

'26

前期日程

化 学

(医学部保健学科)

注 意 事 項

問題〔1〕～〔4〕の全てに解答してください。

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開いてはいけません。
2. 問題冊子は1冊(9頁)、解答用紙は4枚、下書用紙は1枚です。落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所等があった場合には申し出てください。
3. 氏名と受験番号は解答用紙の所定の欄に記入してください。
4. 解答は指定の解答用紙に記入してください。
5. 解答用紙は持ち帰ってはいけません。
6. 問題冊子と下書用紙は持ち帰ってください。

問題を解くにあたって、必要ならば次の値を用いよ。

原子量	Ag = 108	Ar = 40	Ba = 137	C = 12
	Ca = 40	Cd = 112	Cl = 35.5	Fe = 56
	H = 1.0	K = 39	Mn = 55	N = 14
	Na = 23	O = 16	Pb = 207	S = 32
	Zn = 65			

理想気体のモル体積 22.4 L/mol (0℃、 1.013×10^5 Pa)

気体定数 8.31×10^3 Pa·L/(mol·K)

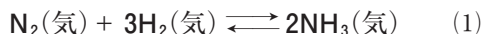
アボガドロ定数 6.02×10^{23} /mol

ファラデー定数 9.65×10^4 C/mol

1

次の文章を読んで、問 1 ～問 3 の答を解答欄に記入せよ。

水素と窒素からアンモニアが生成する可逆反応は式(1)で示され、アンモニアの生成は発熱反応である。



問 1 式(1)の濃度平衡定数 K_c を窒素、水素およびアンモニアのモル濃度 $[\text{N}_2]$ 、 $[\text{H}_2]$ 、 $[\text{NH}_3]$ を用いて記せ。

問 2 窒素 3.0 mol と水素 9.0 mol を容積 9.0 L の反応容器に入れて密閉し、ある温度に保ったところ、式(1)の反応が平衡状態に達した。次の問に答えよ。

1) 平衡状態におけるアンモニアの物質量を a [mol] としたとき、次の表 1 の空欄①～③に当てはまる数式を a を用いて記せ。

表 1 反応開始前および平衡状態における各物質の物質量

	N_2 [mol]	H_2 [mol]	NH_3 [mol]	気体分子の合計[mol]
反応開始前	3.0	9.0	0	12.0
平衡状態	①	②	a	③

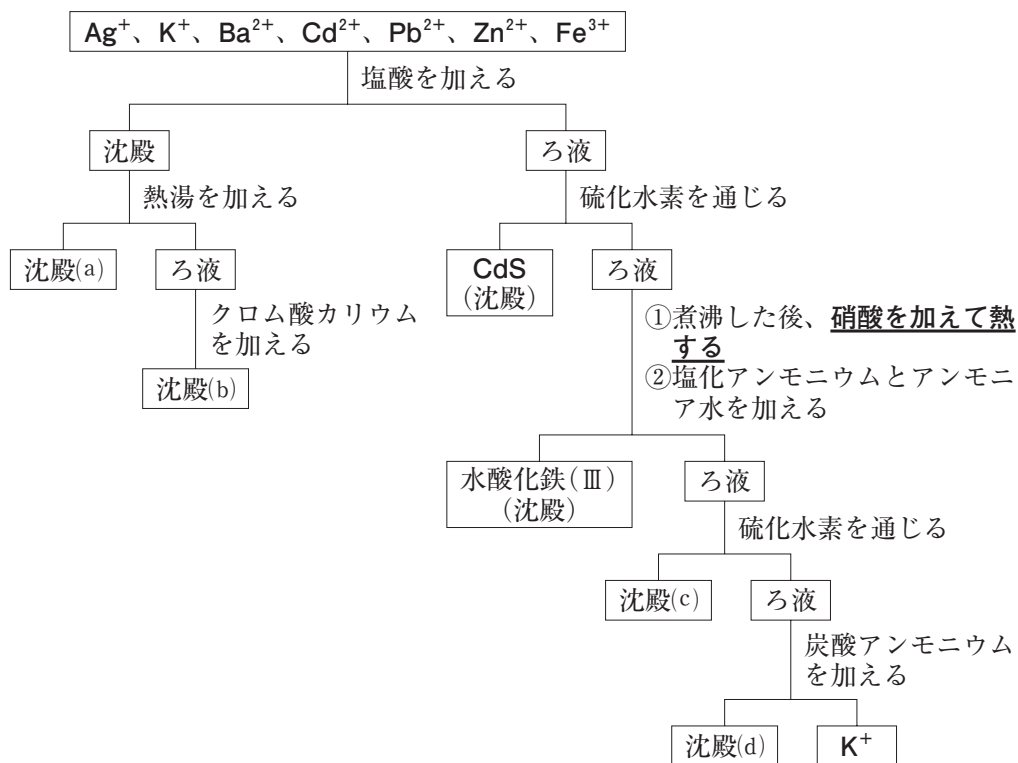
2) 平衡状態に達したときのアンモニアの物質量百分率が 50% であるとき、アンモニアの物質量 a [mol] と濃度平衡定数 K_c [(mol/L)⁻²] を求め、それぞれ有効数字 2 桁で答えよ。また、計算過程も示せ。

