

〔1〕 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。(20点)

4種類の水溶液A, B, CおよびDがある。それぞれの水溶液には1種類の異なる金属イオンが溶けているが、溶けている金属イオンの種類がわからなくなってしまった。また、溶けている金属イオンはカリウム、マグネシウム、バリウム、亜鉛、鉄、銅、銀の7種類のイオンのいずれかであり、金属イオンの濃度はいずれも0.20 mol/lであることはわかっている。これらの水溶液について、以下の実験1～実験4の結果を得た。

実験1：溶液A～溶液Dに少量の希塩酸を加えたところ、溶液Aだけが白色の沈殿を生じ、この沈殿はアンモニア水を加えると溶解した。

実験2：あらためて溶液Aの20 mlをとり、これに6.0 mol/lの水酸化ナトリウム水溶液を1.0 ml加え、生じた暗褐色の沈殿をろ過して水洗後、乾燥した。この沈殿を水素気流中で加熱したところ、金属aを得た。

実験3：有色の溶液Bと無色の溶液Cにそれぞれ水酸化ナトリウム水溶液を加えた。すると溶液Bは赤褐色の沈殿を生じた。一方、溶液Cは白色の沈殿を生じたが、この沈殿にさらに多量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると沈殿は再び溶解した。

実験4：溶液Dに少量の希硫酸を加えたところ、白色の沈殿を生じた。この沈殿は、希塩酸を加えてもほとんど溶けなかった。

問 1. 溶液 A～溶液 D に含まれている金属イオンの化学式を例にならって示せ。

(例；Na⁺)

問 2. 実験 2 の操作中，誤って沈殿をこぼしてしまった。残った沈殿から金属 a を回収したところ，その重量は 0.31 g であった。今回の実験操作における金属 a の回収率は何 % か。有効数字 2 桁で答えよ。ただし，回収率とは，こぼさなかった場合に得られる金属 a の重量に対する実際に得られた金属 a の重量の割合をいう。

問 3. 実験 3 において，下線部の反応式を示せ。

- [2] 0.1 mol/l の水酸化ナトリウム水溶液による 0.1 mol/l の塩酸および 0.1 mol/l の酢酸水溶液の中和滴定について以下の問に答えよ。ただし、水溶液中における塩化水素の電離度を 1、酢酸の電離度を 0.01 と仮定する。(20 点)

中和滴定における中和点は、あらかじめ加えてある pH 指示薬の色の変化により検出する。指示薬は〔ア〕が中和点に一致するように選択しなければならない。pH 指示薬として一般に用いられるフェノールフタレインの色は酸性では〔イ〕で、中和点付近では〔ウ〕となる。フェノールフタレインもまた弱酸であり、以下のように電離する。



ここで HA は電離していないフェノールフタレインを示す。中和点における〔ウ〕は〔エ〕の色であり、中和点において〔エ〕が増加することで色の変化が生じる。

問 1. 文中の〔ア〕～〔エ〕に適切な語句または記号を入れよ。

問 2. 滴定前の塩酸と酢酸水溶液の pH を求めよ。

問 3. 中和点において水溶液中に存在するイオンの濃度(モル濃度)について、以下の記述の中から正しいものをすべて選び、a～j の記号で答えよ。

- a. 塩酸の滴定では水素イオンの濃度は水酸化物イオンの濃度より小さい。
- b. 塩酸の滴定では水素イオンの濃度は水酸化物イオンの濃度より大きい。
- c. 塩酸の滴定では水素イオンと水酸化物イオンの濃度は等しい。
- d. 酢酸水溶液の滴定では水素イオンの濃度は水酸化物イオンの濃度より小さい。
- e. 酢酸水溶液の滴定では水素イオンの濃度は水酸化物イオンの濃度より大きい。
- f. 酢酸水溶液の滴定では水素イオンと水酸化物イオンの濃度は等しい。
- g. 水素イオンの濃度は中和される酸の種類によらず一定である。
- h. 水素イオンも水酸化物イオンも存在しない。
- i. 塩酸の滴定では塩化物イオンとナトリウムイオンの濃度は等しい。
- j. 酢酸水溶液の滴定では酢酸イオンとナトリウムイオンの濃度は等しい。

問 4. フェノールフタレインの濃度を $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$ とし、その 40 % が電離したとき目視で溶液の色の変化がわかるものとする。このときの水素イオン濃度(mol/l)はいくらか。有効数字 2 桁で答えよ。ただし、フェノールフタレインの電離定数(K_a)は $3.0 \times 10^{-9} \text{ mol/l}$ とする。

- [3] 次の文章を読み、問 1～問 5 に有効数字 2 桁で答えよ。ただし、気体は理想気体とする。(21 点)

温度が自由に変えられる容器 A と容器 B がコックでつながれている。体積 5.0 l の容器 B の中には空気(窒素 80 %，酸素 20 % の混合気体とする)が入っている。コックを開くことにより容器 A と容器 B の間で気体は自由に移動できるものとする。

ただし、エタノールの蒸気圧の温度変化は下の表のとおりである。必要に応じて使用せよ。

温度(°C)	0	10	20	30	40	50	60	70	78.3
蒸気圧(mmHg)	11.9	23.6	44.1	78.5	134	221	351	542	760

