

# 平成19年度入学試験問題

## 理 科

### (注 意 事 項)

1. 問題冊子は指示があるまで開かないこと。
2. 届け出た選択科目以外は解答してはならない。
3. 問題冊子のページ及び解答紙は次のとおりである。「始め」の合図があったら届け出た選択科目についてそれぞれを確認すること。

科 目	問 題 冊 子	解 答 紙	
	ペ ー ジ	解答紙番号	枚 数
物理Ⅰ・物理Ⅱ	1 ～ 10	18 ～ 20	3
化学Ⅰ・化学Ⅱ	11 ～ 30	21 ～ 27	7
生物Ⅰ・生物Ⅱ	31 ～ 50	28 ～ 32	5
地学Ⅰ・地学Ⅱ	51 ～ 60	33 ～ 37	5

4. 各解答紙の2箇所受験番号を記入すること。
5. 解答はすべて解答紙の所定の欄に記入すること。
6. 計算その他を試みる場合は、解答紙の裏又は問題冊子の余白を利用すること。
7. 医学部保健学科看護学専攻の配点は、表示されるものの $\frac{2}{5}$ です。

# 化学 I・化学 II

必要な場合には、次の値を用いよ。

原子量：H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0,

Na = 23.0

ファラデー定数： $F = 9.65 \times 10^4$  C/mol

注) [1]から[6]は必答問題。[7]は選択問題。[7 A]または[7 B]のいずれか一つを選択し、解答用紙の問題番号左の□を黒くぬりつぶし、その問題のみを解答すること。

例) [7 A]を選択する場合

[7 A]

[7 B]

(両方ともぬりつぶしたり、あるいは両方ともぬりつぶさなかった場合は採点の対象としないことがあるので充分注意すること。)

〔 1 〕 次の文章を読み、問 1～問 4 に答えよ。(15 点)

原子番号 17 の塩素原子の電子配置は〔 (ア) 〕のように表され、最外殻電子数は〔 (イ) 〕個である。このため塩素は〔 (ウ) 〕から〔 (エ) 〕の酸化数を取り得る。塩素原子には質量数 35 の  $^{35}\text{Cl}$  と質量数 37 の  $^{37}\text{Cl}$  の二種類の同位体が存在し、それぞれの存在比は 75.8 %、24.2 % であるので、原子量は〔 (オ) 〕と計算される。したがって、塩素分子  $\text{Cl}_2$  の分子量は〔 (カ) 〕と計算され、相対質量の異なる〔 (キ) 〕種の塩素分子が存在することになる。

問 1. 〔 (ア) 〕に適切な記号, 〔 (イ) 〕に適切な数字を入れよ。ただし, K 殻, L 殻, M 殻の電子の数がそれぞれ  $x, y, z$  である原子の電子配置を  $K^xL^yM^z$  と表すものとする。

問 2. 〔 (ウ) 〕と〔 (エ) 〕に適切な数字を入れよ。ただし, 〔 (ウ) 〕には取り得る酸化数の最小の数値を, 〔 (エ) 〕には最大の数値を入れよ。また, 酸化数が +3 の塩素のオキソ酸化合物で, ナトリウムイオンと塩を形成している化合物の化学式を示せ。

問 3. 下の表を参考にして計算し, 〔 (オ) 〕と〔 (カ) 〕に適切な数字を入れよ。小数点第 1 位まで示せ。また, 〔 (オ) 〕については計算式も示せ。

同位体	相対質量	存在比(%)
$^{35}\text{Cl}$	35.0	75.8
$^{37}\text{Cl}$	37.0	24.2

問 4. [ (キ) ]に適切な数字を入れよ。また、相対質量の異なる塩素分子の相対質量を示し、その存在比を整数で表せ。ただし、ここでは  $^{35}\text{Cl}$  と  $^{37}\text{Cl}$  の存在比を 3 : 1 とする。解答欄には、例えば、相対質量  $a, b, c, d$  の分子が  $w : x : y : z$  の比で存在するとき、 $a : b : c : d = w : x : y : z$  のように示せ。また、 $a, b, c, d$  は相対質量の小さい方から順に並べよ。

