

化 学

計算に必要ならば、次の数値を用いよ。

原子量：H 1, C 12, N 14, O 16, F 19, Na 23, Mg 24, Al 27,
Si 28, P 31, S 32, Cl 35.5, Ar 40, K 39, Ca 40, Cr 52,
Mn 55, Fe 56, Cu 64, Zn 65, Br 80, Ag 108, I 127

アボガドロ定数： $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ ファラデー定数： $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

気体定数： $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol}) = 8.3 \text{ J}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

水のイオン積(25℃)： $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14}(\text{mol/L})^2$

対数： $\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$, $\log_{10} 7 = 0.85$

1 各問いに答えよ。

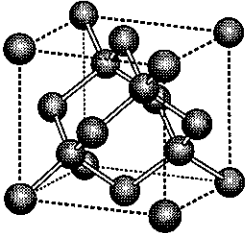
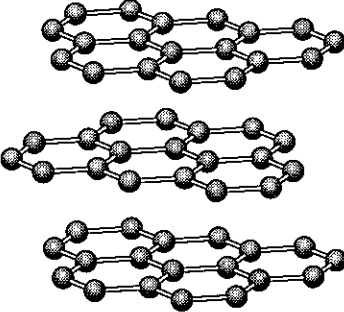
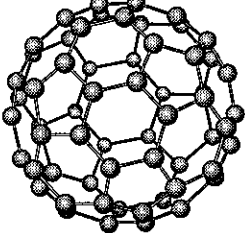
(1) 塩化水素分子の H—Cl 結合では共有電子対が塩素原子の方により強く引きつけられているため、結合に極性を生じている。原子が共有電子対を引きつける強さの尺度を何というか。最も適当な用語を一つ選べ。 **ア**

- | | |
|--------------|-------------|
| ① 電気陰性度 | ② 電子親和力 |
| ③ イオン化傾向 | ④ イオン化エネルギー |
| ⑤ ファンデルワールス力 | |

(2) 固体が分子結晶であるのはどれか。二つ選び、**イ** に二つマークせよ。

- | | | |
|-------|----------|-----------|
| ① 鉄 | ② ガラス | ③ ケイ素 |
| ④ ヨウ素 | ⑤ ドライアイス | ⑥ 塩化ナトリウム |

(3) 炭素には複数の同素体が知られており、それらは構造や特徴が異なっている。それらの一部について、物質名を X, Y, Z として次に示す。

物質名	X	Y	Z
構造			
特徴	極めて硬い。	電気をよく通す。	分子が球状である。

Z に当てはまるものはどれか。一つ選べ。 ウ

- ① 黒鉛 ② グラフェン ③ フラーレン
④ ダイヤモンド ⑤ カーボンナノチューブ

(4) 次の①～⑩の元素について、1), 2) に当てはまるものはどれか。それぞれ指定された数だけ選び、それぞれのマーク欄にマークせよ。

- ① 水素 ② ヘリウム ③ リチウム ④ ベリリウム
⑤ ホウ素 ⑥ 炭素 ⑦ 窒素 ⑧ 酸素
⑨ フッ素 ⑩ ネオン

1) 原子がもつ価電子の数が最大のもの 一つ： エ

2) 金属元素 二つ： オ

(5) 次の①～③について、含まれる水分子の物質量が最も多いのはどれか。一つ
選べ。

- ① 25℃, 1.0×10^5 Pa において 1 g の水
- ② 25℃, 1.0×10^5 Pa において 1 L の水
- ③ 0℃, 1.0×10^5 Pa において 1 cm^3 の水

(6) 質量パーセント濃度が 70 % のエタノール水溶液の密度は、20℃において
 0.87 g/cm^3 である。この水溶液におけるエタノールのモル濃度は何 mol/L
か。値は四捨五入して小数第 1 位まで求め、 ～ に数値を入れよ。ただ
し、エタノールのモル質量を 46 g/mol とする。 . mol/L

2 各問いに答えよ。

(1) 酸化銀電池では、正極活物質に酸化銀 Ag_2O 、負極活物質に亜鉛 Zn 、電解液に水酸化カリウム KOH 濃厚水溶液が用いられている(図1)。セパレーターは正極活物質と負極活物質を分離するために用いられている。

