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。

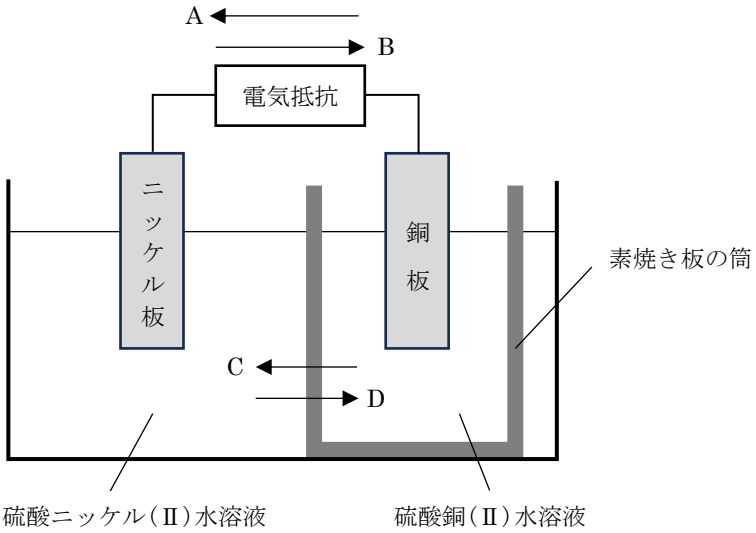
80＝④，81＝⑩，82＝⑧，83＝①

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　次の設問に答えよ。

［Ⅰ］

ニッケル板を 0.50 mol/L の硫酸ニッケル(Ⅱ)水溶液 300 mL に浸し，銅板を 0.30 mol/L の硫酸銅(Ⅱ)水溶液 200 mL に浸して素焼き板の筒で仕切り，ダニエル型電池を組み立てた。組み立てを終えてすぐ，電流を 0.50 A で一定の大きさに保ちながら 2 時間 40 分 50 秒かけて放電させた。放電によって水溶液の体積は変化しなかった。



問１　正極はニッケル板と銅板のどちらか。適切なものを，次の選択肢①，②のうちから一つ選べ。　**解答番号** 1

① ニッケル板　　② 銅板

問２　電流が流れる方向は A と B のどちらか。適切なものを，次の選択肢①，②のうちから一つ選べ。　**解答番号** 2

① A　　② B

問３　放電時にニッケル板および銅板でおこる反応として適切なものを，次の選択肢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。

ニッケル板＝**解答番号** 3

銅板＝**解答番号** 4

① $Ni^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ni$

② $Ni \longrightarrow Ni^{2+} + 2e^-$

③ $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$

④ $Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^-$

⑤ $2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

⑥ $2H_2O \longrightarrow O_2 + 4e^- + 4H^+$

問４　放電が進むとともに硫酸イオン SO_4^{2-} は素焼き板を透過して移動する。移動する方向はCとDのどちらか。適切なものを，次の選択肢①，②のうちから一つ選べ。　**解答番号** 5

① C　　② D

問５　この電池で(1)ニッケル板と硫酸ニッケル(Ⅱ)水溶液を亜鉛板と硫酸亜鉛(Ⅱ)水溶液に変更した場合，および(2)素焼き板の筒をガラスの筒に変更した場合，起電力はそれぞれどのように変化するか。適切なものを，次の選択肢①～③のうちからそれぞれ一つ選べ。

下線部(1)＝**解答番号** 6

下線部(2)＝**解答番号** 7

① 大きくなる　　② 小さくなる　　③ 変化しない

問６　放電により回路を流れた電子は 8.9 $\times 10^{-10}$ mol 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７　放電後の硫酸銅(Ⅱ)水溶液のモル濃度は 0.11 12 mol/L である。 11 ， 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** 11 ， 12

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5

⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9　⑩ 0

［Ⅱ］

鉛畜電池を用いて塩化銅(Ⅱ)水溶液の電気分解をおこなった。陽極および陰極には炭素電極を用いた。電気分解により陽極では気体Xが発生し，また陰極では銅が0.64 g析出した。

