

化 学

(解答番号 ~)

必要があれば、次の数値を用いよ。

原子量：H = 1.0 C = 12.0 N = 14.0 O = 16.0

Na = 23.0 Cl = 35.5 Ag = 108

アボガドロ定数： $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

ファラデー定数： $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

※ この問題つづりに計算用紙をはさみこんでいます
ので利用してください。

I 次の問い(問1～問6)に答えよ。(25点)

問1 次の元素の原子 a～d について、価電子の数が5であるものの組み合わせとして、最も適当なものを、下の①～⑨から選べ。

1

a 炭素 b 窒素 c リン d カルシウム

- ① (a, b) ② (a, c) ③ (a, d)
④ (b, c) ⑤ (b, d) ⑥ (c, d)
⑦ (a, b, c) ⑧ (a, c, d) ⑨ (b, c, d)

問2 イオンと原子の大きさに関する次の記述 a～d のうち、正しいものの組み合わせを、下の①～⑥から選べ。

2

- a 原子が陰イオンになると、もとの原子よりも大きくなる。
b 同じ周期の元素では、原子番号が大きいほど原子は大きくなる。
c O^{2-} は Mg^{2+} よりも大きい。
d ナトリウムイオン Na^+ はナトリウム原子 Na よりも大きい。

- ① (a, b) ② (a, c) ③ (a, d)
④ (b, c) ⑤ (b, d) ⑥ (c, d)

問3 混合物の分離・精製に関する次の記述 a～dのうち、正しいものの組み合わせを、下の①～⑥から選べ。

3

- a 塩化ナトリウム水溶液を加熱し、蒸発させた水を冷却して分離する操作を蒸留という。
- b コーヒー豆をコーヒーフィルターに入れ、熱湯を注ぎ、コーヒー豆から味や香りの成分を分ける操作を分留という。
- c ヨウ素に砂が混ざっているものを加熱し、集めた気体を冷却して純粋なヨウ素の固体を分離する操作を抽出という。
- d 黒インクをろ紙につけて乾燥させ、ろ紙の一端を展開液に浸し、黒インクに含まれる複数の色素を分離する操作をクロマトグラフィーという。

- ① (a, b) ② (a, c) ③ (a, d)
④ (b, c) ⑤ (b, d) ⑥ (c, d)

問4 物質の結合様式に関する次の記述 a～dのうち、正しいものの組み合わせを、下の①～⑥から選べ。

4

- a 原子間で価電子を共有してできる結合をイオン結合という。
- b 水素分子は2個の水素原子が共有結合したものである。
- c 一般に、分子間力は、イオン結合より強い力である。
- d アンモニウムイオン NH_4^+ はアンモニア分子 NH_3 と水素イオン H^+ の配位結合で生じる。

- ① (a, b) ② (a, c) ③ (a, d)
④ (b, c) ⑤ (b, d) ⑥ (c, d)

問5 次の分子 a～d のうち、極性分子はどれか。最も適当なものの組み合わせを、下の①～⑨から選べ。

5

a 塩化水素 b メタン c 水 d アンモニア

- ① (a, b) ② (a, c) ③ (a, d)
 ④ (b, c) ⑤ (b, d) ⑥ (c, d)
 ⑦ (a, b, c) ⑧ (a, c, d) ⑨ (b, c, d)

問6 窒素、二酸化炭素(ドライアイス)、水酸化ナトリウム、硫酸カルシウム二水和物、炭酸カルシウム、硫酸バリウムのうち、次の記述 a～c にあてはまる物質はどれか。最も適当な組み合わせを、下の①～⑧から選べ。

6

- a 昇華性があり、冷却材として利用されている。
 b 水に溶けにくく、セッコウの彫刻に用いられている。
 c 石灰石や大理石の主成分で、塩酸を加えると気体を発生する。

	a	b	c
①	窒素	水酸化ナトリウム	炭酸カルシウム
②	窒素	水酸化ナトリウム	硫酸バリウム
③	窒素	硫酸カルシウム二水和物	炭酸カルシウム
④	窒素	硫酸カルシウム二水和物	硫酸バリウム
⑤	二酸化炭素	水酸化ナトリウム	炭酸カルシウム
⑥	二酸化炭素	水酸化ナトリウム	硫酸バリウム
⑦	二酸化炭素	硫酸カルシウム二水和物	炭酸カルシウム
⑧	二酸化炭素	硫酸カルシウム二水和物	硫酸バリウム

II 次の問い(問1～問5)に答えよ。(25点)

問1 次の文章を読んで、～に入る語として、最も適当なものを、下の①～⑤から選べ。

ア：

イ：

ウ：

質量パーセント濃度[%]は、の質量[g]に対するの質量[g]の割合を百分率(パーセント)で示した濃度である。モル濃度[mol/L]は、 1 L 中に溶けているの量を [mol]で示した濃度である。

