

第1問 次の問い（問1～5）にもっとも適する答えを、それぞれの問いの下にあるもののなかから選び、ア、イ、ウ、・・・の記号で答えよ。

問1 次の記述のうち、正しいのはどれか。

- ア 水酸化銅(II)の沈殿を含む水溶液に過剰のアンモニア水を加えると、正四面体構造の錯イオンができて溶ける。
- イ 硫化水素は水溶液中で2段階に電離する強酸である。
- ウ フッ化水素は電離度が小さく弱酸であるが、酸化力が強いのでガラスを腐食する。
- エ アンモニア水と塩化アンモニウム水溶液から調製した緩衝液のpHは、少量の酸や塩基を加えてもあまり変化しないが、純水で100倍に希釈すると大きく変化する。
- オ 水の電離は吸熱反応なので、純水の温度を高くすると純水中の水素イオン濃度は増加する。
- カ 1×10^{-4} mol/Lの塩酸を純水で 10^4 倍に希釈すると、水溶液のpHの値は25℃で7より大きくなる。

問2 次の(1)～(6)の化合物の水溶液がある。これらの化合物についての反応で、当てはまらない反応はどれか。

- | | | |
|------------|-------------|-----------|
| (1)炭酸ナトリウム | (2)硝酸銀 | (3)塩化バリウム |
| (4)硫酸銅(II) | (5)塩化アルミニウム | (6)水酸化亜鉛 |

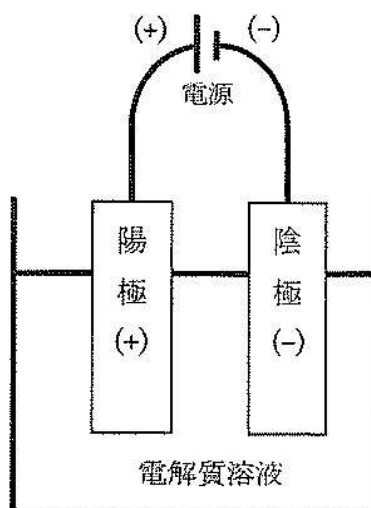
- ア アンモニア水を加えると、白色沈殿が生じる。この沈殿は水酸化ナトリウム水溶液を加えると溶ける。
- イ 黄緑色の炎色反応を示す。この水溶液に硫酸ナトリウム水溶液を加えると、白色沈殿が生じる。
- ウ 少量のアンモニア水を加えると青白色の沈殿が生じる。この沈殿はアンモニア水を多量に加えると溶けて、深青色の透明な溶液となる。
- エ 塩酸を加えて酸性とし、発生する気体を水酸化バリウム水溶液中に導くと白濁する。
- オ 塩化ナトリウム水溶液を加えると、白色沈殿が生じる。この沈殿はアンモニア水を加えると溶ける。
- カ 塩酸を加えると、白色の沈殿が生じる。この沈殿は熱水を注ぐと溶解、その水溶液にクロム酸カリウム水溶液を加えると黄色の沈殿が生じる。

問3 下図のような装置を用いて電気分解を行った。陽極、陰極および電解質溶液の組み合わせで、正しいのはどれか。

- A 陽極から気体の発生がみられないのは (I) と (II) である。
 B 陰極から水素の発生がみられるのは (III) と (IV) である。
 C 陽極から酸素の発生がみられるのは (III) と (IV) である。
 D 通電中に電解質溶液の中の Cu^{2+} イオンの濃度が変わらないのは (I) と (II) である。

- ア AとB イ AとC ウ AとD エ BとC オ BとD
 カ CとD キ Aのみ ク Bのみ ケ Cのみ コ Dのみ

組み合わせ	陽極	電解質溶液	陰極
(I)	C	CuCl_2	Cu
(II)	Cu	CuSO_4	Pt
(III)	Cu	H_2SO_4	Pt
(IV)	Pt	NaOH	Pt



問4 PCl_5 は次式に示すように解離して平衡に達する。



ある温度、ある体積の平衡混合物中で、 PCl_5 の 50% が解離していた。同じ温度で体積を 4 倍にすると、解離度はいくらかになるか。ただし、 $\sqrt{3} = 1.73$ とする。

