ。また, スイッチを切斷した直後から抵抗に電流が流れなくなるまでの間に抵抗で発生するジューク熱  $U$  を求めよ。解答は, それぞれ  $C, d, h, V, R$  のうち必要なものを用いて表せ。

問2 次に, スイッチをBに接続し, じゅうぶん時間がたつた。

- 1 金属板に蓄えられる全電荷  $Q$  を  $C, d, h, x, V$  を用いて表せ。
- 2 その後, スイッチを切斷した。続いて, 金属板と極板を平行に保ったまま, 金属板と極板の間隔を  $x$  から  $2x$  に変化させた。ただし,  $h + 2x < d$  であったとする。このとき, 金属板と極板間の電位差  $V'$  を  $d, h, x, V$  を用いて表せ。

**B** 図3—Ⅲのように、質量  $m$ 、長さ  $\ell$  の導体棒  $bc$  を、軽くてたるみや折れ曲がりのない導線  $ab$ 、 $cd$  で水平につるした。導線  $ab$ 、 $cd$  は、それぞれ固定端  $a$ 、 $d$  のまわりに自由に動けるものとする。導体棒  $bc$  から水平方向に距離  $r$  だけ離した無限に長い導線  $e$  を  $bc$  に平行に固定して設置する。最初、すべての導線には電流が流れていなかった。鉛直上向きの磁束密度  $B$  の一様な磁場(磁界)中で、スイッチ  $S$  を接続して、回路  $abcd$  に電流  $I_1$  を流すと、導体棒  $bc$  をつるした導線  $ab$ 、 $cd$  は鉛直方向から角度  $\theta$  だけ傾いて静止した。以下の各間に答えよ。ただし、すべて真空中にあるものとして、真空の透磁率を  $\mu_0$ 、重力加速度の大きさを  $g$  とする。また、図3—Ⅲのように、鉛直方向を  $z$  軸、導体棒  $bc$  に平行な方向を  $y$  軸、それらに垂直な方向を  $x$  軸とし、それぞれ矢印の向きを正の向きとする。

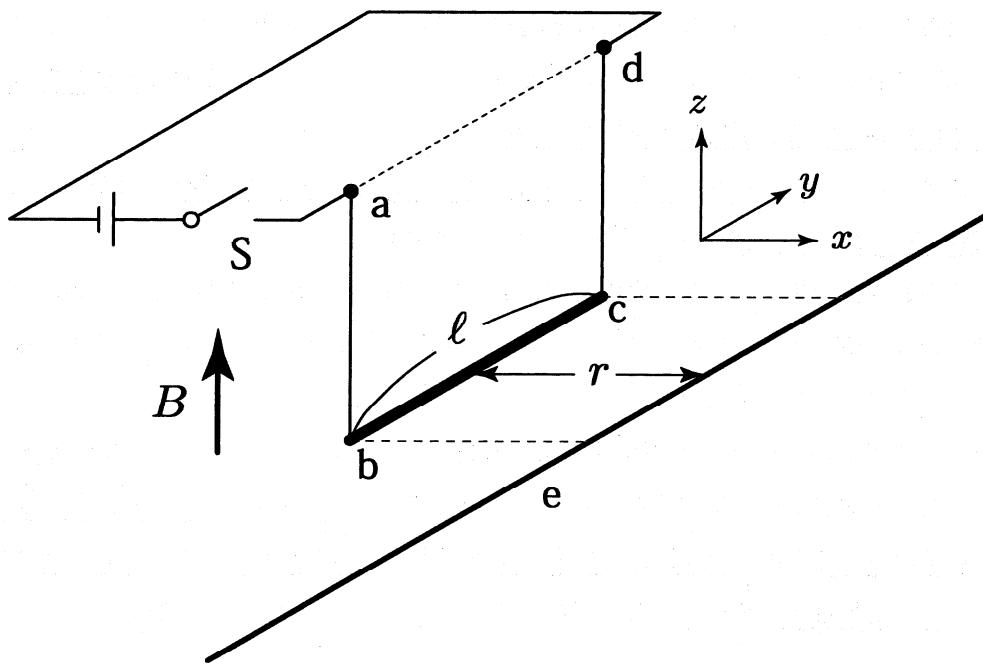


図3—Ⅲ

問3 磁束密度  $B$  の大きさを  $m$ 、 $\ell$ 、 $g$ 、 $\theta$ 、 $I_1$  を用いて表せ。

問4 導線  $e$  に電流  $I_2$  を流すと、導体棒  $bc$  は電流  $I_1$  を流す前の位置に戻った。電流  $I_2$  の向きを、以下の選択肢の中から選び、記号で答えよ。また、電流  $I_2$  の大きさを答えよ。

