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〕
ファラデー定数：$F = 9.65 \times 10^{4}$ 〔C/mol〕
標準状態における理想気体のモル体積：22.4 〔L/mol〕

（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 ×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 ×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。

また，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。

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 C80 H81 82 O83 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

第１問　次の文章を読み，下の設問に答えよ。

電池のもつ起電力により水溶液や融解液に電気を流すことで，物質を分解することを電気分解という。電池の［あ］に接続した電極を［い］といい，［い］では酸化反応が起こる。一方，電池の［う］に接続した電極を［え］といい，［え］では還元反応が起こる。例えば，(1)鉛蓄電池を用いて食塩水を電気分解すると，［い］では塩素，［え］では水素が発生する。

電気分解は工業的にも重要である。(2)アルミニウムの単体は液体状態の(3)酸化アルミニウムを電気分解することで製造されており，この方法は［ア］とよばれる。また，銅の単体は粗銅を［い］，純銅を［え］に用いて硫酸銅(Ⅱ)水溶液を電気分解することで製造されており，この方法は［イ］とよばれる。

問１　文中の［あ］～［え］に入る語句として適切なものを，次の選択肢①～④のうちからそれぞれ一つ選べ。ただし，同じ選択肢を重複して使用してはならない。

［あ］＝解答番号［1］
［い］＝解答番号［2］
［う］＝解答番号［3］
［え］＝解答番号［4］

① 正極　② 負極　③ 陽極　④ 陰極

問２　文中の［ア］，［イ］に入る語句として適切なものを，次の選択肢①～④のうちからそれぞれ一つ選べ。ただし，同じ選択肢を重複して使用してはならない。

［ア］＝解答番号［5］
［イ］＝解答番号［6］

① 接触分解　② 電解精錬　③ 透析　④ 溶融塩電解

問３　下線部(1)について，次の問(ⅰ)～(ⅲ)に答えよ。原子量は H = 1.00，O = 16.0，S = 32.0 とする。

(ⅰ) 鉛蓄電池の［あ］および［う］に用いられる物質として適切なものを，次の選択肢①～④のうちからそれぞれ一つ選べ。ただし，同じ選択肢を重複して使用してはならない。

［あ］＝解答番号［7］
［う］＝解答番号［8］

① 鉛　② 亜鉛　③ 酸化鉛(Ⅱ)　④ 酸化鉛(Ⅳ)

(ⅱ) 1.00 A の電流を 32 分 10 秒間放電させたとき，［あ］の質量は［9］.［10］×$10^{-[11]}$g 増加する。［9］～［11］に入る最も適切な数字を，次の選択肢①～⑩のうちからそれぞれ一つ選べ。

解答番号［9］～［11］

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

(ⅲ) 1.00 A の電流を 32 分 10 秒間放電させたとき，電解液の希硫酸の質量パーセント濃度は［12］［13］.［14］%である。［12］～［14］に入る最も適切な数字を，次の選択肢①～⑩のうちからそれぞれ一つ選べ。ただし，放電前の希硫酸の質量は 100 g，質量パーセント濃度は 12.0 %とする。

解答番号［12］～［14］

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

問４　下線部(2)および(3)について，アルミニウムの単体および酸化アルミニウムにおけるアルミニウム原子の酸化数として適切なものを，次の選択肢①～⑩のうちからそれぞれ一つ選べ。ただし，同じ選択肢を重複して使用してはならない。

アルミニウムの単体＝解答番号［15］
酸化アルミニウム＝解答番号［16］

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

問５　不純物として銀と亜鉛のみを含む粗銅と 0.40 mol/L の硫酸銅(Ⅱ)水溶液 5.0 L を用いて［イ］したところ，陽極泥が 1.3 g 得られ，粗銅の質量は 390.0 g 減少した。また，硫酸銅(Ⅱ)水溶液の体積は変化しなかったが，硫酸銅(Ⅱ)の濃度が 0.38 mol/L に減少していた。次の問(ⅰ)～(ⅲ)に答えよ。

(ⅰ) 粗銅の質量減少分 390.0 g のうち，銀の質量は［17］.［18］g である。［17］，［18］に入る最も適切な数字を，次の選択肢①～⑩のうちからそれぞれ一つ選べ。原子量は Ag = 108 とする。

解答番号［17］，［18］

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

(ⅱ) 粗銅の質量減少分 390.0 g のうち，亜鉛の質量は［19］.［20］g である。［19］，［20］に入る最も適切な数字を，次の選択肢①～⑩のうちからそれぞれ一つ選べ。原子量は Zn = 65.0 とする。

