

◇ 化 学

化 4-1~化 4-16 まで 16 ページあります。

必要があれば、原子量および定数は次の値を使うこと。

H=1.0, C=12, N=14, O=16, Na=23, S=32, Fe=56, Cu=64

第1問 次の問い(問1~6)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 次の a・b に当てはまるものを、それぞれの解答群の①~⑤のうちから1つずつ選べ。

a 4組の非共有電子対を持つもの

- ① Cl₂ ② CH₄ ③ H₂O ④ N₂ ⑤ CO₂

b 純物質でないもの

- ① 氷 ② ナフサ ③ ミョウバン ④ ダイヤモンド
⑤ 硫酸銅(Ⅱ)・五水和物

問2 沸騰水に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、赤褐色の水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液が得られる。この溶液に関する記述として正しいものを、次の①~⑤のうちから1つ選べ。

- ① 溶液中のコロイド粒子は電氣的に中性な分子の集まりなので、直流電圧をかけてもどちらの電極にも移動しない。
② 溶液中のコロイド粒子が行うブラウン運動は、コロイド粒子に溶媒分子が不規則に衝突して起こる現象である。
③ 溶液に細い光線をあてると、光が散乱されるため、溶液全体が光って見える。
④ 溶液をセロハンの袋に入れ、純水を満たしたビーカーにしばらく浸しておく。その袋を取り出したのち、ビーカーの中に硝酸銀水溶液を加えると、黒色沈殿が生じる。
⑤ コロイド粒子を凝析させるのに必要な電解質の量は、電解質の種類に関係しない。

問3 同じ大きさの球を用いて作った面心立方格子と体心立方格子について、それぞれの単位格子に関する次の a~c の記述の正誤の組合せとして正しいものを、下の①~⑧のうちから1つ選べ。 4

- a 面心立方格子の方が、体心立方格子よりも単位格子の一辺の長さが短い。
- b 面心立方格子の方が、体心立方格子よりも充填率が高い。
- c 面心立方格子の方が、体心立方格子よりも一つの球に接する球の数が多い。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問4 体積 3.0 L の容器 A と体積 2.0 L の容器 B をコックで連結した装置がある(図1)。すべてのコックが閉じている状態で、容器 A には 5.0×10^5 Pa、容器 B には 6.0×10^5 Pa の窒素が入っている。温度を一定に保ったまま、中央のコックを開き、十分な時間が経過した後の容器内の圧力 [Pa] として最も適当な数値を、下の①~⑤のうちから1つ選べ。ただし、連結部の体積は無視できるものとする。 5 Pa

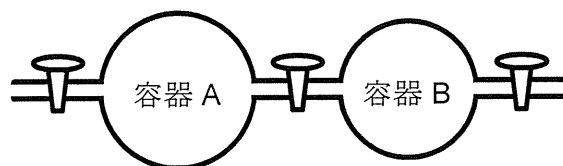


図1 容器 A と B

- ① 3.5×10^5 ② 4.8×10^5 ③ 5.4×10^5 ④ 6.3×10^5
- ⑤ 7.2×10^5

問 5 硫酸銅(Ⅱ) (CuSO_4) の 20°C における水への溶解度は 20 [g/100 g 水] である。 20°C における硫酸銅(Ⅱ) の飽和溶液 100 g を作るのには、硫酸銅(Ⅱ)・五水和物 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) は何 g 必要か。最も適当な数値を、次の①～⑧のうちから 1 つ選べ。 g

- ① 16 ② 26 ③ 30 ④ 45 ⑤ 55 ⑥ 60
⑦ 77 ⑧ 81

問 6 身のまわりで利用されている物質に関する記述として、誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから 1 つ選べ。