- |                |                |                |
|----------------|----------------|----------------|
| (ア) $x$ 軸の正の向き | (イ) $x$ 軸の負の向き | (ウ) $y$ 軸の正の向き |
| (エ) $y$ 軸の負の向き | (オ) $z$ 軸の正の向き | (カ) $z$ 軸の負の向き |

この問題は、物質の溶解度や沈殿の問題など、物質の性質を理解するための基礎的な知識を問うものである。物質の溶解度は、その性質によって異なるが、一般的には、水に対する溶解度が大きいほど、その性質が強くなる傾向がある。また、物質の沈殿は、その性質によって異なるが、一般的には、水に対する溶解度が小さいほど、その性質が強くなる傾向がある。

## 化 学

必要があれば、原子量は、次の値を使うこと。

$$\text{Na} = 23.0$$

- 1 次の文章を読んで以下の各間に答えなさい。(16点)

ある液体に他の物質が溶け込んで均一な液体になる現象を溶解といい、溶解によってできた液体を溶液という。エタノールやスクロース(ショ糖)、塩化ナトリウムは、水に良く溶解する。このとき、それぞれの(a)溶液中では、溶質の分子やイオンが溶媒の水分子とゆるやかに結びつき安定化して存在している。

溶液の基本的な性質として、(b)不揮発性の物質を少量溶解させた希薄溶液では、溶質の種類によらず、溶質粒子(分子、イオン)の質量モル濃度のみに比例して変化を示す現象がいくつかある。

以上は、分子量の小さな分子やイオンが溶媒中に溶け込んでいる一般の溶液であるが、このような溶液以外に、沈殿粒子よりは小さいがふつうの分子やイオンよりかなり大きな粒子が、液体中に均一に分散した状態の溶液もあり、これをコロイド溶液、分散している粒子をコロイド粒子という。

コロイド溶液は、コロイド粒子の水との親和性および凝析のしにくさによって、親水コロイドや疎水コロイドと分類される。また、コロイド粒子の構造から分類すると次のようなものがある。(c)デンプンやタンパク質のように、1分子でコロイド粒子の大きさをもつ粒子からなるもの、(d)界面活性剤をある濃度以上水に溶かした場合のように、小さな分子が多数集まってコロイド粒子の大きさになった集合体からなるもの、硫黄や金などのように、水に不溶な物質がコロイド粒子の大きさになった分散コロイドなどである。

コロイド溶液においてコロイド粒子どうしがくつき合って沈殿しないのは、コロイド粒子が同種の電荷を帯びていておたがいに反発しあい、ブラウン運動によって動き回っているためと考えられている。コロイド溶液に電解質を加えると、コロイド粒子は帶びている電荷と反対符号のイオンを吸着し、たがいにくつき合い大きな粒子となり沈殿する。(e)デンプンやタンパク質を水に溶かしてつくったコロイド溶液は親水コロイドであり、電解質を少量加えただけでは沈殿しない。

コロイド溶液が示す現象には、(f)チンドル現象やブラウン運動のようにコロイド粒子の大きさによるものと電気泳動などのようにコロイド粒子が電荷をもつことによるものがある。

問 1 下線部(a)の現象を何というか、最も適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部(b)に該当する現象を2つ答えなさい。