〔2〕 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。(17点)

水酸化ナトリウムを水に溶解し、0.100 mol/lの水酸化ナトリウム水溶液を調製した。水酸化ナトリウムのように、水に溶けるとアルカリ性を示し、水溶液中ではほぼ完全に電離する物質を〔ア〕と呼ぶ。

この水酸化ナトリウム水溶液をビーカーにとり、図1に示すように直流電源と白金電極を用いて電気分解の実験を行った。一般に電気分解の実験では、電源の負極(マイナス極)に接続された電極では、周りの分子やイオンが電極から電子を受け取る反応が起こる。この実験では、電極Bにおいて、〔イ〕が電子を受け取り、〔ウ〕イオンが生じ、気体である〔エ〕が発生する反応が起こる。一方、電源の正極(プラス極)に接続された電極Aでは、電極が電子を受け取る反応が起こり、気体である〔オ〕が発生する。<sup>(a)</sup>

電極Aおよび電極Bにおいて上記の反応が起こるのに伴って、水溶液中では〔カ〕イオンが〔キ〕の向きに移動し、これにより水酸化ナトリウムの濃度が均一に保たれる。しかし、図2のように、陽イオンのみを選択的に通過させる陽イオン交換膜で電極の間を仕切ると、通電に伴って〔ク〕イオンが〔ケ〕の向きに移動するので、電極〔コ〕が存在する側の溶液中には水酸化ナトリウムが濃縮される。<sup>(b)</sup>

問1. 〔ア〕～〔コ〕に最も適切な語句、記号または化学式を入れよ。ただし、〔キ〕および〔ケ〕には、以下の①か②のどちらかを選び、記号で答えよ。また、〔コ〕は電極Aか電極Bのどちらかを選び、その記号で答えよ。異なる括弧に同一語句を解答してもよい。

①：電極A→電極B

②：電極B→電極A

問2. 下線部(a)を反応式で表せ。ただし、電子は $e^-$ で表し、係数を全て整数とすること。

問 3. 下線部(b)について、 $0.150\text{ A}$  の電流を  $2.00 \times 10^3$  秒間流したとき、濃縮された側の水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度を有効数字 3 桁で求めよ。ただし、電極 A および電極 B のどちらの電極室も、水酸化ナトリウム水溶液の体積は  $100\text{ ml}$  であり、イオンの移動、電気分解や蒸発などの影響による体積の変化は無視できるものとする。

