

理 科

15:00~17:30

解 答 上 の 注 意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題紙を開いてはならない。
2. 問題紙は60ページある。このうち、「物理」は2~10ページ、「化学」は11~28ページ、「生物」は29~49ページ、「地学」は50~60ページである。
3. 「物理」、「化学」、「生物」、「地学」のうちから、あらかじめ届け出た2科目について解答せよ。各学部・系・群・学科・専攻の必須科目(◎印)と選択科目(○印)は下表のとおりである。

学部・系・群・学科・専攻 科目	総合入試系					学部別入試					歯学部	獣医学部	水産学部	
	数学重点選抜群	物理重点選抜群	化学重点選抜群	生物重点選抜群	総合科学選抜群	医学部								
						医学科	保健学科							
							看護学専攻	放射線技術科学専攻	検査技術科学専攻	理学療法学専攻				作業療法学専攻
物理	○	◎	○	○	○	◎	○	◎	○	○	○	○	○	○
化学	○	○	◎	○	○	○	○	○	◎	○	○	○	○	○
生物	○	○	○	◎	○	○	◎	○	○	○	○	○	○	○
地学	○	○	○	○	○									○

4. 受験する科目のすべての解答用紙には、受験番号および座席番号(上下2箇所)を、監督者の指示に従って、指定された箇所に必ず記入せよ。
5. 解答はすべて解答用紙の指定された欄に記入せよ。
6. 必要以外のことを解答用紙に書いてはならない。
7. 問題紙の余白は下書きに使用してもさしつかえない。
8. 下書き用紙は回収しない。

化 学

解答はすべて各問題の指示にしたがって解答用紙の該当欄に記入せよ。必要があれば次の数値を用いよ。

原子量：H = 1.0, C = 12.0, O = 16.0, S = 32, Fe = 56, Cu = 64,
Br = 80

ファラデー定数： 9.65×10^4 C/mol

0℃の絶対温度：273 K

1 I, IIに答えよ。

I 次の文章を読み、問1～問7に答えよ。

二つの異なる原子からつくられる共有結合において、それぞれの原子が共有電子対を引きつける強さの指標を とよび、 に差のある二つの原子からなる結合は極性をもつ。ポーリングは、原子AとBのつくる結合A—Bの極性の大きさと結合エネルギーの相関に注目した。ここで、原子AとBがつくり得る3種類の結合A—A, B—BおよびA—Bについて、結合エネルギーがそれぞれ $D(A—A)$, $D(B—B)$, $D(A—B)$ であるとする。極性をもつ結合A—Bでは、部分的なイオン性による安定化があるため、結合エネルギーが大きくなるとポーリングは考えた。その考えによれば、結合A—Bの極性が大きいほど、式(1)に示す $D(A—B)$ と、 $D(A—A)$ および $D(B—B)$ の平均値との差 Δ は大きくなる。そこで、AとBの をそれぞれ x_A および x_B とし、その差を式(2)によって定量化した。

$$\Delta = D(A—B) - \frac{D(A—A) + D(B—B)}{2} \quad (\text{kJ/mol}) \quad (1)$$

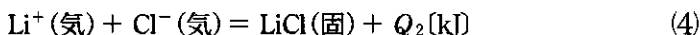
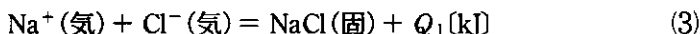
$$(x_A - x_B)^2 = \frac{\Delta}{96} \quad (2)$$

例えば、 H_2 , Cl_2 および HCl の結合エネルギーは、それぞれ 432 kJ/mol,

239 kJ/mol および kJ/mol であることから、 $|x_{\text{H}} - x_{\text{Cl}}| = 0.98$ となる。ここで、 $x_{\text{H}} = 2.05$ とすると、 $x_{\text{Cl}} =$ となる。また、結合エネルギーがわからない場合でも、反応熱から の差を求めることが可能である。 ⁽ⁱ⁾ ポーリングは数多くの結合エネルギーや反応熱から得られる $(x_{\text{A}} - x_{\text{B}})$ の値をもとにして、各原子の を決定した。