- ① アルゴンは反応しにくいので、電球の封入ガスとして用いられる。
② ケイ素は半導体の性質を示すため、コンピューターの集積回路や太陽電池に用いられる。
③ フッ化水素酸はガラスを溶かすので、くもりガラスの製造に用いられる。
④ 塩素水は、水に溶けたときに生じる次亜塩素酸が還元作用を示すため、殺菌や漂白に用いられる。
⑤ 硫酸バリウムは X 線をさえぎるため、X 線診断の造影剤として用いられる。

化学の問題は次のページに続く

第2問 次の問い(問1~5)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 ある量の黒鉛と酸素を反応させると、一酸化炭素と二酸化炭素が合計で5 mol 生じ、黒鉛と酸素はいずれもすべてなくなった。このとき発生した熱量は838 kJであった。次の問い(a・b)に答えよ。

a 黒鉛の燃焼熱を394 kJ、一酸化炭素の燃焼熱を283 kJとするとき、一酸化炭素の生成熱 [kJ/mol] として最も適当な数値を、次の①~⑧のうちから1つ選べ。 kJ/mol

- ① 111 ② 172 ③ 222 ④ 677 ⑤ -111
⑥ -172 ⑦ -222 ⑧ -677

b 反応で生成した一酸化炭素と二酸化炭素の物質量の比として最も適当なものを、次の①~⑦のうちから1つ選べ。

	一酸化炭素：二酸化炭素
①	1:1
②	1:2
③	2:1
④	2:3
⑤	3:2
⑥	1:4
⑦	4:1

問2 中和滴定に関する次の文章を読み、下の問い(a・b)に答えよ。

0.20 mol/L の酢酸水溶液と、ある濃度の硫酸水溶液をそれぞれ 20 mL ずつ別々のコニカルビーカーに **ア** を用いて入れた。それぞれの水溶液に **イ** を用いて濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液を滴下したところ、中和するのに要した濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液の体積は、酢酸水溶液では 10 mL、硫酸水溶液では 15 mL であった。

したがって、硫酸水溶液の濃度は、**ウ** mol/L であるとわかった。

a 文章中の空欄ア・イに当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 **10**

	ア	イ
①	メスシリンダー	メスピペット
②	メスシリンダー	ビュレット
③	ホールピペット	メスピペット
④	ホールピペット	ビュレット
⑤	駒込ピペット	メスピペット
⑥	駒込ピペット	ビュレット

b 文章中の空欄ウに当てはまる数値として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。 **11**

- ① 0.075 ② 0.10 ③ 0.15 ④ 0.20 ⑤ 0.30

問3 金属 M の塩化物 MCl_n を水に溶かし、白金電極を用いて Q [C] の電気量を通じたところ、陰極に W [g] の金属 M が析出した。この間、陰極から気体の発生は認められなかった。金属 M の原子量を表す式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。ただし、ファラデー定数を F とする。 **12**

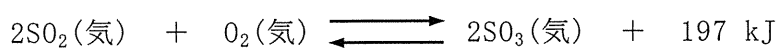
- ① $\frac{nQ}{FW}$ ② $\frac{FW}{nQ}$ ③ $\frac{nFW}{Q}$ ④ $\frac{Q}{nFW}$ ⑤ $\frac{FQW}{n}$ ⑥ $\frac{n}{FQW}$

問4 鉛蓄電池に関する次の a～c の記述の正誤の組合せとして正しいものを、
下の①～⑧のうちから1つ選べ。 13

- a 正極は，酸化鉛(IV)である。
- b 放電によって，両極とも質量が増加する。
- c 充電によって，電解液の水の質量が増加する。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問5 二酸化硫黄と酸素を反応させたところ，次の反応式に示したような平衡状態になった。この平衡状態を左に移動させる操作として最も適当なものを，
下の①～⑤のうちから1つ選べ。 14



- ① 温度を下げる。
- ② 圧力を上げる。
- ③ 触媒を加える。
- ④ N₂を加える(体積一定)。
- ⑤ N₂を加える(圧力一定)。

化学の問題は次のページに続く

第3問 次の問い(問1~6)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 元素の性質に関する記述として正しいものを。次の①~⑤のうちから1つ選べ。