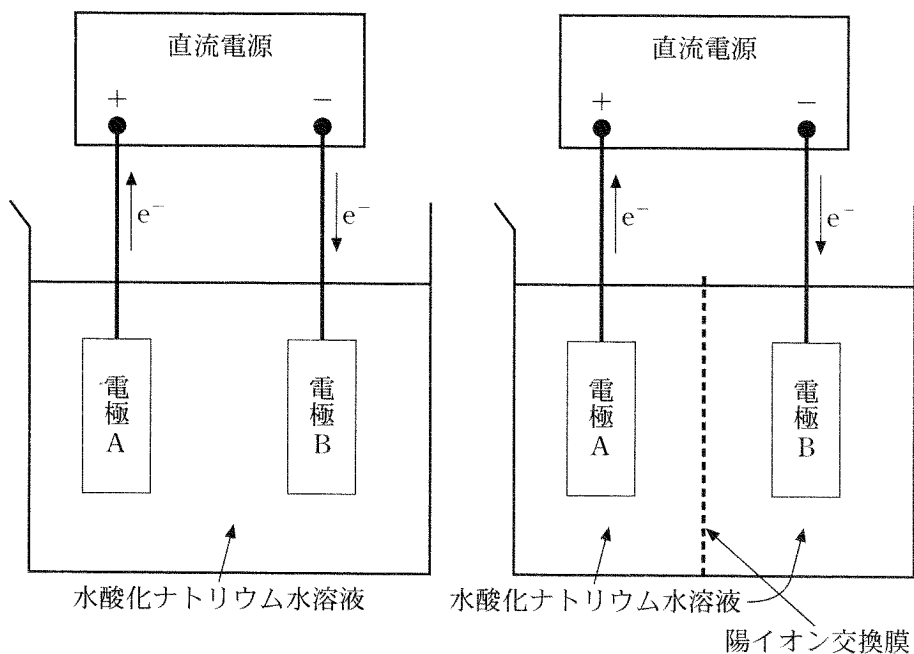


図 1

図 2

- [ 3 ] 次の文章を読み、問 1～問 6 に答えよ。ただし、問題文中の濃度はすべてモル濃度を表している。問 4～問 6 の解答は、問題文に与えられている物理量、 $\Delta t$ 、 $V$ 、 $V_1$ 、 $c_A$ 、 $c_B$ 、 $c_S$  を用いて表せ。(20 点)

酢酸エチルの水溶液に塩酸を加えて加水分解反応を一定の温度で進行させた。反応溶液中の塩酸の濃度は<sup>(a)</sup> $c_A$ 、酢酸エチルの初期濃度は $c_S$ であった。この反応の反応速度測定のため、一定の時間間隔( $\Delta t$ )で一定体積( $V$ )の反応溶液を採取し、酸(塩酸および反応生成物である酢酸)の総濃度を濃度 $c_B$ の水酸化ナトリウム水溶液による中和滴定<sup>(b)</sup>によって決めた。溶液を採取すると同時に、採取した溶液中の反応は停止するものとする。また、反応の進行による体積変化、および逆反応の進行はないものとする。

問 1. 下線部(a)の塩酸の作用を記せ。

問 2. 下線部(b)の滴定においては、水酸化ナトリウムを量り取って調製した溶液を標準溶液としてそのまま用いることができない。その理由となる固体の水酸化ナトリウムの性質の二つを解答欄の(1)と(2)に、それぞれ 15 字以内で具体的に記せ。ただし、化学式を用いる場合は一つの化学式を 4 文字と数えよ。

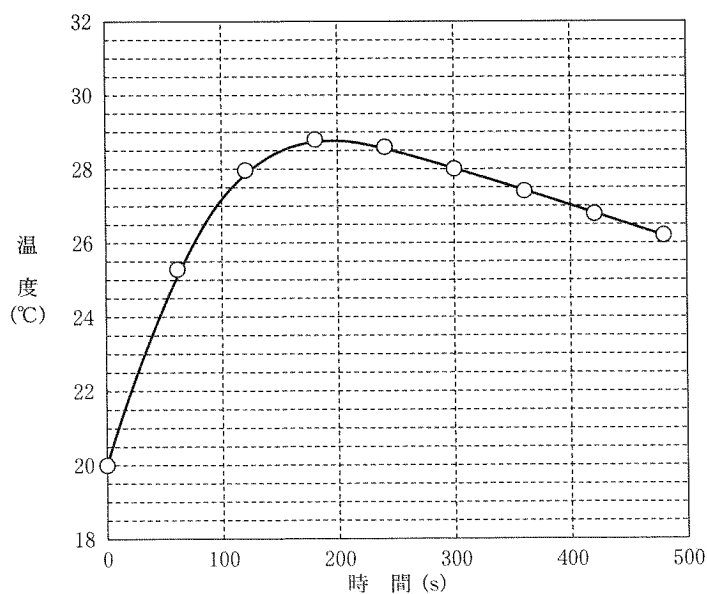
問 3. 下線部(b)の滴定に用いる水酸化ナトリウム水溶液の正確な濃度を定めるために、濃度 0.10 mol/l のシュウ酸標準溶液を 50 ml 調製した。このシュウ酸標準溶液を調製するために用いたシュウ酸二水和物( $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )は何 g か。有効数字 2 桁で答えよ。

