

# 化 学

計算のために必要があれば、次の値を用いなさい。

原子量：H 1.00 C 12.0 N 14.0 O 16.0

気体定数： $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{l}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

絶対零度： $-273\text{ }^\circ\text{C}$

気体はすべて理想気体とする。

I 以下の問1～3に答えなさい。(配点23点)

問1 文中の  ～  に適切な語句を入れなさい。

周期表の第3周期までの元素はすべて  元素で、同じ周期では、原子番号の増加とともに  の電子も1個ずつ規則的に増加し、価電子の数も規則的に変わる。周期表の3～11族の元素は  元素といい、その単体は金属で、硬く、融点・沸点も  。

問2 (1) 図1は、銅(II)イオンの反応をまとめたものである。①、③、④に適切な化学式を入れなさい。

(2) 図1の①の物質にアンモニア水を加え、②が生成するときの反応式を書きなさい。また、②の名称を答えなさい。

(3)  $\text{Cu}^{2+}$  を含む水溶液に、(a)鉄くぎを入れたとき、(b)銀の薄片を入れたときの、それぞれの変化について説明しなさい。

問3 図2は、 $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  のイオンを含む混合溶液から、各々のイオンを分離しようとしたときの操作を示したものである。

(1) 沈殿A、沈殿B、沈殿Cの色およびそれらの化学式を示しなさい。

(2) 操作3で、硝酸を加えるのはなぜか。40字以内で答えなさい。

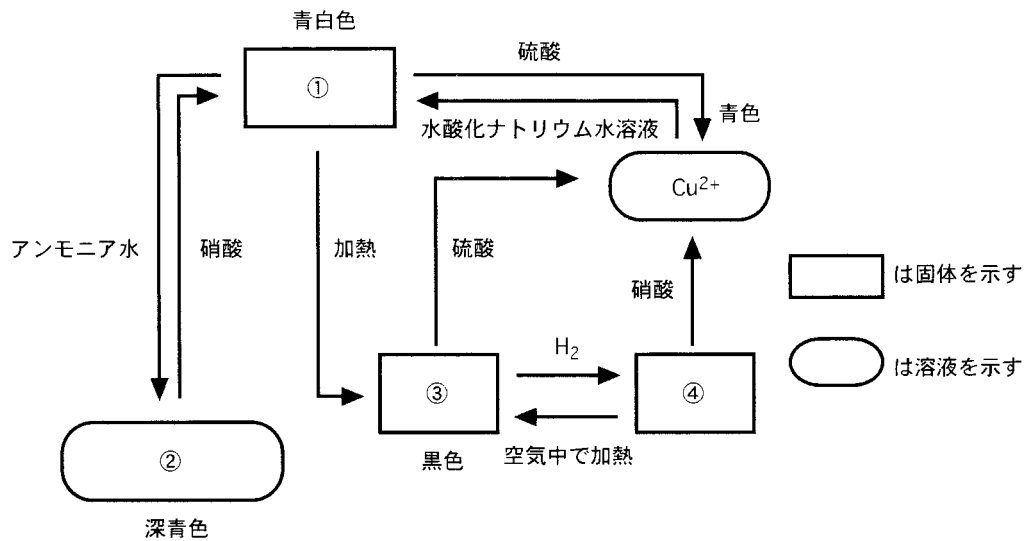


図 1

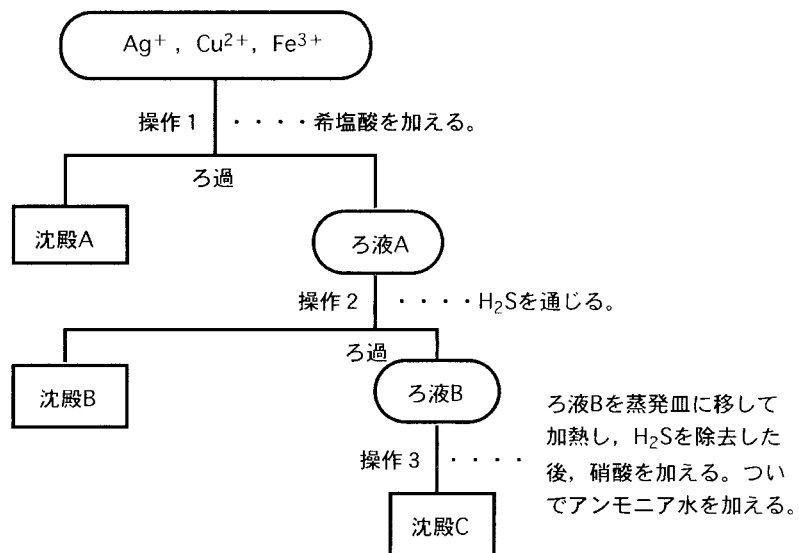


図 2

Ⅱ 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。(配点17点)