- ① 物質量 ② 溶解 ③ 溶質 ④ 溶液 ⑤ 溶媒

問2 炭酸ナトリウム Na_2CO_3 の水への溶解度は、 28°C で 25、 8°C で 10 である。 28°C の Na_2CO_3 飽和水溶液 100 g を 8°C に冷却したときに析出する炭酸ナトリウム十水和物 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ の質量[g]はいくらか。最も近い数値を次の①～⑤から選べ。ただし、生じた沈殿はすべて $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ であり、溶解度とは一定の温度で 100 g の溶媒に溶解する溶質の質量[g]の最大値のことである。

- ① 25 ② 29 ③ 34 ④ 39 ⑤ 44

問3 次の①～⑤の正塩の水溶液のうち、塩基性を示すものはどれか。最も適当なものを選べ。

- ① CH_3COONa ② NaCl ③ CuSO_4
④ NH_4Cl ⑤ KCl

問4 次の文章の **ア** ~ **エ** に入る語の正しい組み合わせを、下の①~④から選べ。

12

ダニエル電池は、**ア** 板を浸した **イ** 水溶液と、**ウ** 板を浸した **エ** 水溶液を素焼き板で仕切り、両金属板を導線で結んだ電池である。このとき、**ア** 板が負極となる。

	ア	イ	ウ	エ
①	亜鉛	硫酸銅(Ⅱ)	銅	硫酸亜鉛
②	亜鉛	硫酸亜鉛	銅	硫酸銅(Ⅱ)
③	銅	硫酸銅(Ⅱ)	亜鉛	硫酸亜鉛
④	銅	硫酸亜鉛	亜鉛	硫酸銅(Ⅱ)

問5 次の化合物の下線を引いた原子の酸化数はいくらか。その数を直接マークせよ。



C : + 13

P : + 14

Cr : + 15

Cl : - 16

Ⅲ 次の問い(問1～問5)に答えよ。(25点)

問1 次の文章中の **ア** , **イ** に当てはまる語の組み合わせとして、最も適当なものを、下の①～④から選べ。 17

気体のアンモニアと気体の塩化水素から固体の塩化アンモニウムができる反応は発熱反応である。この反応では、エンタルピーは **ア** し、エントロピーは **イ** する。

	ア	イ
①	増加	増加
②	増加	減少
③	減少	増加
④	減少	減少

問2 実在気体を理想気体とみなせる条件として、最も適当なものを、次の①～④から選べ。 18

- ① 高温・高圧 ② 高温・低圧 ③ 低温・高圧 ④ 低温・低圧

問3 次の文章中の **ア** , **イ** , **ウ** に当てはまる語の組み合わせとして、最も適当なものを、下の①～⑧から選べ。 19

イオン化傾向の異なる2種類の金属を電解液に浸して導線で結ぶと電流が流れる。このとき、イオン化傾向の **ア** 金属が電子を失って、**イ** 極となる。生じた電子が導線を通して、もう一方の金属に達すると、**ウ** 反応が起こる。

	ア	イ	ウ
①	大きい	正	酸化
②	大きい	負	酸化
③	大きい	正	還元
④	大きい	負	還元
⑤	小さい	正	酸化
⑥	小さい	負	酸化
⑦	小さい	正	還元
⑧	小さい	負	還元

問4 化学反応における触媒に関する次の記述 a～cのうち、正しいものはどれか。最も適当なものを、下の①～⑥から選べ。 20

- a 触媒を加えると、反応速度は小さくなる。
- b 触媒を加えると、活性化エネルギーが小さくなる。
- c 触媒を加えると、エンタルピー変化の大きさは小さくなる。

- ① a
- ② b
- ③ c
- ④ aとb
- ⑤ aとc
- ⑥ bとc

問5 3.0×10^{-5} mol/L の硝酸銀 AgNO_3 水溶液と、次の水溶液①～④を同体積で混合した場合、沈殿が生じるものを選び。ただし、塩化銀 AgCl の溶解度積は $1.8 \times 10^{-10}(\text{mol/L})^2$ とする。