- ア 0.33 イ 0.43 ウ 0.53 エ 0.63 オ 0.73 カ 0.83

問5 ある温度で分子量 1.8×10^5 の物質を分散させたコロイド溶液がある。その濃度 2.0 g/L の浸透圧を測定したところ 30 Pa であった。同じ温度で分子量 0.9×10^5 、濃度 1.0 g/L の分散質のコロイド溶液の浸透圧 $[\text{Pa}]$ はいくらか。

- ア 5 イ 10 ウ 15 エ 30 オ 40 カ 45

第2問 次の文章を読み、以下の問い（問1～4）に答えよ。

水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムが混ざった水溶液がある。この水溶液を v [mL] とり、 c [mol/L] 塩酸で滴定していくと、2つの中和点をもつ滴定曲線が得られた。このとき、(a) 滴定開始から最初にあられる中和点（第1中和点）までに要した塩酸は m [mL] で、(b) 第1中和点から次にあられる中和点（第2中和点）までに要した塩酸は n [mL] であった。

問1 下線 (a) でおこる変化を化学反応式で書け。

問2 下線 (b) でおこる変化を化学反応式で書け。

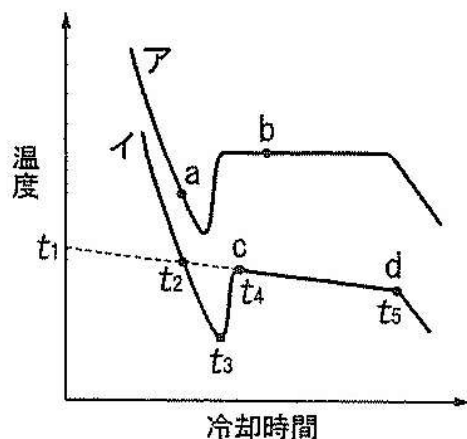
問3 第1中和点と第2中和点を知るのにもっとも適した酸塩基指示薬を、それぞれ下の表のア～オのなかから選べ。

記号	酸塩基指示薬	変色域 (pH)
ア	クレゾールレッド (酸性側)	0.2～1.8
イ	チモールブルー (酸性側)	1.2～2.8
ウ	メチルオレンジ	3.1～4.4
エ	フェノールフタレイン	8.0～9.8
オ	インジゴカルミン	11.6～14.0

問4 もとの水溶液に含まれる水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムのモル濃度 [mol/L] を、それぞれ v 、 c 、 m 、 n を用いた数式で答えよ。

第3問 次の文章を読み、以下の問い（問1～4）に答えよ。

純水を冷却していくと、下図の冷却曲線アが得られた。次に、 XY_2 （X、Y は元素記号ではない）の形で表される式量 M の塩 v [g] を純水 w [g] に溶解した溶液を冷却していくと、下図の冷却曲線イが得られた。なお、この塩は結晶水を含まず、水溶液中では X^{2+} と Y^- に完全に電離するものとする。また、この塩溶液は凝固点に関して希薄溶液としてふるまうものとする。図中の $t_1 \sim t_5$ は温度を示す。



