化学基礎・化学

問題は第３問まであります

必要であれば，次の値を用いよ。また，指示がない場合，気体は理想気体として扱ってよい。

アボガドロ定数：$N_A = 6.02 \times 10^{23}$ /mol　　水のイオン積：$K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ (mol/L)^2
気体定数：$R = 8.3 \times 10^3$ Pa·L/(mol·K)　　ファラデー定数：$F = 9.65 \times 10^4$ C/mol
標準状態(0℃，1.013×10^5 Pa)における理想気体のモル体積：22.4 L/mol

原子量：H＝1.0，He＝4.0，Li＝7.0，Be＝9.0，B＝10.8，C＝12.0，N＝14.0，O＝16.0，
F＝19.0，Ne＝20.2，Na＝23.0，Mg＝24.0，Al＝27.0，Si＝28.0，P＝31.0，S＝32.0，
Cl＝35.5，Ar＝40.0，K＝39.0，Ca＝40.0，Sc＝45.0，Ti＝48.0，V＝51.0，Cr＝52.0，
Mn＝55.0，Fe＝56.0，Co＝58.9，Ni＝58.7，Cu＝64.0，Zn＝65.0，Br＝80.0，Ag＝108，
Cd＝112，Sn＝119，I＝127，Ba＝137，Hg＝200，Pb＝207

(解答上の注意)

1．数値を答える場合は，次の指示に従うこと。

・解答欄が 60.61 $\times 10^{62}$，0.63 64，65.66，67 68 の形式の場合には，数値は四捨五入して，有効数字 2 桁で求めよ。

・解答欄が 70.71 72 $\times 10^{73}$，74.75 76，77 78.79 の形式の場合には，数値は四捨五入して，有効数字 3 桁で求めよ。

なお，67，77 は 10 の位を，60，65，68，70，74，78 は 1 の位を，61，63，66，71，75，79 は小数第 1 位を，64，72，76 は小数第 2 位を，62，73 は底 10 に対する指数の 1 の位を表すものとする。

2．化学式を答える場合は，次の指示に従うこと。

・化学式が C_4H_8O のとき，解答欄が $C_{80}H_{81\,82}O_{83}$ の形式の場合には，解答は以下のようになる。

80＝④，81＝⑩，82＝⑧，83＝①

3．特に指示がない場合は，同じ選択肢を重複して使用してもよい。

第１問　次の文章を読み，下の設問に答えよ。

水道水としての利用可否や水域の生物の生息などに関わる指標として溶存酸素量がある。溶存酸素量は試料水 1 L あたりに酸素が何mg 溶けているかで表される。ある試料水の溶存酸素量を分析するために以下の実験をおこなった。なお，示されている反応以外の反応は起こらなかったものとする。

初めに試料水 100 mL に硫酸マンガン $MnSO_4$ 水溶液と塩基性のヨウ化カリウム KI 水溶液を加えた。このとき容器内では白色沈殿 $Mn(OH)_2$ が生成した。溶液をよくかき混ぜると次のように反応して，試料中の溶存酸素と $Mn(OH)_2$ が結合して褐色沈殿 $MnO(OH)_2$ となった。

$$\boxed{1}\,Mn(OH)_2 + \boxed{2}\,O_2 \longrightarrow \boxed{3}\,MnO(OH)_2$$

溶液を十分に静置したのち希硫酸を加えたところ，次のように $MnO(OH)_2$ がすべて KI と反応しヨウ素 I_2 を生成した。

$$MnO(OH)_2 + \boxed{4}\,KI + \boxed{5}\,H_2SO_4 \longrightarrow MnSO_4 + \boxed{6}\,I_2 + \boxed{7}\,K_2SO_4 + \boxed{8}\,H_2O$$

最後に，この溶液に<u>指示薬 A</u> を加えて，2.50×10^{-2} mol/L のチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定したところ，終点までに 4.00 mL を要した。ヨウ素とチオ硫酸ナトリウムは次のように反応する。

$$I_2 + \boxed{9}\,Na_2S_2O_3 \longrightarrow Na_2S_4O_6 + \boxed{10}\,NaI$$

問１　文中の 1 ～ 10 に入る係数として適切なものを，次の選択肢①～⑨のうちからそれぞれ一つ選べ。係数が 1 の場合は①を選べ。　**解答番号 1 ～ 10**

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5
⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9

問２　下線部について，指示薬Ａとして適切なものを次の選択肢①～④のうちから一つ選べ。　**解答番号 11**

① フェノールフタレイン　② メチルオレンジ
③ ブロモチモールブルー　④ デンプン

問３　ヨウ素はヨウ化物イオンと結合して［ a ］色の三ヨウ化物イオンになる。実験の最後でおこなった滴定では，ヨウ素と無色のチオ硫酸ナトリウム水溶液との反応によって，ヨウ素がなくなると同時に三ヨウ化物イオンの［ a ］色が消失する。指示薬Ａを加えるとヨウ素と反応して水溶液が［ b ］色になり，色の濃淡が顕著となるため，滴定の終点を判別しやすくなる。文中の［ a ］，［ b ］に入る色として適切なものを，次の選択肢①～⑧のうちからそれぞれ一つ選べ。なお，同じ選択肢を重複して使用してはならない。

