

化 学 (全 2 の 1)

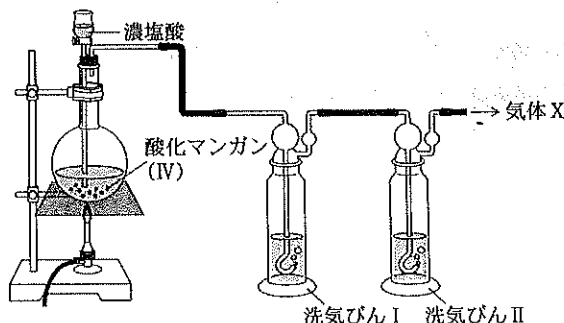
全問をとおして、必要があれば次の原子量および定数を用いよ。

H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Cl = 35.5, アボガドロ定数 = $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$, ファラデー定数 = $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

1 以下の問いに答えよ。

- (1) 原子番号 1 番から 36 番までの元素の中で、金属元素の数と、常温・常圧における単体の状態が気体である元素の数とを合計するといくつになるか。
- (2) 標準状態で 4.5 L のアンモニアの分子数は何個か。有効数字 2 桁で答えること。
- (3) 水を電気分解したところ、合計で 1.50 mol の気体が生じた。この時、電気分解に使用された電気量は何 C か。有効数字 3 桁で答えよ。
- (4) 水素と酸素から水蒸気を生じるとき、同温・同圧のもとで、それらの体積比は、水素：酸素：水蒸気 = 2 : 1 : 2 となる。このような事実に基づいて提唱された化学の基礎法則を何というか。
- (5) ろ紙やシリカゲルに対する物質の吸着力の違いを利用した物質の分離法を何というか。

2 気体 X を捕集するため、下図のような装置を組み、酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱した。発生した気体を液体 A の入った洗気びん I に通し、さらに液体 B の入った洗気びん II に通した後、気体 X を捕集した。以下の問いに答えよ。



- (1) 下線部の化学反応式を記せ。
- (2) この反応における酸化マンガン(IV)の役割を書け。
- (3) 図中の洗気びん I と II に入った液体 A と B の名称を書き、それぞれの液体の役割を述べよ。
- (4) 洗気びん I と II を逆につなぐとどうなるか、簡潔に説明せよ。
- (5) 気体 X と同じ方法で捕集すべき気体はどれか。次の(a)~(e)の中から 1 つ選び、記号で答えよ。
 (a) H_2 (b) CO (c) NH_3 (d) NO (e) NO_2
- (6) 気体 X は少し水に溶け、その一部が水と反応し、強い酸化作用や漂白・殺菌作用をもつオキソ酸を生じる。このオキソ酸の名称を答えよ。
- (7) エチレンに触媒存在下で気体 X を反応させた後、高温で熱分解を行うと、合成樹脂の原料となる化合物 Y が合成される。この化合物 Y の名称を答えよ。
- (8) 気体 X は工業的には、陽極に炭素、陰極に鉄を用いて塩化ナトリウム水溶液を電気分解して製造される。この時、陰極で起こる反応を電子 e^- を含むイオン反応式で示せ。
- (9) (8)の電気分解では、両極間を陽イオン交換膜で仕切るイオン交換膜法が用いられる。この隔膜がなければ、ある反応が生じて製造が非効率になる。この反応の化学反応式を示せ。

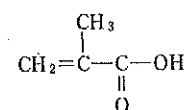
化 学 (全2の2)

- 3 金属結晶はおもに体心立方格子、面心立方格子、六方最密構造のいずれかの結晶構造をとる。以下の問いに答えよ。ただし、結晶内で最近接の原子は互いに接触しているものとする。また、必要であれば、 $\sqrt{2} = 1.4$, $\sqrt{3} = 1.7$, $\sqrt{5} = 2.2$ を用いよ。

- (1) マグネシウムや亜鉛がとる結晶構造を答えよ。
- (2) 体心立方格子と面心立方格子の配位数をそれぞれ答えよ。
- (3) 体心立方格子と面心立方格子の単位格子内に含まれる原子の数をそれぞれ答えよ。
- (4) 結晶中の金属原子の半径を r 、単位格子の一辺の長さを a とする。この時、体心立方格子と面心立方格子の r を a の式で表せ。
- (5) ある金属は面心立方格子の結晶構造をとっている。この金属の原子半径は 1.4×10^{-8} cm、結晶密度は 20 g/cm^3 である。この時、結晶の一辺の長さ a はいくらか。有効数字2桁で答えよ。また金属の原子量 M を整数で答えよ。
- (6) 同じ金属が体心立方格子と面心立方格子の両方の結晶構造をとったとする。この時、面心立方格子の単位格子の体積は、体心立方格子の単位格子の体積の何倍となるか。有効数字2桁で答えよ。
- (7) 仮に同じ金属が体心立方格子と面心立方格子の両方の結晶構造をとったとする。この時、体心立方格子と面心立方格子のどちらの結晶構造の密度が大きい。理由とともに答えよ。

- 4 分子式 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ で示されるエステル A を加水分解して得られるカルボン酸 B は、銀鏡反応を示す。また、A の加水分解で得られるアルコール C を酸化するとケトン D を生じる。アルコール C やケトン D は塩基性水溶液中でヨウ素と反応し、特異臭をもつ黄色沈殿を生じる。また、アルコール C の構造異性体には、他に3種類のアルコール E、F、G と数種類のエーテルがある。アルコール E は枝分かれがなく、穏やかに酸化するとアルデヒドを生じる。アルコール F は第三級アルコールであり酸化されにくい。アルコール G にナトリウムを加えると気体 H が発生する。以下の問いに答えよ。ただし、構造式は例にならって記すこと。立体異性体の区別はしなくてよい。

構造式の例



- (1) カルボン酸 B の名称を答えよ。
- (2) ケトン D を元素分析したときの酸素の質量百分率(%)を有効数字2桁で答えよ。
- (3) 下線部(a)の反応の名称を答えよ。
- (4) アルコール C の構造異性体のうち、エーテルは何種類あるか答えよ。また、それらのうちで、1種類のアルコールのみから分子間脱水で生じる化合物の構造式を答えよ。
- (5) アルコール E と F の名称を答えよ。
- (6) 下線部(b)の反応について、化学反応式を答えよ。
- (7) アルコール C の分子内脱水では2種類の生成物が生じる。おもな生成物が生じる反応について、化学反応式を答えよ。