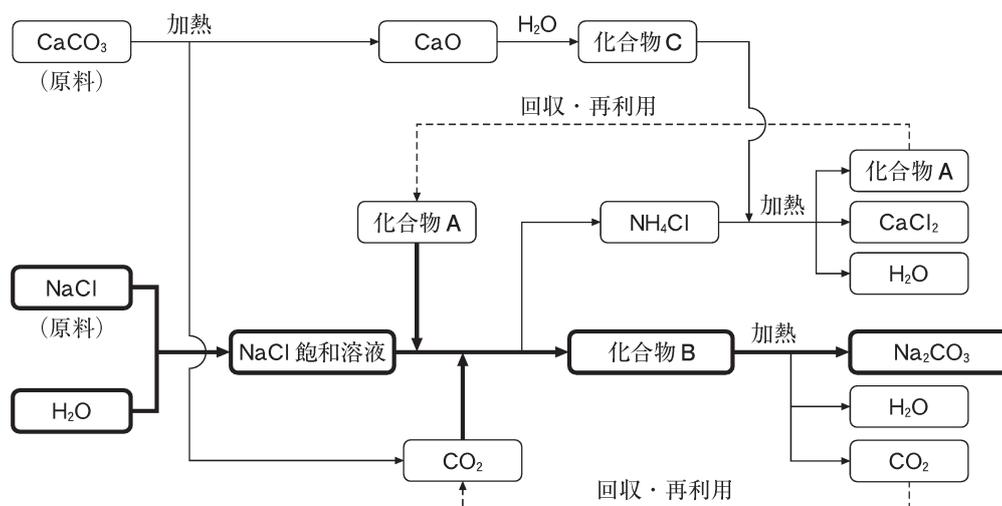
21

- ① 2.0×10^{-5} mol/L の塩化ナトリウム NaCl 水溶液
- ② 2.2×10^{-5} mol/L の塩化カリウム KCl 水溶液
- ③ 1.5×10^{-5} mol/L の塩化カルシウム CaCl_2 水溶液
- ④ 1.0×10^{-5} mol/L の塩化マグネシウム MgCl_2 水溶液

IV 次の[イ]および[ロ]の問いに答えよ。(25点)

[イ] 次の記述を読んで、下の問い(問1～問4)に答えよ。

次の図は、炭酸ナトリウム Na_2CO_3 の工業的製法であるアンモニアソーダ法(ソルバー法)について示したものである。



問1 化合物Aに関する次の記述 a～cのうち、正しいものはどれか。最も適当なものを、下の<解答群>から選べ。 22

- a 刺激臭のある無色の有毒な気体である。
- b 工業的には、鉄を含む触媒の存在下でオストワルト法によりつくられる。
- c 水によく溶け、水溶液は弱塩基性を示す。

問2 化合物Bに関する次の記述 a～cのうち、正しいものはどれか。最も適当なものを、下の<解答群>から選べ。 23

- a 水溶液は弱酸性を示す。
- b 加熱や強酸との反応で二酸化炭素 CO_2 を発生する。
- c 空気中に放置すると潮解現象を起こす。

問3 化合物Cに関する次の記述 a～cのうち、正しいものはどれか。最も適当なものを、下の〈解答群〉から選べ。

24

- a 大理石の主成分として多量に存在する。
- b 乾燥剤として用いられる。
- c 消石灰ともよばれる白色の粉末である。

問4 図の製造過程において発生する化合物AとCO₂がすべて回収され、再利用されるとき、次の記述 a～cのうち、正しいものはどれか。最も適当なものを、下の〈解答群〉から選べ。

25

- a 図の製造過程において使用するNaClと生成するNa₂CO₃の物質量は等しい。
- b 図の製造過程において使用するCaCO₃と生成するNa₂CO₃の物質量は等しい。
- c 図の製造過程において生成するCaCl₂とNa₂CO₃の物質量は等しい。

〈解答群〉

- | | | |
|---------|------------|-------|
| ① a | ② b | ③ c |
| ④ aとb | ⑤ aとc | ⑥ bとc |
| ⑦ aとbとc | ⑧ 正しいものはない | |

[ロ] 次の記述を読んで、下の問い(問1～問3)に答えよ。

油脂は、**ア** がもつ3つのヒドロキシ基と、脂肪酸のカルボキシ基が脱水縮合してできた構造のエステルである。油脂に水酸化ナトリウム NaOH のような強塩基の水溶液を加えて加熱すると、加水分解が起こり、カルボン酸の塩とアルコールが生成する。このような加水分解を **イ** という。**ア** と2種類の脂肪酸3分子からなる、油脂 A 6.24 g を完全に **イ** するのに、0.900 g の NaOH を要した。また、この油脂 6.24 g にニッケル Ni を触媒として水素を付加させたところ、0.00750 mol の水素 H₂ が反応した。

問1 **ア** , **イ** にあてはまる語の正しい組み合わせを、次の①～⑨から選べ。

26

	ア	イ
①	エチレングルコール	硬化
②	エチレングルコール	けん化
③	エチレングルコール	乳化
④	1-ドデカノール	硬化
⑤	1-ドデカノール	けん化
⑥	1-ドデカノール	乳化
⑦	グリセリン	硬化
⑧	グリセリン	けん化
⑨	グリセリン	乳化

問2 油脂 A の分子量はいくらか。最も近い数値を、次の①～⑥から選べ。

27

① 92.4 ② 245 ③ 277 ④ 489 ⑤ 555 ⑥ 832

問3 油脂に含まれる不飽和脂肪酸の炭素間の二重結合1個に対して H_2 は1分子が付加できる。油脂Aに含まれている炭素-炭素二重結合の数はいくつか。その数を、直接マークせよ。ただし、0または10以上の場合は、⑩をマークせよ。

28