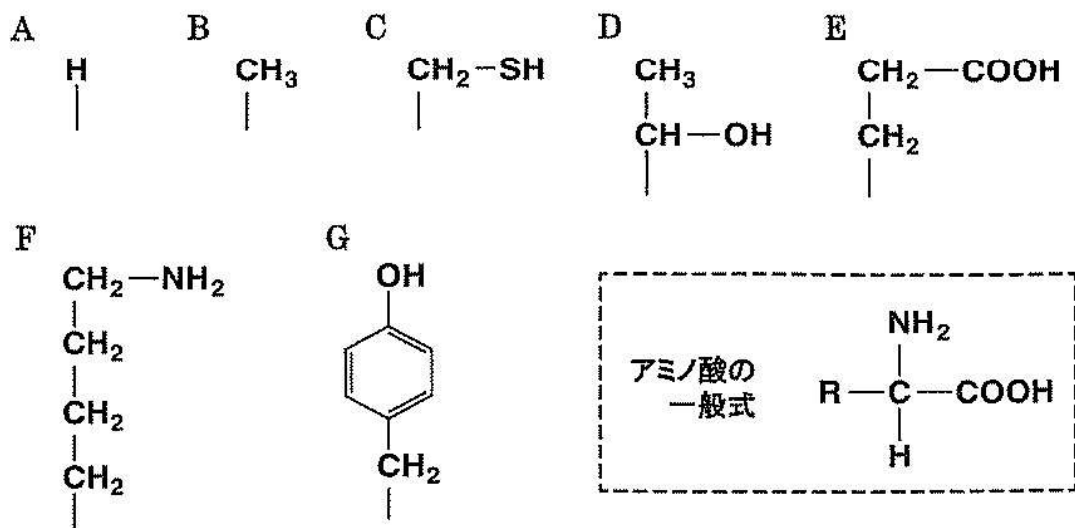
問1 図中の a と b における水の状態をそれぞれ答えよ。

問2 図中の $t_1 \sim t_5$ で、塩溶液の凝固点を示すのはどれか。

問3 塩溶液では、c から d にかけて温度が徐々に下がっていく理由を、「水」、「溶液」、「凝固点」の3つの語句を用いて40字以内で答えよ。

問4 水のモル凝固点降下を K_f [$K \cdot kg/mol$] とすると、塩溶液の凝固点は純水の凝固点より何 $^{\circ}C$ 低くなるかを K_f 、 M 、 v 、 w を用いた数式で答えよ。

第4問 7種類のアミノ酸 A～G の側鎖 (R) の構造およびアミノ酸の一般式を下図に示す。以下の問い (問1～8) に答えよ。ただし、問1～3については、もっとも適するアミノ酸を A～G の記号で答えよ。A～G は記号でありアミノ酸の1文字表記ではない。



問1 酸性がもっとも強いものはどれか。

問2 立体異性体が4種類存在するものはどれか。

問3 アルカリ性水溶液中で空気によって容易に酸化され、2個のアミノ基を含むアミノ酸を与えるものはどれか。

問4 アミノ酸 A と B の組み合わせからなる鎖状トリペプチドは何種類あるか。ただし、立体異性体を区別する必要はない。

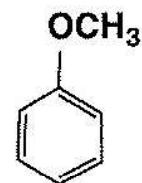
問5 アミノ酸 A と B の組み合わせからなる鎖状トリペプチドで鏡像異性体となる組み合わせは何組あるか。

問6 アミノ酸 A の塩基性水溶液中におけるイオン式を書け。

問7 アミノ酸 A~G のなかから、ある 1 つのアミノ酸を選んでつくられた鎖状のペプチドがある。このペプチドの水溶液を用いた呈色反応で次の結果が得られた。1) 濃硝酸を加えて加熱すると黄色となった。2) 水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にした後、薄い硫酸銅(II)水溶液を加えたが変化はみられなかった。このペプチドの構造式を書け。