問 4. ある時刻に採取した反応溶液中の酢酸エチルの濃度は、初期濃度の 5 分の 3 に減少していた。この採取した反応溶液の滴定において、酸の総量を中和するために必要であった水酸化ナトリウム水溶液の滴下体積はいくらか。

- 問 5. 酢酸エチルの加水分解反応開始時から  $\Delta t$  の時点に採取した反応溶液を滴定した結果、酸の総量を中和するために体積  $V_1$  の水酸化ナトリウム水溶液を必要とした。反応開始時から経過時間  $\Delta t$  のあいだの平均の反応の速さを求めよ。
- 問 6. 水が反応溶液中に大過剰にある場合、水の濃度は一定と見なせるので、酢酸エチルの加水分解反応の速さは酢酸エチルの濃度のみ比例する。その比例定数を、この反応の速度定数  $k_1$  とすることができる。反応開始時の反応の速さを、反応開始から  $\Delta t$  のあいだの平均の反応の速さと同じと見なし、反応開始時における速度定数  $k_1$  を求めよ。

[4] 次の〔実験1〕～〔実験5〕に関する文章を読み、問1～問4に答えよ。なお、全  
 水溶液の比熱を  $4.2 \text{ J}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$  とする。(20点)

〔実験1〕 水酸化ナトリウムの固体  $2.0 \text{ g}$  を素早く量り取り、ビーカーに入れた  
 水  $50 \text{ ml}$  に溶解し、温度変化を測定した。その時の温度変化は下記のグ  
 ラフおよび表の通りであった。ここで、水酸化ナトリウムを水中に入れた  
 瞬間を時間  $0 \text{ (s)}$  とする。



時間 (s)	0	60	120	180	240	300	360	420	480
温度 (°C)	20.0	25.3	28.0	28.8	28.6	28.0	27.4	26.8	26.2

〔実験2〕 次に、この水溶液の温度が一定になった時点で、容器ごと断熱容器に  
 入れ、同じ温度の  $1.0 \text{ mol/l}$  の塩酸を  $75 \text{ ml}$  混合すると、混合水溶液の  
 温度は  $5.4^\circ\text{C}$  上昇した。

〔実験3〕 さらに、この溶液に水を加え2.0 lとし、ある量のアンモニアを吸収させたところ、水溶液のpHは3.0となった。

〔実験4〕 一方、18 mol/lの濃硫酸10 mlを断熱容器内の水100 mlに静かに加えると、混合水溶液の温度は25℃上昇した。

〔実験5〕 また、18 mol/lの濃硫酸10 mlを断熱容器内の1.0 mol/l水酸化ナトリウム水溶液100 mlに静かに加えた。

問 1. 〔実験1〕について、水への水酸化ナトリウムの溶解による発熱量 $Q$  (kJ)を有効数字2桁で求めよ。ただし、水の密度を $1.0 \text{ g/cm}^3$ とする。

問 2. 〔実験2〕について、この温度上昇値をもとに塩酸と水酸化ナトリウムの中和熱を表す熱化学方程式を示せ。ただし、1.0 mol/lの塩酸の密度を $1.0 \text{ g/cm}^3$ とし、外部からの熱の出入りおよび水酸化ナトリウムの溶解による体積の変化はないものとする。また、中和熱は有効数字2桁で示せ。

問 3. 〔実験3〕について、吸収させたアンモニアの体積は標準状態で何lであったか。有効数字2桁で求めよ。ただし、気体のアンモニア1.0 molの標準状態での体積を22.4 lとする。

問 4. 〔実験2〕および〔実験4〕の結果を利用して、〔実験5〕における発熱量 $Q$  (kJ)を有効数字2桁で求めよ。ただし、18 mol/lの濃硫酸の密度を $1.8 \text{ g/cm}^3$ 、水および水酸化ナトリウム水溶液の密度を $1.0 \text{ g/cm}^3$ とし、外部からの熱の出入りはないものとする。