解答番号［19］，［20］

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

(ⅲ) 粗銅中の銅の純度は質量百分率で［21］［22］%である。［21］，［22］に入る最も適切な数字を，次の選択肢①～⑩のうちからそれぞれ一つ選べ。ただし，粗銅の組成は均一であるとする。

解答番号［21］，［22］

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

第２問　次の文章を読み，下の設問に答えよ。

周期表［あ］族の金属元素である Li，Na，K，Rb，Cs はアルカリ金属とよばれる。いずれの原子も価電子を［あ］個だけもち，これを放出して［あ］価の陽イオンになる性質が強く，(1)単体は水や空気中の酸素と容易に反応する。そのため，単体は灯油中に保存するが，中でも密度が最も小さい［ア］は灯油に浮く。

周期表［い］族の金属元素である Be，Mg，Ca，Sr，Ba の原子は価電子を［い］個もち，これを放出して［い］価の陽イオンになりやすい。［い］族元素の中でも似通った性質をもつものをまとめてアルカリ土類金属という。

アルカリ金属もアルカリ土類金属も水と反応して強塩基を生じたり，(2)炎色反応を示すなどの共通した性質をもつ。

問１　文中の［あ］，［い］に入る数として適切なものを，次の選択肢①～⑩のうちからそれぞれ一つ選べ。ただし，同じ選択肢を重複して使用してはならない。

［あ］＝解答番号［1］
［い］＝解答番号［2］

① 1　② 2　③ 3　④ 11　⑤ 12
⑥ 13　⑦ 14　⑧ 15　⑨ 16　⑩ 17

問２　文中の［ア］に入る金属として適切なものを，次の選択肢①～⑤のうちから一つ選べ。

解答番号［3］

① Li　② Na　③ K　④ Rb　⑤ Cs

問３　下線部(1)について，次の問(ⅰ)，(ⅱ)に答えよ。

(ⅰ) アルカリ金属の単体と水との反応について述べた文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［4］

① アルカリ金属の単体を酸，水を塩基とする中和反応である。
② アルカリ金属の単体を塩基，水を酸とする中和反応である。
③ アルカリ金属の単体を酸化剤，水を還元剤とする酸化還元反応である。
④ アルカリ金属の単体を還元剤，水を酸化剤とする酸化還元反応である。

(ⅱ) アルカリ金属の単体が酸素と反応すると，アルカリ金属の酸化物が得られる。アルカリ金属の酸化物と水との反応について述べた文として適切なものを，次の選択肢①～⑤のうちから一つ選べ。 **解答番号** 5

① アルカリ金属の酸化物は水と反応しない。
② アルカリ金属の酸化物は酸として反応し，水に溶ける。
③ アルカリ金属の酸化物は塩基として反応し，水に溶ける。
④ アルカリ金属の酸化物は酸化剤として反応し，水に溶ける。
⑤ アルカリ金属の酸化物は還元剤として反応し，水に溶ける。

問４　下線部(2)について，黄色，黄緑色，紅色，橙赤色の炎色反応を示す金属元素として適切なものを，次の選択肢①～⑩のうちからそれぞれ一つ選べ。ただし，同じ選択肢を重複して使用してはならない。

黄色＝**解答番号** 6
黄緑色＝**解答番号** 7
紅色＝**解答番号** 8
橙赤色＝**解答番号** 9

① Li	② Na	③ K	④ Rb	⑤ Cs
⑥ Be	⑦ Mg	⑧ Ca	⑨ Sr	⑩ Ba

問５　硫酸ナトリウムと塩化カルシウムのみからなる混合物 4.50 g を十分量の水に加えたところ，白色沈殿が生じた。ろ過により沈殿を取り除き，ろ液に希硫酸を加えても変化が見られなかった。また，沈殿を乾燥させて質量を測定したところ，1.36 g であった。次の問(ⅰ)，(ⅱ)に答えよ。

(ⅰ) 下線部の白色沈殿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 10

① Na_2SO_4	② $CaCl_2$	③ NaCl
④ $CaSO_4$	⑤ $NaHSO_4$	⑥ HCl

(ⅱ) 初めの混合物中における硫酸ナトリウムの質量百分率は 11 12 . 13 %である。 11 ～ 13 に入る最も適切な数字を，次の選択肢①～⑩のうちからそれぞれ一つ選べ。原子量は O = 16.0，Na = 23.0，S = 32.0，Cl = 35.5，Ca = 40.0 とする。

