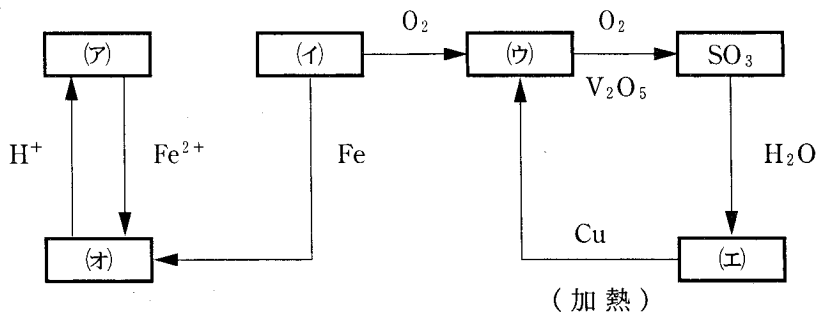


1 次のⅠ、Ⅱに答えよ。

Ⅰ 下の図は硫黄とその代表的な化合物の相互関係を示したものであり、図および文(1)~(4)中の ア ~ オ は硫黄とその化合物に対応している。次の問1~問6に答えよ。



- (1) ア は オ に希塩酸を加えると発生する有毒な気体である。
- (2) イ には結晶のものと非晶質のものがある。
- (3) ウ は イ を空气中で燃やすか、銅に エ を加えて熱すると発生する有毒な気体である。
- (4) エ は工業的には、乾燥した空気と ウ の混合気体を V_2O_5 の触媒層を通して SO_3 をつくり、これを水と反応させてつくられる。

- 問 1 ~ にあてはまる物質の元素記号または化学式を記せ。
- 問 2 は と反応して を生ずる。この時の反応式を記せ。
- 問 3 を Ba^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , Na^+ , Pb^{2+} , Zn^{2+} の 6 種類の金属イオンを含む酸性溶液に十分吹き込んだとき、沈殿してくる化合物をすべて化学式で記せ。
- 問 4 の溶液を、問 3 と同じ組成の 6 種類の金属イオンを含む溶液に十分量添加したとき、沈殿してくる化合物をすべて化学式で記せ。
- 問 5 銅に を加えて熱し を発生させるときの反応式を記せ。
- 問 6 の工業的な製法は何と呼ばれるか。

II 次の文章を読み、問 1 ~ 問 5 に答えよ。

陽極に炭素電極、陰極に鉄電極を用いて塩化ナトリウム水溶液を電気分解すると、両極から気体が発生する。また、陰極付近の溶液中に ⁽¹⁾ が生成するため、pH が大きくなる。この電気分解は と陽極から発生する の気体を製造するために工業的に用いられている。その際、 の水溶液と が反応しないように、陽極と陰極の間に隔膜が用いられる。 は水に少し溶け、溶けたものは一部水と反応し、 と を生じる。 には酸化力があるため、 の溶けた水は漂白剤や殺菌剤に用いられる。

また、塩化ナトリウムの飽和水溶液にアンモニアと の気体を通すと白色の沈殿が生じ、この沈殿を加熱すると が得られる。これらの反応はアンモニアソーダ法(またはソルバー法)と呼ばれ、工業的に用いられている。また、 の十水和物の結晶は 性を示すため、空气中に放置すると水和水を一部失って粉末となる。

問 1 ~ にあてはまる語句を答えよ。

問 2 下線部(1)の電気分解を 5.0 A の電流で 10 時間行ったとき、陰極から発生した気体の 0℃, 1 atm における体積は何 l か。有効数字 2 桁で答えよ。

問 3 下線部(2)と下線部(3)の反応式を記せ。

問 4 ハロゲンの単体および化合物に関する次の記述のうち、正しいものすべてを選び、記号で答えよ。正しいものがないと思う場合は「なし」と記せ。

- (a) 塩化水素、臭化水素およびヨウ化水素の水溶液は全て強酸性である。
- (b) フッ素、塩素、臭素、ヨウ素の単体のうち、室温で固体であるのはヨウ素のみで、他は気体である。
- (c) ハロゲンの単体はいずれも二原子分子で、毒性が強い。
- (d) 塩素の酸化作用はヨウ素よりも小さい。
- (e) Ag^+ イオンの溶けた水溶液に NaF, NaCl, NaBr の水溶液を加えると全て沈殿を生じる。
- (f) フッ化水素の水溶液は二酸化ケイ素やガラスと反応する。