問 3. 化合物 C と同様に下線部(b), (c)両方の性質を持つ化合物を(ア)~(カ)の中から  
選び, その構造を図にならひ示せ。

(ア) ギ 酸

(イ) アセトアルデヒド

(ウ) 酢 酸

(エ) アニリン

(オ) フマル酸

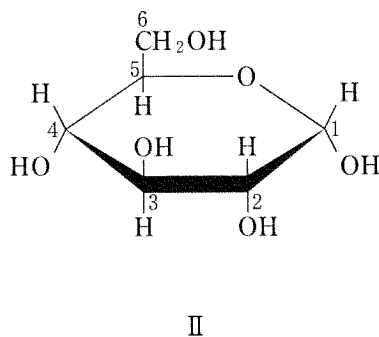
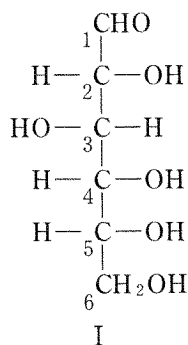
(カ) アセチルサリチル酸

問 4. 下線部(b)の反応名を示せ。

問 5. 化合物 C のアルデヒド基をカルボキシル基に置換した化合物 D はコハク酸  
と呼ばれ, 生体内で重要な役割を持つ化合物である。このコハク酸を加熱す  
ることで生じる化合物 E の名称と構造を図にならひ示せ。ただし, 化合物 E  
は分子式  $C_4H_4O_3$  で表される。

問 6. 化合物 C, D の水素原子の一つをカルボキシル基で置換した化合物のう  
ち, 不斉炭素を持つ化合物がある。この化合物の構造を図にならひ示し, 不  
斉炭素原子を○で囲め。

- [ 6 ] 次の〔実験 1〕～〔実験 5〕に関する文章を読み、以下に示すグルコースの化学式 I および II を参考にして問 1 ～問 3 に答えよ。(19 点)



ある植物から分子式  $\text{C}_{19}\text{H}_{28}\text{O}_{12}$  をもつ化合物(A)が分離された。(A)の構造を調べるため、下記の実験を行った。

〔実験 1〕 化合物(A)を加水分解したところ、グルコースと分子式  $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}_2$  をもつ化合物がモル比 2 : 1 で得られた。

〔実験 2〕 得られたグルコースを無水酢酸と反応させたところ、5 個のヒドロキシ基(OH 基)がアセチル化された化合物が一種類生成した。

〔実験 3〕 化合物(A)にフェーリング液を加えて加熱しても赤色沈殿は生じなかった。

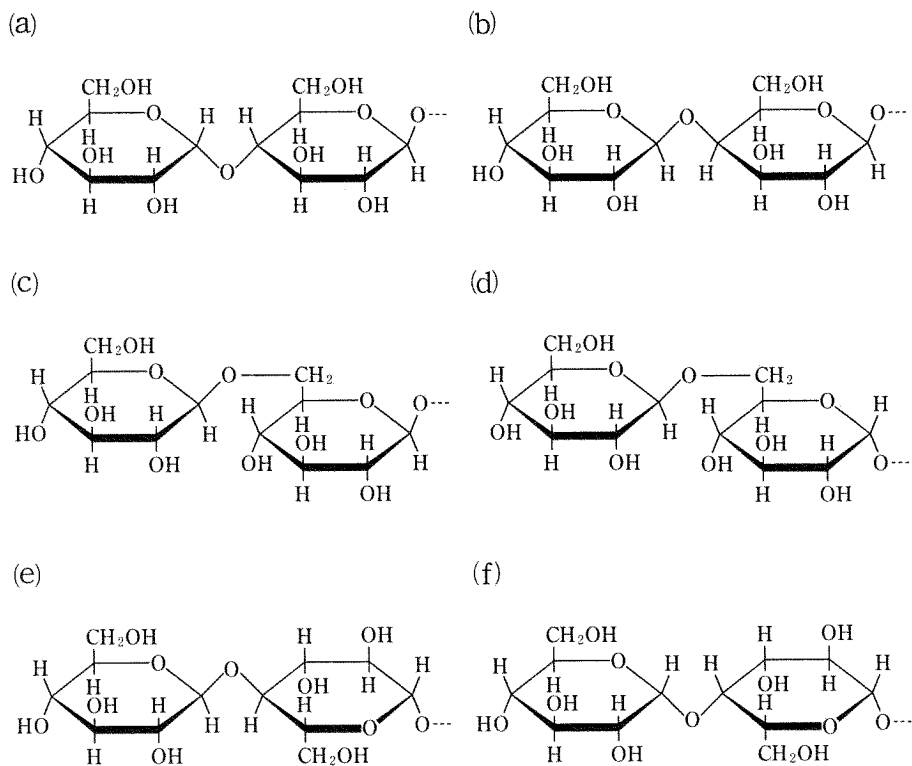
〔実験 4〕 化合物(A)をメチル化処理すると 8 個の OH 基が  $\text{OCH}_3$  基に変換した化合物を生成した。この化合物を希硫酸で加水分解すると、フェノール性化合物の他に、グルコースの  $\text{C}_2$ ,  $\text{C}_3$ ,  $\text{C}_4$  に結合している OH 基が  $\text{OCH}_3$  基に変換した化合物と、グルコースの  $\text{C}_2$ ,  $\text{C}_3$ ,  $\text{C}_4$ ,  $\text{C}_6$  に結合している OH 基が  $\text{OCH}_3$  基に変換した化合物とが得られた。

