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。

問１　電子式で表したとき，共有電子対と非共有電子対の数が等しい分子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 SCl_2　② NH_3　③ CO_2
④ CH_4　⑤ HCN　⑥ CH_3I

問２　鉄とアルミニウムの結晶の単位格子はそれぞれ体心立方格子と面心立方格子である。鉄の結晶では１個の原子に［ a ］個の原子が接しており，アルミニウムの場合は１個の原子に［ b ］個の原子が接している。また，鉄の結晶の単位格子には［ c ］個の原子が含まれており，アルミニウムの結晶の単位格子には［ d ］個の原子が含まれている。文中の［ a ］～［ d ］に入る数として最も適切なものを，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** 2
［ b ］＝**解答番号** 3
［ c ］＝**解答番号** 4
［ d ］＝**解答番号** 5

① 2　② 4　③ 6　④ 8
⑤ 10　⑥ 12　⑦ 14　⑧ 16

問３　水 100 g にグルコース $C_6H_{12}O_6$ を 9.0 g 溶かした溶液のモル濃度は 0.［6］［7］mol/L であり，凝固点は－0.［8］［9］℃である。［6］～［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。なお，この溶液の密度は 1.1 g/cm^3 であり，水のモル凝固点降下は 1.86 K·kg/mol である。　**解答番号** 6 ～ 9

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

問４　27℃，1.0×10^{5} Pa のもとで，0.50 mol/L の過酸化水素水 10 mL に少量の酸化マンガン(Ⅳ)を加えたところ，次のように分解し，反応開始から 30 秒間で 30 mL の酸素が発生した。

$$2H_2O_2 \longrightarrow O_2 + 2H_2O$$

反応開始から 30 秒間で発生した酸素の物質量は 10.11 $\times10^{-12}$ mol であり，過酸化水素の分解反応の平均反応速度は 13.14 $\times10^{-15}$ mol/(L・s)である。 10 ～ 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** 10 ～ 15

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

問５　タンパク質やデンプンのような親水コロイドに多量の電解質を加えていくと，コロイド粒子は表面に結合している水分子が引き剥がされて沈殿する。この現象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** 16

① チンダル現象	② ブラウン運動	③ 凝析
④ 電気泳動	⑤ 塩析	⑥ 透析

問６　鉛蓄電池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** 17

［文］

(A) 起電力が約 2.0 V の一次電池である。

(B) 正極には PbO_2 が用いられ，放電のとき還元剤としてはたらく。

(C) 外部回路を電流が流れる向きと電子の移動する向きは同じ向きである。

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7　容積一定の容器に，1.0 mol の水素 H_2 と 1.0 mol のヨウ素 I_2 を入れて加熱し，一定温度に保ったところ，次のように反応が平衡に達してヨウ化水素 HI が 1.6 mol 生成した。この温度での平衡定数として適切なものを，下の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。

$$H_2 + I_2 \rightleftarrows 2HI$$

解答番号 18

① 16　② 40　③ 64
④ 1.6　⑤ 4.0　⑥ 6.4

第２問　次の文章を読み，下の設問に答えよ。

鉄は，酸素，［ a ］，アルミニウムに次いで地殻中に質量比で多く存在する元素であり，地殻中では酸化物の形で存在している。単体の鉄は，主成分が Fe_2O_3 である赤鉄鉱や，主成分が Fe_3O_4 である磁鉄鉱などの酸化物を多く含む［ b ］を，コークスから生じた一酸化炭素により次のように還元して得ることができる。

$$［1］Fe_2O_3 + CO \longrightarrow ［2］Fe_3O_4 + CO_2$$

$$［3］Fe_3O_4 + CO \longrightarrow ［4］FeO + CO_2$$

$$［5］FeO + CO \longrightarrow ［6］Fe + CO_2$$

この過程によって得られる鉄は［ c ］とよばれ，質量比で 3～5%の炭素や，その他の硫黄，リンなどの不純物を含んでおり，融点は低く，硬くてもろい。高温にした［ c ］を転炉に入れて酸素を吹き込むことによって，炭素などの不純物の含有量を減らしたものを［ d ］とよぶ。

鉄は湿った空気中で酸化され，Fe_2O_3 を含む［ e ］さびが生じる。一方で，強く熱すると Fe_3O_4 を含む［ f ］さびが生じる。鉄がさびるのを防ぐためには，表面に酸素や水が触れないように塗装をしたり，<u>クロムやニッケルを混ぜて合金としたりするなどの方法がある。</u>

問１　文中の［ 1 ］～［ 6 ］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 ］～［ 6 ］**

① 1	② 2	③ 3	④ 4	⑤ 5
⑥ 6	⑦ 7	⑧ 8	⑨ 9	

問２　文中の［ a ］～［ d ］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［ 7 ］
［ b ］＝解答番号［ 8 ］
［ c ］＝解答番号［ 9 ］
［ d ］＝解答番号［ 10 ］