問 5 の物質を水に溶かすとアルカリ性を示す。以下の塩のうち、その水溶液が同じようにアルカリ性を示すものをすべて記せ。

CH_3COONa , FeCl_3 , NH_4Cl , KHCO_3 , NaHSO_4 , KCl

2 次の I, II に答えよ。

I 次の文章を読み、問 1、問 2 に答えよ。

空気や土といった 2 種類以上の物質からなるものは (a) と呼ばれる。

(a) は種々の手段により分離することができ、分離によって得られた単一な物質を (b) という。例えば、水は (b) であるが、これを電気分解すれば水素と酸素が生じる。ここで生じた水素と酸素は、これ以上の成分に分けることはできない。このような 1 種類の成分だけからできている物質を (c) という。一方、水のように 2 種以上の成分が一定の割合で結びついてできる (b) を化合物という。化合物や (c) を構成する基本的な成分を元素といい、現在 100 種余りが知られている。同一の元素が、原子の配列または結合の仕方の異なる種々の (c) として存在する場合、これらの (c) を (d) と呼ぶ。この代表的な例は、ダイヤモンドと黒鉛であり、いずれも炭素からできている (d) である。

物質を細かく分けていくと基本的な粒子である原子にたどり着く。原子はそれぞれの元素の基本的な性質を有する単位であり、これが結びついて分子となる。原子は、中心にある原子核とそれを取り巻く電子から成り立っている。原子核はさらに正の電荷をもつ (e) と電荷をもたない (f) から構成されている。それぞれの元素の原子では核中の (e) の数が決まっており、その数を原子番号という。同じ原子番号の元素でも質量数の異なる原子が存在する。これを (g) という。(g) は質量数が異なるだけで化学的な性質にはほとんど差がない。原子では、含まれる電子数が (e) の数に等しい。原子における電子の配置には規則性があり、電子が収容される電子殻という軌道を原子核に近い側から許された数だけ埋めていく。この軌道のうち、最も外側の軌道を埋める電子は最外殻電子または (h) と呼ばれ、原子同士の結合に使われたりする。

問 1 文中の空欄(a)~(h)に適切な語句を入れよ。

問 2 ホウ素には質量数 10 と 11 の 2 種類の $\boxed{\text{(g)}}$ が存在する。その天然存在比は、それぞれ 19.6%、80.4% である。塩素には質量数 35、37 の 2 種類の $\boxed{\text{(g)}}$ が存在し、その天然存在比は、それぞれ 75.5%、24.5% である。

- (1) ホウ素について、それぞれの質量数の $\boxed{\text{(g)}}$ に対応した $\boxed{\text{(e)}}$ 数、 $\boxed{\text{(f)}}$ 数、電子数を示せ。
- (2) 原子の質量として各質量数をそのまま使い、天然に存在する三塩化ホウ素 BCl_3 という分子の平均の分子量を小数点以下 1 桁まで計算せよ。
- (3) 天然に存在する三塩化ホウ素 BCl_3 には何種類の質量のものが考えられるか。その数を答えよ。
- (4) 天然に存在する割合が最も多いと期待される三塩化ホウ素 BCl_3 分子の分子量を求めよ。ただし、原子の質量として各質量数をそのまま用いるものとする。

II 次の文章を読み、問 1 ~ 問 4 に答えよ。

A の蒸気には、分子 A と、A の二分子が結合した A_2 が共存し、次の式で表される平衡になっている。



127°C、0.030 atm では 0.010 mol の液体 A はすべて気化し、その体積は 8.2 l であった。A と A_2 の混合物は理想気体として取り扱えるとする。