〔実験 5〕 化合物(A)を酸化して得られる化合物を加水分解すると、糖とサリチルアルデヒドが生成した。サリチルアルデヒドをさらに酸化したところサリチル酸が生成した。

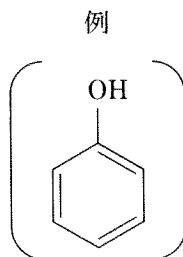
問 1. 一般にグルコース分子は I で示される化合物であるが、化学式 II のような 6 個の原子が環状になった六員環構造をとることもできる。グルコースが環状の構造をとると、化学式 II の〔ア〕位の炭素に結合したヒドロキシ基 (OH 基) の方向によって、二種の立体異性体が生じる。これらの異性体をそれぞれ〔イ〕型, 〔ウ〕型という。化学式 II は〔イ〕型の構造を示す。また, [実験 2] で得られた化合物は, 〔ウ〕型のグルコースがアセチル化された化合物〔エ〕であった。

文中の〔ア〕～〔ウ〕に、適した数字あるいは記号を記せ。また、化合物〔エ〕の構造式を化学式 II にならって記せ。

問 2. [実験 1]～[実験 4]の結果から、化合物(A)の糖部分の構造として、以下の (a)～(f)の中から正しいものを選び、記号で答えよ。



問 3. [実験 5]の結果から[実験 1]で得られた分子式  $C_7H_8O_2$  の化合物の構造式を例にならって記せ。





[ 7 ] (選択問題) (14 点)

[ 7 A ] または [ 7 B ] のいずれか一つを選択し、解答せよ。

[ 7 A ] 次の文章を読み、問 1～問 4 に答えよ。

硫酸アンモニウムや塩化アンモニウムと並び、[ (ア) ] は植物の窒素肥料として重要である。[ (ア) ] は非イオン性で窒素含量が高く、土壌を酸性化させない点で優れている。[ (ア) ] は一部の化粧品にも保湿成分として配合される。この作用は、[ (ア) ] が水分子を [ (イ) ] 結合で保持するからである。この結合はタンパク質の立体構造を維持するためにも重要であり、高濃度の [ (ア) ] はタンパク質内部の [ (イ) ] 結合を破壊し、タンパク質固有の立体構造を変化させてその正常な機能を失わせる。この現象をタンパク質の [ (ウ) ] という。