問８　気体Xの性質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**[13]，[14]

① 無臭であり，毒性をもつ。
② 黄緑色である。
③ 極めて水に溶けにくい。
④ 空気よりも密度が小さい。
⑤ 湿らせたヨウ化カリウムデンプン紙を青変させる。
⑥ 医療用の麻酔ガスとして用いられている。

問９　電気分解の前後で鉛蓄電池の正極および負極の質量〔mg〕はどれだけ増減するか。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。なお，同じ選択肢を重複して使用してはならない。選択肢中の＋は増加を，－は減少を表す。　正極＝**解答番号**[15]
負極＝**解答番号**[16]

① ＋160	② ＋320	③ ＋640	④ ＋720
⑤ ＋960	⑥ －160	⑦ －320	⑧ －640
⑨ －720	⑩ －960		

第２問　次の設問に答えよ。

問１　アンモニア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** 1

［文］

(A) 刺激臭のある無色の気体である。

(B) 塩化水素と反応して白煙を生じる。

(C) オストワルト法により窒素と水素から合成される。

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２　ケイ素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** 2

［文］

(A) ケイ素原子はM殻に６個の価電子をもつ。

(B) 二酸化ケイ素の粉末に水酸化ナトリウムを加えて加熱すると，ケイ酸ナトリウムが生じる。

(C) シリカゲルは多孔質の固体であり，ビーズ状にしたものは乾燥剤として用いられる。

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３　炭素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 3**

［文］

(A) 黒鉛やフラーレンは炭素の同素体である。

(B) 二酸化炭素を石灰水に通すと白く濁る。

(C) 高温の二酸化炭素は鉄を還元する。

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　上方置換法で捕集する気体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①～⑦のうちから一つ選べ。該当するものがない場合は⑧を選べ。　**解答番号 4**

［語群］NO_2，CO_2，O_3，H_2，NH_3，HCl，H_2S

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5

⑥ 6　⑦ 7　⑧ 該当なし

問５　ナトリウムの単体を水と反応させると［ a ］の水溶液が得られる。この水溶液に［ b ］を吸収させるとまず［ c ］が生成し，さらに［ b ］を吸収させると［ d ］の水溶液となる。この水溶液を濃縮して得た［ d ］の固体を加熱すると，［ b ］と［ c ］および［ e ］に分解する。

文中の［ a ］～［ e ］に入る語句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。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 5**

［ b ］＝**解答番号 6**

［ c ］＝**解答番号 7**

［ d ］＝**解答番号 8**

［ e ］＝**解答番号 9**

① NaCl　② Na_2O　③ NaOH　④ $NaHCO_3$　⑤ Na_2CO_3

⑥ CH_4　⑦ CO　⑧ CO_2　⑨ H_2O　⑩ Na

問６　酸化銀(Ⅰ)は水に難溶の化合物であるが，アンモニア水に加えると錯イオンを形成して溶ける。この反応を表す次の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** 10 ～ 14

$$\boxed{10}Ag_2O + \boxed{11}NH_3 + \boxed{12}H_2O \longrightarrow \boxed{13}[Ag(NH_3)_2]^+ + \boxed{14}OH^-$$

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5
⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9

問７　硝酸銀(Ⅰ)水溶液 200 mL に銅板を浸すと表面に銀が析出し，銅板から銅がイオン化して溶出した。析出した銀の質量が 3.24 g となったとき，溶液中の銅イオン Cu^{2+}のモル濃度は 15 . 16 $\times 10^{-17}$ mol/L である。 15 ～ 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** 15 ～ 17

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。

アンモニアの水素原子を(1)炭化水素基で置換した化合物をアミンといい，炭化水素基が１個のものを第一級，２個のものを第二級，３個のものを第三級のアミンという。アミンはアンモニアと同様に窒素原子に［ a ］組の(2)非共有電子対をもち，水素イオンと［ b ］結合をつくる性質をもつため，塩基としてはたらく。

