

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

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

# 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問に答えなさい。(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。<sup>(a)</sup>

溶液の基本的な性質として、<sup>(b)</sup>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<sup>(b)</sup>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。<sup>(c)</sup>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、<sup>(d)</sup>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、<sup>(d)</sup>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っ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、コロイド粒子は帯びている電荷と反対符号のイオンを吸着し、たがいにくっつき合い大きな粒子となり沈殿する。<sup>(e)</sup>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、<sup>(f)</sup>チンダ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)のチンダル現象は、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ダ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問に答えなさい。(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、 結晶、 結晶(または  結合の結晶)、 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  結晶では、結晶を構成する陽イオンと陰イオンが、 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  結晶の例であり、構成粒子である  が  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  結晶では、構成粒子間に  とよばれる力が作用して結合を形成する。氷も  結晶の一例だが、氷では特に  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  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  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  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  や  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  である。ナトリウムの金属結晶は  構造をとることが知られている。  
(a) \_\_\_\_\_

問 1 文章中の  ~  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問に答えなさい。(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  価の原子価をもち、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  面体形の構造を持ち、炭素原子がその中心に位置している。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に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  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  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、  および  の鎖状の異性体が存在する。  には、さらにシス形とトランス形<sup>(b)</sup>の2種の異性体が存在する。このような異性体を  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  基で置き換えると、性質が類似した化合物群ができ、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  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。  が酸化されるとケトン<sup>(b)</sup>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。  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  原子という。分子中に  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。

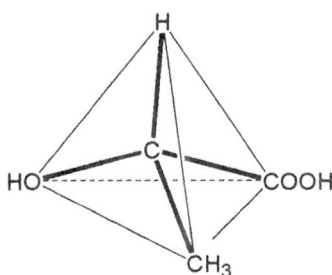
問1 上の文章中の  ~  に当てはまる最も適切な語句または数値を答えなさい。

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