① カルシウム	② マグネシウム	③ ケイ素	④ ボーキサイト
⑤ アルミナ	⑥ 鉄鉱石	⑦ 消石灰	⑧ 粗銅
⑨ 銑鉄	⑩ 鋼		

問３　文中の［ e ］，［ f ］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。

［ e ］＝解答番号 11
［ f ］＝解答番号 12

① 赤　　② 青　　③ 緑　　④ 黒

問４　下線部について，鉄の腐食を防ぐためにクロムやニッケルを混ぜた合金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 13

① 青銅　　② ステンレス鋼
③ はんだ　　④ ジュラルミン
⑤ トタン　　⑥ アマルガム

問５　鉄イオンについて述べた文として適切なものを，次の選択肢①～⑧のうちから三つ選べ。なお，解答の順序は問わない。　解答番号 14 ～ 16

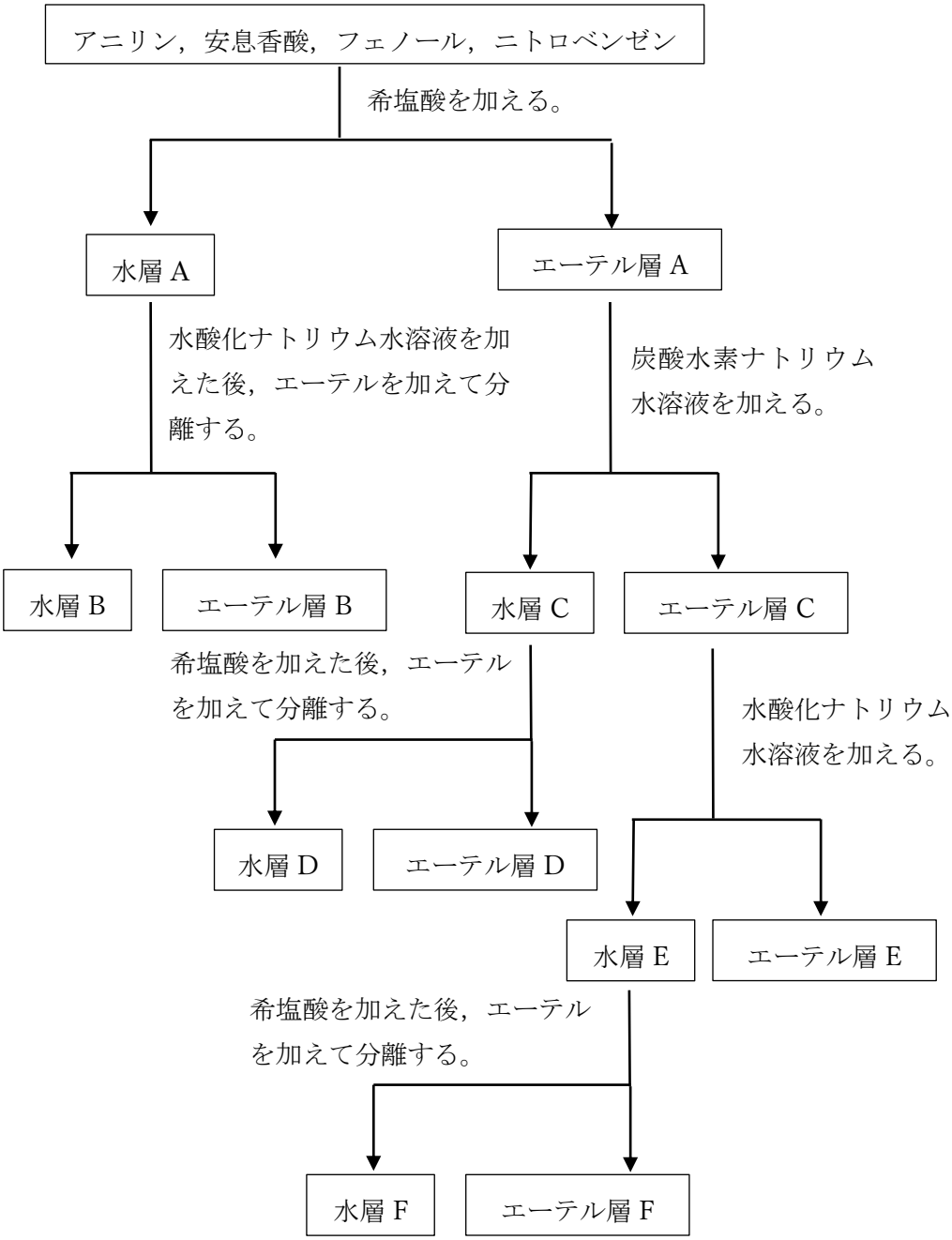
① 硫酸鉄(Ⅱ)を水に溶かすと赤色の水溶液になる。
② 塩化鉄(Ⅲ)を水に溶かすと黄褐色の水溶液になる。
③ Fe^{2+}を含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると赤色の沈殿が生成する。
④ Fe^{3+}を含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると赤褐色の沈殿が生成する。
⑤ Fe^{2+}を含む水溶液にチオシアン酸カリウム水溶液を加えると血赤色の水溶液になる。
⑥ Fe^{2+}を含む水溶液に硫化水素を通じると黒色の沈殿が生成する。
⑦ Fe^{2+}を含む水溶液にヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウム水溶液を加えると濃青色の沈殿が生成する。
⑧ Fe^{3+}を含む水溶液にヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウム水溶液を加えると濃青色の沈殿が生成する。