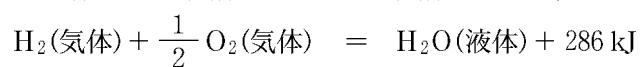
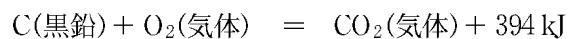
家庭で使われる燃料ガスには、メタンを主成分とする天然ガスやプロパンガスがある。0℃、 $1.01 \times 10^5$  Paの条件下で1.12 lの体積のメタンおよびプロパンを、25℃、 $1.01 \times 10^5$  Paの条件下で、空气中で完全燃焼させたときに発生した熱量は、メタンが44.6 kJ、プロパンが111 kJであった。これより、メタンの燃焼熱は  kJ/mol、プロパンの燃焼熱は  kJ/molとなる。1 gのメタンまたはプロパンを完全燃焼させたときに、より多くの熱量が発生するのは  であり、同じ熱量を得るのに二酸化炭素の発生量がより少ないのは  である。

問1  と  にあてはまる数字を書きなさい。

問2  の数値を用いて、プロパンが完全燃焼するときの熱化学方程式を書きなさい。

問3  と  にあてはまる気体の名称を書きなさい。

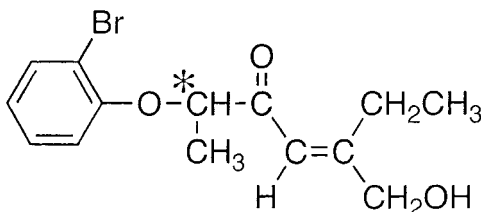
問4 問2の結果と以下の熱化学方程式を利用して、プロパンの生成熱を求めなさい。



問 5 27℃において、プロパン 2.2 g と酸素 16 g を 10 l の容器に封入して混合した。この混合気体を燃焼させると、プロパンは完全燃焼した。燃焼後、容器を 127℃ にすると、容器内は気体のみとなった。燃焼前(27℃)の容器内の圧力、燃焼後(127℃)の容器内の圧力および酸素の分圧を、それぞれ有効数字 2 けたで答えなさい。ただし、容積は温度により変化しないものとする。

Ⅲ 次の文章を読んで、問1～6に答えなさい。なお、構造式は下記の例にならって書きなさい。(配点19点)

構造式の記入例



(\*印は不斉炭素原子を表す。)

有機化合物AおよびBは互いに構造異性体である。

化合物AおよびBの分子量を測定するために、凝固点降下の測定実験を行なった。ベンゼン1.00 kgに10.0 gの試料AまたはBを溶かして凝固点を測定したところ、凝固点降下度( $\Delta t$ )は $4.20 \times 10^{-1} \text{K}$ であった。

化合物AおよびBに含まれる元素は炭素、水素、酸素のみであった。化合物AおよびBの試料25.0 mgずつをそれぞれ完全燃焼させたところ、いずれの場合も二酸化炭素が72.1 mg、水が18.4 mg得られた。

化合物AおよびBは中性化合物であり、いずれも金属ナトリウムと反応し、水素ガスが発生した。

また、化合物AおよびBのいずれも濃硫酸とともに加熱すると分子内脱水反応が進行し、スチレンが生成した。

化合物Aは1個の不斉炭素原子を持っているが、化合物Bは持っていない。

問1 凝固点降下の測定実験より、化合物AおよびBの分子量を求め、整数値で答えなさい。ベンゼンのモル凝固点降下( $K_f$ )は、 $5.12 \text{K} \cdot \text{kg}/\text{mol}$ である。化合物AおよびBはいずれも電離していないと仮定し、下式を用いて計算しなさい。

$$\Delta t = K_f \cdot m$$

$\Delta t$  : 凝固点降下度(K)

