

化学基礎・化学

(全 問 必 答)

第1問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 次の a～c に当てはまるものを、それぞれの解答群①～④のうちから一つずつ選べ。

a 同素体に関する記述として誤りを含むもの。

- ① 赤リンはリンの同素体の一つである。
- ② 炭素の同素体には、電気を通すものがある。
- ③ 硫黄には同素体が存在しない。
- ④ オゾンは酸素の同素体である。

b ネオンと同じ電子配置をもつイオン。

- ① Be^{2+}
- ② Mg^{2+}
- ③ Cl^-
- ④ S^{2-}

c 極性分子であるもの。

- ① CH_4
- ② CS_2
- ③ H_2O
- ④ CCl_4

問2 メタンの燃焼の式は次のように表される。



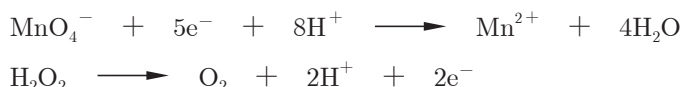
メタン x [mol] と酸素 y [mol] を反応させたところ、メタンは完全に反応し、酸素 z [mol] が残った。このとき、反応物の物質量 [mol] の間の関係を与える式として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

- ① $2x = y$ ② $2x + z = y$ ③ $x + 2z = 2y$ ④ $2x + y = z$

問3 水素イオン濃度と pH に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、水溶液の温度は 25℃、水酸化ナトリウムは水溶液中で完全に電離しているとする。 5

- ① 塩基性の水溶液の水素イオン濃度は、 $1.0 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ より小さい。
 ② 塩基性が強い水溶液ほど、pH は大きい。
 ③ 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液の pH は、13 である。
 ④ pH11 の水酸化ナトリウム水溶液を水で 10 倍に薄めると、pH は 12 になる。

問4 希硫酸を加えて酸性にした過マンガン酸カリウムの水溶液は過酸化水素とそれぞれ酸化剤、還元剤として次のように反応する。



濃度不明の過酸化水素水を 10mL はかりとり、希硫酸を加えて酸性にしたのち、 0.050 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を加えていくと、8.0mL 加えたところで過マンガン酸イオンの赤紫色が消えずに残った。過酸化水素水のモル濃度はいくらか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 6 mol/L

- ① 0.016 ② 0.025 ③ 0.050 ④ 0.10

化学基礎・化学

問5 次の記述 a～c において，金属ア～ウをイオン化傾向の大きい順に並べるとどうなるか。最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。 7

- a 金属アを希塩酸に加えると気体が発生したが，金属イ，ウは希塩酸に加えても反応しなかった。
- b 金属イの硝酸塩水溶液に金属アの板を入れると，金属イが析出した。
- c 金属ウの硝酸塩水溶液に金属イの板を入れても反応しなかった。

- | | | |
|-------------|-------------|-------------|
| ① ア > イ > ウ | ② ア > ウ > イ | ③ イ > ア > ウ |
| ④ イ > ウ > ア | ⑤ ウ > ア > イ | ⑥ ウ > イ > ア |

(下書き用紙)

化学基礎・化学の試験問題は次に続く。

第2問 次の各問い(問1～7)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 8 〕 (配点 25)

問1 図1は、温度と圧力に応じて、水が取りうる状態を示す図である。ここで、Ⅰ、Ⅱ、Ⅲは固体、液体、気体のいずれかの状態を示し、点cでの温度と圧力は(T_T , P_T)であるとする。これに関する記述として誤りを含むものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 1

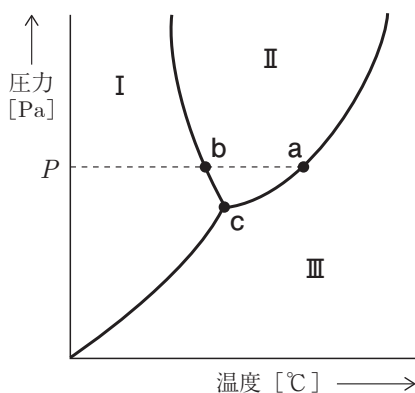


図 1

- ① 圧力 P [Pa] のもとで、点 **b** の温度は水の融点を、点 **a** の温度は水の沸点をそれぞれ示している。
- ② 領域Ⅱと領域Ⅲを区切る曲線を蒸気圧曲線という。
- ③ 温度一定の条件で、気体の水を液体に変えるには、 T_T より低い温度で、圧力を低くすればよい。
- ④ 圧力一定の条件で、気体の水を液体に変えるには、 P_T より高い圧力で、温度を低くすればよい。

