

化 学

(45分 100点)

必要ならば原子量・数値は次の値を使いなさい。

H 1.0 C 12 N 14 O 16 Ne 20

次の各問いの答として最も適当なものを、それぞれの解答群の中から1つ選び、マークしなさい。

I 次の〔問1〕～〔問9〕に答えなさい。(40点)

〔問1〕 次の5組の物質の組合せのうちで、同素体の関係にあるものはどれか。

1

- ① 黒鉛とダイヤモンド ② 鉛と垂鉛 ③ メタンとエタン
④ ヨウ素とヨウ化水素 ⑤ 一酸化炭素と二酸化炭素

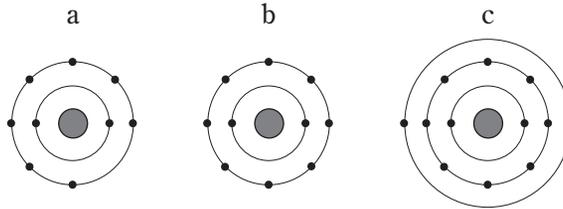
〔問2〕 次の5種類の気体のうちで、標準状態で5.6Lの気体の質量が5.0gであるものはどれか。 2

- ① CH₄ ② NH₃ ③ Ne ④ N₂ ⑤ O₂

〔問3〕 質量パーセント濃度が a [%]の希硫酸の密度を d [g/cm³]とすると、この希硫酸のモル濃度(mol/L)を表す式はどれか。ただし、硫酸の分子量を M とする。 3

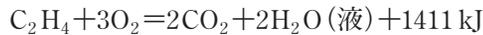
- ① $\frac{ad}{10M}$ ② $\frac{10ad}{M}$ ③ $\frac{100ad}{M}$
④ $\frac{a}{10dM}$ ⑤ $\frac{10a}{dM}$ ⑥ $\frac{100a}{dM}$

〔問4〕 次図に示す電子配置をもつ原子 a ~ c に関する記述として、誤りを含むものはどれか。ただし、図の中心の丸は原子核を、外側の同心円は電子殻を、同心円上の黒丸は電子を表す。 4



- ① a ~ c はすべて典型元素である。
- ② a ~ c の中でイオン化エネルギーが最も大きいのは c である。
- ③ a ~ c の中で1価の陰イオンになりやすいのは a である。
- ④ a と c は、1 : 1 の比率でイオン結合する。
- ⑤ a と c が安定なイオンになったときの電子配置は、b と同じである。

〔問5〕 エチレンの燃焼反応は、次の熱化学方程式で表される。



また、二酸化炭素および水(液体)の生成熱は、それぞれ 394 kJ/mol および 286 kJ/mol である。以上からエチレンの生成熱は、何 kJ/mol か。

5 kJ/mol

- ① -445 ② -337 ③ -51 ④ 51 ⑤ 337 ⑥ 445

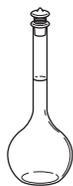
〔問6〕 アンモニア 1.7 g に水を加え、溶液の体積を 100 mL にしたところ、質量は 100 g になった。また、この溶液中のアンモニアの電離度は 5.0×10^{-3} であった。この溶液に関する記述として誤りを含むものはどれか。 6

- ① このアンモニア水の質量パーセント濃度は 1.7% である。
- ② このアンモニア水のモル濃度は 1.0 mol/L である。
- ③ アンモニア水に水を加えて 10 倍に薄めると、pH の値は小さくなる。
- ④ このアンモニア水中の水酸化物イオン濃度は、 5.0×10^{-3} mol/L である。
- ⑤ このアンモニア水を中和するのに必要な HCl の物質量は、 5.0×10^{-3} mol である。

〔問7〕 次の3種類の器具A～Cを純水で洗浄した後に用いるとき、適切な方法の組合せはどれか。 7



器具A



器具B

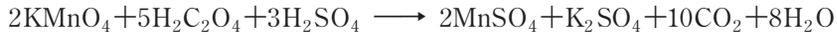
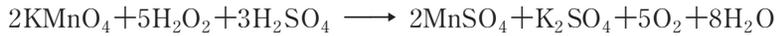


器具C

- ア ぬれたまま用いてよい。
- イ 使用する液体で数回洗ってから用いる。

	器具A	器具B	器具C
①	ア	ア	イ
②	ア	イ	ア
③	ア	イ	イ
④	イ	ア	ア
⑤	イ	ア	イ
⑥	イ	イ	ア

〔問 8〕 次の酸化還元反応式から、 KMnO_4 、 H_2O_2 、 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ の酸化力の強さを比較することができる。これらの物質を、酸化力の強いものから順に並べるとどうなるか。 8



- ① $\text{KMnO}_4 > \text{H}_2\text{O}_2 > \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$
- ② $\text{KMnO}_4 > \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 > \text{H}_2\text{O}_2$
- ③ $\text{H}_2\text{O}_2 > \text{KMnO}_4 > \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$
- ④ $\text{H}_2\text{O}_2 > \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 > \text{KMnO}_4$
- ⑤ $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 > \text{KMnO}_4 > \text{H}_2\text{O}_2$
- ⑥ $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 > \text{H}_2\text{O}_2 > \text{KMnO}_4$