図１に示すエチルメチルアミンは脂肪族アミンであり，強い引火性をもつ液体である。また，図２に示すアニリンは芳香族アミンであり，(3)ベンゼンから合成したニトロベンゼンを還元することで得られる。酸化されやすく，空気中に放置すると褐色に変化する。また，さらし粉水溶液を加えて酸化すると［ c ］色を呈する。硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で酸化すると［ d ］色の化合物となり，これは(4)顔料や塗料に用いられる。

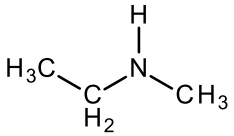


図１

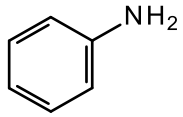


図２

問１　下線部(1)について，炭化水素基として不適切なものを，次の選択肢①～⑤のうちから一つ選べ。　**解答番号［ 1 ］**

① メチル基　② ビニル基　③ プロピル基　④ アセチル基　⑤ フェニル基

問２　文中の［ a ］に入る数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［ 2 ］**

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5

問３　下線部(2)について，非共有電子対をもたない分子またはイオン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 O_2　② N_2　③ CH_4　④ HCHO　⑤ CH_3COOH

問４　文中の［ b ］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［ 4 ］**

① 水素　② イオン　③ 配位　④ 金属

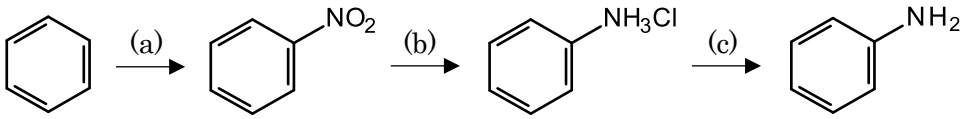
問５　エチルメチルアミンおよびアニリンはそれぞれ第何級のアミンか。適切なものを，次の選択肢①～③のうちからそれぞれ一つ選べ。　　エチルメチルアミン＝**解答番号** 5
アニリン＝**解答番号** 6

① 第一級　　② 第二級　　③ 第三級

問６　エチルメチルアミンにはいくつの構造異性体が存在するか。適切なものを，次の選択肢①～⑨のうちから一つ選べ。なお，エチルメチルアミン自身も含めて数えるものとする。
解答番号 7

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5
⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9

問７　下線部(3)について，その合成経路の概略を次に示す。



各反応段階で用いる試薬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** 8
(b)＝**解答番号** 9
(c)＝**解答番号** 10

① 濃硫酸　　② 濃硫酸，濃硝酸
③ 希硝酸　　④ 希塩酸
⑤ 希塩酸，スズ　　⑥ 希硫酸，酸化マンガン(Ⅳ)
⑦ アンモニア性硝酸銀(Ⅰ)水溶液　　⑧ 水酸化ナトリウム水溶液

問８　文中の［ c ］，［ d ］に入る語句として適切なものを，次の選択肢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。　［ c ］＝**解答番号** 11
［ d ］＝**解答番号** 12

① 白　　② 黒　　③ 青
④ 赤紫　　⑤ 淡黄　　⑥ 淡緑

問９　下線部(4)について，アニリンから合成される*p*－ヒドロキシアゾベンゼン(*p*－フェニルアゾフェノール)は橙赤色の化合物であり，顔料や染料として用いられている。次の問(ⅰ),(ⅱ)に答えよ。

(ⅰ) *p*－ヒドロキシアゾベンゼンを完全燃焼させたとき，生成する二酸化炭素と水の物質量比は13 14 : 15である。13 ～ 15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13 ～ 15**

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

(ⅱ) *p*－ヒドロキシアゾベンゼンのベンゼン環に結合している水素原子１個を塩素原子で置換した化合物にはいくつの異性体が存在するか。適切なものを，次の選択肢①～⑨のうちから一つ選べ。　**解答番号16**

① 1	② 2	③ 3	④ 4	⑤ 5
⑥ 6	⑦ 7	⑧ 8	⑨ 9	