問 1 0.010 mol の A が気化したことを考慮して、A の物質量 n_1 と A_2 の物質量 n_2 の関係式を記せ。

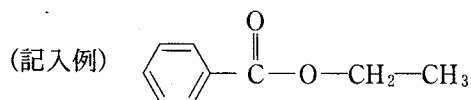
問 2 気体の占める体積を考慮して、 n_1 と n_2 のもう一つの関係式を記せ。

問 3 n_1 と n_2 の値および気体の中の A および A_2 のそれぞれの分圧を有効数字 2 桁で求めよ。

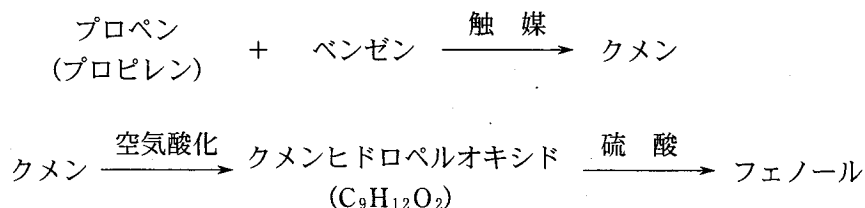
問 4 127°C での(1)式の平衡定数を単位をつけて有効数字 2 桁で求めよ。

3

次のⅠ、Ⅱに答えよ。なお、構造式は記入例にならって記せ。



Ⅰ 次の式は、クメン法と呼ばれるフェノールの工業的製造過程を示したものである。問1～問4に答えよ。



問1 プロペン(プロピレン)について正しい記述には○、そうでないものには×を付けよ。

- (ア) 縮合重合によりポリプロピレンを生成する。
- (イ) 炭素-炭素結合距離が2種類存在する。
- (ウ) すべての原子が同一平面上に存在する。
- (エ) 幾何異性体が存在する。
- (オ) 臭素水を脱色する。

問2 フェノールについて正しい記述には○、そうでないものには×を付けよ。

- (カ) 濃硝酸と濃硫酸の混合物(混酸)との反応でトリニトロトルエンを生成する。
- (キ) 亜硝酸ナトリウムとの反応でジアゾニウム塩を生成する。
- (ク) 水酸化ナトリウム水溶液との反応で塩を生成する。
- (ケ) 無水酢酸との反応でエステルを生成する。
- (コ) ホルマリンとの反応でメラミン樹脂を生成する。

問3 クメンヒドロペルオキシドと硫酸との反応では、フェノールと共に沸点56℃の無色液体が得られる。その化合物の名称を記せ。

問4 クメンの異性体である芳香族炭化水素のうち、ベンゼン環にメチル基が結合していない化合物の構造式を記せ。

II カルボキシル基を含む化合物についての次の文章を読み、以下の問1～問3に答えよ。

カルボン酸は、そのエステルに比べて、一般に沸点が (a) 。これは、分子間で強い (b) が働くためである。一方、 α -アミノ酸は一つの炭素原子に (c) 基とカルボキシル基が結合した化合物の総称であり、結晶中では (d) の状態で存在する。(c) 基とカルボキシル基の脱水縮合で多数の α -アミノ酸が重合することにより、タンパク質の主構成成分である (e) が生成する。多くのタンパク質は、分子鎖内で働く (b) によりヘリックス構造などの高次の立体構造を取るが、熱や金属イオンの作用により、その立体構造が不可逆的に変化する。この現象を (f) という。また、天然に存在する α -アミノ酸のうち、(g) を除くすべてのものは不斉炭素原子を有し、(h) 異性体が存在する。また、ナトリウムフェノキシドと高压の CO_2 の反応で合成されるサリチル酸を酸触媒存在下、Aとの反応でメチルエステル化するとBが得られる。Bは、消炎剤として広く用いられ、 FeCl_3 水溶液との反応で紫色を呈する。

問1 文中の (a) ~ (h) にあてはまる語句を書け。

問2 下線部の反応について、AとBの構造式を記せ。

問3 ベンゼン環を有する化合物Cは、Bの構造異性体であり不斉炭素原子を有する。Cの構造式を記せ。