問 3 コロイド溶液において、コロイド粒子を分散させる物質およびコロイド粒子として分散している物質をそれぞれ一般に何というか答えなさい。

問 4 下線部(c)～(d)のそれぞれに該当するコロイドの名称を答えなさい。

問 5 下線部(e)の理由を60字以内で答えなさい。

問 6 下線部(f)のチンドル現象は、コロイド溶液に強い光線を当てると光の通路が輝いて見える現象であり、一般の溶液では見られないものである。コロイド溶液でチンドル現象が見られる理由を60字以内で答えなさい。

2 次の文章を読んで以下の各間に答えなさい。(17点)

結晶は、結晶を構成する粒子および粒子間の結合に基づいて、1 結晶、2 結晶(または2) 結合の結晶)、3 結晶、金属結晶の4つに分類することができる。

塩化ナトリウムや硫酸カルシウムに代表される1 結晶では、結晶を構成する陽イオンと陰イオンが、4 力によって生じるイオン結合によって結合している。

ダイヤモンドは代表的な2 結晶の例であり、構成粒子である5 が2 結合により規則正しく配列している。

ドライアイスに代表される3 結晶では、構成粒子間に6 とよばれる力が作用して結合を形成する。氷も3 結晶の一例だが、氷では特に7 結合とよばれる力が作用して結晶を形成している。

金属結晶は、金属元素の原子が規則正しく配列してできている。金属原子の8 は一般的に小さいので、その価電子は特定の原子内にとどまることができず9 となり、正の電荷を帯びた金属全体を結びつけている。この9 を仲立ちとする金属原⼦どうしの結合を金属結合という。

結晶の構成粒子の配列を示したものを結晶格子といい、その最小単位を単位格子という。金属結晶の主な結晶格子には10 や11 があり、このほか六方最密構造とよばれるものもある。このなかで単位格子中に含まれる原子の数が最も少ないのは10 である。ナトリウムの金属結晶は10 構造をとることが知られている。  
(a)

問 1 文章中の1 ~ 11 に当てはまる最も適切な語句を答えなさい。

問 2 次の結晶のうち、粒子間の結合が最も強いもの、最も弱いものを選び、化学式で答えなさい。

- 1 二酸化ケイ素      2 ドライアイス      3 氷  
4 炭酸カルシウム      5 アルミニウム      6 ミョウバン

問 3 下線部(a)に関して、以下の(1)と(2)に答えなさい。

- (1) 単位格子中に含まれるナトリウム原子は何個か答えなさい。  
(2) ナトリウム金属結晶の単位格子一辺の長さは  $4.3 \times 10^{-8}$  cm である。アボガドロ定数を  $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$  として、この結晶の密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )を求めなさい。答えは小数第3位を四捨五入すること。

3 次の文章を読んで以下の各間に答えなさい。(17点)

有機化合物は炭素を基本構成元素とし、その種類は2000万種以上といわれる。多種多様な有機化合物ができるのは、炭素が  
 1 値の原子価をもち、互いに連なっていくつも結合でき、また他のほとんど全ての元素と結合できるからである。最も単純な炭化水素であるメタン分子は水素原子を頂点とする  
 2 面体形の構造を持ち、炭素原子がその中に位置している。メタンの4個の水素原子のうちの1個がメチル基で置換された形の化合物がエタンである。エタンの水素原子1個が、さらにメチル基で置換されるとプロパンになる。このような置換を次々と行って得られる炭化水素は一般式 $C_nH_{2n+2}$ で表され、アルカンとよばれる。このような、同じ一般式で示される化合物を、互いに  
 3 といい、化学的性質がよく似ている。メタン、エタン、プロパンには、異性体が存在しないが、ブタンには2種類、ペンタンには3種類、ヘキサンには  
 4 種類の異性体が存在する。アルカンの異性体の数は炭素原子の数が増えるとともに増大する。

(a) 炭化水素には二重結合、環状構造、三重結合をもつ化合物も存在する。二重結合を1個もつ鎖式不飽和炭化水素はアルケンとよばれ、一般式 $C_nH_{2n}$ で表される。エチレン $C_2H_4$ とプロピレン $C_3H_6$ には鎖状の異性体は存在しないが、分子式 $C_4H_8$ のアルケンには1-ブテン、  
 5 および  
 6 の鎖状の異性体が存在する。  
 5 には、さらにシス形とトランス形の2種の異性体が存在する。このような異性体を  
 7 異性体という。環式飽和炭化水素であるシクロアルカンはアルケンと同じ一般式 $C_nH_{2n}$ で表され、その性質はアルカンによく似ている。三重結合を1個もつ鎖式不飽和炭化水素はアルキンとよばれ、一般式 $C_nH_{2n-2}$ で表される。