［ a ］＝解答番号［12］
［ b ］＝解答番号［13］

① 青紫　② 赤　③ 黄　④ 緑
⑤ 黄緑　⑥ 褐　⑦ 黒　⑧ 白

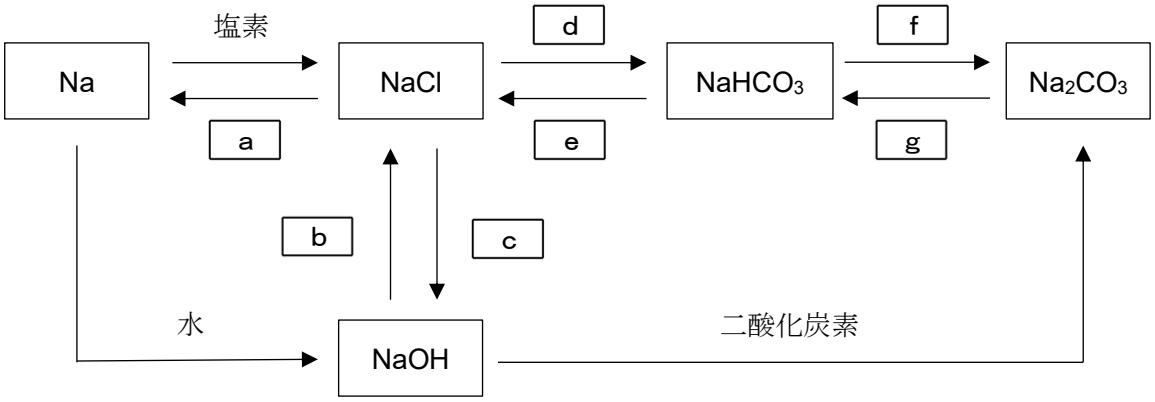
問４　2.5×10^{-2} mol/L のチオ硫酸ナトリウム水溶液を終点までに 4.00 mL 滴下したことから，滴下したチオ硫酸ナトリウムの物質量は［14］.［15］$\times10^{-4}$ mol であり，チオ硫酸ナトリウムと反応したヨウ素の物質量は［16］.［17］$\times10^{-5}$ mol である。［14］～［17］に入る適切な数字を，次の選択肢①～⑩のうちからそれぞれ一つ選べ。　解答番号［14］～［17］

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5
⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9　⑩ 0

問５　実験で用いた試料水 100 mL の溶存酸素量は［18］.［19］mg/L となる。［18］，［19］に入る適切な数字を，次の選択肢①～⑩のうちからそれぞれ一つ選べ。　解答番号［18］，［19］

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5
⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9　⑩ 0

第２問　次のナトリウムの単体および化合物の反応系統図について，下の設問に答えよ。



問１　図中の［ a ］～［ g ］に入る操作として適切なものを，次の選択肢①～⑧のうちからそれぞれ一つ選べ。

［ a ］＝解答番号［ 1 ］
［ b ］＝解答番号［ 2 ］
［ c ］＝解答番号［ 3 ］
［ d ］＝解答番号［ 4 ］
［ e ］＝解答番号［ 5 ］
［ f ］＝解答番号［ 6 ］
［ g ］＝解答番号［ 7 ］

① 飽和水溶液に酸素を通じる。
② 飽和水溶液に一酸化炭素を通じる。
③ 飽和水溶液に固体の水酸化カルシウムを加える。
④ 飽和水溶液に塩酸を加える。
⑤ 飽和水溶液にアンモニアを吸収させたあと，二酸化炭素を通じる。
⑥ 加熱・融解した溶融塩を電気分解する。
⑦ 飽和水溶液を電気分解する。
⑧ 固体を熱分解する。

問２　固体のナトリウムに水を加えたときに発生する気体として適切なものを，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。　**解答番号 8**

① 水素　② 酸素　③ 二酸化炭素
④ 一酸化炭素　⑤ 過酸化水素　⑥ 塩素

問３　炭酸水素ナトリウムについて述べた次の文(A)～(C)を読み，下の選択肢①～⑦のうちから，記述が正しい文の記号だけがすべて含まれているものを一つ選べ。なお，記述の正しい文が一つもないときには該当なしの⑧を選べ。　**解答番号 9**

［文］
(A) 炭酸水素ナトリウムは乾燥剤として用いられる。
(B) 炭酸水素ナトリウムは胃腸薬やベーキングパウダーに用いられる。
(C) 炭酸水素ナトリウムは潮解するため，密閉して保存する。

① (A), (B), (C)　② (A), (B)　③ (B), (C)　④ (A), (C)
⑤ (A)　⑥ (B)　⑦ (C)　⑧ 該当なし

問４　炭酸ナトリウム 1.0 kg を製造するのに必要な塩化ナトリウムは 10.11 kg である。10，11 に入る適切な数字を，次の選択肢①～⑩のうちからそれぞれ一つ選べ。