〔問 9〕 2枚の白金板を電極とし、硫酸銅(Ⅱ)水溶液を電気分解したところ、一方の電極に 4.0×10^{-3} mol の銅が析出した。このとき、もう一方の電極で発生した気体とその標準状態での体積(mL)の組合せはどれか。 9

	気体	体積
①	水素	11.2
②	水素	22.4
③	水素	44.8
④	酸素	11.2
⑤	酸素	22.4
⑥	酸素	44.8

Ⅱ 次の〔問1〕～〔問6〕に答えなさい。(28点)

〔問1〕 二酸化硫黄と硫化水素の性質として正しいものはどれか。 10

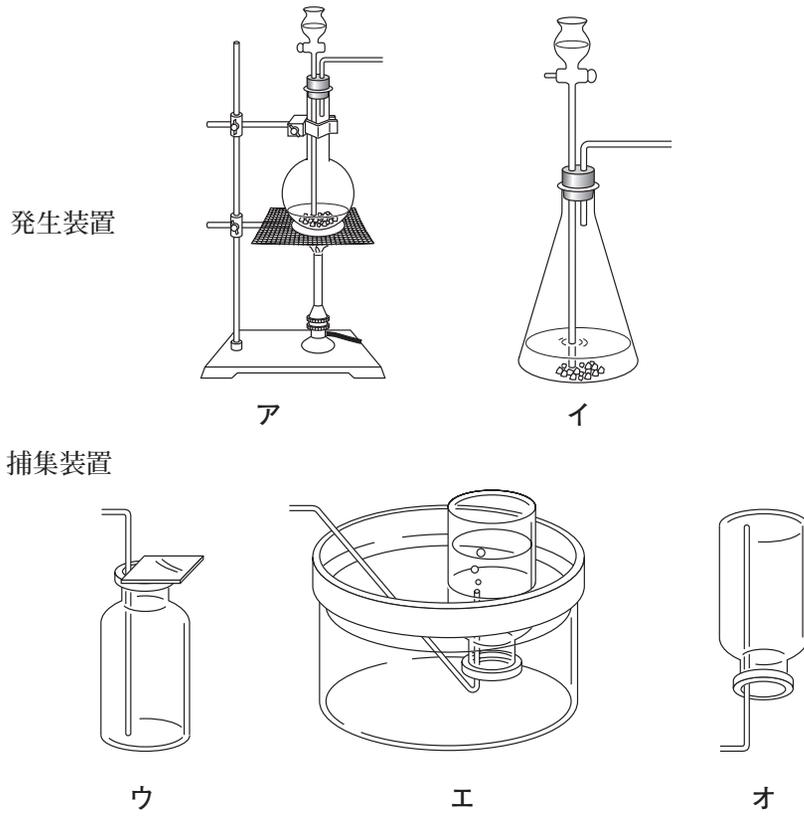
- ① 二酸化硫黄は刺激臭のある気体であり、水に溶けて強酸性を示す。
- ② 二酸化硫黄は強い還元作用をもつため、漂白作用を示す。
- ③ 硫化水素は無臭の気体であり、水溶液は弱酸性を示す。
- ④ 硫化水素を亜鉛イオンを含む塩基性水溶液に通すと、白色沈殿を生じる。
- ⑤ 硫化水素水に二酸化硫黄を通すと、硫酸を生じる。

〔問2〕 次の化学反応式はアンモニアソーダ法によって炭酸ナトリウムを製造するときの反応である。アンモニアソーダ法に関する記述として、誤りを含むものはどれか。 11



- ① 塩化ナトリウム飽和水溶液にアンモニアと二酸化炭素を吹き込むと、炭酸水素ナトリウムが沈殿する。
- ② 炭酸水素ナトリウムを加熱すると、炭酸ナトリウムが得られる。
- ③ 炭酸カルシウムを加熱すると、酸性酸化物の気体と塩基性酸化物の固体が生成する。
- ④ 反応過程で生じた二酸化炭素やアンモニアは回収して再利用される。
- ⑤ 一連の反応をまとめると、炭酸ナトリウム1 molを得るのに必要な炭酸カルシウムは2 molである。

〔問3〕 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて反応させ、発生した気体を試験管に捕集したい。このときの発生装置と捕集装置の組合せはどれか。 12



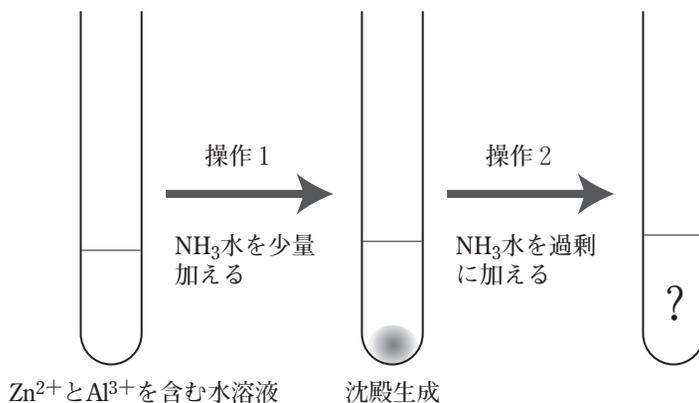
	発生装置	捕集装置
①	ア	ウ
②	ア	エ
③	ア	オ
④	イ	ウ
⑤	イ	エ
⑥	イ	オ