炭化水素の水素原子を、酸素、窒素、硫黄などを含む  
 8 基で置き換えると、性質が類似した化合物群ができる、有機化合物の種類はさらに多様化する。プロパン分子中の中央の炭素に結合した2個の水素原子のうち1個がヒドロキシ基に変わると  
 9 となるが、これはアルコールという化合物群に属するものである。  
 9 が酸化されるとケトンの一種、アセトンになる。プロパン分子中の一つのメチル基の水素原子がカルボキシル基と置き換わるとカルボン酸の一種、酪酸になる。  
 8 基が一つの分子中に二つ以上含まれることもある。たとえば、エタンの同じ炭素原子にヒドロキシ基とカルボキシル基が同時に結合した化合物は、ヒドロキシ酸の一種、乳酸であり、アルコールとカルボン酸の両方の性質をもつ。乳酸分子の中央の炭素原子には4つの異なる原子または原子団が結合している。このような炭素原子を  
 10 原子という。分子中に  
 10 原子を持つ場合、鏡に対する実像とその鏡像の関係にある光学異性体という2種の異性体が存在し、分子の種類はさらに増える。

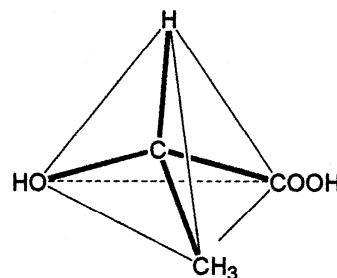
問1 上の文章中の  
 1 ~  
 10 に当てはまる最も適切な語句または数値を答えなさい。

問2 下線部(a)の異性体のうち、次の(1)~(4)に該当する異性体を、炭素骨格のみ(炭素の元素記号とそれらの間の価標だけの表示)で示しなさい。

- (1) 分子中のすべての炭素原子を同一平面上に並べることができるもの。
- (2) 第4級炭素(水素原子が結合していない炭素)を持つもの。
- (3) 分子中のすべての炭素原子を同一平面上に並べることができない異性体の中で、どのメチル基( $-CH_3$ )を水素原子( $-H$ )で置き換えても同一の炭化水素を与えるもの。
- (4) 分子中のどの水素原子( $-H$ )をメチル基( $-CH_3$ )で置き換えても光学異性体ができないもの。

問3 下線部(b)で、一方の異性体のメチル基がカルボキシル基で置換された形の2価カルボン酸(ジカルボン酸)は加熱により容易に脱水され、化合物Aに変化する。2価カルボン酸と化合物Aの構造式を書きなさい。

問4 次の図Iに示した乳酸の図(点線は隠れた辺を表している)にならって、乳酸の鏡像異性体を書きなさい。



図I

# 生 物

1 次の文章を読んで以下の各間に答えなさい。(25点)

日本に分布している生物種Sは、形態の違いから九州以北型と琉球型に区別できる。琉球型の祖先は九州以北型であることがわかっている。九州以北型と琉球型の形態的な違いは、遺伝子wによって指定される酵素の働きによって決定される。生物種Sの2つの型のそれぞれから遺伝子wを取り出し、それらのDNAの塩基配列を決定した。以下に、遺伝子wの最初から21塩基までを示す。なお、塩基はそれぞれアルファベット1文字記号で表記されている。