二原子分子の極性の大きさは、その分子の電気双極子モーメントとよばれる値を求めることで実験的に決定できる。例えば、原子間距離が L である二原子分子において、それぞれの原子上に $+q$ 、 $-q$ の電荷が存在するとき、その分子の電気双極子モーメントの大きさは $L \cdot q$ となる。したがって、電気双極子モーメントと原子間距離から分子中の原子の電荷量を見積もることができる。 ⁽ⁱⁱ⁾

の差の大きな原子同士はイオン結晶をつくりやすい。イオン結晶中の陽イオンと陰イオンの間の結びつきの強さは、格子エネルギーと呼ばれる値の大きさを評価できる。例えば、塩化ナトリウムおよび塩化リチウムの格子エネルギーは、それぞれ熱化学方程式(3)および(4)の反応熱 Q_1 [kJ] および Q_2 [kJ] で与えられる。



ここで、 $Q_1 - Q_2 =$ kJ であり、結晶中でのイオン同士の結びつきは の方が強い。この結果は、イオン結晶中での陽イオンと陰イオンの結びつきは主に静電気力に由来し、イオン結晶の格子エネルギーのおおよその大きさが、構成する陽イオンと陰イオンのイオン半径の和と価数によって決まることから理解できる。 ⁽ⁱⁱⁱ⁾

問 1 にあてはまる適切な語句を記せ。

問 2 にあてはまる値を有効数字 2 桁で答えよ。

問 3 にあてはまる値を小数第二位まで求めよ。

問 4 下線部(i)に関して、3種類の化合物(HF, HCl, BrCl)について、それぞれの気体 1 mol を成分元素の単体の気体から生成する反応の反応熱が大きいものから順に並べよ。

問 5 下線部(ii)に関して、HCl 分子の原子間距離は 1.27×10^{-10} m、電気双極子モーメントの大きさは 3.60×10^{-30} C·m である。HCl 分子は H および Cl のどちらの原子からどちらの原子に電子が何個分移動した状態とみなすことができるか。ただし、電子 1 個の電荷の絶対値を 1.60×10^{-19} C とし、数値は有効数字 2 桁で答えよ。

問 6 NaCl(固)、LiCl(固)の生成熱をそれぞれ 411 kJ/mol、409 kJ/mol、Na(固)、Li(固)の昇華熱をそれぞれ 107 kJ/mol、159 kJ/mol、Na(気)、Li(気)のイオン化エネルギーをそれぞれ 496 kJ/mol、513 kJ/mol とするとき、 にあてはまる値を正または負の整数で答えよ。また、 にあてはまるのは NaCl と LiCl のどちらであるか答えよ。

問 7 下線部(iii)に関して、次に示す 4 つのイオン結晶を格子エネルギーの大きいものから順に並べ、記号で答えよ。

(ア) NaCl (イ) KCl (ウ) KBr (エ) LiF

Ⅱ 触媒を使用したアンモニア合成に関する可逆反応



に関して、以下の問1～問5に答えよ。

問1 反応(1)について、ある一定圧力下で温度を変化させたところ、各温度の平衡状態における NH_3 の生成率が変化した。このときの変化を最も適切に表す直線または曲線を、図1の(ア)～(オ)から一つ選び、記号で答えよ。ただし、 $\text{NH}_3(\text{気})$ の生成熱は 46 kJ/mol とする。