- ① 典型元素では、同じ周期に属する元素の化学的性質はよく似ている。
- ② 17族元素の単体は、常温・常圧で気体か固体である。
- ③ 18族元素の単体は、すべて常温・常圧で気体である。
- ④ 金属元素の単体は、すべて常温・常圧で固体である。
- ⑤ 第3周期には、4種の金属元素が存在する。

問2 窒素に関する記述として誤りを含むものを、次の①~⑤のうちから1つ選べ。

- ① アンモニアは、工業的に尿素を製造するときの原料として利用されている。
- ② 芳香族アゾ化合物は、窒素-窒素二重結合を含む。
- ③ 工業的にアンモニアを合成するには、 $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{Fe})$ を触媒として窒素と水素から直接合成する。
- ④ オストワルト法で硝酸を合成するには、まずアンモニアの酸化により一酸化窒素を合成する。
- ⑤ 一酸化窒素は水に溶解しやすい赤褐色の気体である。

問3 CaとMgに共通する性質として正しいものを、次の①~⑤のうちから1つ選べ。

- ① 炎色反応を示す。
- ② 単体は、常温で水と容易に反応する。
- ③ 硫酸塩が水に溶解しやすい。
- ④ 炭酸塩は水に溶解にくい。
- ⑤ 水酸化物の水溶液は、強い塩基性を示す。

問 4 図 2 は実験室における塩素の製法を示している。下の問い(a・b)に答えよ。

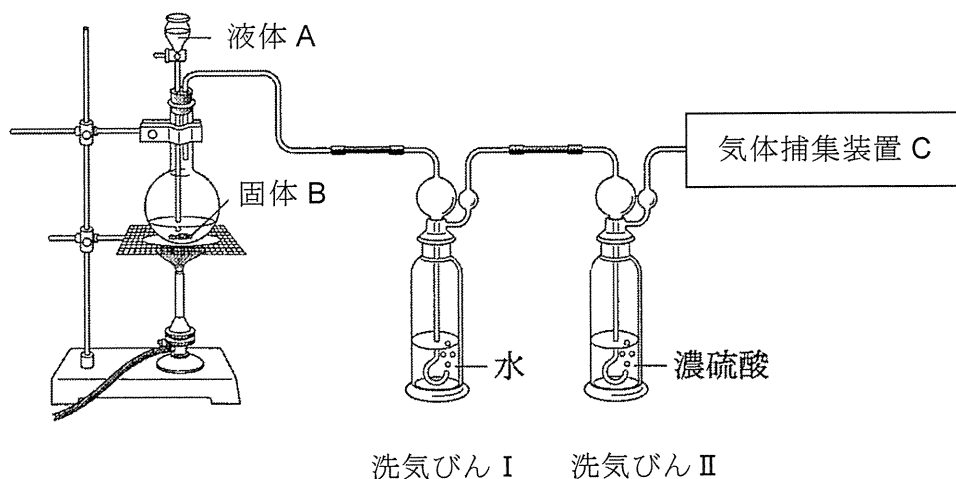


図 2 実験室における塩素の製法

a 図 2 の液体 A と固体 B の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから 1 つ選べ。 18

	液体 A	固体 B
①	濃硫酸	塩化ナトリウム
②	水酸化ナトリウム水溶液	塩化アンモニウム
③	濃塩酸	塩化アンモニウム
④	濃塩酸	酸化マンガン(IV)
⑤	濃塩酸	亜鉛

b 発生した塩素を捕集するための方法に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから 1 つ選べ。 19

- ① 気体捕集装置 C には、上方置換の装置を取り付けるのが最もよい。
- ② 気体捕集装置 C には、水上置換の装置を取り付けるのが最もよい。
- ③ 洗気びん I は、水分を除去する目的で設置される。
- ④ 洗気びん I は、塩化水素を除去する目的で設置される。
- ⑤ 洗気びん II では、固体 B の成分が除去される。