問2 25℃で液体の水 1 cm^3 をとり、圧力 $1.0 \times 10^5\text{ Pa}$ の下で加熱してすべてを 100℃の気体にすると、体積はおよそ何倍になるか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、25℃で液体の水の密度は 1.0 g/cm^3 、気体定数は $R = 8.3 \times 10^3\text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ 、原子量は $\text{H} = 1.0$ 、 $\text{O} = 16$ とする。 2 倍

- ① 1,400 ② 1,700 ③ 2,100 ④ 3,100

問3 物質の溶解に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① 一定量の水に溶解する気体の質量は、その気体の圧力が一定のとき、温度が高くなるほど大きくなる。
- ② 水に対する固体の溶解度は、一般に、温度が高いほど大きくなるが、温度が高くなっても溶解度がほとんど変化しない。あるいは逆に溶解度が小さくなる固体もある。
- ③ 一般に、ヨウ素のような無極性分子は、極性分子である水によく溶ける。
- ④ 炭酸カルシウム CaCO_3 のようなイオン結晶は、すべて水によく溶け、水溶液中では陽イオンと陰イオンに電離している。

問4 図2は、ベンゼン 1kg にナフタレン x [mol] を溶かした溶液と純ベンゼンの冷却曲線である。これに関する記述として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 4

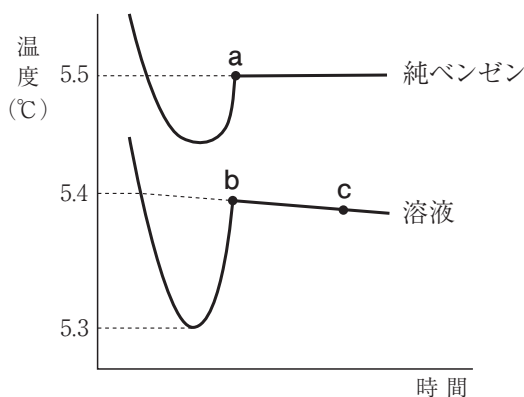


図 2

- ① 図中の点 **a** では、純ベンゼンはすべて固体として存在している。
- ② 図中の点 **b** から点 **c** までの間で、温度が下がっていくのは、溶液の濃度が小さくなっていくからである。
- ③ この溶液の凝固点降下は 0.2°C である。
- ④ ベンゼン 1kg にナフタレン $2x$ [mol] を溶かした溶液の凝固点は 5.3°C となる。

問5 図3のようなエネルギー図からアンモニアのN-Hの結合エネルギーを求める
といくらになるか。最も適当な数値を、下の①～④のうちから一つ選べ。

5 kJ/mol

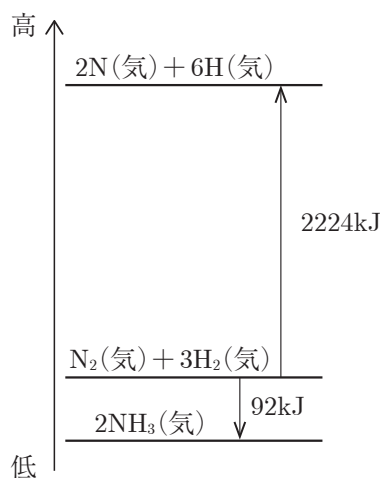


図 3

① 193

② 386

③ 772

④ 1,112

問6 図4に示すような装置を用いて、硝酸銀水溶液と水酸化ナトリウム水溶液の電気分解を行った。0.50Aの電流を一定時間流したところ、電極Aは0.54g重くなった。これに関する下の問い(a・b)に答えよ。ただし、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 、原子量は $\text{Ag} = 108$ とする。