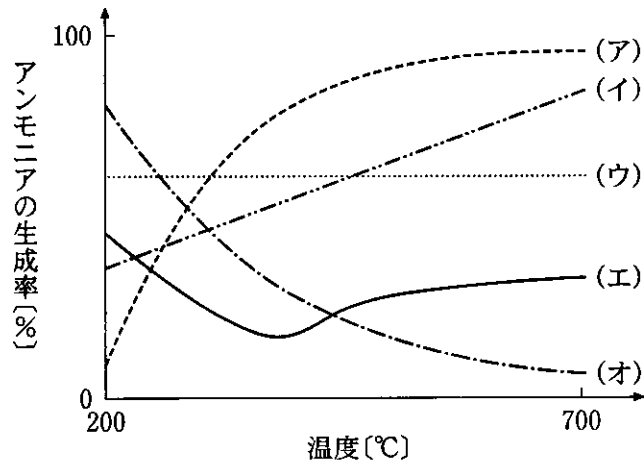


図1

問2 反応(1)について、 N_2 と H_2 をそれぞれ $n(\text{mol})$ 、 $3n(\text{mol})$ ずつ用いて反応を開始したところ、 $\alpha \times 100(\%)$ の N_2 が反応して平衡に達した。このとき、 N_2 、 H_2 、 NH_3 の分圧 p_{N_2} 、 p_{H_2} 、 p_{NH_3} を α および全圧 P_0 を用いて表せ。

問 3 問 2 の実験において、反応(1)の圧平衡定数 K_p を α および全圧 P_0 を用いて表すと次式のようにになる。

$$K_p = \frac{2^4}{3^3} \cdot \frac{(2 - \alpha)^2 \alpha^2}{(1 - \alpha)^4} \cdot \frac{1}{P_0^2}$$

平衡状態に達したとき、50%の N_2 が NH_3 に変換されていたとする。同じ温度で、反応容器の体積を変化させると、70%の N_2 が NH_3 に変換された。この体積変化によって全圧は何倍になったか、有効数字 2 桁で答えよ。

問 4 反応(1)について、触媒を改良し、正反応の活性化エネルギーを減少させることに成功した。この実験における NH_3 の生成率の時間変化を示したものとして最も適切な曲線を、図 2 の (カ) ~ (コ) から一つ選び、記号で答えよ。

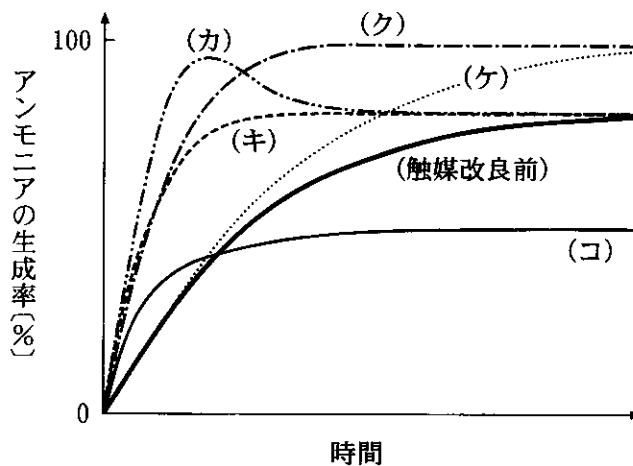


図 2

問 5 反応(1)について、ある平衡状態(温度 627°C 、全圧 $6.0 \times 10^7 \text{ Pa}$)では、反応容器中の NH_3 の体積百分率は 20 % であった。このあと、触媒を除いて反応を完全に停止させた。さらに、反応容器の体積を変化させたのち、体積を保って冷却したところ、 127°C で NH_3 の液化が観察された。このとき、反応容器中の混合気体の圧力と体積は、もとの平衡状態の何倍であるか有効数字 2 桁で答えよ。ただし、 127°C における NH_3 の飽和蒸気圧を $1.0 \times 10^7 \text{ Pa}$ とする。また、実験過程における平衡移動は無視してよく、反応容器中の気体は理想気体として振る舞うものとする。

2

I, IIに答えよ。

I 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

鉄 Fe は資源量が豊富な金属元素であり、わたしたちに身近な日用製品から巨大な建築物にいたるまで幅広く利用されている。鉄は高炉(溶鉱炉)で酸化鉄(III)を還元してつくられ、板や棒などさまざまな形状に加工されて用いられる。一方、鉄は湿った空气中で容易に酸化され、さびる(腐食)。そのため、鉄を利用する際には、鉄が腐食しないようにいろいろな工夫が施されている。その一つに、電気分解を利用して表面にめっきを施す「電気めっき」がある。

