

2025 年度 外国人留学生入試 化学【薬学部】

受 験 番 号								氏 名	
				-					

解答にあたって必要ならば、次の数値を用いよ。

原子量 H=1.0, C=12.0, N=14.0, O=16.0, S=32.0, Cl=35.5, Cu=64.0

気体定数 $R=8.30 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

I 次の問1～5に答えよ。(20点)

問1 同位体に関する記述のうち、正しいものをa～dからすべて選び、その記号を解答欄に書け。

- a. 質量数は等しい。
- b. 原子番号は異なる。
- c. 原子核中の中性子の数は異なる。
- d. 原子核のまわりの電子配置は同じである。

問2 質量パーセント濃度が20%の塩酸(塩化水素 HCl の水溶液)のモル濃度は **A** mol/L である。**A** に該当する数値を解答欄に有効数字2桁で書け。ただし、この塩酸の密度は 1.1 g/mL とする。

問3 次の物質の 0.01 mol/L の水溶液のうち、最も凝固点が低いものを a～e から選び、その記号を解答欄に書け。

- a. エタノール
- b. 塩化カリウム
- c. 塩化カルシウム
- d. グルコース
- e. スクロース

問4 次の物質のうち、分子式がブタノールと同じものを a～e から選び、その記号を解答欄に書け。

- a. アセトアルデヒド
- b. アセトン
- c. グリセリン
- d. 酢酸エチル
- e. ジエチルエーテル

問5 次の a～c の反応によって得られる芳香族化合物の構造式をそれぞれ解答欄に書け。

- a. 鉄粉を触媒に用いて、ベンゼンに塩素を反応させる。
- b. ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物(混酸)を加えて約 60°C で反応させる。
- c. アニリンに無水酢酸を反応させる。

Ⅱ 次の文を読み、問1～6に答えよ。(20点)

アンモニア NH_3 は、式(1)のように、窒素 N_2 と水素 H_2 が反応して生じる。この化学反応は可逆反応であり、 NH_3 が生じる右向きが発熱反応である。



NH_3 の工業的製造法であるハーバーボッシュ法では、ア を主成分とする①触媒を用い、② 400～500℃、 $1 \times 10^7 \sim 3 \times 10^7 \text{ Pa}$ の条件で効率よく NH_3 を合成する。生成した NH_3 は、冷却して液化し、液体アンモニアとして分離される。さらに、未反応の N_2 と H_2 は原料として再利用される。

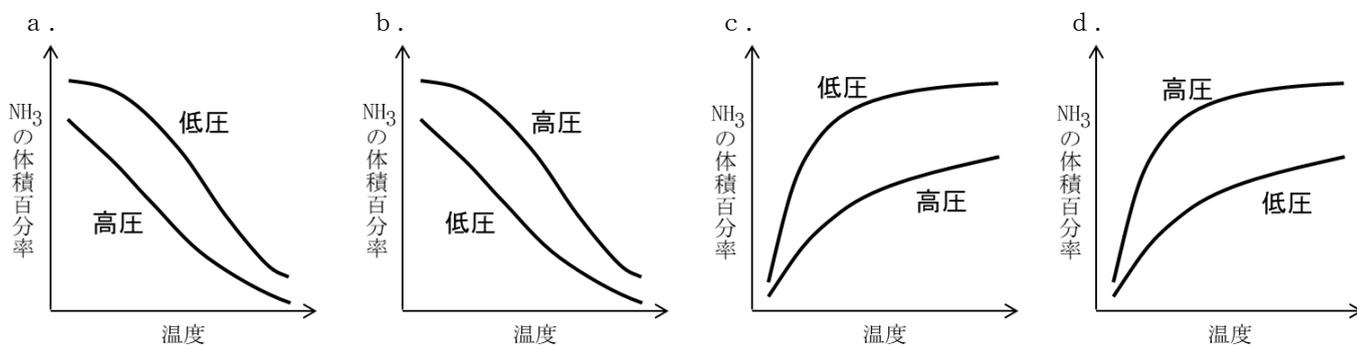
いま、③ N_2 と H_2 を物質比 1:3 で混合した気体 X を触媒とともに密封容器に封入し、温度を一定に保ったところ、平衡状態となった。 平衡状態となったとき、容器内の気体の全物質量は 50 mol であり、生成した NH_3 の体積百分率は 60%であった。