〔問4〕 物質の保存法に関する記述として、正しいものはどれか。 13

- ① フッ化水素酸は、ガラス容器に保存する。
- ② 赤リンは、水中に保存する。
- ③ 硝酸は褐色びんに入れ、暗所に保存する。
- ④ 単体のナトリウムは、水中に保存する。
- ⑤ 水酸化ナトリウムは、石油中に保存する。

〔問5〕 亜鉛イオンとアルミニウムイオンを含む水溶液に、次図に示す操作1・2を行った。操作1で生じる沈殿の色と、操作2での変化の組合せはどれか。

14



	沈殿の色	変化
①	白色	沈殿がすべて残る
②	白色	沈殿の一部が溶解する
③	白色	沈殿がすべて溶解する
④	青白色	沈殿がすべて残る
⑤	青白色	沈殿の一部が溶解する
⑥	青白色	沈殿がすべて溶解する

〔問 6〕 ある濃度の硝酸銀水溶液 100 mL に、0.20 mol/L 塩化ナトリウム水溶液を加えていったところ 50 mL までは沈殿が生じたが、それ以上加えても新たな沈殿は生じなかった。この硝酸銀水溶液のモル濃度 (mol/L) はいくらか。

mol/L

- ① 0.010 ② 0.020 ③ 0.050 ④ 0.10 ⑤ 0.20 ⑥ 0.50

Ⅲ 次の〔問1〕～〔問7〕に答えなさい。(32点)

〔問1〕 次の5種類の分子のうち、シス-トランス異性体(幾何異性体)が存在するものはどれか。 16

- ① $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ② $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ ③ $\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$
- ④ $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}=\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ ⑤ $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH} \\ | \\ \text{OH} \end{array}$

〔問2〕 脂肪族化合物に関する次の記述 a～c の、正誤の組合せはどれか。 17

- a ジエチルエーテルは麻醉性があり、水に溶けにくい。
 b アセトアルデヒドにフェーリング液を加えて加熱すると、赤色沈殿が生じる。
 c アセトンは芳香をもち、水に溶けにくい。

	a	b	c
①	正	正	誤
②	正	誤	正
③	正	誤	誤
④	誤	正	正
⑤	誤	正	誤
⑥	誤	誤	正

〔問3〕 カルボン酸に関する記述として、正しいものはどれか。 18

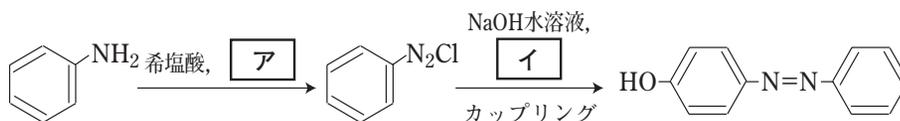
- ① 酢酸は、還元性を示す。
 ② ギ酸は、炭酸よりも弱い酸である。
 ③ マレイン酸は、二価のカルボン酸である。
 ④ テレフタル酸を加熱すると、酸無水物が生じる。
 ⑤ 純粋な酢酸を冷却して凝固したものは、無水酢酸と呼ばれる。

〔問4〕 分子式が $C_4H_{10}O$ の化合物のうちで、不斉炭素原子をもつものはどれか。

19

- ① $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$
- ② $CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3$
- ③ $CH_3-C(CH_3)(OH)-CH_3$
- ④ $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-OH$
- ⑤ $CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$

〔問5〕 次図は、アニリンから *p*-ヒドロシアゾベンゼン(*p*-フェニルアゾフェノール)を合成する経路を示している。図中の空欄 **ア** ・ **イ** に当てはまる化合物の組合せはどれか。 20



	ア	イ
①	硝酸ナトリウム	ベンゼン
②	硝酸ナトリウム	フェノール
③	硝酸ナトリウム	ベンゼンスルホン酸
④	亜硝酸ナトリウム	ベンゼン
⑤	亜硝酸ナトリウム	フェノール
⑥	亜硝酸ナトリウム	ベンゼンスルホン酸

〔問6〕 サリチル酸メチルとアセチルサリチル酸それぞれに、次の a, b の操作を行った。各操作で反応の起こる組合せはどれか。 21

a 炭酸水素ナトリウム水溶液を加える。

b 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加える。

	サリチル酸メチル	アセチルサリチル酸
①	aのみ	bのみ
②	aのみ	aとb
③	bのみ	aのみ
④	bのみ	aとb
⑤	aとb	aのみ
⑥	aとb	bのみ

〔問7〕 分子式が $C_nH_{2n}O_2$ で示される有機化合物がある。ある量のこの化合物を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 176 mg と水が生成した。このとき生じた水の質量は何 mg か。 22 mg

- ① 12 ② 24 ③ 36 ④ 48 ⑤ 60 ⑥ 72