今、鉄の表面に銅 Cu を電気めっきすることを考えよう。Fe 板を陰極、Cu 板を陽極に使い、硫酸 H_2SO_4 と硫酸銅(II) $CuSO_4$ の混合水溶液(めっき水溶液)*の電気分解を行うと、Fe 板の表面に Cu の薄膜が形成される。これにより、イオン化傾向の大きな鉄の表面がイオン化傾向の小さな銅で覆われ、鉄の腐食を防ぐことができる。

※銅を電気めっきする際には、 H_2SO_4 で酸性にした $CuSO_4$ 水溶液を用いることが多い。

問 1 下線部(i)の鉄の製錬においては、主としてコークスが燃焼して生じた一酸化炭素によって酸化鉄(III)が還元され、鉄がつくられる。この還元反応の化学反応式を記せ。

問 2 近年の日本では、1年間におよそ1億トン(1×10^{11} kg)の鉄が生産される。ある年、酸化鉄(III)が一酸化炭素によって全て還元され、 1.12×10^{11} kg の鉄が日本でつくられたと仮定するとき、鉄の製錬によって1年間に排出される二酸化炭素の質量(億トン)を有効数字2桁で答えよ。ただし、二酸化炭素を発生する反応としては、一酸化炭素による酸化鉄(III)の還元のみを考慮せよ。

問 3 コークスを用いた酸化鉄(Ⅲ)の還元は多量の二酸化炭素を排出するため、コークスとは異なる還元剤を用いた酸化鉄(Ⅲ)の還元法が研究されている。水素 H_2 を用いて酸化鉄(Ⅲ)を Fe に還元する「水素還元」について、化学反応式を記せ。

問 4 次の化学反応に関する記述(ア)～(エ)のうち、二酸化炭素が生成するものを全て選び、記号で記せ。ただし、記述に直接関係しない事柄(例えば、電気エネルギーが必要な場合、発電に伴って生じる二酸化炭素の生成など)は、全て無視せよ。

(ア) 炭酸水素ナトリウムの熱分解によって、炭酸ナトリウムをつくる。

(イ) 炭素電極を用いた酸化アルミニウムの熔融塩電解(融解塩電解)によって、工業的にアルミニウムをつくる。

(ウ) 銅の電解精錬によって、粗銅から純度の高い銅をつくる。

(エ) オストワルト法によって、硝酸をつくる。

問 5 下線部(ii)について、めっき水溶液をつくるために、質量パーセント濃度 50.0 %、密度 1.40 g/cm^3 の H_2SO_4 水溶液(以下、 H_2SO_4 原液とよぶ)を用いた。1.0 mol/L の H_2SO_4 水溶液 1.0 L をつくるために必要な H_2SO_4 原液の体積(mL)を有効数字 2 桁で答えよ。

問 6 下線部(iii)の電気分解において、それぞれ幅 4.00 cm の Fe 板と Cu 板をめっき水溶液に 10.0 cm 浸漬し、200 秒電気めっきを行った。その際、めっき速度を制御するために、電流値は図 1 のように変化させた。Fe 板および Cu 板の表面のみが水溶液に露出するようにし、裏面は全て電気絶縁性のコーティングを施した。この電気めっきにより、Cu めっき層は幅 4.00 cm × 長さ 10.0 cm の領域に均一に析出した。次の(1)、(2)に答えよ。

- (1) 電気めっきにより析出した Cu の質量 [g] を有効数字 2 桁で答えよ。なお、通じた電流のすべてが Cu の析出に使われたものと考えよ。
- (2) Fe 板に析出した Cu めっき層の厚さ [mm] を有効数字 2 桁で答えよ。なお、析出した Cu の密度は 9.0 g/cm^3 とし、電極の厚さは無視せよ。

