

化 学

計算のために必要があれば、原子量は次の値を用いなさい。

原子量：H 1.00 C 12.0 O 16.0

I 次のA～Iのグループに属する物質について、問1～10に答えなさい。ただし、記号を選択する問題については、解答は1つとは限らない。

- | | | |
|---|--------------|------------|
| A | (1) ダイヤモンド | (2) 石英 |
| B | (1) メタン | (2) シラン |
| C | (1) ヨウ素 | (2) ナフタレン |
| D | (1) ナトリウム | (2) カルシウム |
| E | (1) 塩化ナトリウム | (2) 塩化銀 |
| F | (1) アルミニウム | (2) 亜鉛 |
| G | (1) 水 | (2) 硫化水素 |
| H | (1) 銅 | (2) 水銀 |
| I | (1) 水酸化ナトリウム | (2) 十酸化四リン |

ここで、シランの化学式は SiH_4 である。

問1 このグループに属する2つの物質には、特定の分子が存在しないため、組成式で物質を表す。このグループを記号で示しなさい。

問2 このグループに属する2つの物質の結晶は、ともに共有結合のみで形成されている。このグループを記号で示しなさい。

問3 このグループに属する2つの物質は、常温ではともに固体で電気を導かないが、融解すると電気を導く。このグループを記号で示しなさい。

問 4 このグループに属する 2 つの物質は、常温ではともに固体で、ベンゼンに溶ける。このグループを記号で示しなさい。

問 5 このグループに属する 2 つの物質は、常温ではともに固体で、冷水とは反応せず高温で水蒸気と反応して水素が発生する。このグループを記号で示しなさい。

問 6 このグループに属する 2 つの物質は、常温ではともに固体で電気を導く。

(a) このグループを記号で示しなさい。

(b) このグループに属する 2 つの物質は、どのような種類の化学結合をしているか、答えなさい。

問 7 このグループに属する 2 つの物質は、常温ではともに固体で、空気中に放置すると変化する。

(a) このうち、潮解性がある物質を含むグループを記号で示しなさい。

(b) このうち、乾燥した空気中ですみやかに酸化される物質を含むグループを記号で示しなさい。

問 8 このグループに属する 2 つの物質は単体で、塩酸と反応しないが濃硝酸とは反応する。このグループに属している物質のなかで(1)の物質について、この反応を化学反応式で示しなさい。

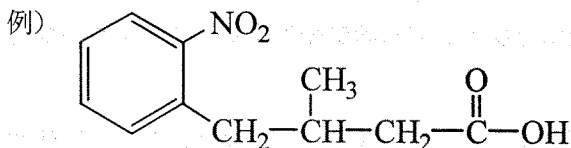
問 9 Bグループの物質の沸点は、メタンよりシランが高い。一方、Gグループの物質の沸点は、硫化水素より水が高い。

(a) メタンよりシランの沸点が高い理由を述べなさい。

(b) 硫化水素より水の沸点が高い理由を述べなさい。

問10 ナトリウムの原子もしくはイオンの大きさについて考察する。塩化ナトリウム中と、ナトリウム単体中とでは、どちらが大きいか述べなさい。また、その理由を記述しなさい。

II 次の文章を読んで、下記の問1～7に答えなさい。ただし構造式は例にならって簡略化して書きなさい。



炭素、水素、酸素よりなる分子量 60.0 の化合物がある。この化合物の元素分析値は炭素：60.0%，水素：13.3%であることが分かった。この化合物にはいくつかの異性体が考えられるが、そのうちの1つである A はヒドロキシル基を有し、濃硫酸とともに加熱すると気体 B が生成する。ベンゼンに濃硫酸を加え、過剰量の B と反応させると分子量が 120 の芳香族炭化水素 C と分子量が 162 の芳香族炭化水素 D が得られる。C を酸素で酸化した後、希硫酸で分解するとフェノールおよび E が得られる。

ベンゼンに濃硫酸を加えて加熱することにより生成する化合物 F を、さらに水酸化ナトリウムと共に加熱融解して反応させる。次に、得られた化合物を水に溶かし二酸化炭素を吹き込むことによってもフェノールを得ることができる。