解答番号 10，11

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5
⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9　⑩ 0

問５　図中の二酸化炭素は，石灰石を加熱することで得られる。この反応を表す次の化学反応式中の空欄に入る化学式として適切なものを，下の選択肢①～⑥のうちからそれぞれ一つ選べ。なお，同じ選択肢を重複して使用してはならない。　ア ＝**解答番号 12**
イ ＝**解答番号 13**

$$\boxed{\text{ア}} \longrightarrow \boxed{\text{イ}} + CO_2$$

① $(COOH)_2$　② $Ca(OH)_2$　③ CaO
④ $CaCO_3$　⑤ K_2CO_3　⑥ KOH

問６　炭酸ナトリウムについて，次の問(ⅰ),(ⅱ)に答えよ。

（ⅰ） 炭酸ナトリウムの工業的製法の名称として適切なものを，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。　**解答番号** 14

① 接触法　② アンモニアソーダ法　③ オストワルト法
④ デュマ法　⑤ イオン交換膜法　⑥ ハーバー・ボッシュ法

（ⅱ） 炭酸ナトリウムと二酸化ケイ素を混合して加熱すると，気体の［ A ］を発生させながら反応してガラス状の［ B ］が得られる。［ B ］に水を加えて加熱・加圧すると粘性の大きい水ガラスが得られ，水ガラスの水溶液に希塩酸を加えると［ C ］が生成する。［ A ］～［ C ］に入る化学式として適切なものを，次の選択肢①～⑨のうちからそれぞれ一つ選べ。

［ A ］＝**解答番号** 15
［ B ］＝**解答番号** 16
［ C ］＝**解答番号** 17

① H_2　② O_2　③ CO_2
④ Na_2SiO　⑤ Na_2SiO_2　⑥ Na_2SiO_3
⑦ H_2SiO　⑧ H_2SiO_2　⑨ H_2SiO_3

第３問　次の設問に答えよ。

問１　分子式が $C_5H_{12}O$ である第２級アルコールには何種類の構造異性体があるか。適切なものを，次の選択肢①～⑧のうちから一つ選べ。　**解答番号** 1

① 1　② 2　③ 3　④ 4
⑤ 5　⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8

問２　分子式が $C_5H_{10}O$ でフェーリング液を還元するカルボニル化合物には何種類の構造異性体があるか。適切なものを，次の選択肢①～⑧のうちから一つ選べ。　**解答番号** 2

① 1　② 2　③ 3　④ 4
⑤ 5　⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8

問３　組成式が $C_{\boxed{3}}H_{\boxed{4}}O_{\boxed{5}}$ である化合物 1.76 g を完全に燃焼させると，二酸化炭素 3.52 g，水 1.44 g が得られた。 3 ～ 5 に入る適切な数字を，次の選択肢①～⑨のうちからそれぞれ一つ選べ。　**解答番号** 3 ～ 5

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5
⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9

問４　メタンについて述べた次の文(A)～(C)を読み，下の選択肢①～⑦のうちから，記述が正しい文の記号だけがすべて含まれているものを一つ選べ。なお，記述の正しい文が一つもないときには該当なしの⑧を選べ。　**解答番号** 6

［文］
(A) メタン分子の構造は，正四面体形である。
(B) メタンは工業的に天然ガスから得ている。
(C) メタンをヨウ素で置換したヨードホルムの分子式は CH_3I である。

① (A), (B), (C)　② (A), (B)　③ (B), (C)　④ (A), (C)
⑤ (A)　⑥ (B)　⑦ (C)　⑧ 該当なし

問５　分子量 884 の油脂 100 g を水酸化ナトリウムを用いてけん化するとき，必要な水酸化ナトリウムの質量は［７］［８］.［９］g である。［７］～［９］に入る適切な数字を，次の選択肢①～⑩のうちからそれぞれ一つ選べ。　**解答番号［７］～［９］**

① 1	② 2	③ 3	④ 4	⑤ 5
⑥ 6	⑦ 7	⑧ 8	⑨ 9	⑩ 0

問６　フェノール類の検出に用いられる水溶液として最も適切なものを，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。　**解答番号［10］**

① 硝酸銀水溶液	② 硫酸銅(Ⅱ)水溶液	③ 塩化カルシウム水溶液
④ 塩化鉄(Ⅲ)水溶液	⑤ 酢酸鉛(Ⅱ)水溶液	⑥ 炭酸ナトリウム水溶液

問７　加熱すると容易に分子内脱水をおこす有機化合物として適切なものを，次の選択肢①～⑨のうちから二つ選べ。なお，解答の順序は問わない。　**解答番号［11］，［12］**

① 安息香酸	② トルエン	③ フタル酸
④ イソフタル酸	⑤ テレフタル酸	⑥ 酢酸
⑦ フマル酸	⑧ マレイン酸	⑨ アセチレン