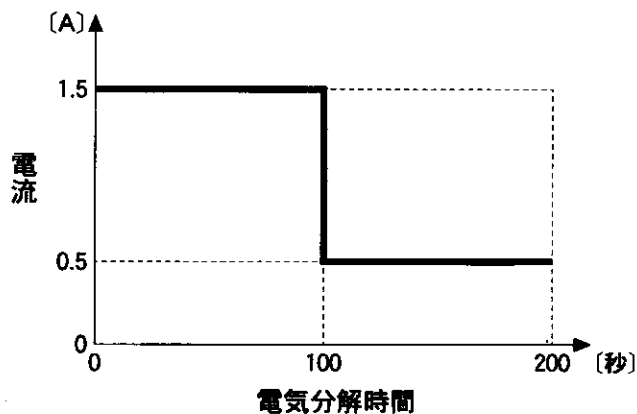


図 1

II 次の文章を読み、問 1、問 2 に答えよ。

地球は水の惑星と呼ばれ、総表面積のうち約 71 % が海で占められている。
海水は塩化ナトリウムを主成分とする塩を含み、⁽ⁱ⁾純水に比べて凍結しにくい
が、気温の低い高緯度域や淡水が多く流れこむ海域では凍結する。例えば、オ
ホーツク海ではアムール川などから流れこむ淡水により塩濃度が低下して冬季
には凍結し、⁽ⁱⁱ⁾氷は海水に比べて密度が低いため、海面に浮かんで流氷として北
海道北東岸まで流れ着く。

問 1 下線部(i)について、海水から食塩の主成分である塩化ナトリウムを得る
ために電気透析法と呼ばれる方法が幅広く用いられている。電気透析法の
模式図を図 2 に示す。海水を塩化ナトリウム、塩化マグネシウム、硫酸マ
グネシウム、硫酸カルシウム、塩化カリウムの 5 種類の塩が溶解した水溶
液として考え、以下の(1)～(4)に答えよ。

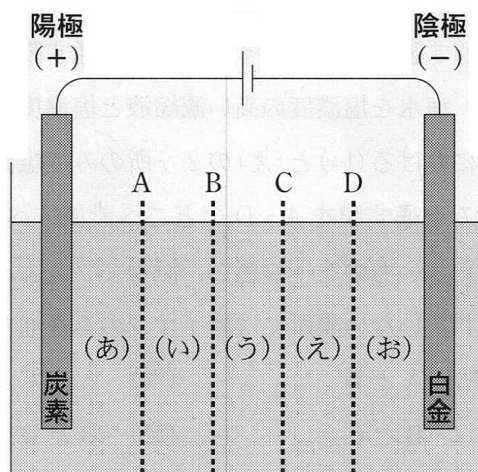


図 2

(1) 炭素電極と白金電極をそれぞれ陽極と陰極として電流を通じた時、
陽極上で主として起こる反応を、電子 e^- を用いたイオン反応式で記
せ。

- (2) 図2のDにだけ陽イオンのみを通す膜を設置して一定の電流を通じた場合、(お)の部位におけるpH、ナトリウムイオン濃度 $[\text{Na}^+]$ 、および塩化物イオン濃度 $[\text{Cl}^-]$ はどのように変化するか。以下の表1から最も適切なものを一つ選び、記号で答えよ。

表1

	pH	$[\text{Na}^+]$	$[\text{Cl}^-]$
(ア)	小さくなる	増加する	減少する
(イ)	大きくなる	増加する	変化しない
(ウ)	変化しない	減少する	増加する
(エ)	大きくなる	減少する	変化しない
(オ)	小さくなる	変化しない	増加する
(カ)	変化しない	変化しない	減少する

- (3) 電気透析法では図2に示すA~Dの4ヶ所全てに、陽イオンのみを通す膜、または陰イオンのみを通す膜を設置して電流を通じることで、海水を塩濃度の高い濃縮液と塩濃度の低い希釈液に分離する。図2における(い)と(え)の2ヶ所のみで塩濃度を高めるには、陽イオンのみを通す膜をA~Dのどこへ設置すべきか。以下の組み合わせから正しいものを一つ選び、記号で答えよ。ただし、組み合わせに記載されていない場所には陰イオンのみを通す膜を設置するものとする。