$m$  : 質量モル濃度(溶質の物質質量(mol)/溶媒の質量(kg))

問 2 化合物 A および B の分子式を求めなさい。

問 3 化合物 A および B に共通して含まれる官能基の名称を書きなさい。

問 4 化合物 A および B の構造式を書きなさい。さらに、構造式中の不斉炭素原子の左上に\*印をつけなさい。

問 5 化合物 A, B それぞれの化学的性質について、(a)~(f)のうちから該当するものを選びなさい。

- (a) 水酸化ナトリウム水溶液と硫酸銅(II)水溶液を加えると赤紫色を呈する。
- (b) 塩化鉄(III)水溶液を加えると青紫色~赤紫色を呈する。
- (c) 塩基性水溶液中でヨウ素と反応し、ヨードホルムの黄色沈殿が生成する。
- (d) ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加えると青色~赤紫色を呈する。
- (e) アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて加熱すると、金属銀が析出する。
- (f) ニクロム酸カリウムの希硫酸溶液を加えて加熱すると、同じ炭素数のカルボン酸が生成する。

問 6 スチレンおよびその誘導体の反応に関して、次の問いに答えなさい。

- (1) 1 mol のスチレンに対し 1 mol の臭素を反応させると、化合物 C が得られる。化合物 C の構造式を書きなさい。なお、化合物 C の中に不斉炭素原子がある場合は、該当する原子の左上に\*印をつけなさい。
- (2) 1 mol の化合物 C から 1 mol の臭化水素が脱離するとき、得られる可能性がある生成物の構造式を全て書きなさい。なお、幾何異性体が存在する場合は、それらを区別して書きなさい。

Ⅳ 次の文章を読んで、問1～3に答えなさい。(配点16点)

自然界に広く存在する天然高分子化合物であるデンプンおよびセルロースは、どちらもグルコースからなる多糖類であり、その分子式は一般に $(C_6H_{10}O_5)_n$ で書き表される。しかしながら、デンプンとセルロースはその構造だけでなく性質も大きく異なる。構造の違いとしては、デンプンは  -グルコースが脱水縮合によって長くつながったものであるのに対して、セルロースは  -グルコースが長くつながったものである。また、デンプンは  -グルコース構造が直鎖状につながった  と、枝分かれのある  に大別することができるが、セルロースは  -グルコース構造が直鎖状につながった分子である。性質の違いとしては、デンプンとセルロースではヒトの体内での挙動が違ふことがよく知られている。ヒトはデンプンをエネルギー源にできるが、セルロースをエネルギー源にできない。ヒトはデンプンを分解できる酵素  を持っているが、セルロースを分解する酵素セルラーゼを持っていないからである。

デンプンを希硫酸中で長時間加熱することによって完全に加水分解しても、純粋  
(A) な  -グルコースは得られない。この現象は、水溶液中において、 -グルコースと  -グルコースが鎖状構造を経由した平衡状態にあるからと説明できる。この鎖状構造には  基が存在している。これが、グルコースの水溶液が  性を示す理由である。

セルロースには、グルコース単位あたり  個のヒドロキシ(ヒドロキシル)基が存在している。それらヒドロキシ基の一部を酢酸とのエステルに変換する  
(B) ことによって、アセテート繊維が作られている。

問1 空欄  ～  にあてはまる適切な語句、数、記号を記入しなさい。

問 2 下線部A)の記述に関して、以下の問いに答えなさい。

- (1) デンプン 54 g を完全に加水分解してできるグルコースは何 g になるか、有効数字 2 けたで答えなさい。
- (2) (1)で得られたグルコースをすべてマルトース(麦芽糖)へと変換した。得られるマルトースは何 g になるか、有効数字 2 けたで答えなさい。

問 3 下線部B)の記述に関して、以下の問いに答えなさい。

- (1) セルロースのすべてのヒドロキシ基を酢酸エステルへと変換し、化合物 A を合成した。化合物 A の分子式はどのように書き表されるか、本文中の分子式表記の例にならって書きなさい。
- (2) セルロース 27 g から化合物 A を合成した。得られる化合物 A は何 g になるか、有効数字 2 けたで答えなさい。