問 3 容積が自由に变化できる反応容器に水素と窒素を注入して密閉し、式(1)で示した反応が平衡に達しているところに、次の①～⑤に示すように、様々な操作を行い、平衡がどちらに移動するか調べた。①～⑤の記述のうち、正しいものをすべて選び、その番号を記せ。

- ① 混合気体の全圧を一定にして、温度を高くしたところ、化学平衡は移動しなかった。
- ② 混合気体の温度を一定にして、体積を半分にしたところ、化学平衡が右へ移動した。
- ③ 混合気体の温度と体積を一定にして、水素を注入したところ、 K_c の値が大きくなって化学平衡が右へ移動した。
- ④ 混合気体の温度と体積を一定にして、反応には無関係な気体のアルゴンを注入したところ、化学平衡が右へ移動した。
- ⑤ 混合気体の温度と全圧を一定にして、反応には無関係な気体のアルゴンを注入したところ、化学平衡が左に移動した。

2

Ag^+ 、 K^+ 、 Ba^{2+} 、 Cd^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Fe^{3+} を含む混合水溶液がある。次の図 1 に示す操作を行い、これらの金属イオンを分離した。問 1 ～問 4 の答を解答欄に記入せよ。

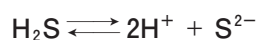


問 1 図 1 中の沈殿(a)～(d)の化学式を記せ。

問 2 沈殿(a)に過剰量のアンモニア水を加えると沈殿が溶け、無色溶液が得られた。この反応の化学反応式を記せ。

問 3 図 1 中の①において、下線部の操作を行うのはなぜか。理由を簡潔に記せ。

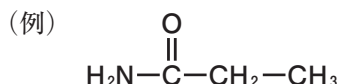
問 4 0.010 mol/L の Cd^{2+} を含む水溶液に十分な量の硫化水素を通じたところ、水溶液に含まれていた Cd^{2+} のほとんどが硫化物として沈殿した。沈殿生成後の水溶液の pH は 2.0 であり、水溶液に溶解している硫化水素のモル濃度は 0.10 mol/L であった。ただし、硫化水素は水溶液中で以下の電離平衡に達しており、その電離定数 K_a は $1.2 \times 10^{-21} (\text{mol/L})^2$ であるとする。



- 1) 沈殿生成後の水溶液中の硫化物イオンのモル濃度[mol/L]を求め、有効数字 2 桁で答えよ。また、計算過程も示せ。
- 2) 沈殿生成後の水溶液中の Cd^{2+} のモル濃度[mol/L]を求め、有効数字 2 桁で答えよ。また、計算過程も示せ。ただし、 CdS の溶解度積 K_{sp} は $5.0 \times 10^{-28} (\text{mol/L})^2$ であるとする。