(キ) AとB (ク) AとC (ケ) AとD

(コ) BとC (サ) BとD (シ) CとD

- (4) 電気透析法を用いて塩濃度を高めた場合、難溶性の塩が含まれると膜表面に塩が析出してしまうことがある。塩化ナトリウム、塩化マグネシウム、硫酸マグネシウム、硫酸カルシウム、塩化カリウムの5種類の塩のうち、水に対する溶解度が最も小さいものはどれか、塩の組成式で記せ。

問 2 下線部(ii)について、1 気圧(1.0×10^5 Pa) 0℃における氷の密度は 0.92 g/cm^3 であり、水の密度 1.0 g/cm^3 よりも小さいため、氷は水に浮かぶ。氷は海水中の塩を含まないとして考え、以下の(1)~(3)に答えよ。

(1) 微量な熱量変化を検知できる実験装置を用いて、氷を試料として 0℃に保ちながら 0.5 気圧の減圧状態から、50 気圧まで加圧した。この過程において氷が示す挙動として、正しいものは以下のうちどれか、記号で答えよ。

- | | |
|----------------|----------------|
| (ス) 融解しながら吸熱する | (セ) 融解しながら発熱する |
| (ソ) 昇華しながら吸熱する | (タ) 昇華しながら発熱する |
| (チ) 氷のまま吸熱する | (ツ) 氷のまま発熱する |

(2) (1)の加圧過程において、試料の密度はどのように変化するか。圧力(気圧)と密度(g/cm^3)の関係を解答欄の図に示せ。

(3) 氷は水 1 分子あたり 4 個の水分子が水素結合した正四面体型構造をとっている。以下の(テ)~(ニ)に示す反応で生じた下線部の物質のうち、隣り合う原子の配列が正四面体型ではないものを選び、記号で答えよ。

(テ) 炭素を 20 万気圧の超高圧下で 2500℃まで加熱した後、室温 1 気圧に戻すと、非常に硬い無色固体が生じた。

(ト) 次亜塩素酸カルシウム水溶液に塩酸を注ぐと、黄緑色気体が発生した。

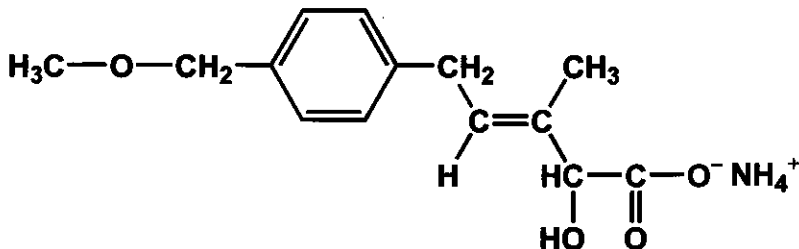
(ナ) 酢酸ナトリウムの無水物を水酸化ナトリウムとともに加熱すると、水に溶けにくい無色気体が発生した。

(ニ) 石英を電気炉中で加熱融解させて炭素と反応させると、電気伝導性をもつ灰黒色固体が生じた。

3

I, IIに答えよ。なお、構造式は記入例にならって記せ。

(記入例)



I 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

いずれもC, H, Oからなる炭素数5の環状構造をもたない化合物AとBの混合物Xがある。このXに対して以下の実験を行った。ただし、反応はすべて完全に進行するものとする。

(実験1)

X 101.6 mg と過剰量の無水酢酸を反応させると、AとBはそれぞれ化合物CとDになり、CとDの混合物Yが143.6 mg 得られた。同時に酢酸が60.0 mg 得られた。CとDはいずれもAとBより分子量が42大きかった。Y 143.6 mg に過剰量の臭素を作用させたところ、32.0 mg の臭素が消費された。このとき、1分子のCに対して1分子の臭素が付加したことがわかった。

(実験2)