上記の C、D は過マンガン酸カリウムを用いて酸化すると、それぞれ G、H になる。H は触媒を用いて *p*-キシレンを空気中の酸素で酸化することによっても作ることができる。

一方、メタノールの蒸気を赤熱した銅線などに触れさせることにより得られる化合物 I とフェノールの縮合重合を利用して熱硬化性の合成樹脂 J を作ることができる。J はプリント基板などの電気部品や接着剤などに利用されている。

問 1 A の組成式を書きなさい。

問 2 下線部(1)において考えられる異性体の構造式をすべて書きなさい。

問 3 B、C、D、E、F および G の構造式を書きなさい。

問 4 下線部(2)で起こっている反応を化学反応式で示しなさい。

問 5 H および I の化合物名を書きなさい。

問 6 **J** の名称を答えなさい。

問 7 **B** の重合によっても合成高分子を作ることができるが、**J** を作る時に用いる縮合重合とは異なる形式の反応を用いる。この反応形式は何と呼ばれているか答えなさい。

III 次の文章を読んで、問1～6に答えなさい。

ただし、気体定数は $R = 0.0820 \text{ l} \cdot \text{atm}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ とし、有効数字3桁で答えなさい。

排気した密閉容器に適量の液体を入れて一定温度に保つと、単位時間あたりに蒸発する分子の数と凝縮する分子の数が等しい状態になる。この状態(1)で蒸気が示す圧力を飽和蒸気圧と呼ぶ。

ピストンで内容積を変えることのできるシリンダーを用い、実験Iと実験IIを行った。

実験I：シリンダーの内容積が 4.10 l になるようにピストンを固定した後、完全に排気したシリンダー内に少量の水を入れ、ゆっくりと加熱しながらシリンダー内の温度と圧力の測定を行った。表1は、この時の実験結果の一部を示したものである。

表 1

温度(°C)	90	110
圧力(atm)	0.694	0.766

実験II：実験Iと同量の水をこのシリンダーに入れ、シリンダー内の温度を 100°C に保ったまま、シリンダーの内容積が 4.10 l から 2.00 l になるまでピストンをゆっくりと移動させた。

なお、図1に示した破線は水の飽和蒸気圧曲線の一部である。また、水蒸気は理想気体の状態方程式に従うものとする。

問1 下線部(1)の状態を何と呼ぶか、答えなさい。

問2 実験Iにおいて、シリンダー内に入れた水の物質質量(mol)を求めなさい。

問3 実験Iにおいて、 100°C で測定される圧力(atm)を求めなさい。

問 4 実験Ⅰにおいて、シリンダー内の温度が 90℃から 110℃まで上昇する過程における圧力と温度の関係を解答用紙の図 2 に実線で描きなさい。

問 5 実験Ⅱにおいて、シリンダーの内容積が 4.10 l から 2.00 l になる過程における圧力と内容積の関係を解答用紙の図 3 に実線で描きなさい。

問 6 水蒸気、窒素、二酸化炭素などの実在気体においては、厳密には理想気体の状態方程式が成立せず、多少のずれが生じる。このずれが生じる理由を、40字以内で説明しなさい。