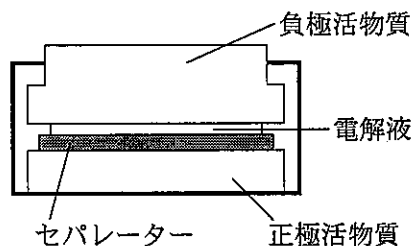
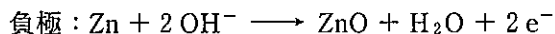
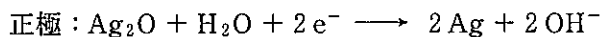


図1 酸化銀電池

この電池の正極および負極における主反応は、それぞれ次のように考えられている。



この酸化銀電池から I [mA] の電流を t [分] 取り出した。負極で反応した亜鉛の質量は何 g か。正しく表した式を一つ選べ。ただし、ファラデー定数を F [C/mol]、亜鉛のモル質量を M [g/mol] とする。 ア g

① $5.0 \times 10^{-4} \times \frac{tIM}{F}$

② $5.0 \times 10^{-4} \times \frac{F}{tIM}$

③ $1.0 \times 10^{-3} \times \frac{tIM}{F}$

④ $1.0 \times 10^{-3} \times \frac{F}{tIM}$

⑤ $3.0 \times 10^{-2} \times \frac{tIM}{F}$

⑥ $3.0 \times 10^{-2} \times \frac{F}{tIM}$

⑦ $6.0 \times 10^{-2} \times \frac{tIM}{F}$

⑧ $6.0 \times 10^{-2} \times \frac{F}{tIM}$

(2) 0.050 mol/L の酢酸 CH_3COOH 水溶液が 10 mL と、0.050 mol/L の塩酸 HCl が 10 mL ある。それぞれに 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム NaOH 水溶液を滴下し、滴下量に対する pH の変化を記録することで、2つの滴定曲線を得た。これらの滴定曲線を比較すると、いくつかの違いがみられた。みられた違いとして適当なものをすべて選び、**イ** にすべてマークせよ。

- ① NaOH 水溶液を滴下する前における酸の水溶液の pH
- ② 中和に要した NaOH 水溶液の体積
- ③ 中和点の pH

(3) ある可逆反応 $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{C} + \text{D}$ が平衡状態にある。この平衡に関係する次の①～⑤の文のうち、必ず成立するものはどれか。一つ選べ。**ウ**

- ① 平衡状態にあるとき、A と B の濃度の積 $[\text{A}][\text{B}]$ と、C と D の濃度の積 $[\text{C}][\text{D}]$ が等しい。
- ② 平衡状態にあるとき、正反応の反応速度定数と逆反応の反応速度定数が等しい。
- ③ 平衡状態にあるとき、正反応の反応速度と逆反応の反応速度が等しい。
- ④ 平衡状態にあるところへ、さらに A を追加すると、B の物質が増加する方向に平衡が移動する。
- ⑤ 平衡状態にあるところへ触媒を加えると、C と D の物質が増加する方向に平衡が移動する。

(4) 硫酸で酸性にした過酸化水素水を入れた試験管に、ヨウ化カリウム水溶液を加えたところ、変化がみられた。

1) 試験管内でみられた変化として、最も適当なのはどれか。一つ選べ。 **エ**

- ① 体積が減った。 ② 白く濁った。 ③ 褐色になった。
④ 固まった。 ⑤ 気体が発生した。

2) この反応における過酸化水素のはたらきとして、最も適当なものはどれか。一つ選べ。 **オ**

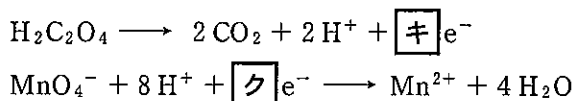
- ① 酸化剤 ② 還元剤 ③ 触媒 ④ 酸 ⑤ 塩基

(5) 45℃における水のイオン積は $4.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ である。この温度における純水の pH はいくらか。最も近いものを一つ選べ。ただし、空気中の二酸化炭素などの影響はないものとする。 **カ**