Xに対し、アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて加熱したところ、容器の壁面に銀が生じた。⁽ⁱ⁾ 反応後の溶液にジエチルエーテルを加えて抽出したところ、有機層からBのみが得られ、Aのみが反応したことがわかった。また、ジエチルエーテル抽出後の塩基性水溶液に塩酸を加え十分に酸性にした後、再びジエチルエーテルで抽出すると化合物Eのみが得られた。Bに対して元素分析を行うと、成分元素の質量百分率は炭素58.8%、水素9.8%、酸素31.4%であった。Bは不斉炭素原子をもつ化合物であった。

(実験 3)

B に対して脱水反応を行うと、B 1 分子あたり水 1 分子がとれた化合物が生成した。また、B と D にそれぞれ水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて加熱すると、⁽ⁱⁱ⁾いずれも黄色の沈殿を生じた。

(実験 4)

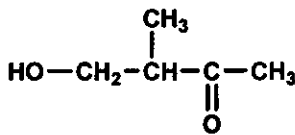
E に対して触媒を用いて水素を付加させると、物質質量比 1 : 1 で反応し、化合物 F が得られた。F は不斉炭素原子をもたない化合物であった。

問 1 X 中の A と B の物質質量比を整数で答えよ。

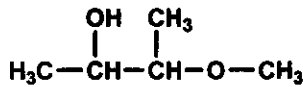
問 2 A および B の分子式を記せ。

問 3 B の脱水反応では、B から生成する可能性のある有機化合物は一種類しか存在せず、生成物にはシス-トランス異性体が存在しない。B の構造式として適切なものを次の(ア)～(ク)から一つ選び記号で記せ。

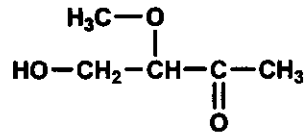
(ア)



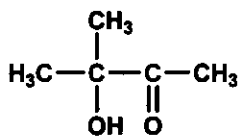
(イ)



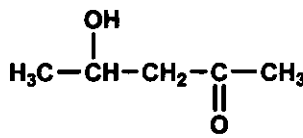
(ウ)



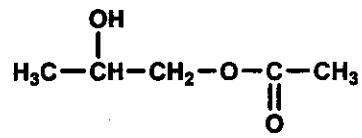
(エ)



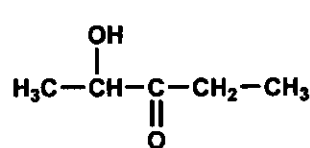
(オ)



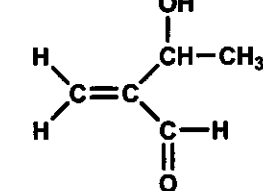
(カ)



(キ)



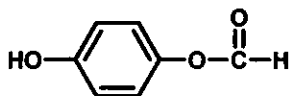
(ク)



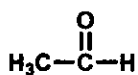
問 4 Fの構造式を記せ。

問 5 次の(ケ)～(セ)の化合物に対して、おのおの下線部(i)と(ii)の反応を行った。どちらの反応についても、(i)および(ii)と同様の結果を示す化合物が二つあった。あてはまるものを記号で記せ。

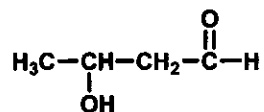
(ケ)



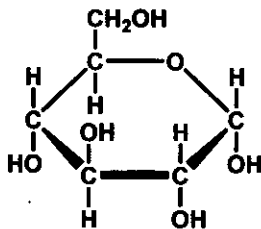
(コ)



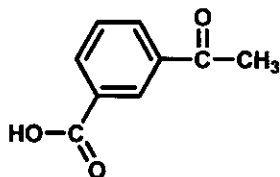
(サ)



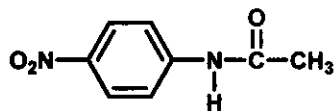
(シ)



(ス)



(セ)



II 高分子化合物に関する次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

化合物Aはきわめて透明度が高いことから有機ガラスともいわれ、水族館の展示用水槽などに用いられる。Aは一種類の単量体より得られ、平均分子量 1.50×10^6 のAには 1.50×10^4 個の繰り返し単位が含まれる。

