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　圧力 1.01×10^{5} Pa，体積 10.0 L，温度 27℃の気体を，体積 25.0 L，温度 127℃にしたとき，その圧力は［1］.［2］$\times10^{[3]}$Pa となる。［1］～［3］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［1］～［3］**

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

問２　30℃における無水硫酸ナトリウム Na_2SO_4 の溶解度は 40 g/水 100 g であるから，30℃の水 200 g に溶解する硫酸ナトリウム十水和物 $Na_2SO_4\cdot10H_2O$ の質量は最大で［4］.［5］$\times10^{[6]}$g である。［4］～［6］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］～［6］**

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

問３　10 L の容器に 4.0 mol の二酸化硫黄と 6.0 mol の二酸化窒素を入れて 450℃に保ったところ，可逆反応 $SO_2 + NO_2 \rightleftarrows SO_3 + NO$ …(1) が平衡状態となった。平衡状態において，容器内の二酸化窒素は最初の半分の量となっていた。この結果から，反応(1)の 450℃における濃度平衡定数は $K_c=$［7］.［8］である。［7］，［8］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］，［8］**

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

問４　4.0×10^{-2} mol/L の塩酸の pH は［9］.［10］である。［9］，［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。必要であれば $\log_{10}2=0.30$，$\log_{10}3=0.48$ を用いよ。　**解答番号［9］，［10］**

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

問５　白金電極を用いて水酸化ナトリウム水溶液を電気分解したとき，陽極および陰極付近の電解液の水素イオン濃度は電気分解をおこなう前と比べて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。　陽極付近＝**解答番号**11
陰極付近＝**解答番号**12

① 増加する　② 減少する　③ 変化しない

問６　元素や原子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**13

［文］
(A) 人体を構成する元素は全部で５種類である。
(B) 陽子数よりも電子数が多い状態の原子を陰イオンという。
(C) 陽子数が同じで中性子数が異なる原子を互いに同素体という。

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　1.013×10^5 Pa における物質の融点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) 金属結晶の融点は常温以下のものから 1000℃以上のものまで幅広く存在する。
(B)分子からなる物質では，分子を構成する原子間の共有結合が強いほど融点は高くなる。
(C) フッ化ナトリウム NaF は酸化マグネシウム MgO よりも融点が高い。

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

第２問　次の文章を読み，下の設問に答えよ。

銀はイオン化傾向が小さく空気中では酸化されにくいが，硫化水素を含む空気中では表面が［ a ］色に変化する。また，(1)濃硝酸を加えると［ b ］色の気体を発生しながら溶ける。

Ag^+を含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると［ c ］色の沈殿（化合物 A とする）が生じるが，この化合物 A は(2)腕時計などに使われる小型電池の正極活物質として用いられている。また，(3)A は濃アンモニア水に溶けて［ d ］色の溶液となる。

Ag^+を含む水溶液に臭化ナトリウム水溶液を加えると［ e ］色の沈殿（化合物 B とする）が生じる。化合物 B は(4)光によって分解し Ag が生成する。

問１　銀の結晶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［ 1 ］

① 体心立方格子　　② 面心立方格子　　③ 六方最密構造

問２　銀よりもイオン化傾向が小さい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①～⑥のうちから一つ選べ。該当するものがない場合は⑦を選べ。　**解答番号［ 2 ］**

［語群］鉛，水銀，マンガン，白金，クロム，銅

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5
⑥ 6　⑦ 該当なし

問３　文中の［ a ］～［ e ］に入る語句として適切なものを，次の選択肢①～⑨のうちからそれぞれ一つ選べ。

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

① 無　② 白　③ 黒　④ 淡緑　⑤ 淡青
⑥ 濃青　⑦ 淡黄　⑧ 褐　⑨ 淡桃

問４　下線部(1)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 8 ～ 12

$$\boxed{8}\,Ag + \boxed{9}\,HNO_3 \longrightarrow \boxed{10}\,AgNO_3 + \boxed{11}\,H_2O + \boxed{12}\,NO_2$$

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5
⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9

問５　下線部(2)の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** 13

［文］
(A) 二次電池である。
(B) 正極では Ag^+ が還元される。
(C) 負極活物質には亜鉛が用いられる。

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６　下線部(3)の反応で生成する錯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のうちから二つ選べ。なお，解答の順序は問わない。　**解答番号** 14 ， 15