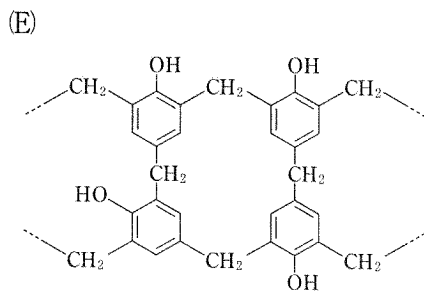
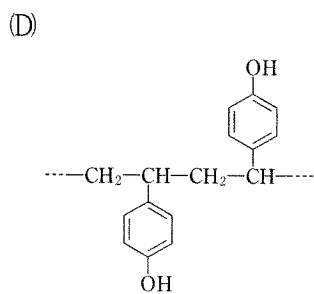
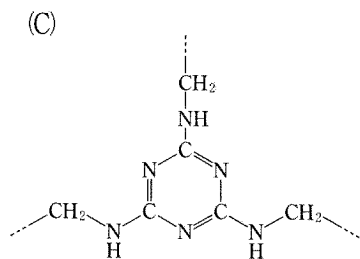
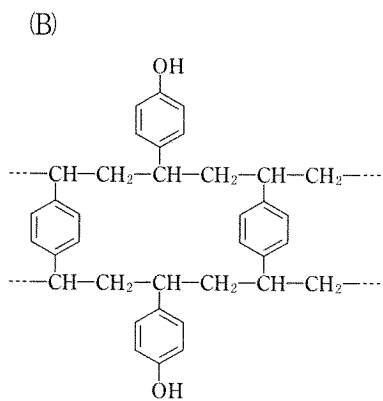
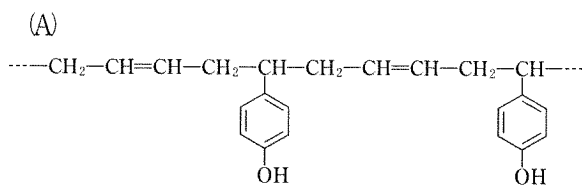
[ (ア) ] は合成樹脂の原料としても重要である。酸性条件下で [ (ア) ] と [ (エ) ] を脱水反応により縮合させて得られる樹脂は、ポリプロピレンやポリ塩化ビニルなどとは異なり、加熱しても軟化しない。このような性質をもつ合成樹脂を [ (オ) ] 樹脂と呼ぶ。他にこのような性質をもつ樹脂には、フェノール樹脂やメラミン樹脂がある。

問 1. (ア)～(オ)に適切な語句を記せ。

問 2. (ア)と(エ)の構造式を記せ。

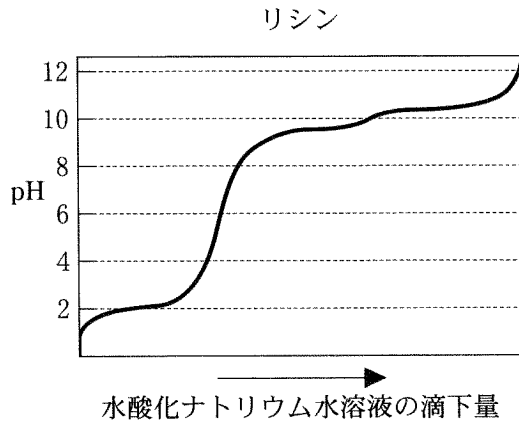
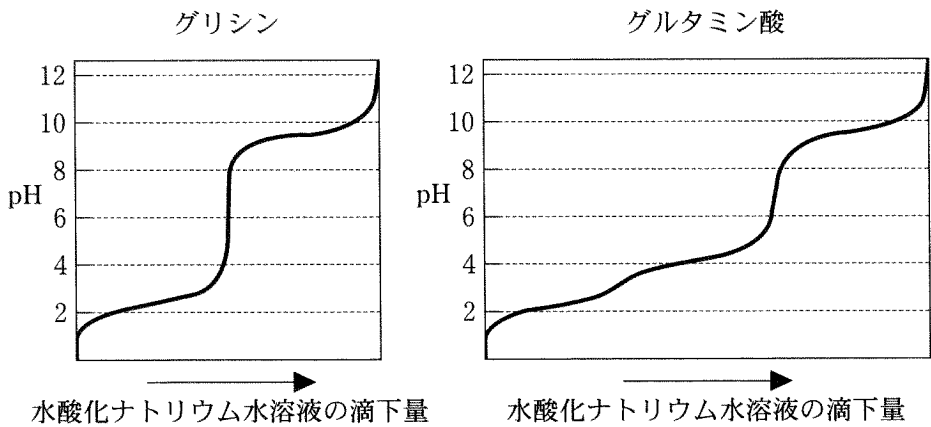
問 3. 下線部(a)および(b)の原料となるモノマーの構造式をそれぞれ記せ。