九州以北型： ATGGAAGGATATTGTAAAAAT

琉球型： ATGGTAGGGTATTGTAAAAAT

一般に、DNAは [a] 種類の塩基から構成される。DNAの塩基配列は [b] され、真核生物ではmRNA(伝令RNA)の前駆体がつくられる。このとき、DNAの塩基の1つであるチミンはRNAでは用いられず、その代わりに [c] が用いられる。その後、mRNAの前駆体からイントロンの部分が切り落とされ、エキソンの部分がつなぎ合わせられる。この過程を [d] という。こうしてつくられたmRNAは、リボソーム上で [e] され、アミノ酸が [f] 結合でつながった高分子化合物がつくられる。このような一連の過程をへて、DNAの塩基配列の情報が表現型に反映される。生物種Sの遺伝子wについて、遺伝暗号表を用いて [g] 組の塩基から構成されるコドンにアミノ酸を対応させると、以下のようにになった。なお、アミノ酸はそれぞれアルファベット1文字記号で表記されている。

九州以北型： MEGYCKN

琉球型： MVGYCKN

問1 文章中の [a] ~ [g] に最も適切な語句または数字を記入しなさい。

問2 九州以北型と琉球型のDNAの塩基配列を比較すると、9番目の塩基が異なっているにもかかわらず、それに対応するアミノ酸は同一である。このようなことが起こる理由として最も適切なものを(ア)~(エ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) アミノ酸は取り込まれたあとに化学的に変化させられることが多いため。
- (イ) コドン中の最後の塩基はアミノ酸の指定には関係ないことが多いため。
- (ウ) DNAの塩基配列が変化するまえに情報が読み取られることが多いため。
- (エ) 九州以北型のアミノ酸情報が細胞質によってそのまま遺伝されることが多いため。

問3 九州以北型と比べると、琉球型では5番目の塩基が置換されており、それに対応するアミノ酸も置換されている。その結果として、琉球型の遺伝子wの産物には、表現型に影響するどのような変化が起こっていると考えられるか、50字以内で答えなさい。

問4 琉球型の形態が九州以北型の遺伝子wの突然変異によるという事実から、琉球型の進化について推測されることに関して、最も不適切なものを(ア)~(エ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 琉球列島の環境においては、突然変異の遺伝子産物が個体の生存に有利に働いた。
- (イ) 琉球列島へ飛来した九州以北型の祖先集団が偶然に突然変異を持つ個体を含んでいた。
- (ウ) 琉球列島は比較的小さな島々であるため、遺伝的浮動による中立的な進化が起こった。
- (エ) 琉球列島は生物多様性が高いため、突然変異が起こる確率が増大した。

2

次の文章を読んで以下の各間に答えなさい。(25点)

沖縄のサンゴ礁海域は、暖流である黒潮の影響を受けて、温暖で貧栄養であり、かつ、透明度も高い。ここでいう“栄養”とは、生産者である **a** などの増殖に必要な栄養塩類のことであり、水中に溶けている窒素(アンモニウムイオンや硝酸イオン)、リン(リン酸イオン)、鉄(鉄イオン)などをいう。

生物は外界から窒素を含む物質を取り入れ、それによって体内で **b** や核酸などの有機物を合成する。これを **c** という。動物は有機物を食べることでしか窒素を得られないのに対し、植物はアンモニウムイオンなどの無機窒素化合物から有機窒素化合物をつくることができる。

サンゴ礁の海は、無機窒素化合物が少ないにもかかわらず、多くの生物が生育し、一次生産の大きい地域となっている。その主要な理由は、サンゴ礁を構成するサンゴの体内に褐虫藻かっちゅうそうという藻類がいることによる。褐虫藻は光合成を行い、生産した有機物をサンゴに供給する代わりに、サンゴから二酸化炭素やアンモニウムイオンを受け取り、両者とも利益を得ている。  
このような生物どうしの関係を共生という。

海水をうっかり飲み込んでしまったときに、あまりの塩辛さに驚いた経験のある人も多いかもしれない。ヒトの血液は約0.9%の塩分で、ほぼ一定に保たれている。大量に海水を飲んでしまったときに、余剰な塩の排出などの体液の浸透圧調節を担っているのは腎臓である。一時的に塩を取りすぎた結果、血液の浸透圧が高まると、これが間脳を刺激し、さらに間脳からの指令で、**d** からの **e** の分泌が促進される。**e** は、血液によって運ばれて腎臓に達し、細尿管での水の再吸収が促進される。