3

次の文章を読んで、問 1 ～問 5 の答を解答欄に記入せよ。なお、構造式は次の例にならって記せ。



分子式が同じで構造が異なる化合物を互いに異性体という。a 分子式が $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ のアルコールにはさまざまな異性体が存在する。このアルコールに濃硫酸を加えて加熱すると、b ヒドロキシ基とそれが結合している炭素原子の隣の炭素原子に結合している水素原子がとれる分子内脱水反応によりアルケンが生じたり、c 分子間脱水反応によりエーテルが生じたりする。

問 1 下線部 a のアルコールのうち、次の 1) ～ 3) に当てはまる化合物の構造式を 1 つずつ記せ。

- 1) 第三級アルコール
- 2) 第二級アルコールであり、不斉炭素原子をもたない
- 3) 第一級アルコールであり、不斉炭素原子をもつ

問 2 下線部 a のアルコールのうち、ヨードホルム反応を示す化合物の構造式をすべて記せ。

問 3 下線部 a のアルコールから下線部 b の分子内脱水反応により得られるアルケンのうち、次の 1) と 2) に当てはまる化合物の構造式を、1) については 1 つ、2) については 3 つ記せ。

- 1) シス・トランス異性体が存在するもののうち、トランス形のもの
- 2) 炭素鎖の末端に二重結合 $\text{C}=\text{C}$ を含むもの(二重結合 $\text{C}=\text{C}$ の一方の炭素原子に 2 つの水素原子が結合したもの)

問 4 下線部 a のアルコールのうち、下線部 b の分子内脱水反応が起こらない化合物の構造式を記せ。

問 5 下線部 a のアルコール 88 g を下線部 b の分子内脱水反応によりすべてアルケンにしたとき、および下線部 c の分子間脱水反応によりすべてエーテルにしたとき、得られたアルケンおよびエーテルはそれぞれ何 g か求め、整数で答えよ。

4

次の文章を読んで、問1～問5の答を解答欄に記入せよ。

機能性高分子化合物のひとつであるイオン交換樹脂として、スチレンと少量の *p*-ジビニルベンゼンの A で得られる樹脂に、^aスルホ基などの酸性の官能基を導入した陽イオン交換樹脂がある。陽イオン交換樹脂に塩化ナトリウム水溶液を通すと、樹脂中の ア と水溶液中の イ が交換されて、流出液として ウ が得られる。使用後の陽イオン交換樹脂は、ウ を用いて再生することができる。

問1 空欄 A に当てはまる、2種類以上の単量体を混合して行う重合の名称を記せ。

問2 下線部 a の化学式を次の例にならって記せ。

(例) —NO_2

問3 空欄 ア と イ に当てはまる化学式、および空欄 ウ に当てはまる最も適切な語句を記せ。

問4 十分な量の陽イオン交換樹脂に、濃度不明の塩化カルシウム水溶液 20.0 mL を通した後、樹脂を純水で十分に洗った。水洗液もあわせてすべての流出液を集め、0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、中和までに 12.0 mL を要した。使用した塩化カルシウム水溶液の濃度〔mol/L〕を求め、有効数字3桁で答えよ。ただし、イオン交換反応は完全に進行するものとする。

問 5 スチレン 10.4 g と *p*-ジビニルベンゼン 1.3 g を完全に重合させて得られた樹脂をスルホン化したところ、16.5 g の陽イオン交換樹脂が得られた。スチレン由来のベンゼン環のみがスルホン化され、ベンゼン環 1 個あたり最大 1 個のスルホ基が導入されるものとする、スチレン由来のベンゼン環のうちスルホン化されたのは何%か求め、有効数字 2 桁で答えよ。また、計算過程も示せ。