問 5 Fe^{3+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} , Al^{3+} の 4 種類のイオンを同濃度含む希硝酸水溶液がある。
このうち、 Fe^{3+} のみを沈殿させる操作として最も適当なものを、次の①～⑤
のうちから 1 つ選べ。 20

- ① 希硫酸を加える。
- ② アンモニア水を過剰に加える。
- ③ 硫化水素を通じる。
- ④ 水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加える。
- ⑤ 炭酸アンモニウム溶液を加える。

問 6 一酸化炭素を用いて、1.16 kg の四酸化三鉄 Fe_3O_4 をすべて鉄に還元する
とき、一酸化炭素は少なくとも何 g 必要か。最も適当な数値を、次の①～
⑥のうちから 1 つ選べ。 21 g

- ① 140 ② 280 ③ 420 ④ 560 ⑤ 840 ⑥ 980

化学の問題は次のページに続く

第4問 次の問い(問1~7)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 炭化水素に関する記述として正しいものを、次の①~⑤のうちから1つ選べ。

- ① 液体のアルカンの密度は水より大きい。
- ② アルカンは、構成炭素数が少ないほど不完全燃焼しやすい。
- ③ プロパンを構成する炭素原子は、すべて同一直線状に存在する。
- ④ エタンの炭素原子間の距離は、炭素-水素原子間の距離より短い。
- ⑤ 酢酸ナトリウムを強塩基と共に加熱するとメタンが得られる。

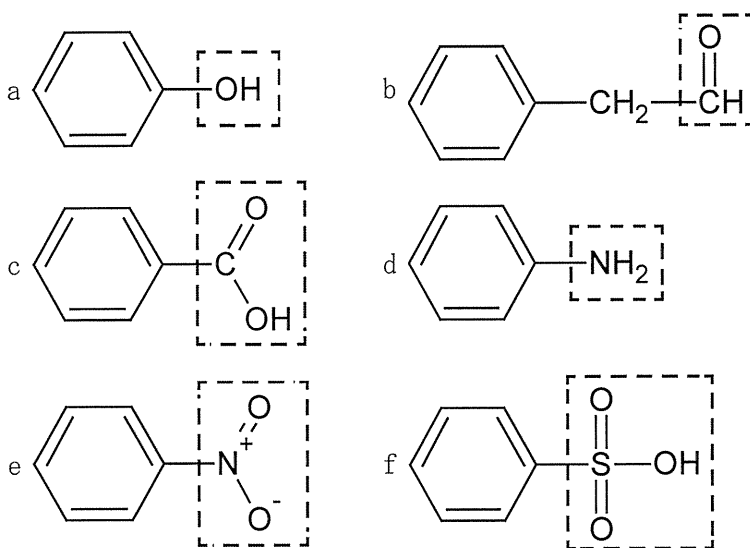
問2 次の文中の ・ に当てはまる数値の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑨うちから1つ選べ。

分子式が $C_4H_{10}O$ で示される物質の構造異性体には、アルコールが 種類、エーテルが 種類存在する。

	ア	イ
①	3	2
②	3	3
③	3	4
④	4	2
⑤	4	3
⑥	4	4
⑦	5	2
⑧	5	3
⑨	5	4

問 3 次の a~f の化合物のうち、破線で囲まれた官能基がアルデヒド基、カルボキシ基、ニトロ基であるものを選び、それらが分子量の小さい順に並んでいる組合せとして最も適当なものを、下の①~⑨のうちから1つ選べ。

24



	小 ← 分子量 → 大		
①	a	d	b
②	b	c	d
③	b	c	e
④	c	b	d
⑤	c	b	e
⑥	d	c	b
⑦	d	b	f
⑧	e	c	b
⑨	e	b	f