また、サンゴ礁の海には大気から溶け込んだ窒素をアンモニアに変えるニトロゲナーゼという酵素をもつラン藻類がいる。このような大気中の窒素をアンモニアに変えるはたらきを窒素固定といふ。ところで、ラン藻類は、光合成も行うことができる。ここで大きな問題がある。窒素固定の酵素であるニトロゲナーゼは酸素があると不可逆的に失活する。そのため、光合成を行い、かつ、窒素固定を行うラン藻類は特別なしくみをもっている。

問1 文章中の **a** ~ **c** に入る最も適切な語句の組合せを(ア)~(カ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- |                  |           |          |
|------------------|-----------|----------|
| (ア) a : 陸上植物     | b : 脂肪酸   | c : 脱 窒  |
| (イ) a : 植物プランクトン | b : タンパク質 | c : 脱 窒  |
| (ウ) a : 植物プランクトン | b : タンパク質 | c : 窒素同化 |
| (エ) a : 陸上植物     | b : タンパク質 | c : 窒素同化 |
| (オ) a : 植物プランクトン | b : 脂肪酸   | c : 窒素同化 |
| (カ) a : 陸上植物     | b : 脂肪酸   | c : 脱 窒  |

問2 文章中の **d** と **e** に最も適切な語句を記入しなさい。

問3 文章中の下線部(1)には、共生の例として、サンゴと褐虫藻があげられている。次にあげる生物の共生例のうち、サンゴと褐虫藻の利害関係の例と異なると考えられるものを(ア)~(オ)の中から2つ選び、記号で答えなさい。

- |                  |
|------------------|
| (ア) アブラムシとアリ     |
| (イ) 根粒菌とマメ科植物    |
| (ウ) クマノミとイソギンチャク |
| (エ) カクレウオとナマコ    |
| (オ) シロアリと腸内微生物   |

問 4 文章中の下線部(2)には、ヒトの腎臓の役割の一部が書かれている。下の図を参考に図中の(A)と(B)の部位の名称を答えなさい。

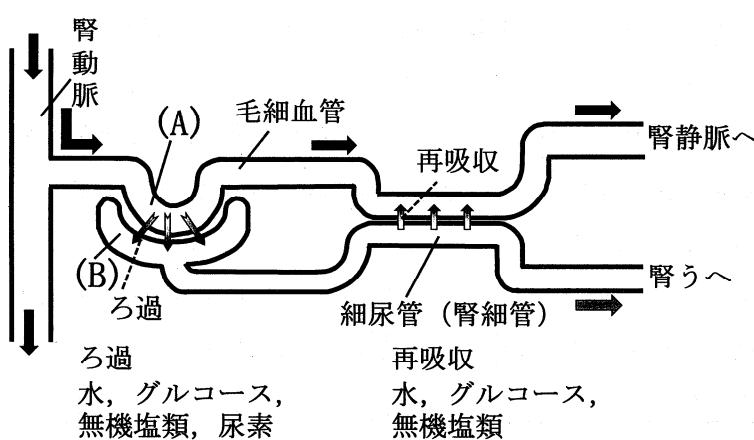


図 I ヒトの腎臓の役割を示した模式図

問 5 文章中の下線部(3)について、その「特別なしくみ」のひとつを持つラン藻類にネンジュモの仲間がある(図 II)。ネンジュモは、多数の細胞が一列につながって、全体で糸状体と呼ばれる体制をとっており、細胞壁が厚く酸素を容易に通さない特別な細胞(異質細胞)を形成し、ニトロゲナーゼを酸素から守っている。この異質細胞は窒素固定を、その他の細胞は光合成をそれぞれ行うように細胞が分業している。ラン藻類が地球上に現れたのは約 27 億年前である。化石の証拠によればネンジュモの仲間は、それから数億年たった後に出現したことが明らかになっている。その理由はどのように考えられるか。以下の 7 つのキーワードをすべて用いて 150 字以内で説明しなさい。

キーワード：光合成、ラン藻類、窒素固定、酸素、ニトロゲナーゼ、地球環境、進化



図 II 異質細胞を持つネンジュモの模式図

物理解答用紙(医学部医学科)