問1 ア に該当する化合物を a～e から選び、その記号を解答欄に書け。

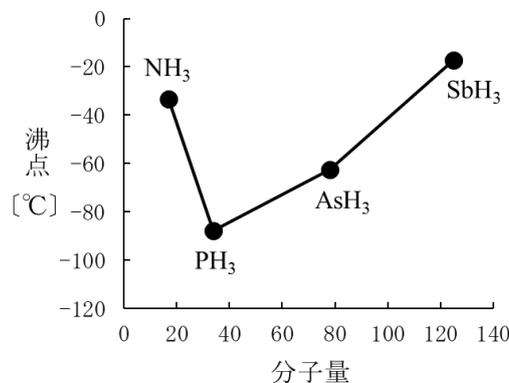
- a. Ag b. Fe_3O_4 c. Ni d. Pt e. V_2O_5

問2 下線部①について、触媒を用いることで平衡状態に達するまでの時間が短くなる。この理由を解答欄に書け。

問3 下線部②について、平衡状態に達したときの NH_3 の体積百分率は、温度と圧力によって変化する。その変化を表すグラフとして最も適切なものを a～d から選んで答えよ。



問4 NH_3 の沸点は、N と同じ 15 族元素である P, As, Sb の水素化合物の分子量から予想される値よりも非常に高い (右図)。この理由を解答欄に書け。



問5 下線部③について、平衡状態になったとき、容器内に存在する N_2 と H_2 の物質量は合わせて A mol である。

A に該当する数値を解答欄に有効数字 2 桁で書け。

問6 密封容器に封入した気体 X について、式(1)の反応が起こる前に存在していた H_2 の物質量は B mol である。

B に該当する数値を解答欄に有効数字 2 桁で書け。

Ⅲ 次の文を読み、問1～5に答えよ。(26点)

酢酸 CH_3COOH は弱酸であり、水溶液中で式(1)に示すような電離平衡の状態にある。



酢酸の希薄溶液では、溶質に比べて水が多量にあり、また反応する水の量は少量であるので、水の濃度 $[\text{H}_2\text{O}]$ は一定とみなせる。そこで、オキソニウムイオン H_3O^+ を水素イオン H^+ と略記すると、電離定数 K_a は式(2)で表される。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \quad \cdots (2)$$

水に溶解した酢酸の濃度を $c \text{ mol/L}$ 、電離度を α とすると、 $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ は $\boxed{\text{ア}}$ で表され、式(2)は次のようになる。

$$K_a = \frac{\boxed{\text{イ}}}{\boxed{\text{ア}}} \quad \cdots (3)$$

酢酸では α が極めて小さいため、 $\boxed{\text{ア}}$ は $\boxed{\text{ウ}}$ に等しいとみなすことができる。このため、 $K_a = \boxed{\text{エ}}$ となり、 α は次のように表すことができる。

$$\alpha = \sqrt{\boxed{\text{オ}}} \quad \cdots (4)$$

問1 $\boxed{\text{ア}} \sim \boxed{\text{オ}}$ に該当する適切なものをそれぞれ a～m から選び、その記号を解答欄に書け。

- | | | | | |
|------------------|--------------------|--------------------|------------------|--------------------|
| a. α | b. c | c. $c\alpha$ | d. $c\alpha^2$ | e. $c^2\alpha$ |
| f. $c^2\alpha^2$ | g. $1-\alpha$ | h. $1-\alpha^2$ | i. $c(1-\alpha)$ | j. $c(1-\alpha^2)$ |
| k. cK_a | l. $\frac{c}{K_a}$ | m. $\frac{K_a}{c}$ | | |

問2 25°Cにおいて、0.25 mol/L の酢酸水溶液の電離度は $\boxed{\text{A}}$ である。 $\boxed{\text{A}}$ に該当する数値を解答欄に有効数字2桁で書け。ただし、25°Cにおける酢酸の電離定数 K_a を $2.5 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ とする。

問3 25°Cにおいて、0.25 mol/L の酢酸水溶液の pH は $\boxed{\text{B}}$ である。 $\boxed{\text{B}}$ に該当する数値を解答欄に有効数字2桁で書け。ただし、 $\log_{10} 5 = 0.70$ とする。