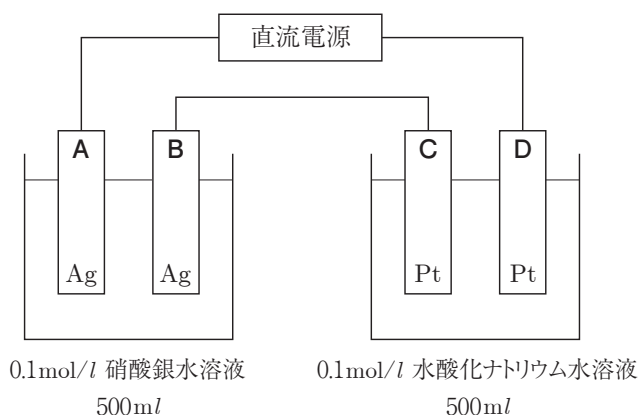


図 4

a 次の記述①～④のうちから、正しいものを一つ選べ。 6

- ① 電極Bでは、酸素が発生する。 ② 電極Cが陰極、Dが陽極である。
 ③ 電極Cでは、酸素が発生する。 ④ 電極Dの質量も増加する。

b この電気分解で電流を流した時間は何分か。最も近い数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 7 分

- ① 4 ② 8 ③ 16 ④ 32

問7 次の試薬の組合せ①～④を水に同じ物質質量ずつ溶かしたとき、その水溶液が緩衝作用を示さないものを一つ選べ。 8

- ① CH_3COOH と CH_3COONa ② H_2SO_4 と NaHSO_4
 ③ NH_3 と NH_4Cl ④ CO_2 (水溶液) と NaHCO_3

第3問 次の各問い(問1～4)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 6〕 (配点 20)

問1 ハロゲンに関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 1

- ① フッ素は水と激しく反応し、酸素を発生する。
- ② ヨウ素は水によく溶ける。
- ③ 塩化カリウム水溶液にヨウ素を加えると、塩素が発生する。
- ④ フッ化水素酸は強酸性を示す。

問2 図1の装置を用いて銅と濃硝酸を反応させ、発生した気体を試験管に捕集する実験を行った。これに関する下の問い(a～c)に答えよ。

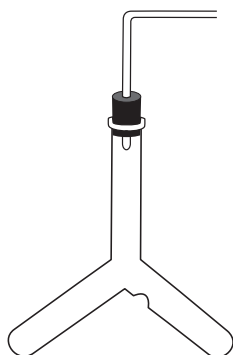


図 1

a 銅片はふたまた試験管のどちらの管に入れるべきか。最も適当なものを、次の①～③のうちから一つ選べ。 2

- ① くびれがある方
- ② くびれがない方
- ③ どちらに入れてもかまわない

b 銅片と濃硝酸はどちらを先に入れるべきか。最も適当なものを、次の①～③のうちから一つ選べ。

- [illegible]

c 発生した気体の捕集法としてはどれが適当か。最も適当なものを、次の①～③のうちから一つ選べ。

- ① 水上置換法 ② 下方置換法 ③ 上方置換法

問3 ナトリウムに関する次の文章中の下線部①～④のうちから、誤りを含むものを一つ選べ。

ナトリウムはイオン化傾向が大きいので、①石油中に保存する。②軟らかくてナイフで切れるが、断面はすぐに酸化されて金属光沢が失われる。ナトリウムの小片を水に投ずると③水面で激しく反応する。反応後の水溶液に④メチルオレンジを滴下すると、赤色を呈する。

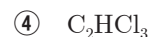
問4 金属イオン A を含む弱酸性の水溶液に試薬 I を加えると、はじめは沈殿が生じるが、さらに試薬 I を加えると沈殿が消える。金属イオン A と試薬 I の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

6

	金属イオン <i>A</i>	試薬 <i>I</i>
①	Ba ²⁺	水酸化ナトリウム水溶液
②	Ag ⁺	水酸化ナトリウム水溶液
③	Zn ²⁺	アンモニア水
④	Fe ²⁺	アンモニア水

第4問 次の各問い(問1～8)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 12〕 (配点 30)