問4 次の図3は、アセチレン（エチン）を出発物質とする反応経路を表したものである。図中の **ア**・**イ** に当てはまる化合物の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥うちから1つ選べ。 **25**

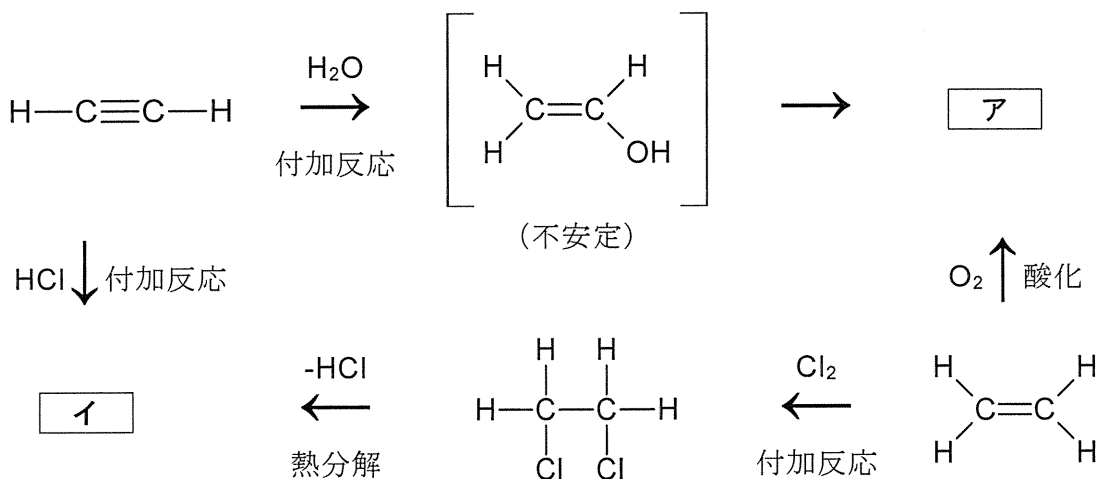


図3 アセチレンの反応経路

	ア	イ
①	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{Cl} \end{array}$
②	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{O} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{Cl} \end{array}$
③	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{O} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{Cl} \end{array}$
④	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{Cl} \quad \text{Cl} \end{array}$
⑤	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{O} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{Cl} \quad \text{Cl} \end{array}$
⑥	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{O} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{Cl} \quad \text{Cl} \end{array}$

問 5 次の a~c の反応で得られる芳香族化合物を下線で示した原料と分離したい。希塩酸または水酸化ナトリウム水溶液を用いて分離できるものとして適当なものを、下の①~⑥のうちから1つ選べ。 26

- a ベンゼンに鉄の存在下で臭素を反応させる。
- b トルエンに過マンガン酸カリウムを反応させる。
- c サリチル酸に無水酢酸を反応させる。

- ① aのみ ② bのみ ③ cのみ ④ aとb ⑤ aとc
- ⑥ bとc

問 6 メタノールに関する次の a~d の記述のうち誤りを含むものの組合せとして最も適当なものを、下の①~⑨のうちから1つ選べ。 27

- a 水と任意の割合で溶け合う。
- b ナトリウムと反応させると水素を発生する。
- c ヨウ素および水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、黄色沈殿が生成する。
- d フェーリング液を加えて加熱すると、赤色の酸化銅(I)が析出する。

- ① aとb ② aとc ③ aとd ④ bとc ⑤ bとd
- ⑥ cとd ⑦ aとbとc ⑧ aとcとd ⑨ bとcとd

問 7 分子量が不明の油脂 42.0g を完全にけん化するのに、水酸化ナトリウムが 8.40 g 必要であった。この油脂の分子量として最も適当な数値を、次の①~⑥のうちから1つ選べ。 28

- ① 150 ② 200 ③ 300 ④ 360 ⑤ 450 ⑥ 600