問4 式(1)に示す電離平衡が成立しているとき、次の物質を加えると平衡はどのように変化するか。解答欄には『左に移動』、『右に移動』または『移動しない』のいずれかの語句を書け。

- 酢酸ナトリウム(固体)を加える。
- 塩化水素を通じる。
- 水酸化ナトリウム(固体)を加える。

問5 次のうち、酢酸に関する記述として誤っているものを a～c から選び、その記号を解答欄に書け。

- エタノールとの混合物に濃硫酸を少量加えて加熱すると、酢酸エチルを生じる。
- ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて温めると、ヨードホルムが生じる。
- フェノールよりも強い酸である。

IV 次の文を読み、問1～5に答えよ。(14点)

銅の単体は、主に黄銅鉱(主成分 CuFeS_2) からつくられる。黄銅鉱に石灰石やけい砂を混ぜて加熱すると、硫化銅(I)が得られる。①これを空气中で強熱すると、硫黄が二酸化硫黄となって除かれ、純度99%程度の粗銅が得られる。粗銅中には不純物が含まれているため、②粗銅をア、純銅をイ、硫酸酸性の硫酸銅(II)水溶液を電解液にして低電圧で電気分解し、純度99.99%以上の銅を得ている。このように電気分解を利用して金属の単体を得る操作を電解精錬という。

③銅は熱濃硫酸と反応して、硫酸銅(II)となって溶ける。硫酸銅(II)の水溶液から結晶を析出させると、青色結晶Aが得られる。④Aを約 250°C に加熱すると、白色粉末状のBとなる。

問1 下線部①の反応において、銅原子の酸化数は X から Y に変化する。X および Y に該当する数値を a ～ g からそれぞれ選び、その記号を解答欄に書け。

- a. -3 b. -2 c. -1 d. 0 e. +1 f. +2 g. +3

問2 ア および イ に該当する電極を a あるいは b からそれぞれ選び、その記号を解答欄に書け。

- a. 陰極 b. 陽極

問3 粗銅中に不純物として亜鉛 Zn、金 Au、ニッケル Ni が含まれているとき、下線部②の過程で硫酸銅(II)水溶液中に溶けだす金属をすべて含むものを a ～ f から選び、その記号を解答欄に書け。

- a. Zn, Au b. Zn, Ni c. Au, Ni d. Zn e. Au f. Ni

問4 下線部③の反応の化学反応式を解答欄に書け。

問5 下線部④の反応について、A 10.0 g から得られる B の質量は Z g である。Z に該当する数値を解答欄に有効数字3桁で書け。

V 次の文を読み、問1～5に答えよ。(20点)

①メタノールは、一酸化炭素と水素を触媒とともに加熱・加圧して製造される。空気中で、熱した銅線をメタノールの蒸気に触れさせると、メタノールは ア され、イ の気体が発生する。さらに、イ を酸化すると ウ が得られる。ウ は、刺激臭をもつ無色の液体で、水によく溶ける。

試験管に イ の水溶液をとり、エ を加えて 60～70℃に温めると試験管の内壁が鏡のような光沢を示す。また、別の試験管に イ の水溶液をとり、オ を加えて加熱すると②赤色の沈殿が生じる。

問1 ア に該当する語句を a または b から選び、その記号を解答欄に書け。

- a. 酸化 b. 還元

問2 イ ～ オ に該当するものをそれぞれ a ～ h から選び、その記号を解答欄に書け。

- a. アセトアルデヒド b. アンモニア水 c. アンモニア性硝酸銀水溶液
d. エタノール e. ギ酸 f. ニンヒドリン水溶液
g. フェーリング液 h. ホルムアルデヒド

問3 下線部①の反応の化学反応式を解答欄に書け。

問4 下線部①の反応は発熱反応である。この反応が平衡状態になっているとき、圧力を一定に保ったまま、温度を低くした。このときのメタノールの量の変化として正しいものを a ～ c から選び、その記号を解答欄に書け。

- a. 減少する b. 増加する c. 変化しない

問5 下線部②の沈殿の化学反応式を解答欄に書け。