

平成 14 年度東北大学工学部編入学試験問題

化学

1. 以下の文章を読み、問いに答えよ。計算値は有効数字 2 桁で示し、計算過程も示せ。原子量および気体定数として次の値を使用せよ。

原子量 H: 1.0 C: 12 O: 16 Cl: 35.5

気体定数 $R = 0.082 \text{ l} \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

- 問 1g のエチルアルコール ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 沸点; $78.3 \text{ }^\circ\text{C}$) と 2g のクロロホルム (CHCl_3 沸点; $61.2 \text{ }^\circ\text{C}$) とをあらかじめ真空にしてある 1l の容器に入れ、これを $100 \text{ }^\circ\text{C}$ に保った。その容器内の蒸気の全圧を求めよ。それぞれの物質の蒸気は理想気体と見なす。

2. 以下の問いに答えよ

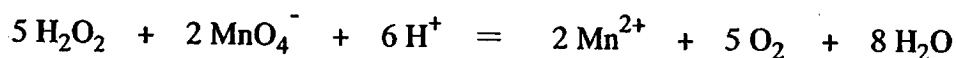
問 1 5.00×10^{-2} mol/l の硫酸アンモニウム溶液の水素イオン濃度は 8.00×10^{-6} mol/l (pH 5.10)である。アンモニウムイオンは下に示す電離平衡にある。



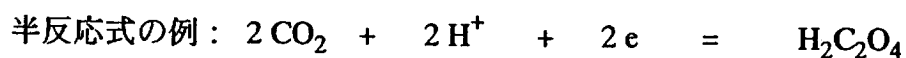
上の硫酸アンモニウム溶液中に存在する以下のイオンおよび化合物の濃度 (mol/l) を計算せよ。水のイオン積を 1.00×10^{-14} (mol/l)² とする。また、答の有効数字は2桁でよい。

- | | |
|--------------------------------|----------------------------|
| (1) アンモニウムイオン, NH_4^+ | (2) アンモニア, NH_3 |
| (3) 硫酸イオン, SO_4^{2-} | (4) 水酸化物イオン, OH^- |

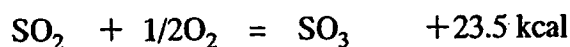
問 2 硫酸水溶液中において、過マンガン酸カリウムを用いて過酸化水素を酸化還元滴定できる。その反応式を以下に示す。



下記の例にならい、この滴定反応に含まれる過マンガン酸イオンおよび過酸化水素の半反応式 (電子を含む) を示せ。



3. 二酸化硫黄の酸素による三酸化硫黄への酸化反応式は次のように表せる.



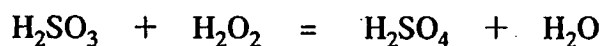
この反応について以下の問いに答えよ. 原子量として次の値を使用せよ.

O : 16.0 S : 32.0

問1 この反応の化学平衡について, 下の記述の中から正しいものを二つ選びその番号を記せ. また, その理由を簡潔に述べよ.

- (a) 低温ほど平衡は右へ移動する.
- (b) 高温ほど平衡は右へ移動する.
- (c) 圧力が低いほど平衡は右へ移動する.
- (d) 圧力が高いほど平衡は右へ移動する.
- (e) 五酸化バナジウム触媒を用いると平衡は右へ移動する.
- (f) 五酸化バナジウム触媒を用いると平衡は左へ移動する.

問2 二酸化硫黄約 10% を含む空気 (原料ガス) 20 l を 500 °C の五酸化バナジウム触媒層に通したところ, 酸化が進み平衡に達した. 触媒層から出てきた反応ガスを濃硫酸に通し, その中の三酸化硫黄を完全に吸収させた. 三酸化硫黄の重量は 7.12 g であった. 三酸化硫黄を吸収させた反応ガス全量を水 100 ml に通し, 未反応の二酸化硫黄を亜硫酸として完全に吸収させ, 薄い過酸化水素水を少し加えて次の反応式に示すように硫酸に酸化した.



この溶液をメスフラスコを用いて正確に 200 ml に希釈し, そこから 50 ml を 200 ml ビーカーに採取し, 0.1 mol/l 水酸化ナトリウム溶液により中和したところ滴定値は 9.00 ml であった. ただし, 二酸化硫黄は硫酸に全く溶けないものとする. これらの実験に関して, 以下の 1~6 に答えよ. 数値は有効数字 2 桁で答えよ.

1. 反応ガス中の三酸化硫黄のモル数を求めよ.
2. 未反応の二酸化硫黄のモル数を求めよ.
3. 原料ガス中の二酸化硫黄の三酸化硫黄への酸化率 (%) を計算せよ.
4. 50 ml の溶液を正確に採取するのに必要な器具の名前を書け.
5. 水酸化ナトリウムを加えるのに必要な器具の名前を書け.
6. この滴定に必要な指示薬の名前を書け.

4. アセチレンに関する次の文章を読み、下の問いに答えよ。

アセチレンは (ア) 結合をもつために反応性が高い。触媒の存在下、アセチレン 1 mol に水素分子 1 mol が付加すれば (イ) が、水素分子 2 mol が付加すれば (ウ) が生成する。また、触媒を用いて、アセチレンを高温、高圧で反応させると、三量体である (エ) などが得られる。

a) 水銀(II)触媒の存在下、アセチレンに水を付加させるとビニルアルコールとなるが、この化合物はただちに異性体の化合物 A に変わる。 この方法は化合物 A の主な工業的製法であったが、水銀公害の問題が生じ、現在では使われていない。

アセチレン 1 分子に塩化水素 1 分子が付加すると化合物 B が得られ、これを付加重合させると高分子化合物 C となる。高分子化合物 C は絶縁体である。

一方、b) アセチレンを遷移金属触媒により重合させて得られるポリアセチレンは、そのままでは導電性を示さないが、ハロゲンやヒ素化合物を添加すると導電性を示すようになる。

問1 (ア), (イ), (ウ), (エ) に入る適当な語句を、下の 1)~10)の中から
選び、番号で答えよ。

- 1) 単 2) 二重 3) 三重 4) メタン 5) エタン 6) エチレン
7) プロパン 8) ビニルアセチレン 9) ベンゼン 10) シクロヘキサン

問2 化合物 A および化合物 B の名称および構造式を書け。

問3 高分子化合物 C の名称を書け。

問4 下線部 a)の方法を、1 置換アセチレン化合物 (C_2HR) に適用したところ、
対応するケトンが生成した。化学反応式を書け。反応の中間体も明示す
ること。

問5 下線部 b)の反応を発見し、のちに二人のアメリカ人科学者とともにノーベ
ル化学賞を受賞した日本人の名前を書け。