化学基礎

問題は第４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
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３問　次の設問に答えよ。

問１　硫酸アルミニウムの化学式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 1

① $AlSO_2$　② Al_2SO_4　③ $Al(SO_2)_2$
④ $Al_2(SO_4)_3$　⑤ $Al_3(SO_4)_2$　⑥ $Al_2(SO_2)_3$

問２　分子の構造や極性について述べた文として適切なものを，次の選択肢①～⑥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 2 , 3

① H_2O 分子は折れ線形の構造である。
② CO_2 分子は正四面体形の構造である。
③ NH_3 分子は正三角形の構造である。
④ CH_4 分子は極性をもつ。
⑤ H_2S 分子は極性をもたない。
⑥ Cl_2 分子は極性をもたない。

問３　標準状態で 1.0 L の空気中には 4 . 5 $\times 10^{6\,7}$ 個の分子が含まれる。 4 ～ 7 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 4 ～ 7

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

問４　ある濃度の水酸化ナトリウム水溶液 20.0 mL を，0.10 mol/L の塩酸で滴定したところ，12.0 mL で終点に達した。この水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度は 8 . 9 $\times 10^{-10}$ mol/L である。 8 ～ 10 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 8 ～ 10

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

問５　下線部の金属原子の酸化数が最も大きいものを，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。

解答番号 11

① $\underline{Fe}Cl_3$　② $\underline{Zn}S$　③ $\underline{Pb}O_2$
④ $[\underline{Al}(OH)_4]^-$　⑤ $\underline{Mn}O_2$　⑥ $\underline{Cr}_2O_7^{2-}$

問６　酸性条件下で過マンガン酸カリウムおよびシュウ酸はそれぞれ酸化剤，還元剤として次のように反応する。

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$$
$$H_2C_2O_4 \longrightarrow 2CO_2 + 2H^+ + 2e^-$$

硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液にシュウ酸を加えたときの反応を表す次の化学反応式中の空欄に入る係数として適切なものを，下の選択肢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** 12 ～ 17

$$\boxed{12}KMnO_4 + \boxed{13}H_2SO_4 + \boxed{14}H_2C_2O_4 \longrightarrow \boxed{15}MnSO_4 + \boxed{16}K_2SO_4 + 10CO_2 + \boxed{17}H_2O$$

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5
⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9

問７　0.30 mol/L の希塩酸 1.0 L に，1.3 g の亜鉛と 1.5 g の銅を加えたところ，気体が発生した。反応が完了するまでに発生した気体をすべて捕集し，標準状態における体積を測定すると 0.18 19 L であった。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４問　次の文章を読み，下の設問に答えよ。

(1)中和滴定や(2)金属を溶かす実験において希硫酸を用いる場合，濃硫酸を希釈して必要な濃度の希硫酸を調製する。このとき，(3)十分量の水にガラス棒を伝わらせながら少しずつ濃硫酸を加えていく。質量パーセント濃度 98%，密度 1.8 g/cm^3 の濃硫酸を用いて，モル濃度 2.4 mol/L，密度 1.2 g/cm^3 の希硫酸 500 mL を調製することを考える。このときに必要な濃硫酸の体積を x〔mL〕，希釈に用いる水の体積を y〔mL〕とする。なお，水の密度は 1.0 g/cm^3 である。２種類の液体を混合したとき，一般には体積が変化するため $x + y \neq 500$ であることに注意しながら，次のような表を作成して x と y を計算した。

	濃硫酸	＋	水	→	希硫酸
体積〔mL〕	x	＋	y	→	500
全体の質量〔g〕	a	＋	b	→	c
含まれる H_2SO_4 の物質量〔mol〕	d	＋	0	→	d

問１　下線部(1)について，希硫酸を用いて水酸化ナトリウム水溶液の濃度を決定する中和滴定実験では，指示薬としてフェノールフタレインおよびメチルオレンジを用いることができるか。適切なものを，次の選択肢①～④のうちから一つ選べ。なお，○は使用できることを，×は不適当であることを表す。　**解答番号 1**

	フェノールフタレイン	メチルオレンジ
①	○	○
②	○	×
③	×	○
④	×	×

問２　下線部(2)について，希硫酸に溶ける金属は次の語群の中にいくつあるか。適切なものを，下の選択肢①～④のうちから一つ選べ。該当するものがない場合は⑤を選べ。

解答番号 2

［語群］鉄，ニッケル，銀，アルミニウム

① 1　　② 2　　③ 3　　④ 4　　⑤ 該当なし

問３　下線部(3)について，このような方法で希釈するのは濃硫酸のある性質のためである。その性質とはどのようなものか。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 3

① 水の中で完全に電離する。　② 粘性が大きい。
③ 水に溶かすと大きく発熱する。　④ 水よりも密度が大きい。
⑤ 酸化力が強い。　⑥ 蒸発しにくい。

問４　表中の a ～ d に入る式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 4
b ＝解答番号 5
c ＝解答番号 6
d ＝解答番号 7

① x　② y　③ $x+y$　④ $\frac{9x}{5}$
⑤ $\frac{9x}{5}+y$　⑥ $\frac{9x}{500}$　⑦ $\frac{9x}{500}+y$　⑧ $9.8y$

問５　調製したい希硫酸 500 mL に含まれる H_2SO_4 の物質量について注目して計算することで，$x =$ 8 9 mL と求められる。 8 ， 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 8 ， 9

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

問６　調製したい希硫酸全体の質量に注目して計算することで，$y =$ 10 . 11 $\times 10^{12}$ mL と求められる。 10 ～ 12 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 ～ 12

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