問1 次の化合物①～④のうちから、シストランス異性体(幾何異性体)が存在するものを一つ選べ。 1



問2 次の記述 a～c 中の ア ～ ウ に入る気体の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 2

a メタノールにナトリウムを加えると、ア が発生する。

b メタノールは、工業的には ア と イ から合成される。

c メタノールの蒸気に、バーナーで焼いた銅線を触れさせると ウ が生成する。

	ア	イ	ウ
①	水 素	一酸化炭素	メタン
②	水 素	一酸化炭素	ホルムアルデヒド
③	水 素	二酸化炭素	ホルムアルデヒド
④	酸 素	一酸化炭素	メタン
⑤	酸 素	二酸化炭素	ホルムアルデヒド
⑥	酸 素	二酸化炭素	メタン

問3 図1の有機化合物の反応について、図中の **ア** と **イ** に入る化合物として最も適当なものを、下の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

ア **3** イ **4**

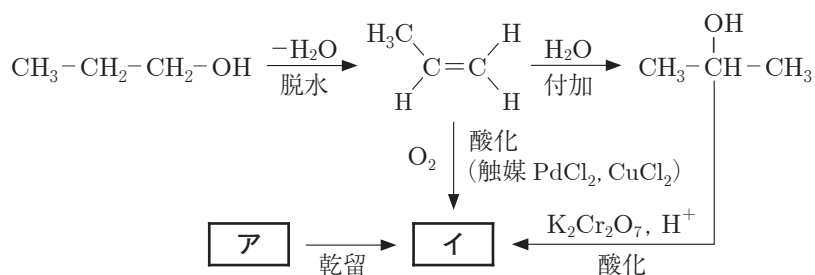


図 1

- | | | |
|---------------------------------------|--|--------------------------------------|
| ① CH_3COONa | ② $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$ | ③ $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ |
| ④ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ | ⑤ CH_3COCH_3 | ⑥ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ |

問4 次の有機化合物①～④のうちから、ヨードホルム反応を示すものを一つ選べ。

5

- | | |
|--|---------------------------------------|
| ① $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ | ② $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ |
| ③ CH_3COCH_3 | ④ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ |

化学基礎・化学

問5 セッケンに関する次の文章中の下線部①～④のうちから、誤りを含むものを一つ選べ。 6

油脂を水酸化ナトリウム水溶液でけん化すると、①高級脂肪酸のナトリウム塩が得られる。これがセッケンであり、その②水溶液は加水分解によって弱い酸性を示す。セッケンは疎水性の炭化水素基と親水性の -COO^- をもち、水溶液中では③炭化水素基を内側に向けて集まり、コロイド粒子をつくる。これを④ミセルという。

問6 図2はベンゼンからアニリンを合成する経路の一部である。A, Bに当てはまる反応名および a, bに当てはまる試薬として最も適当なものを、下のそれぞれの解答群①～⑦のうちから一つずつ選べ。

A 7 B 8 a 9 b 10

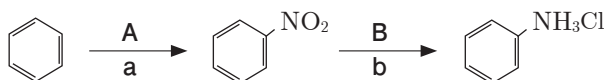


図 2

A 7, B 8 の解答群

- | | | | |
|------|------|--------|------|
| ① 酸化 | ② 還元 | ③ 中和 | ④ 脱水 |
| ⑤ 付加 | ⑥ 置換 | ⑦ 加水分解 | |

a 9, b 10 の解答群

- | | | |
|------------|------------|-------------|
| ① 白金 | ② 濃硫酸 | ③ 酸化マンガン(Ⅳ) |
| ④ スズ, 濃塩酸 | ⑤ 濃硝酸, 濃硫酸 | ⑥ 鉄, 濃硝酸 |
| ⑦ 濃硝酸, 濃塩酸 | | |

問7 次の記述①～④のうちから、デンプンとセルロースに共通する性質として最も適切なものを一つ選べ。 11

- ① 冷水にはほとんど溶けないが、約80℃の温水につけておくと、のり状になる。
- ② 多数の β -グルコースが縮合重合してできた直線状の高分子である。
- ③ 水溶液にヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加えると、青紫色を呈する。
- ④ 希硫酸を加えて加熱すると、加水分解してグルコースを生じる。

問8 次の高分子化合物①～④のうちから、合成する際にHCHOを用いないものを一つ選べ。 12

- | | |
|----------|-----------|
| ① ポリスチレン | ② ビニロン |
| ③ 尿素樹脂 | ④ フェノール樹脂 |