問６　質量百分率で 95.0%の Fe_2O_3 を含む赤鉄鉱 1.00×10^3 kg から得られる［ c ］には，還元された鉄が［17］.［18］［19］$\times10^2$ kg 含まれている。［17］～［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 17 ～ 19

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。

アニリン，安息香酸，フェノール，ニトロベンゼンの４種類の化合物を含むジエチルエーテル溶液がある。各成分を取り出すために，分液ろうとを用いて次の手順で分離をおこなった。



問１　アニリン，安息香酸，フェノール，ニトロベンゼンに含まれる官能基の構造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。

アニリン＝**解答番号** 1

安息香酸＝**解答番号** 2

フェノール＝**解答番号** 3

ニトロベンゼン＝**解答番号** 4

① $-CH_3$	② $-CHO$	③ $-COOH$	④$-OH$
⑤ $-NH_2$	⑥ $-NO_2$	⑦ $-C-O-C-$	⑧ $-SO_3H$

問２　エーテル層 B，D，E，F に含まれる化合物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。なお，同じ選択肢を重複して使用してはならない。

エーテル層 B＝**解答番号** 5

エーテル層 D＝**解答番号** 6

エーテル層 E＝**解答番号** 7

エーテル層 F＝**解答番号** 8

① アニリン	② 炭酸ナトリウム	③ フェノール
④ 安息香酸	⑤ 安息香酸ナトリウム	⑥ アニリンブラック
⑦ アニリン塩酸塩	⑧ ニトロベンゼン	⑨ ナトリウムフェノキシド

問３　下線部について，次の問(ⅰ)，(ⅱ)に答えよ。

(ⅰ) 分液ろうとを用いた各成分の分離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** 9

① ろ過	② 蒸留	③ 分留
④ 抽出	⑤ 再結晶	⑥ クロマトグラフィー

(ⅱ) 分離した際に下層にあるものを，次の選択肢①，②のうちから一つ選べ。 **解答番号** 10

① 水層	② エーテル層

問４　ニトロベンゼンについて，次の問(ⅰ),(ⅱ)に答えよ。

(ⅰ) ベンゼンに［ a ］と［ b ］の混合物を加えて反応させることで，ベンゼンが［ c ］されてニトロベンゼンが生成する。［ a ］～［ c ］に入る語句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。なお，［ a ］と［ b ］の解答の順序は問わない。

［ a ］＝解答番号 11
［ b ］＝解答番号 12
［ c ］＝解答番号 13

① 濃硝酸　② 塩酸　③ 濃硫酸
④ 炭酸　⑤ シュウ酸　⑥ けん化
⑦ スルホン化　⑧ ニトロ化　⑨ ジアゾ化

(ⅱ) ニトロベンゼ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 14

［文］
(A) ニトロベンゼンは水に溶けやすい。
(B) ニトロベンゼン分子中の H 原子１つをメチル基に置換したものには，構造異性体が３種類ある。
(C) ニトロベンゼンをスズと塩酸で酸化し，水酸化ナトリウム水溶液を加えることでアニリンが生成する。

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５　水層Ｃの中にある弱酸の塩に強酸である塩酸を加えると弱酸が遊離する。この反応と同様の反応として最も適切なものを，次の選択肢①～⑤のうちから一つ選べ。　**解答番号**15

① $2NH_3 + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4$
② $CH_3COONa + HCl \longrightarrow CH_3COOH + NaCl$
③ $2H_2S + SO_2 \longrightarrow 3S + 2H_2O$
④ $HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$
⑤ $Ag + 2HNO_3 \longrightarrow NO_2 + AgNO_3 + H_2O$

問６　文中の操作に関連して述べた次の文①～⑧のうち，適切なものを三つ選べ。なお，解答の順序は問わない。　**解答番号**16～18

① エーテル層Ｂに塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると青紫色を呈する。
② エーテル層Ｄに塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると青紫色を呈する。
③ エーテル層Ｆに塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると青紫色を呈する。
④ エーテル層Ｄに臭素水を加えると白色結晶が生成する。
⑤ エーテル層Ｆに臭素水を加えると白色結晶が生成する。
⑥ エーテル層Ｂにさらし粉水溶液を加えると赤紫色を呈する。
⑦ エーテル層Ｄにさらし粉水溶液を加えると赤紫色を呈する。
⑧ エーテル層Ｆにさらし粉水溶液を加えると赤紫色を呈する。