問 4. 下線部(c)の正しい構造式を次ページの図中の(A)～(E)から一つ選び、記号で答えよ。



〔7 B〕 タンパク質とアミノ酸に関する問1～問3に答えよ。

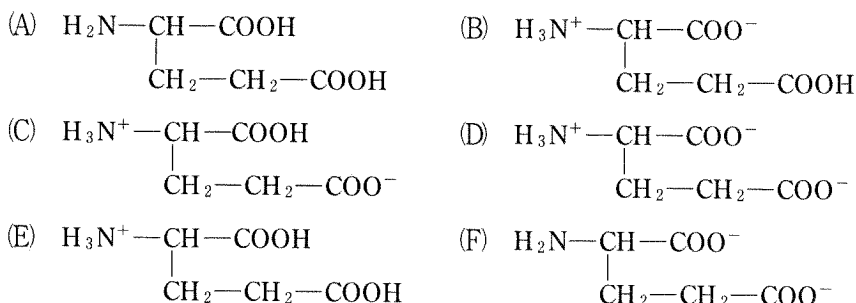
問 1. 下図は、塩酸で pH を 1 に合わせたグリシン，グルタミン酸およびリシンの水溶液それぞれに，水酸化ナトリウム水溶液を滴下したときの pH の変化を示す曲線(滴定曲線)である。これらの滴定曲線をもとに，(1)から(3)に答えよ。



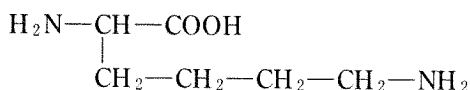
(1) 次の文中の(ア)~(ウ)に最も適切な語句を記せ。

アミノ酸は分子内にアミノ基とカルボキシル基を含み、水溶液中では〔(ア)〕イオン、陰イオン、陽イオンが平衡状態にあり、pHによってそれらの存在比が変化する。また、水溶液中でアミノ酸分子の正電荷と負電荷がつり合って、分子全体として電荷がゼロになるpHを〔(イ)〕という。グリシンの〔(イ)〕は約6.0であるので、pH = 12のグリシン水溶液に正負の電極を入れて直流電流を流すと、グリシンは〔(ウ)〕極側に移動する。

(2) pH = 7 および pH = 12 のそれぞれにおいて最も存在比の多いグルタミン酸の構造を次の(A)~(F)の中から選び、記号で答えよ。



(3) pH = 1 において最も存在比の多いリシンの構造を(2)の(A)~(F)の表記にならって示せ。ただし、イオン化していないリシンの構造は下記の通りである。



問 2. 多数のグリシンが重合したポリグリシンの水溶液の反応として、正しいものを下記からすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) 濃硝酸を加えて加熱すると黄色を呈する。
- (イ) 水酸化ナトリウム水溶液でアルカリ性にし、少量の硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加えると赤紫色を呈する。
- (ウ) 水酸化ナトリウムの固体を加えて加熱後、酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると黒色沈殿を生じる。
- (エ) 濃塩酸で加水分解後、ニンヒドリン溶液を加えて加熱すると赤紫色を呈する。

問 3. 重合度 100 のポリグリシンの分子量を計算し、整数値で答えよ。ただし、いかなる塩も形成していないこととする。