解答番号 11 ～ 13

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

第３問　次の文章を読み，下の設問に答えよ。

炭素原子は［ あ ］が 4 の原子であり，他の炭素原子や非金属原子と［ い ］によって多様なつながり方をするため，有機化合物の種類は非常に多い。また，分子を構成する原子の種類と数が同じであったとしても，性質の異なる化合物が存在しうる。これらを異性体という。異性体は［ う ］と［ え ］に分けられ，［ え ］はさらに［ お ］と［ か ］に分けられる。［ か ］はその分子内に 4 つの異なる原子または原子団が結合した炭素原子をもつ。この炭素原子を不斉炭素原子という。

いま，炭素，水素，酸素のみからなる有機化合物 **A** がある。3.6 mg の化合物 **A** を完全燃焼させたところ，水が 3.6 mg，二酸化炭素が 8.8 mg 生成した。別の実験により，化合物 **A** は分子量が 100 未満であることが分かった。また，化合物 **A** は環構造をもたず，金属ナトリウムと反応して水素が発生した。さらに，化合物 **A** は不斉炭素原子をもつことが分かった。原子量は H = 1.00，C = 12.0，O = 16.0 とする。

問１　文中の［ あ ］に入る語句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［ 1 ］

① 電子数　　② 共有電子対　　③ 原子価　　④ 質量数

問２　文中の［ い ］に入る語句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［ 2 ］

① 金属結合　　② 共有結合　　③ イオン結合　　④ 配位結合

問３　文中の［ う ］～［ か ］に入る語句として適切なものを，次の選択肢①～⑦のうちからそれぞれ一つ選べ。ただし，同じ選択肢を重複して使用してはならない。

［ う ］＝**解答番号［ 3 ］**
［ え ］＝**解答番号［ 4 ］**
［ お ］＝**解答番号［ 5 ］**
［ か ］＝**解答番号［ 6 ］**

① 同素体　　② 同位体　　③ 同族体
④ 幾何異性体　　⑤ 立体異性体　　⑥ 構造異性体
⑦ 光学異性体

問４　化合物 **A** の分子式は $C_{\boxed{7}}H_{\boxed{8}}O_{\boxed{9}}$ である。 7 ～ 9 に入る最も適切な数字を，次の選択肢①～⑨のうちからそれぞれ一つ選べ。　**解答番号** 7 ～ 9

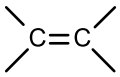
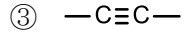
① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5
⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9

問５　下線部について，次の問(ⅰ)，(ⅱ)に答えよ。

（ⅰ）金属ナトリウムと反応したことから，化合物**A**が有すると判断できる官能基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** 10

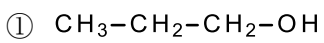
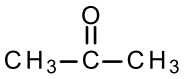
① アミノ基　② ヒドロキシ基　③ エーテル結合　④ エステル結合

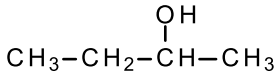
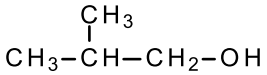
（ⅱ）化合物**A**の分子式および下線部から，化合物**A**が有すると判断できる構造として適切なものを，次の選択肢①～③のうちから一つ選べ。　**解答番号** 11

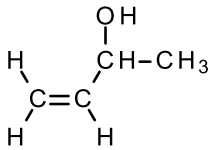
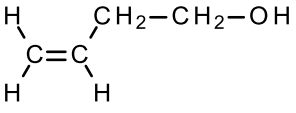
① 　② 　③ 

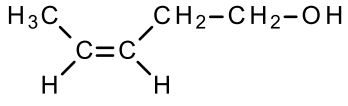
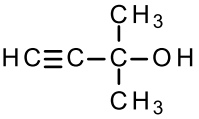
問６　化合物**A**の構造式として適切なものを，次の選択肢①～⑧のうちから一つ選べ。

解答番号 12

① 　② 

③ 　④ 

⑤ 　⑥ 

⑦ 　⑧ 

問７　化合物**A**の異性体のうち，カルボニル基をもつものはいくつあるか。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**13

① 1つ　② 2つ　③ 3つ　④ 4つ
⑤ 5つ　⑥ 6つ　⑦ 7つ　⑧ 8つ

問８　化合物**A**の異性体のうち，四員環（4つの原子からなる環）をもつものはいくつあるか。適切なものを，次の選択肢①～⑧のうちから一つ選べ。ただし，［ え ］を区別するものとする。　**解答番号**14

① 1つ　② 2つ　③ 3つ　④ 4つ
⑤ 5つ　⑥ 6つ　⑦ 7つ　⑧ 8つ