- ① 6.4 ② 6.5 ③ 6.7 ④ 6.9 ⑤ 7.0
⑥ 7.1 ⑦ 7.3 ⑧ 7.5 ⑨ 7.6

(6) シュウ酸二水和物 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の結晶 3.15 g を水に溶かして全量を 500 mL とした。このうち 20.0 mL をはかり取り、希硫酸を加えたのち温めた。これに、濃度不明の過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液を滴下したところ、過不足なく反応するのに 16.0 mL を要した。

1) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ と MnO_4^- のはたらきを示す反応式は次のとおりである。 , のそれぞれに適する数値を入れよ。



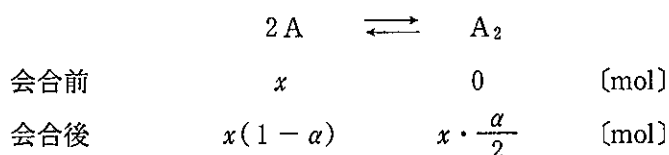
2) 過マンガン酸カリウム水溶液の濃度は何 mol/L か。 ~ に適する数値を入れ、有効数字 2 桁で示せ。 . $\times 10^{-\text{サ}}$ mol/L

(7) C(黒鉛), H_2 , C_2H_6 の燃焼熱は、それぞれ 394 kJ/mol, 286 kJ/mol, 1561 kJ/mol である。ただし、反応で生じた H_2O は液体とする。

C_2H_6 の生成熱は何 kJ/mol か。 ~ に数字を入れ、整数値で答えよ。 kJ/mol

(8) 分子量 264 の不揮発性の非電解質 A を 132 g とり、ベンゼン 512 g に溶かした溶液がある。

ベンゼン溶液中では、A の一部の分子が二分子会合体 A_2 を形成する。生じた A_2 は一つの分子のようにふるまい、凝固点降下に影響を与える。このとき、会合前の A の物質量を x [mol]、会合する分子の割合を会合度 α とすると、会合前後の物質量は次のように表される。



A が会合体を形成しないと仮定したときの溶液の凝固点と、測定で得られた凝固点から、会合度 α を求めることができる。

1) 下線部の温度は何℃か。値は四捨五入して小数第 2 位まで求め、 ~ に数値を入れよ。ただし、ベンゼンの凝固点を 5.53°C 、モル凝固点降下を $5.12 \text{ K}\cdot\text{kg/mol}$ とする。 . °C

2) この溶液の凝固点を測定したところ、 1.43°C であった。会合度 α はいくらか。値は四捨五入して小数第 2 位まで求め、 ~ に数値を入れよ。 .