受験番号

1

1	ア	2	ウ	3	$\frac{3}{2}kT$	4	4	5	$2\ell$
6	イ	7	3	8	-1	9	ア	10	イ

2

問 1  $mg \sin \theta$

問 2 0

問 3  $Mg + mg \cos^2 \theta$

問 4  $\mu \geq \frac{m \sin \theta \cos \theta}{M + m \cos^2 \theta}$

問 5  $\sqrt{2gh}$

問 6  $m < em_0$

3

A

問 1 1  $q = \frac{d}{d-h} CV$  2  $I = \frac{V}{2R}$   $U = \frac{1}{2} \frac{d}{d-h} CV^2$

問 2 1  $Q = \frac{d(d-h)}{x(d-h-x)} CV$  2  $V' = \frac{2(d-h-2x)}{d-h-x} V$

B

問 3  $B = \frac{mg \tan \theta}{I_1 \ell}$

問 4 向き 工  $I_2 = \frac{2\pi r}{\mu_0} \cdot \frac{mg \tan \theta}{I_1 \ell}$

得点

化学解答用紙(医学部医学科)

受験番号

問 1

水和、または溶媒和

問 2

蒸気圧降下、沸点上昇、凝固点降下、のいずれか2つ

問 3

コロイド粒子を分散させる物質

分散媒

コロイド粒子として分散している物質

分散質

問 4

(c) 分子コロイド

(d) 会合コロイド、または、ミセルコロイド

問 5

デンプンやタンパク質は多くの親水基をもち、コロイド粒子の表面に多数の水分子が水和していくと、イオンが吸着しにくいため。

問 6

コロイド粒子は、分子量の小さな分子やイオンよりも大きい光の波長に近い大きさであるため、光を散乱させるから。

問 1

1	イオン	2	共有	3	分子	4	クーロン(その他複数の正解あり)
5	炭素原子	6	ファンデルワールス力 (または分子間力)	7	水素	8	イオン化エネルギー
9	自由電子	10	体心立方格子	11	面心立方格子		

問 2

結合が最も強い	SiO <sub>2</sub>	結合が最も弱い	CO <sub>2</sub>
---------	------------------	---------	-----------------

問 3

(1)	2	個	(2)	0.96	g/cm <sup>3</sup>
-----	---	---	-----	------	-------------------

問 1

1	4	2	正四	3	同族体	4	5	5	2-ブテン
6	2-メチルプロパン	7	幾何(シス-トランス)	8	官能	9	2-プロパノール(イソプロピルアルコール)	10	不齊炭素

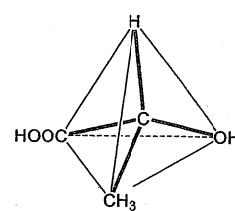
問 2

(1)	(2)	(3)	(4)
C—C—C—C—C	c—   c—c—c—c	c—   c—c—c—c	c—   c—c—c—c

問 3

2価カルボン酸	化合物 A

問 4



鏡像異性体

採点欄

1	2	3	得点

## 生物解答用紙(医学部医学科)

受験番号

1 問 1

a	4	b	転写	c	ウラシル	d	スプライシング
e	翻訳	f	ペプチド	g	3		

問 2

イ
---

問 3

アミノ酸置換のため立体構造が変化し、酵素活性が変化していると考えられる。

50

問 4

工
---

2 問 1

(ウ)
-----

問 2

d	脳下垂体後葉	e	バソプレシン
---	--------	---	--------

問 3

(ウ)	と	(工)
-----	---	-----

問 4

(A)	糸球体	(B)	ボーマンのう
-----	-----	-----	--------

問 5

ラン藻類が進化してきた当初は酸素が少なく、窒素固定の酵素であるニトロゲナーゼを酸素から守る特別なしくみは必要なかったが、ラン藻類の光合成で地球環境に酸素が増加し窒素固定の酵素であるニトロゲナーゼを守る必要が生じたため、異質細胞という特別な細胞を進化させたネンジュモの仲間が出現したと考えられる。

50

100

150

## 採点欄

1	2	得点