① Ag^+ に２つの NH_3 が配位結合している。
② Ag^+ に２つの OH^- が配位結合している。
③ Ag^+ に４つの NH_3 が配位結合している。
④ Ag^+ に４つの OH^- が配位結合している。
⑤ 直線形の立体構造をもつ。
⑥ 正方形の立体構造をもつ。
⑦ 正四面体の立体構造をもつ。
⑧ 正八面体の立体構造をもつ。

問７　下線部(4)の反応に最も関連の深い用語を，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。

解答番号 16

① 化学発光　② 放射性壊変　③ 旋光性
④ ルシャトリエの原理　⑤ 光化学反応　⑥ 炎色反応

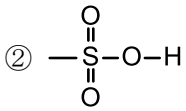
第３問　次の文章を読み，下の設問に答えよ。

カルボン酸は［ a ］で表されるカルボキシ基をもち，(1)炭素数の小さいものは水によく溶けて弱酸性を示す。最も単純なカルボン酸であるギ酸には毒性があり，濃硫酸とともに加熱すると［ ア ］が発生する。二価のカルボン酸である(2)シュウ酸には還元性があり，酸化還元滴定の標準溶液として用いられる。また，(3)シュウ酸は Ca^{2+} と水に溶けにくい結晶をつくる性質があるため，体内で結晶化して尿路結石を引き起こす原因物質となる。

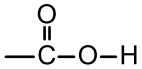
カルボン酸は，［ b ］で表されるヒドロキシ基をもつアルコールと(4)脱水縮合することでエステルをつくる。分子式 $C_3H_6O_2$ をもつ化合物 A と B があり，A は水によく溶けて弱酸性を示したが，B は水に溶けなかった。B に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると，化合物 C および化合物 D の塩が得られた。C を酸化すると化合物 E に変化し，さらに酸化することで化合物 F が得られた。E と F はアンモニア性硝酸銀水溶液とともに加熱すると銀が析出する反応を示した。

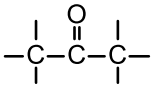
問１　文中の［ a ］，［ b ］に入る構造として適切なものを，次の選択肢①～⑥のうちからそれぞれ一つ選べ。なお，同じ選択肢を重複して使用してはならない。　［ a ］＝解答番号［ 1 ］
［ b ］＝解答番号［ 2 ］

①

② 

③ 

④ 

⑤ 

⑥ 

問２　文中の［ ア ］に入る語句として適切なものを，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。
解答番号［ 3 ］

① 水素　　② 酸素　　③ 一酸化炭素
④ 二酸化炭素　　⑤ メタン　　⑥ エタン

問３　下線部(1)について，炭素数が多いカルボン酸は水に溶けにくいが，その塩は水に溶ける。ステアリン酸ナトリウム $C_{17}H_{35}COONa$ の水溶液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** 4 ， 5

① 弱酸性を示す。
② 弱塩基性を示す。
③ 純水と比べて衣服などの繊維表面が濡れやすい。
④ 純水と比べて沸点が低下する。
⑤ 合成染料として用いられる。
⑥ 少量の電解質を加えると沈殿が生じる。

問４　下線部(2)について，18.9 g のシュウ酸二水和物の結晶をはかり取り，200 mL の標準溶液を調製した。ここから 10.0 mL をコニカルビーカーに移して，ある濃度の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ 12.0 mL で終点となった。よって，過マンガン酸カリウム水溶液のモル濃度は 0.6 7 mol/L である。 6 ， 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** 6 ， 7

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(3)について，シュウ酸カルシウムの結晶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** 8

［文］
(A) 水酸化ナトリウム水溶液に溶ける。
(B) 塩酸に溶ける。
(C) 希硝酸に溶ける。

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６　下線部(4)について，脱水縮合反応であるものを，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** 9 , 10

① エタノールを濃硫酸とともに加熱するとエチレンが生成する。
② エタノールを濃硫酸とともに加熱するとジエチルエーテルが生成する。
③ エチレンと水を反応させるとエタノールが生成する。
④ カーバイドに水を加えるとアセチレンが生成する。
⑤ 酢酸を十酸化四リンとともに加熱すると無水酢酸が生成する。
⑥ 糖類に濃硫酸を加えると炭化する。

問７　化合物 A～F の名称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** 11
B＝**解答番号** 12
C＝**解答番号** 13
D＝**解答番号** 14
E＝**解答番号** 15
F＝**解答番号** 16

① メタノール　② アセトン　③ エタノール
④ ギ酸　⑤ プロピオン酸　⑥ 酢酸メチル
⑦ 酢酸エチル　⑧ ギ酸メチル　⑨ 酢酸
⑩ ホルムアルデヒド