3 各問いに答えよ。

(1) 次の①～⑤の試薬について、性質と保存方法に関する記述が正しいのはどれか。一つ選べ。ア

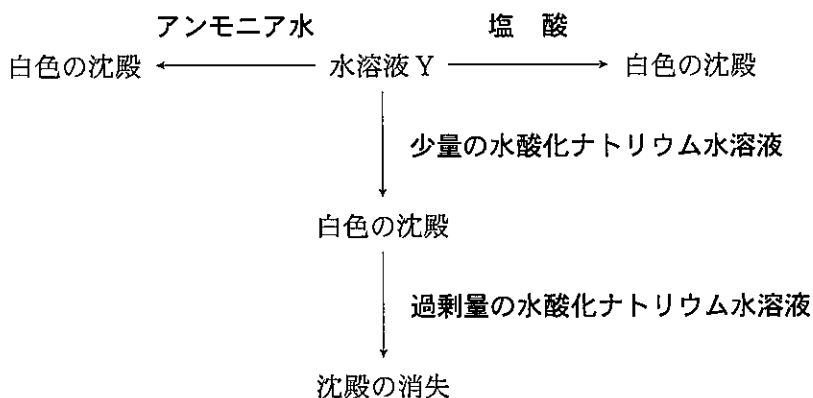
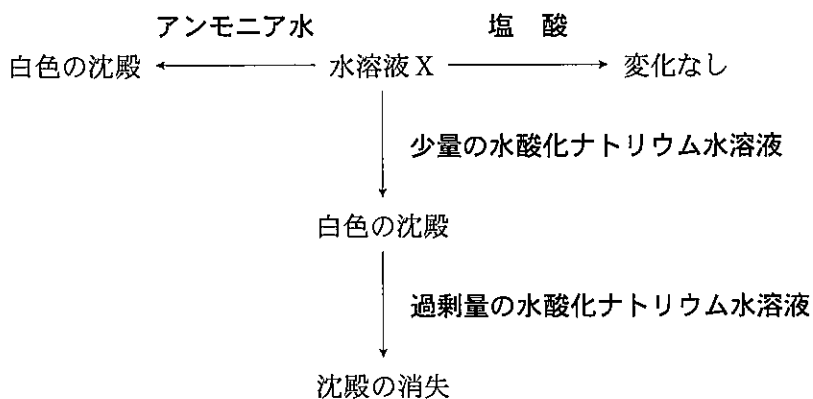
	試薬	性質と保存方法
①	過酸化水素水	吸湿性が高いので、冷暗所に保存する。
②	カリウム	空気中で自然発火しやすいので、水中に保存する。
③	黄リン	水や、空気中の酸素と反応しやすいので、灯油中に保存する。
④	十酸化四リン	空気中の二酸化炭素と反応しやすいので、密栓して保存する。
⑤	ジエチルエーテル	揮発性が高く、引火しやすいので、密栓して冷暗所に保存する。

(2) カルシウム、バリウム、マグネシウムに共通する記述を一つ選べ。イ

- ① 化合物が炎色反応を示す。
- ② 炭酸塩は水に溶けにくい。
- ③ 硫酸塩は水に溶けやすい。
- ④ 水酸化物は2価の強塩基である。
- ⑤ 単体は常温で水と激しく反応して水素を発生する。

(3) 水溶液 X および水溶液 Y には、それぞれ①～⑤のうちの一種類の金属イオンが含まれている。金属イオンの分析を目的として、これらの水溶液に試薬を加えた。加えた試薬とその結果を下に示す。X、Y の各水溶液に含まれる金属イオンは何か。当てはまるものをそれぞれ一つ選び、**ウ**、**エ** にマークせよ。X : **ウ** Y : **エ**

- ① 銀イオン ② 銅(II)イオン ③ 鉛(II)イオン
 ④ カルシウムイオン ⑤ アルミニウムイオン



(4) 次の①～⑤のうちで、1), 2)に当てはまる物質はどれか。それぞれ一つずつ選べ。

- ① C_2H_2 ② CH_3OH ③ $HCHO$ ④ CO_2 ⑤ CH_2Cl_2

1) 鉄の溶接に燃料として用いられる。

2) 1分子中の非共有電子対の数が最も多い。

(5) 次の記述①～⑤のうちで、フェノールが生成しないのはどれか。一つ選べ。

- ① クメンヒドロペルオキシドを希硫酸中で分解する。
② 塩化ベンゼンジアゾニウム水溶液を $25^\circ C$ の部屋で静置する。
③ ベンゼンを水酸化ナトリウム水溶液と混合して加熱し、その後、酸性になるまで酸を加える。
④ クロロベンゼンを水酸化ナトリウム水溶液と混合し、高圧下で加熱し、その後、酸性になるまで酸を加える。
⑤ ベンゼンスルホン酸ナトリウムを水酸化ナトリウムとともに加熱融解し、その後、酸性になるまで酸を加える。

(6) 次の①～⑤の分子のうちで、すべての炭素原子がつねに同一平面上にあるものはどれか。二つ選び、 に二つマークせよ。

- ① 1-ブチン $CH \equiv CCH_2CH_3$ ② 2-ブチン $CH_3C \equiv CCH_3$
③ 1-ブテン $CH_2 = CHCH_2CH_3$ ④ 2-ブテン $CH_3CH = CHCH_3$
⑤ ブタン $CH_3CH_2CH_2CH_3$