スチレンと *p*-ジビニルベンゼンの共重合体に、スルホ基やトリメチルアンモニウム基を導入した樹脂は一般に a とよばれるものの一種であり、塩類を含まない純水の製造などに用いられる。化合物Bはスルホ基を導入した樹脂である。

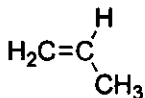
化合物Cはラテックスとよばれる樹液を加工することで得られるが、このままでは弾性、強度、耐久性などに乏しい。硫黄を数%加えて加熱することで、⁽ⁱ⁾これらの性質が向上した物質が得られる。

単量体の間から水などの簡単な分子がとれる反応を繰り返して結び付く重合を b 重合といい、ポリエチレンテレフタレート(PET)は、テレフタル酸と1,2-エタンジオール(エチレングリコール)からこの重合によって得られる。石油資源の有効利用を促進する目的で、PETはリサイクルが行われている。⁽ⁱⁱ⁾

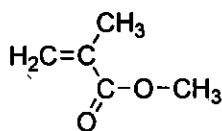
タンパク質は、さまざまな生命活動を支える重要な物質であり、熱、酸、塩基などの作用で、凝固したり沈殿したりする。これをタンパク質の c という。単純タンパク質を適切な条件で完全に加水分解すると、その構成成分の**アミノ酸**が得られる。⁽ⁱⁱⁱ⁾

問 1 Aの単量体の構造式として最も適切なものを次の(ア)～(オ)から一つ選び記号で記せ。

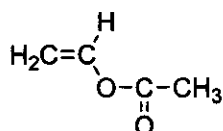
(ア)



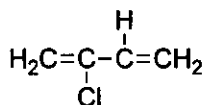
(イ)



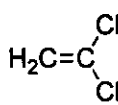
(ウ)



(エ)



(オ)



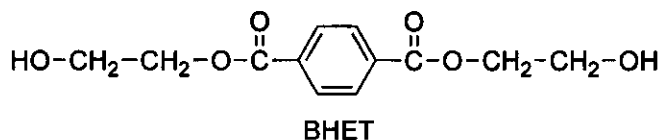
問 2 空欄 ~ にあてはまる語句を記せ。

問 3 十分な量のBを詰めた円筒に濃度未知の硫酸銅(II)水溶液 10.0 mL を通した後、純水で完全に洗い流した。この流出液を 5.00×10^{-2} mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定したところ、中和点までに要した水酸化ナトリウム水溶液の体積は 16.8 mL であった。用いた硫酸銅(II)水溶液の濃度 [mol/L] を有効数字 3 桁で答えよ。ただし、全ての反応は完全に進行するものとする。

問 4 下線部(i)のようになる理由として最も適切なものを、次の(カ)～(コ)から一つ選び記号で記せ。

- (カ) 硫黄がCを適当な長さに切断するから。
- (キ) 硫黄がCのシス形炭素—炭素二重結合をトランス形に変えるから。
- (ク) Cに含まれる不純物を硫黄が取り除くから。
- (ケ) Cのところどころに硫黄による架橋構造が生じるから。
- (コ) 硫黄が加熱によるCの分解を防ぐから。

問 5 下線部(ii)に関して、高分子化合物を単量体まで分解し(解重合)、再利用するケミカルリサイクルが行われている。PETの解重合の一例として、1,2-エタンジオールによる方法があり、PETからビスヒドロキシエチレンテレフタレート(BHET)が生成する。9.60 gのPETを十分量の1,2-エタンジオールを用いてBHETまで完全に解重合した場合、得られるBHETの質量[g]を有効数字3桁で答えよ。



問 6 下線部(iii)に関して、ある生体タンパク質の構成成分として不斉炭素原子をもたない α -アミノ酸Dが得られた。Dの等電点にpHを調整した水溶液中で、Dはどのようなイオンとして主に存在しているか。その構造式を記せ。