

1

二酸化炭素に関する問1と問2に答えよ。

問1 次の問いにそれぞれ30字程度で答えよ。

- (1) CO₂の固体(ドライアイス)を空気に置くと白煙が生じた。この現象を説明せよ。
- (2) 空の耐圧容器に、CO₂の気体を供給しながら加圧すると液化した。CO₂の液体が存在するかぎり、いくらCO₂を取り出しても容器内の圧力はほとんど変化しなかった。その理由を述べよ。ただし、容器は常に室温に保たれているものとする。

問2 CO₂は水に分子状態で溶解するほか、微量は水分子と反応し以下に示す化学平衡が水溶液中で成立する。この反応の平衡定数を K_1 とする。



生成した H₂CO₃ は水溶液中で次の電離平衡の状態となる。



この時の電離平衡定数を K_{2a} とし、これら二つ以外の平衡は無視できるものとする。

- (1) 電離平衡における H₂CO₃ の電離度 α を、モル濃度 [H₂CO₃] と K_{2a} を用いて表せ。式を導く過程も示せ。ただし、 α は 1 に比べてきわめて小さいとする。
- (2) 水溶液中の水素イオン濃度 [H⁺] を、分子状態で溶解している CO₂ のモル濃度 [CO₂] を含む関係式で表せ。式を導く過程も示せ。

2

次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

I 図1は塩化ナトリウム水溶液の電気分解(電解)の反応槽を模式的に示したものである。陽極と陰極は陽イオン交換膜で仕切られており、陽極で生成したアと陰極で生成したイおよびウと、互いに混ざり合うことはない。また、エのみが選択的に陽イオン交換膜を通り抜けるため、電気分解により陰極側の室ではウとエの濃度が高くなる。この電気分解法の特徴は、隔膜法と比べ純度の高いオの水溶液が得られる点にある。

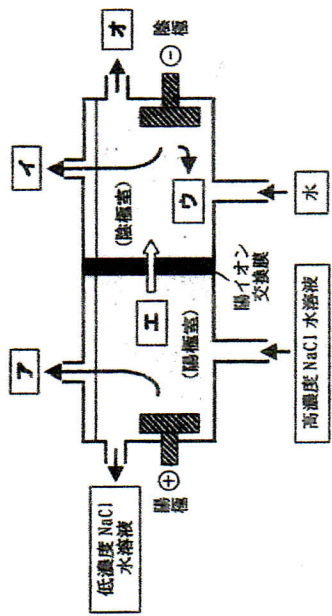


図1 陽イオン交換膜を用いた塩化ナトリウム水溶液の電気分解

問1 ア～オに当てはまる物質名を記せ。

問2 図1の陰極室へ毎分10.0kgずつ水を供給して、質量モル濃度5.00mol/kgのオの水溶液を連続的に得るためには、何kAの電流で電気分解を行えばよいか。計算過程を解答欄に示し、有効数字3桁で答えよ。ただし、 $1F=9.65 \times 10^4 \text{C/mol}$ とし、反応は電流に対して100%進行するものとする。

II 陽イオン交換膜中の酸性基(例えば $-\text{SO}_3\text{H}$)も、通常の酸と同じように水の中で電離する。そのため、図2のように、水や気体を容易に通ずることができる多孔質の電極を陽イオン交換膜の両側に密着して取り付けると、電気分解の際、純水を供給するだけで陽極からは酸素が、陰極からは水素が発生する。また、この逆反応を利用したものが、図3に示す水素-酸素燃料電池である。

問3 図2の陽極および陰極での反応を化学反応式で示せ。

問4 図3のカとキに供給する気体の物質名を記せ。
問5 図3において、水が生成するのはどちらの室か。

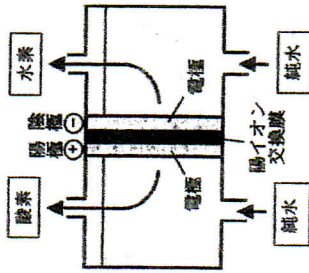


図2 陽イオン交換膜を電解質として利用した純水の電気分解

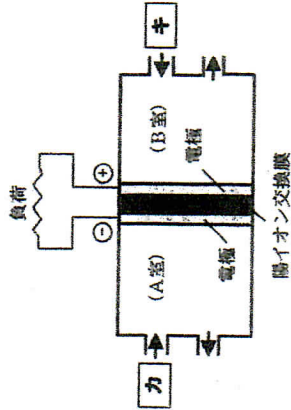


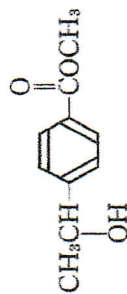
図3 陽イオン交換膜を電解質として利用した水素-酸素燃料電池

3

次の(1)~(4)の文を読み、化合物A、B、C、D、Eの構造を推定し、その構造式を例にならって書け。ただし、Bは不斉炭素原子を有する化合物であり、二つの光学異性体の一方である。また、必要があれば次の原子量を用いよ。

H=1.0, C=12.0, O=16.0, Na=23.0

[例]



- (1) AとBの混合物を加熱すると、分子式 $\text{C}_8\text{H}_{14}\text{O}_4$ で表されるCが得られた。また、Cの分子量は、AとBの分子量の和に等しいことがわかった。
- (2) Cを硫酸水溶液中で加熱すると、加水分解によりBとDが生成し、Aを同様に処理するとEが得られた。
- (3) BとCを少量の濃硫酸とともに加熱すると、脱水縮合して分子式 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_4$ で表されるEが得られた。
- (4) 0.59 gのDを10 mlの水に溶かし、これを濃度1.0 mol/lの水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、図1に示す曲線が得られた。また、Dの全ての炭素原子は直鎖状につながっていることがわかった。

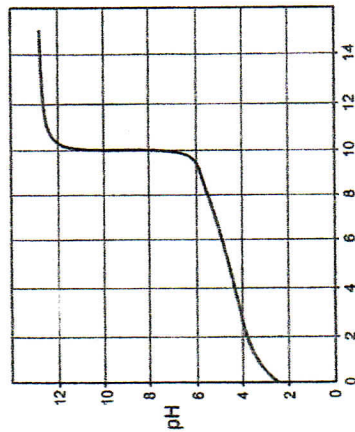


図1 1.0 mol/l 水酸化ナトリウム水溶液の体積 (ml)

図1 滴定曲線

4

高分子化合物に関する次の文章を読み、問1~問3に答えよ。

高分子化合物は接着剤としても利用されている。一般に、接着剤は流動性をもっており、接着しようとする物質の表面に存在する小さな凹凸に浸透し、固化することにより接着力を示す。デンブンのりは、デンブンを熱湯によりコロイド溶液にしたもので、紙の接着に適している。また、メタクリル酸エステル類のメチル基をシアノ基に置き換えた構造のシアノアクリル酸エステル類は、きわめて反応性に富み、空気中の水分を開始剤として重合するため、瞬間接着剤として利用されている。

問1 濃度の薄いデンブンのりがコロイド溶液であることを確認するには、どのような方法があるか。例を一つ挙げて説明せよ。

問2 デンブンの成分の一つであるアミロースは、グルコースが結合した天然の高分子である。しかし、アミロースをグルコースの脱水縮合によって、人工的にしかも副生成物を含まないように合成するのは困難である。その主な理由を二つ書け。

問3 シアノアクリル酸エチル ($\text{CH}_2=\text{C}(\text{CN})\text{COOCH}_2\text{CH}_3$) が接着剤として働くには、重合開始剤として適度な水分を必要とする。しかし、過剰な水分があると十分な接着力を示さない。その主な原因として考えられることを書け。