(7) 分子式 $C_4H_8O_2$ で表されるエステル A について、次のような情報が得られた。

- ・エステル A を加水分解すると、カルボン酸 B とアルコール C が得られた。
- ・カルボン酸 B にアンモニア性硝酸銀水溶液を加えて温めると、銀が析出した。
- ・アルコール C を酸化すると D が得られた。D にアンモニア性硝酸銀水溶液を加えて温めても変化はみられなかった。また、D にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて温めると、黄色の沈殿が生成した。

1) 下線部の反応は何と呼ばれるか。次の①～④のうちから一つ選べ。 ケ

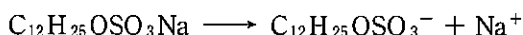
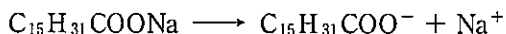
- | | |
|---------------|------------|
| ① キサントプロテイン反応 | ② ニンヒドリン反応 |
| ③ ビウレット反応 | ④ ヨードホルム反応 |

2) A の構造式はどれか。一つ選べ。 コ

- | | |
|--|--|
| ① $\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \parallel \quad \\ \text{O} \quad \text{CH}_3 \end{array}$ | ② $\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$ |
| ③ $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$ | ④ $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$ |
| ⑤ $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \quad \parallel \\ \text{CH}_3 \quad \text{O} \end{array}$ | ⑥ $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-\text{OH} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$ |

(8) 次の文章を読み、問いに答えよ。

様々な構造をもつ物質が界面活性剤として使われている。たとえば、パルミチン酸ナトリウム $C_{15}H_{31}COONa$ と硫酸ドデシルナトリウム $C_{12}H_{25}OSO_3Na$ は、陰イオン界面活性剤と呼ばれる化合物で、それぞれ長い炭化水素基をもつカルボン酸の塩と、長い炭化水素基をもつ硫酸エステルの塩である。これらは水によく溶け、陽イオンと陰イオンに電離する。



電離により生じる陰イオンの $-COO^{-}$ や $-OSO_3^{-}$ の部分は負電荷をもち(図1)、極性溶媒である水に良くなじむ。一方で、長い炭化水素基は水にはなじまないが、よく似た構造の脂質などの油にはなじみやすい。陰イオン界面活性剤に限らず、

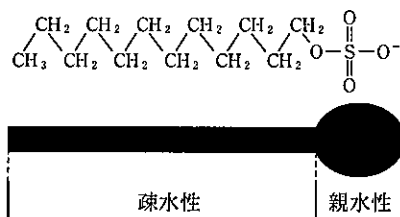


図1 硫酸ドデシルイオンの構造式(上)と模式図に表わされた界面活性剤(下)

界面活性剤には親水性の部分と疎水性の部分があり、それぞれが水と油になじむことで(両親媒性)、油に対する洗浄効果などが生まれる。

水に溶けた界面活性剤の一部は親水基を水中に、疎水基を空気中に向けて、水の表面に整列する(図2)。しかし、ある一定の濃度を超えると、界面活性剤どうしが水溶液中で球状に集まり、コロイド粒子となる。このコロイド粒子では親水基を球の外側に向け、疎水基を球の内側へと向けている。

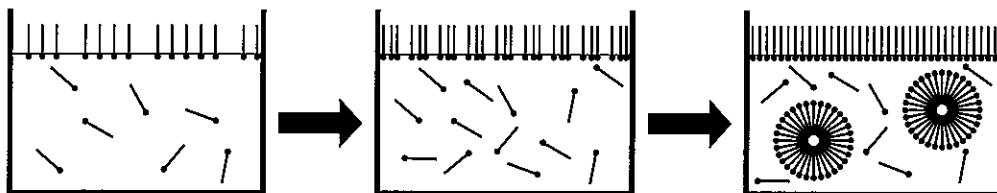


図2 水に溶解した界面活性剤がコロイド粒子を作る過程

脂質などの油汚れは、界面活性剤がつくるコロイド粒子の内側へと取り込まれて、水中に分散し(乳化)、最後は濯ぎで水と一緒に流されていく。

□ は、陽イオン界面活性剤である。これが電離すると長鎖の炭化水素基をもち、両親媒性を示す陽イオンを生じる。このようにして陽イオン界面活性剤も陰イオン界面活性剤と同じようにはたらく。