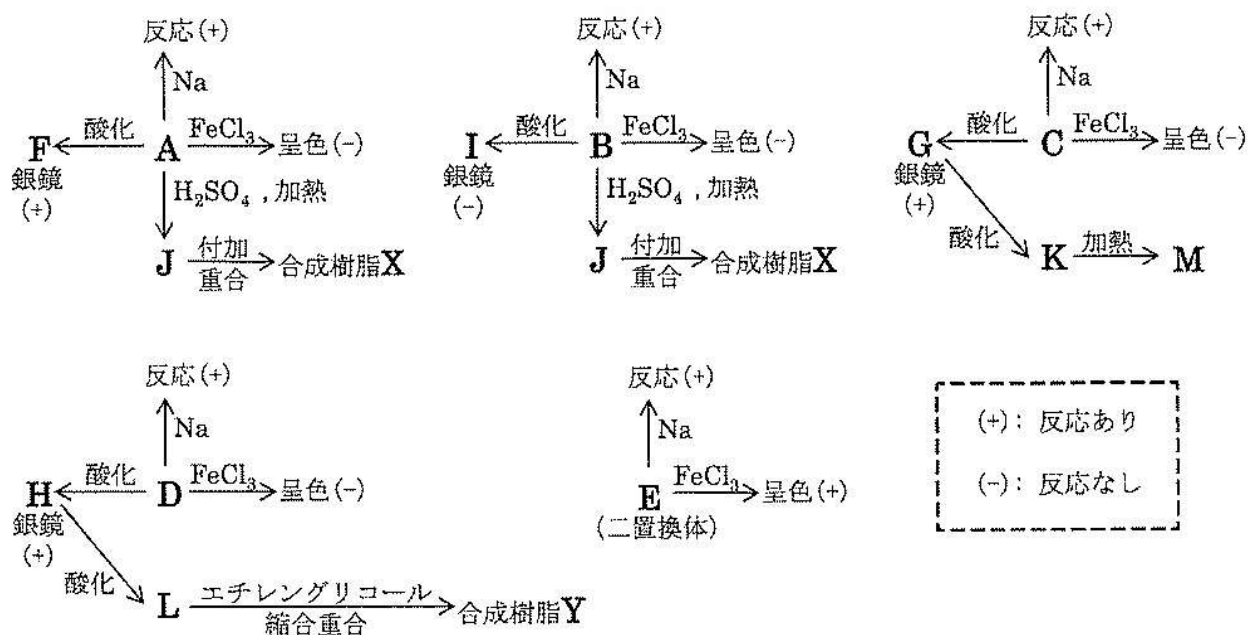
問8 同じ分子数のアミノ酸 A とアミノ酸 F からできた鎖状のペプチドがある。このペプチド 0.01 mol 中の窒素原子の量は 4.2 g であった。このペプチドは何個のアミノ酸からできているか。ただし、窒素の原子量を 14.0 とする。

第5問 次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えよ。構造式は例にならって書け。



構造式の例

分子式 $C_8H_{10}O$ で表される芳香族化合物 **A**、**B**、**C**、**D** および **E** がある。化合物 **A**、**B**、**C**、**D** および **E** に金属ナトリウムを作用させると、いずれも反応した。化合物 **A**、**B**、**C**、**D** および **E** の薄い水溶液に塩化鉄(III)水溶液を加えると、化合物 **E** は呈色反応を示したが、化合物 **A**、**B**、**C** および **D** は呈色反応を示さなかった。化合物 **A**、**B**、**C** および **D** をおだやかに酸化すると、化合物 **A**、**C** および **D** からそれぞれ銀鏡反応を示す化合物 **F**、**G** および **H** が得られたが、化合物 **B** からは銀鏡反応を示さない化合物 **I** が得られた。化合物 **A** と **B** を濃硫酸で加熱すると、いずれから化合物 **J** が得られた。この化合物 **J** を付加重合させると、合成樹脂 **X** ができた。化合物 **G** と **H** を触媒存在下で十分に酸化をすると、化合物 **G** からは化合物 **K** が得られ、化合物 **H** からは化合物 **L** が得られた。化合物 **K** を加熱すると、分子内で水分子がとれた化合物 **M** が得られた。化合物 **L** をエチレングリコールと縮合重合させると、合成樹脂 **Y** ができた。また、化合物 **E** は二置換体で、そのベンゼン環に結合する水素原子 1 個をニトロ基と置換した化合物には、2 つの異性体が存在した。上記をまとめると、これらの化合物の変化は下図のようになる。



問1 化合物 **A**、**B**、**C**、**D** および **E** の構造式を書け。

問2 化合物 **A**～**M** のうち、ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、黄色結晶を生成する化合物はどれか。その化合物を記号で示せ。

問3 合成樹脂 **X** と **Y** の共通の性質を 10 字以内で書け。

問4 化合物 **M** は、化合物 **K** を加熱する以外に、2 つの化合物をそれぞれ触媒存在下で酸化しても作られる。その 2 つの化合物の名称を書け。