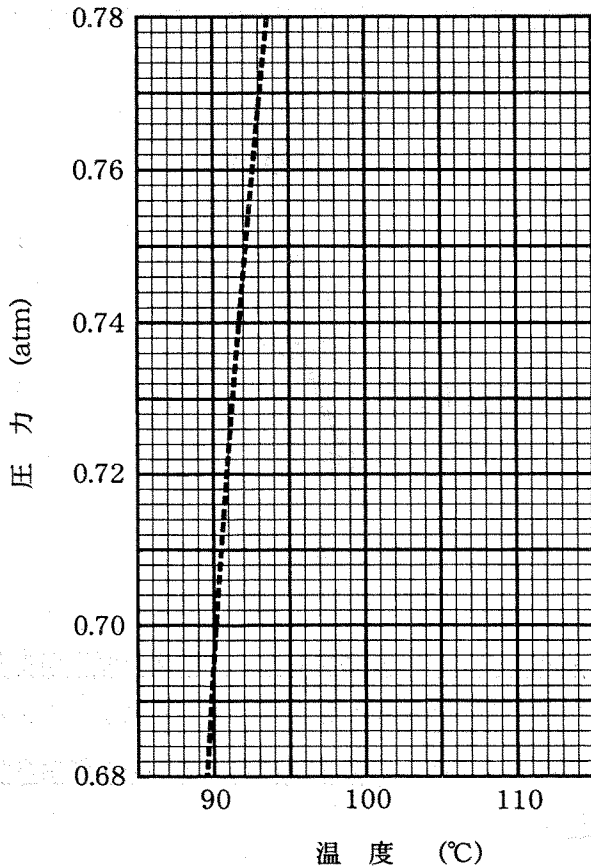


図 1 水の飽和蒸気圧曲線

IV 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。

図1は、化合物Aの立体構造を示している。化合物Aには、結合する4つの原子や原子団がすべて異なる炭素原子が存在する。これを、炭素原子という。このように、炭素原子をもつ化合物には、化学的、物理的性質がほぼ同じで、生理作用等が異なる1対の異性体が存在する。⁽¹⁾これを、異性体という。ここで、は正四面体の中心にある炭素原子を表し、太線は紙面の前方向、点線は紙面の後ろ方向、細線は紙面上にある結合を表している。

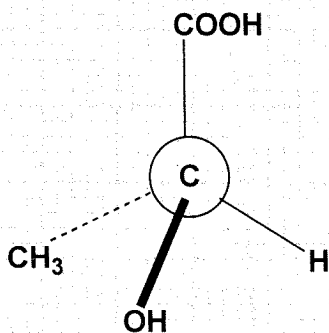


図 1

化合物Aを多量のエタノールに溶かし、少量の濃硫酸を加えて加熱すると反応⁽²⁾して酸の性質がなくなる。化合物Aのヒドロキシル基をアミノ基で置換した化合物Bは、アミノ酸の1つである。化合物Bに無水酢酸を作用させると反応して塩基の性質がなくなる。⁽³⁾

問1 文中の空欄およびに適切な語句を記入しなさい。

問2 図2に示す立体構造のうち、下線部(1)に記載した化合物Aと対となる異性体の正しい立体構造を記号で答えなさい。

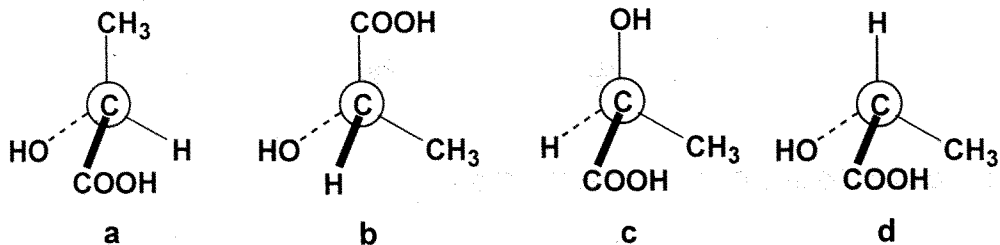


図 2

問 3 下線部(2)を化学反応式で示しなさい。ただし、化合物 A の立体構造は考慮しなくてよい。

問 4 下線部(3)を化学反応式で示しなさい。ただし、化合物 B の立体構造は考慮しなくてよい。

問 5 化合物 A と化合物 B との混合物の水溶液を、粒状の陽イオン交換樹脂を詰めた管に注入後、上部から水を流すことによって最初に出てくるのは化合物 A、化合物 B のどちらか、その化合物名を記号ではなく化合物の名称で答えなさい。また、その理由を 50 字以内で書きなさい。ただし、ここで用いた陽イオン交換樹脂はポリスチレン樹脂と濃硫酸とを反応させて作製したものである。