- 問 1. コックの閉まった真空状態の容器 A の中に 1.0 g のエタノールを入れたとき、30 °C で圧力が 70 mmHg となった。容器 A の体積(l)を求めよ。
- 問 2. さらに 3.0 g のエタノールを同じ温度で容器 A に追加したときの容器 A の圧力(atm)はいくらか。
- 問 3. この後で、二つの容器の温度を 50 °C にしてコックを開いた瞬間、容器 A と容器 B の圧力は共に変わらなかった。容器 B に入っている空気のモル数はいくらか。
- 問 4. 温度をそのままにして、時間が十分に経過した後の容器の圧力(atm)はいくらか。また、そのときの窒素の分圧(atm)を求めよ。
- 問 5. 次に、二つの容器の温度を 10 °C の温度幅で下げたとき、液体状態のエタノールが現れる温度はいくらか。

〔4〕 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。(20点)

〔イ〕は、炭素を陽極、鉄を陰極とし、その間に隔膜として陽イオン交換膜を置き、両極の液が混合しないような装置で塩化ナトリウムの水溶液を電解してつくる。陽極では反応Aによって〔ロ〕が〔ハ〕を失って〔ニ〕を発生する。

また、陰極では反応Bによって水から生じる〔ホ〕のほうが〔ヘ〕よりも還元されやすいので、〔ホ〕は反応Cにより還元されて〔ト〕が発生する。

〔ヘ〕は陽イオン交換膜を透過するので、陰極の付近には〔ヘ〕と〔チ〕が残ることになる。この液を濃縮して〔イ〕を得る。これがイオン交換膜法とよばれる〔イ〕の工業的製造法である。

問 1. 文中の〔イ〕～〔チ〕に適切な語句または化学式を入れよ。

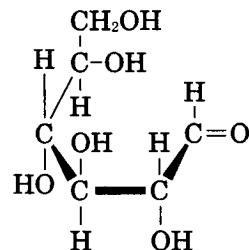
問 2. 反応 A, B, C に相当する反応式を示せ。

問 3. 上の装置に 0.50 アンペアの電流を 30 分間通じた。以下の問に有効数字 2 桁で答えよ。

- (1) このとき陽極で発生する気体は理想気体とした場合、 27°C 、 1.0 atm で何 l となるか。
- (2) 陰極付近に生成する〔イ〕は何 g となるか。

[5] 次の問 1～問 3 に答えよ。(19 点)

問 1. 右の図はグルコースの構造の一例を示したものである。図の構造から生成する可能性がある 5 員環および 6 員環の環状構造の構造式をすべて記せ。



問 2. デンプンとセルロースは、どちらも 6 員環構造を有するグルコースが脱水縮合によりつながった多糖類であるが、化学的安定性などの性質は異なっている。この性質の違いの原因となるそれぞれの構造式を記せ。

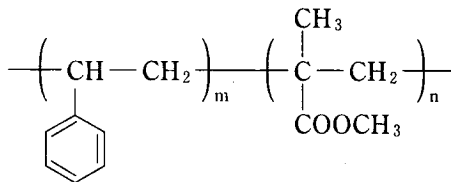
問 3. 合成高分子に関する以下の問いに答えよ。

(1) 次の高分子の中から熱硬化性樹脂をすべて選び、a～f の記号で答えよ。

- | | |
|--------------|--------------|
| a. ポリプロピレン樹脂 | b. ポリ塩化ビニル樹脂 |
| c. フェノール樹脂 | d. ナイロン樹脂 |
| e. 尿素樹脂 | f. メタクリル樹脂 |

(2) 高分子 a～f を燃焼して生成したガスを硝酸銀水溶液に通じたとき、白濁するものはどれか。該当するものをすべて選び、a～f の記号で答えよ。

(3) 下の図は、ある高分子の構造を示す。この高分子の原料となる単量体の構造を記せ。ただし、図中の m, n は、それぞれ()内の部分が任意の数(m 個と n 個)含まれるということを表している。



(4) アラニンに無水酢酸を作用させ、化合物Fを合成した。A～Fについて、アラニンが下線部(ア)の状態になる pH で電気泳動の実験をした。このとき、化合物Fにもっとも近い位置に移動する α -アミノ酸をA～Eの中から選び記号で答えよ。

問 2. アラニン 2 分子から 1 分子の水がとれ縮合したペプチドGを合成した。このペプチドGのある量はかりとり、濃硫酸と加熱して完全に分解した。これをアルカリ性にして生成したアンモニアを 10.0 ml の 0.050 mol/l 硫酸水溶液に捕集した。この溶液を 0.10 mol/l の水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定したところ、4.0 ml の水酸化ナトリウム水溶液が必要であった。最初にはかりとったペプチドGの量(mg)を有効数字 2 桁で答えよ。

問 3. 化合物FとペプチドGのほか、グリシン 1 分子とチロシン 1 分子から 1 分子の水がとれ縮合したペプチドH、アラニン 3 分子から 2 分子の水がとれ縮合したペプチドIを合成した。

F～Iの中から、以下の(1)～(4)のそれぞれの反応を示す化合物をすべて選び、F～Iの記号で答えよ。あてはまるものがない場合は、「なし」と記入せよ。

- (1) ニンヒドリン水溶液を加えて加熱すると赤紫～青紫に呈色する。
- (2) 濃硝酸を加えて加熱し、冷やしてからアンモニア水を加えてアルカリ性にすると橙色に呈色する。
- (3) 固体の水酸化ナトリウムを加えて加熱し、酢酸鉛(II)水溶液を加えると黒色沈殿が生成する。
- (4) 水酸化ナトリウム水溶液でアルカリ性にして、硫酸銅(II)水溶液を加えると赤紫～青紫に呈色する。